

Технический Отделъ

И М Е Н И

М. И. Машевского
СТУДЕНЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ

Института Инженеровъ Путей Сообщенія
Императора Александра I.

№ по инвентарю 2684

Отдѣль *X

№ по каталогу Д-724 - К-103

Поступленіе 1916г.

СБОРНИКЪ

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

ТЕХНИЧЕСКІЙ ОТДѢЛЪ
ИМЕНИ

М. И. МАШЕВСКАГО.

ВЫПУСКЪ XXVIII
Студ. Бюбл. Инст. Инж. П. С.

ТРУДЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ИНСТИТУТСКИХЪ КУРСОВЪ.

Съ атласомъ изъ 32 листовъ чертежей.

Т Е К С Т Ъ.

КУРСЪ ПОРТОВЫХЪ СООРУЖЕНІЙ

СОСТАВИЛЪ

по программѣ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I
ординарный Профессоръ А. Г. Нюбергъ.

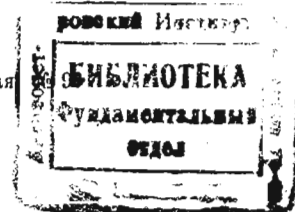
Удостоенъ Совѣтомъ Института преміи имени Профессора П. М. Андреева.

(Второе пересмотрѣнное и дополненное изданіе).

1901 ГОДА
С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая

1895.



Печатано по распоряженію Института инженеровъ путей сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

Его Высокопревосходительству

Константину Николаевичу

Посьету

съ глубокою признательностью

посвящаетъ

авторъ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
ПРЕДИСЛОВІЕ	1— 2
ВСТУПЛЕНІЕ	3— 6

Ч А С Т Ь I.

Явленія, происходящія въ моряхъ и на морскихъ берегахъ.

Глава I. Волны, причины ихъ образованія. — Гребень, ложбина, дна, высота и скорость распространенія волны. — Различныя теоріи образованія волнъ. — Вѣяны. — Вліяніе дна моря на характеръ волненія. — Буруны. — Дѣйствіе волнъ на пологій и крутой берега. — Прибой волнъ у пологого берега, донная волна, толчея, всплески отъ удара волнъ. — Глубина распространенія волненія. — Глубина вреднаго дѣйствія волненія. — Глубина, при которой волна разбивается. — Сила удара волнъ, измѣреніе этой силы. — Морской динамометръ. — Боковое распространеніе волнъ	9— 33
---	-------

Глава II. Измѣненіе уровня воды въ моряхъ, причины этихъ измѣненій. — Приливъ и отливъ, характеръ этихъ явленій въ зависимости отъ взаимнаго расположенія земли, солнца и луны и отъ времени года, т. е. во время новолунія, полнолунія (сизигіи), квадратуръ (равноденствія) и солнцестоянія. — Время наибольшихъ и наименьшихъ приливовъ. — Время появленія полного прилива. — Прикладной часть порта. — Котидальныя или сопряженныя линіи. — Вліяніе очертанія берега на характеръ приливовъ и отливовъ. — Неправильности въ приливахъ и отливахъ. — Приливы и отливы въ устьяхъ рѣкъ. — Подъемъ приливной волны по рѣкѣ. — Измѣненіе уровня воды отъ дѣйствія вѣтра, нагонъ и стонъ воды. — Ординаръ. — Приборы, употребляемые для опредѣленія положенія уровня воды: футштоки, мареометры и мареграфы	34— 42
---	--------

Глава III. Береговыя теченія и причины вызывающія эти теченія. — Вліяніе вѣтра, приливовъ и отливовъ, климата страны, удѣльнаго вѣса воды, содержанія солей, температуры, вращенія земли и теченія рѣкъ на характеръ береговаго теченія. — Вліяніе очертанія берега, отмелей и острововъ на измѣненіе правильности береговаго теченія. — Опредѣленіе скорости и направленія береговаго теченія; приборы для этого употребляемые	43— 49
--	--------

Глава IV. Движеніе наносовъ вдоль морскаго берега и измѣненія въ очертаніяхъ береговой линіи. — Вліяніе волнъ, береговыхъ теченій, приливовъ и отливовъ, ключевыхъ и почвенныхъ водъ на измѣненіе вида морскаго берега. — Разрушеніе горныхъ породъ береговъ Шотландіи и Чернаго моря. — Разрушеніе мѣловыхъ породъ; образованіе голыша. — Разрушеніе каменныхъ массъ, лежащихъ на глинистыхъ пластахъ, оползни и обвалы береговъ Англій и Чернаго моря, близъ Одессы. — Выщучиваніе морскаго дна, образованіе отмелей и острововъ. — Зарываніе отдѣльныхъ валуновъ и каменныхъ набросковъ въ дно моря. — Перенесеніе камней льдомъ. — Передвиженіе голыша вдоль береговъ Ламанша и въ Черномъ морѣ близъ Ватума. — Средства для удержанія голыша, передвигаемаго вдоль берега. — Буны 50— 58

Глава V. Передвиженіе мелкихъ наносовъ, песка и ила вдоль морскаго дна. — Образованіе косъ, пересыпей, лимановъ и мертвыхъ озеръ. — Прорѣзы въ косахъ. — Гирля. — Вліяніе рѣкъ, впадающихъ въ лиманы, приливовъ и отливовъ на образованіе косъ и пересыпей. — Отложеніе рѣчныхъ наносовъ въ лиманахъ и мертвыхъ озерахъ. — Отмели въ устьяхъ рѣкъ; причины ихъ образованія. — Баръ. — Глубина воды на барѣ; вліяніе приливовъ, отливовъ и половодія рѣкъ на измѣненіе этой глубины. — Образованіе дельтъ въ устьяхъ рѣкъ. — Примѣры большихъ дельтъ. — Наростаніе морскаго берега; образованіе конгломератовъ 59— 69

Глава VI. Дюны, ихъ образованіе. — Передвиженіе дюннаго песка вѣтромъ и дѣйствіе на дюны морскаго волненія. — Массовое передвиженіе дюнь, примѣры подобныхъ передвиженій въ Англій, Франціи и Пруссіи. — Вліяніе дюннаго песка на отклоненіе устьевъ рѣкъ. — Дюны, какъ естественная защита отъ морскихъ наводненій. — Укрѣпленіе дюнь и морскаго берега противъ разрушительнаго дѣйствія морскихъ волнъ и вѣтра. — Разсадка растительности: травы (*arunda arenaria*), вереска, кустарника и лѣса. — Лѣсныя насажденія во Франціи и Пруссіи. — Установка изгородей, укрѣпленіе поверхности дюнь различными одедами. — Укрѣпленіе морскаго берега бунами, дамбами и свайными забивками. — Примѣры подобныхъ укрѣпленій во Франціи, Пруссіи, Англій и Голландіи 70— 78

Глава VII. Мутность, соленость и замерзаніе морской воды. — Опредѣленіе степени мутности морской воды, приборы для этого употребляемые. — Вліяніе мутности на уменьшеніе глубины воды въ портѣ. — Примѣрное опредѣленіе количества складываемыхъ наносовъ. — Соленость воды въ океанахъ и средиземныхъ моряхъ. — Составныя части морской воды. — Температура замерзанія морской воды при быстромъ и медленномъ охлажденіи воздуха; вліяніе мутности и солености на температуру замерзанія. — Продолжительность замерзанія, вліяніе вѣтровъ и зыби. — Ледъ мѣстный и наносный. — Продолжительность навигаціи въ портахъ Россіи 79— 90

Глава VIII. Дѣйствіе морской воды на строительные матеріалы. — Разрушеніе металловъ въ морской водѣ (желѣза, чугуна и мѣди). — Предохраненіе

неніе металевъ отъ разрушительнаго дѣйствія морской воды. — Дѣйствіе морской воды на камни: сверляція раковины (фолады). — Дѣйствіе морской воды на растворы. — Изслѣдованія Вика (Vicat). — Растворы изъ естественныхъ гидравлическихъ известей (Ардешская известь — Тейль), изъ цементовъ Портландскихъ и Романскихъ и изъ Пуццоланъ (Римской, Сапторинской земли и Трасса). — Дѣйствіе морской воды на дерево. — Морской шашень (*Limnoria terebrans* и *Teredo navalis*). — Средства для предохраненія дерева отъ дѣйствія шашня: набивка гвоздей, креозотированіе, обшивка мѣдью и цинкомъ. — Попытки пропитыванія дерева нефтью. — Породы дерева не подверженнаго дѣйствію шашня. — Условія, при которыхъ морской шашень можетъ существовать въ водѣ. 91—114

Ч А С Т Ъ П.

Предварительныя работы по сооружеію порта (изысканія). Общій составъ порта и условія его устройства.

Глава IX. Изысканія, необходимыя по сооружеію порта. — Съемка мѣстности, промѣры глубинъ и развѣдка грунта. — Способы для опредѣленія положенія лодки во время производства промѣровъ. — Задача Потенота. — Нанесеніе глубинъ на карту. — Опредѣленіе положенія ординара къ постоянной точкѣ на берегу. — Реперы. — Опредѣленіе качества грунта дна; приборы для этого употребляемые. — Вѣтры: господствующіе и производящіе наибольшее волненіе. — Направленіе вѣтра относительно румбовъ компаса. — Скорость пробѣга и сила давленія вѣтра. — Шкала Вофорда. — Вычерчиваніе розы вѣтровъ. — Случаи сильныхъ береговыхъ вѣтровъ 117—139

Глава X. Дѣятельность судоходства. — Грузооборотъ. — Вместимость судовъ: валовая (brutto) и полезная (netto). — Опредѣленіе вместимости судна по его водоизмѣщенію и по обмѣру внутренняго помѣщенія. — Зависимость между длиною, шириною и глубиною осадки судна. — Опредѣленіе вместимости судна по его размѣрамъ и обратно, размѣровъ его по данной вместимости. — Регистровая вместимость судна. — Правило Мургома 140—164

Глава XI. Общія соображенія при устройствѣ портовъ. — Условія удобной стоянки, выгрузки и нагрузки судовъ. — Гавань и рейдъ. — Моли портовые и рейдовые. — Волноломъ. — Пристань и набережная. — Порты, на берегу моря и въ устьяхъ рѣкъ. — Препятствіе представляемое баромъ, средства для обхода бара. — Передовая гавань. — Порты убижища. — Порты военные. — Порты при морскихъ яманахъ, выборъ герла для устройства порта. — Карантинъ 165—176

Глава XII. Условія, которымъ должны удовлетворять гавани и рейды. — Глубина воды и площадь воднаго пространства, въ зависимости отъ

количества судовъ и грузооборота порта.—Грунтъ дна и форма гаваней и рейдовъ.—Расположеніе внѣшнихъ сооружений порта (моловъ и волноломовъ) для полной защиты его отъ волненія, наносовъ и ледохода.—Направленіе оси входа въ портъ.—Распространеніе волненія въ прострѣяствѣ огражденномъ портовыми молами.—Ширина входа въ портъ . 177—199

Глава XIII. Порты огражденные парными молами (жетѣ).—Относительное направленіе молловъ.—Направленіе оси входа и расположеніе оконечностей (головъ) молловъ въ зависимости отъ направленія господствующихъ вѣтровъ, береговыхъ теченій, движенія наносовъ и льда и направленія входящихъ въ портъ судовъ.—Направленіе и очертаніе оси портового канала.—Распространеніе волненія вверхъ по портовому каналу, средства для уменьшенія дѣйствія этого волненія, устройствомъ: 1) передовой гавани; 2) наклонныхъ плоскостей (brise lame); 3) выдвигенія надвѣтреннаго мола и 4) направлениемъ оси канала по кривой или по ломанной линіи.—Средства для уменьшенія наносовъ на барѣ при входѣ въ портовую каналь.—Зимнія гавани въ портахъ, расположенныхъ въ устьяхъ рѣкъ 200—216

ЧАСТЬ III.

Внѣшнія портовые сооруженія.

Глава XIV. Морскіе молы.—Деревянные: свайные и ряженые, сквозные, полусквозные и сплошные.—Фашинные молы: прикрѣпленные ко дну сваями, загруженные камнемъ и землею.—Молы смѣшанные изъ свай, ряжей, камня, фашинной кладки и земли.—Профиль и размѣры этихъ молловъ въ Россіи и заграницей 219—239

Глава XV. Молы изъ каменной наброски при малыхъ и большихъ глубинахъ.—Профиль и размѣры этихъ молловъ.—Уклонъ откосовъ, берма.—Молы изъ наброски молиновъ.—Основанія, опредѣляющія профиль мола изъ наброски, при постоянномъ и переменномъ уровнѣ воды.—Укладка камней на гребнѣ мола и на откосахъ выше уровня воды.—Средство для уменьшенія прибою волны.—Примѣры подобныхъ молловъ въ Россіи и заграницей 240—256

Глава XVI. Молы изъ каменной наброски съ надстройкой стѣны изъ кладки на растворѣ.—Профиль и размѣры такихъ молловъ, при малыхъ и большихъ глубинахъ, при постоянномъ и переменномъ уровнѣ воды.—Глубина заложенія основанія верхней надстройки (стѣны).—Высота гребня мола надъ уровнемъ воды.—Широкіе молы съ набережными.—Средства для уменьшенія прибою на стѣну; берма; наброска крупныхъ камней и массивовъ.—Примѣры подобныхъ молловъ въ Россіи и заграницей 257—284

Глава XVII. Мола выведенные со дна моря изъ правильной кладки или изъ кладки на растворѣ, при малой и большой глубинахъ.—Мола изъ бетонныхъ массивовъ и отлитые на мѣстѣ изъ бетона или составленные изъ мѣшковъ, наполненныхъ бетономъ.—Профиль и размѣры этихъ моловъ.—Составъ широкихъ моловъ съ набережными.—Засыпка ядра мола камнемъ и землею.—Верхняя надстройка мола, составленного изъ бетонныхъ массивовъ.—Каменные мола на свайныхъ основаніяхъ.—Средство для защиты мола отъ донной волны.—Ризбермы.—Покрытіе наружной бермы каменной подсыпки, массивами или крупными камнями.—Мола металлическіе и плавучіе.—Боловы моловъ, профиль, очертанія ихъ въ планѣ и размѣры.—Примѣры подобныхъ моловъ въ Россіи и заграничѣ 285—308

Глава XVIII. Производство работъ при устройствѣ моловъ и волномоловъ.—Забивка и завинчиваніе свай.—Забивка свай вбрызгиваніемъ воды.—Завинчиваніе свай по способу Куды.—Установка фермъ сквозныхъ моловъ.—Рубка и погруженіе ряжей, прикрѣпленіе ряжа ко дну моря.—Вязка и погруженіе фашинныхъ тюфяковъ для устройства морскихъ моловъ 309—321

Глава XIX. Добываніе камня для морскихъ портовыхъ работъ.—Общее понятіе о взрывныхъ работахъ.—Большія и малыя мины; мины кислотныя въ известковыхъ породахъ.—Взрывчатыя составы, употребляемые при этихъ работахъ: порохъ, динамитъ, нитроглицеринъ и пероксилинь.—Сравнительное дѣйствіе этихъ составовъ.—Примѣры большихъ взрывныхъ работъ въ Марсели, Триестѣ и Голіхэдѣ.—Доставка камня къ мѣсту работъ и валка его въ море.—Пристани для нагрузки камня, высокіе помосты.—Обмѣръ камня.—Суда, употребляемыя для перевозки крупнаго и мелкаго камня.—Понтонны.—Опредѣленіе размѣра плавучаго каравана для перевозки камня и валки его въ море.—Наброска камня сортированного и несортированного.—Укладка большихъ каменныхъ глыбъ.—Осадка каменнаго мола изъ навидной кладки 322—348

Глава XX. Подвозъ камня къ мѣсту работъ въ вагонахъ по рельсовымъ путямъ.—Лѣса устраиваемыя въ морѣ, при устройствѣ портовыхъ моловъ: деревянные и металлическіе.—Вагонеты для подвозки камня.—Составъ поѣздовъ, приспособленія для быстрой валки камня.—Опредѣленіе количества подвижнаго состава для подвозки и валки камня въ море, съ подмостей.—Описаніе устройства лѣсовъ въ Голіхэдѣ, Портландѣ, Дуврѣ, Одессѣ, Ялтѣ и Портъ-Саидѣ 349—363

Глава XXI. Устройство портовыхъ моловъ изъ бетона.—Приготовленіе бетонныхъ массивовъ.—Составъ бетоннаго завода.—Механизмы для передвиженія массивовъ.—Травеллеры.—Предварительное тверднѣніе массивовъ.—Погруженіе массивовъ въ воду.—Пристани для нагрузки массивовъ на понтонны.—Плоты для передвиженія массивовъ.—Наклонныя пѣсности и платформы.—Краны для погруженія массивовъ въ воду.—Титаны.—Опредѣленіе размѣровъ бетоннаго завода и количества мела-

нических приспособлений для производства работ при устройствѣ моловъ изъ бетонныхъ массивовъ.—Бутовые массивы 364—392

Глава XXII. Устройство моловъ изъ литаго бетона и изъ мѣшковъ наполненныхъ бетономъ.—Формы и ящики для погруженія бетона непосредственно въ воду.—Способы Пуареля и Киннишеля.—Ящики и суда для погруженія мѣшковъ.—Приѣзры устройства моловъ изъ литаго бетона въ Виклау'ѣ и въ другихъ портахъ Англіи.—Разрушеніе моловъ изъ литаго бетона и исправленіе этихъ поврежденій 393—399

Глава XXIII. Мѣры принимаемыя для поддержанія постоянной глубины въ портѣ.—Причины обмелѣнія порта.—Дѣйствіе проточной воды.—Быстротеки.—Устройство и расположеніе быстроточныхъ бассейновъ и шлюзовъ.—Детали затворовъ.—Струестворные плоты.—Землечерпаніе, мѣстное и общее.—Черпаки и храпы.—Землечерпательныя машины черпаковыя и насосныя (сосуны).—Землевозныя шаланды, обыкновенныя и паровыя.—Землечерпаніе въ укрытомъ портѣ и въ открытомъ морѣ.—Самогрузящія землечерпательныя машины (Hopper Dredger). Приборъ Фримана и Вѣрта (Мутпомпа).—Желоба и лонкугуары.—Опредѣленія размѣра землечерпательнаго каравана.—Общее понятіе о подводныхъ взрывныхъ работахъ 400—418



ПРЕДИСЛОВІЕ.

Приступивъ къ составленію перваго изданія Курса Портовыхъ сооружений, я имѣлъ намѣреніе составить лишь подробный конспектъ этого курса для студентовъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I, придерживаясь точно утвержденной программы. По мѣрѣ исполненія сего труда количество матеріаловъ накоплялось все болѣе и болѣе, такъ какъ на производившихся одновременно портовыхъ работахъ примѣнялись постоянно новые приемы и машины, съ которыми желательно было ознакомить студентовъ, а потому я считалъ необходимымъ помѣстить ихъ, хотя бы только частію въ составляемый мною курсъ. Слѣдствіемъ этого было то, что вмѣсто конспекта образовался томъ, свыше 700 страницъ текста и обширный атласъ. Не смотря на всѣ мои старанія, текстъ перваго изданія, отпечатанный всего въ количествѣ 300 экземпляровъ, вышелъ съ значительнымъ количествомъ опечатокъ и мелкихъ, несущественныхъ ошибокъ, неизбѣжныхъ при составленіи всякаго учебника; атласъ же, отпечатанный сразу и для будущаго втораго изданія въ значительно большемъ числѣ экземпляровъ, потребовалъ весьма большаго вниманія при составленіи чертежей, такъ какъ, помимо наружнаго красиваго вида всѣхъ отдѣльныхъ фигуръ, для болѣе легкаго усвоенія всѣхъ деталей и возможности сравненія между собою отдѣльныхъ сооружений, необходимо было соблюсти однообразіе или кратность въ масштабахъ и снабдить всѣ чертежи размѣрами и надписями, къ какимъ портамъ они относятся. Эта тщательность въ исполненіи чертежей замедлила значительно печатаніе ихъ и послѣдніе листы могли быть выпущены не раньше года послѣ выхода текста изъ печати, одновременно съ началомъ печатанія сего втораго изданія.

Это второе изданіе, исправленное и дополненное не только въ текстѣ но и въ чертежахъ, представляетъ собою полный Курсъ Портовыхъ сооружений, который, какъ мнѣ кажется, можетъ служить не только учебникомъ для учащихся, но и руководствомъ для инженеровъ-строителей при составленіи проектовъ портовыхъ сооружений къ исполненію.

При томъ быстромъ развитіи, которое имѣли въ послѣднее время портовые постройки, я далеко отъ того, чтобы думать, что настоящій трудъ, представляемый мною на пользу техники Россіи, не потребовалъ бы даже въ весьма скоромъ времени весьма существенныхъ дополненій и поправокъ; я льщу себя однако надеждой, что этотъ курсъ Портовыхъ сооружений долго еще можетъ послужить канвою, пустяя клѣтки которой искреннѣйше прошу Гг. инженеровъ пополнить, ибо лишь при такой совмѣстной работѣ можно надѣяться на полную пользу и на обогащеніе нашей весьма бѣдной технической литературы.

А. Нюбергъ.

ВСТУПЛЕНІЕ.

Всякаго рода сооруженія, устраиваемыя на морскихъ берегахъ, въ рѣкахъ или въ ихъ устьяхъ, съ цѣлью облегченія морскаго судоходства и содѣйствія торговымъ сношеніямъ носятъ названіе *Портовыхъ сооруженій*; къ такимъ сооруженіямъ относятся:

1) *Порты* или мѣста, гдѣ морскіе суда: а) сдаютъ привезенный ими товаръ и получаютъ новый для вывоза, б) могутъ, будучи застигнуты въ морѣ бурей, находить убѣжище и в) гдѣ производится вооруженіе и стоянка военнаго флота. Порты могутъ быть *естественными* въ заливахъ, устьяхъ рѣкъ и другихъ мѣстахъ, хорошо укрытыхъ отъ морскаго волненія, или *искусственными*, когда часть моря у берега ограждается отъ дѣйствія волненія и вѣтра искусственными сооруженіями или когда портовые бассейны образованы выемкой земли на берегу.

2) Приспособленія для нагрузки и выгрузки судовъ и храненія товаровъ—*набережныя, навсы и пакгаузы*—съ ихъ принадлежностями, устраиваемые въ портахъ коммерческихъ.

3) Приспособленія для постройки и починки судовъ—*валыны и доки*—необходимые для исправнаго содержанія морскихъ коммерческихъ судовъ и судовъ военнаго флота.

4) Всякаго рода знаки—*маяки, вѣхи и бакены*—указывающіе путь, по которому судно должно идти, какъ днемъ такъ и ночью, не подвергаясь опасности.

Стоимость перевозки моремъ пассажировъ и товаровъ зависитъ не только отъ разстоянія перевозки, но въ значительной степени отъ того, на сколько безопасно плаваніе, и отъ состоянія портовъ, какъ на оконечныхъ пунктахъ пути судна, такъ и въ промежуточ-

ныхъ точкахъ пути слѣдованія его. Безопасность плаванія достигается хорошей установкой морскихъ знаковъ и маяковъ, а также возможностью судну, застигнутому бурей, укрыться въ ближайшій портъ. Хорошее устройство оконечныхъ пунктовъ даетъ возможность судну быстро грузиться и сдать привезенный товаръ, чѣмъ уменьшается время простоя (число стальнойныхъ дней) въ портѣ, и судно въ теченіе навигаціоннаго времени можетъ сдѣлать большее число рейсовъ.

Статистика крушеній морскихъ судовъ показываетъ, что суда, находящіяся въ небольшомъ разстояніи отъ берега, погибаютъ часто только потому, что, будучи застигнуты внезапно бурей, не имѣли возможности укрыться за отсутствіемъ защищенной отъ морскаго волненія бухты или порта близъ мѣста крушенія.

Случается иногда, что суда подвергаются крушенію при самомъ входѣ въ портъ, если этотъ послѣдній неправильно расположенъ въ отношеніи дѣйствующаго морскаго волненія. Недостаточное обезпеченіе морскаго судоходства, влекущее за собою гибель людей, потерю груза и судовъ, вліяетъ также въ значительной степени на размѣръ фрахта и страховой преміи, что ложится обременительно на стоимость самого товара.

Независимо сего, отсутствіе въ портѣ набережныхъ и другихъ приспособленій для выгрузки, нагрузки, склада и перевозки товаровъ, какъ то: крановъ, навѣсовъ, пакгаузовъ, рельсовыхъ путей и дорогъ, въ размѣрѣ соотвѣтствующемъ торговому обороту, вызываетъ увеличеніе стальнойныхъ дней для судовъ, и этимъ уменьшаетъ число рейсовъ судна, что также должно отозваться на стоимости товара увеличеніемъ фрахта за его перевозку.

Далѣе судно, пришедшее изъ дальняго плаванія, требуетъ часто ремонта и очистки подводной части отъ водорослей и раковинъ, которыя къ нему прилипаютъ; встрѣчается иногда также надобность въ постройкѣ судовъ въ портѣ. Все это требуетъ особыхъ приспособленій: эллинговъ и доковъ.

Для обозначенія пути слѣдованія судна и для указанія опасныхъ мѣстъ, какъ то отмелей, подводныхъ скалъ и пр. устраиваются маяки, освѣщаемые ночью, и вѣхи и бакены, видимые только днемъ.

Отсутствіе этихъ сооруженій значительно увеличиваетъ опасность плаванія и вліяетъ на повышеніе страховой преміи.

Для болѣе легкаго объѣма товаровъ, отправляемыхъ изъ центра страны къ порту для дальнѣйшей отправки его моремъ, необходимо, чтобы стоимость доставки его сухимъ путемъ была по возможности уменьшена. Это достигается сокращеніемъ сухаго пути, располагая портъ какъ можно ближе къ центру страны или замѣняя сухой путь каналомъ. Стоимость перевозки товаровъ сухимъ путемъ и даже по желѣзнымъ дорогамъ значительно выше стоимости перевозки ихъ водою; при тарифѣ въ 0,01 коп. съ пуда и версты желѣзная дорога не въ состояніи выручить проценты на затраченный капиталъ, тогда какъ тарифъ въ 0,005 коп. съ пуда и версты даетъ хорошій доходъ для внутренняго воднаго пути (рѣки и канала), а для морской, океанской перевозки этотъ тарифъ можетъ быть, съ большимъ барышемъ для пароходной компаніи, уменьшенъ до 0,002 коп. съ пуда и версты, въ предположеніи однако не только прямыхъ, но и обратныхъ грузовъ.

Порты, устраиваемые для приѣма и отпуски товаровъ, и составляющіе узлы, связывающіе морской путь съ путемъ сухопутнымъ или внутреннимъ водянымъ, называются „*коммерческими портами*“.

Порты, служащіе для защиты судовъ, застигнутыхъ въ морѣ бурей, и устраиваемые близъ пути слѣдованія большаго количества судовъ прибрежнаго (каботажнаго) плаванія, называются „*портами убу́жищами*“, а порты устраиваемые для нуждъ военнаго флота — „*портами военными*“; первыя двѣ категоріи портовъ часто соединяютъ вмѣстѣ, причемъ при коммерческомъ портѣ устраиваютъ большую защищенную водную площадь, *рейдъ*, могущій служить портомъ убу́жищемъ, а при портѣ убу́жищѣ устраиваютъ пристань, набережную или гавань, гдѣ суда могли бы сдать и принять товаръ.

Въ военномъ портѣ, помимо сооруженій для постройки, оснастки и вооруженія военнаго флота, устраиваются крѣпостныя верки для защиты противъ нападенія непріятеля.

Для полнаго изученія всѣхъ средствъ для устройства порта, удовлетворяющаго всѣмъ условіямъ, необходимо сначала ознакомиться съ явленіями происходящими на морскихъ берегахъ, вліяющими какъ на систему устройства порта, такъ и на выборъ тѣхъ и другихъ сооруженій и матеріаловъ, входящихъ въ составъ ихъ. Эти явленія суть: 1) *волненіе (штормы)*; 2) *измѣненіе уровня воды*; 3) *береговья теченія*; 4) *движеніе наносовъ*; 5) *измѣненіе очерта-*

нiя морскихъ береговъ; 6) мутность и соленость морской воды; 7) степень замерзаемости порта и характеръ наноснаго льда, и 8) дѣйствiе воды на строительные материалы. Нѣкоторыя изъ этихъ явленiй суть общiя во всѣхъ мѣстностяхъ, какъ-то: волненiя, береговыя теченiя и движенiе наносовъ и измѣненiе очертанiя морскихъ береговъ, тогда какъ остальные: измѣненiе уровня воды, мутность и соленость морской воды, замерзаемость порта и наносный ледъ и разрушительное дѣйствiе морской воды на строительные материалы суть явленiя частныя, встрѣчающiяся не повсемѣстно.

Часть I.

Явленія, происходящія въ моряхъ и на
морскихъ берегахъ.

Часть I.

Явленія, происходящія въ моряхъ и на морскихъ берегахъ.

ГЛАВА I.

Волны, причины ихъ образованія.—Гребень, ложбина, длина, высота и скорость распространенія волны.—Различныя теоріи образованія волнъ.—Вліянія.—Вліяніе дна моря на характеръ волненія.—Вуруны.—Дѣйствіе волнъ на пологій и крутой берега.—Прибой волнъ у пологого берега, донная волна, толчея, всплески отъ удара волнъ.—Глубина распространенія волненія.—Глубина вреднаго дѣйствія волненія.—Глушина, при которой волна разбивается.—Сила удара волнъ, измѣреніе этой силы.—Морской дальномеръ.—Воковое распространеніе волнъ.

Причиною образованія волнъ въ моряхъ и океанахъ служатъ обыкновенно вѣтеръ, дующій всегда подъ нѣкоторымъ угломъ (около 8°) къ горизонту, а потому и производящій на поверхности воды рядъ послѣдовательныхъ мѣстныхъ повышеній и пониженій, имѣющихъ движеніе по направленію вѣтра и называемыхъ волнами. Иногда волны образуются безъ содѣйствія вѣтра — отъ приливовъ и отливовъ, что происходитъ въ океанахъ и отъ вулканическаго поднятія дна моря — какъ на примѣръ во время землетрясенія въ Лиссабонѣ въ 1755 г., въ Зундскомъ проливѣ въ 1885 г., въ Неаполитанскомъ заливѣ, на Липарскихъ островахъ и у подножія Этны, во время изверженія здѣсь находящихся огнедышащихъ горъ. Подобныя случаи составляютъ однако исключенія, почему не подлежатъ здѣсь извученію.

Верхняя точка *a* волны называется ея *вершиною* (черт. 1) или *гребнемъ*, нижняя *b* — *ложбиною*, возвышеніе *h* (вертикальное раз-

стояніе) гребня надъ ложбиною — *высотой* и разстояніе l между двумя гребнями или ложбинами — *длиною волны*.

Гребни и ложбины волнъ въ открытомъ морѣ всегда перпендикулярны къ направленію вѣтра и подвигаются впередъ со скоростью весьма значительною, доходящею до 40—50 верстъ (отъ 39 до 48,5 футъ въ 1 секунду) въ часъ. Скорость эта не есть скорость водяныхъ частицъ, а только скорость послѣдовательнаго образованія на поверхности моря повышеній и пониженій воды, называемая *скоростью распространенія волны*.

Если-бы вся водяная масса имѣла ту скорость, съ которою распространяется волна, то безъ сомнѣнія, ни одно судно, находящееся въ морѣ, не въ состояніи было бы выдержать столкновеніе съ волною; между тѣмъ судно, находящееся въ глубокой водѣ, получаетъ отъ волнъ весьма умѣренные удары, доказывающіе незначительность той скорости, съ которой движутся частицы водяной массы внутри каждой волны. Въ справедливости этого не трудно убѣдиться весьма простымъ опытомъ. именно бросивъ въ водную массу небольшое плавающее тѣло, не представляющее большой поверхности дѣйствію вѣтра, напр. пробку или пробку; тогда замѣтимъ, что эти предметы, находясь на поверхности воды, поднимаясь на гребень волны, нѣсколько подвигаются впередъ, но затѣмъ, опускаясь въ ложбину, вновь передвигаются назадъ, продолжая обратное движеніе до тѣхъ поръ, пока вновь не выйдутъ на гребень въ тѣ же самыя точки, гдѣ они находились на гребнѣ предыдущей волны. Такимъ образомъ частицы воды внутри каждой волны, двигаясь въ вертикальной плоскости, описываютъ сомкнутыя кривыя, имѣющія видъ эллипса или круга, причемъ каждая частица имѣетъ особую ось вращенія, а радиусъ кривыхъ постоянно уменьшается ко дну (черт. 2), и на безконечно большой глубинѣ обращается въ нуль.

Вычерчивая на вертикальной линіи всѣ круги движенія частицъ воды и проводя въ нихъ обводныя касательныя кривыя, получаются двѣ кривыя линіи, подходящія къ гиперболамъ, общей асимптотой для которыхъ будетъ служить проведенная черезъ центры круговъ вертикальная линія.

Извѣстное явленіе, представляемое возмущающеюся отъ вѣтра нивою, имѣетъ большое сходство съ явленіемъ, представляемымъ возмущающимся моремъ. Какъ въ послѣднемъ случаѣ частицы воды, такъ въ первомъ колосы имѣютъ только кажущееся поступательное дви-

женіе; каждый соломенный стебель съ колосомъ, отъ дѣйствія вѣтра, наклоняется назадъ и впередъ, причеиъ центръ тяжести колоса опи- сываетъ, какъ водяныя частицы морской волны, сомкнутую кривую.

Помимо этой гипотезы образованія волнъ существуютъ и другія, между прочимъ гипотеза, основанная на непосредственной передачѣ давленія воды при различныхъ уровняхъ (siphonnement), возникаю- щихъ на поверхности моря отъ дѣйствія вѣтра. Теорія эта, принадле- жащая Ньютону, допускаетъ одно вертикальное движеніе частицъ воды безъ хотя бы малѣйшаго ихъ поступательнаго движенія, что не совсѣмъ согласно съ истиной, ибо моряки увѣряютъ, что ча- стицы воды при дѣйствіи вѣтра имѣютъ поступательное движеніе со скоростью отъ 0,3 до 0,4 метр., при отсутствіи же вѣтра скорость эта составляетъ отъ 0,1 до 0,2 м. въ 1 сек.

Явленіе образованія волнъ составляло предметъ изслѣдованій мно- гихъ ученыхъ, но до сихъ поръ еще не существуетъ вполне точной теоріи. Составленіе такой теоріи усложняется еще тѣмъ, что бли- зость или отдаленность морскаго дна имѣетъ большое вліяніе на характеръ волненія, такъ что многіе ученые должны были разсматривать волны совершенно отвлеченно, предполагая массу воды без- конечно большой глубины, или же самыя волны безконечно малой высоты. Такимъ образомъ составились теоріи волнъ Ньютона, Ла- гранжа, Эри, Герстнера, Эми, Вирля, Фавра, Хагена и другихъ.

Эри и Хагенъ основываютъ свои выводы не только на однихъ теоретическихъ соображеніяхъ, но и на данныхъ, полученныхъ изъ опытовъ, произведенныхъ для опредѣленія зависимости между дли- ною и высотой волны и скоростью ея распространенія. Въ Плимут- ской бухтѣ Вильямъ Уокеръ изъ 14 наблюденій нашель, что, при скорости распространія волны отъ 6 до 14 метр. въ секунду (20 до 45 ф.), длина волны простиралась отъ 33 до 136 м. (107 до 447 ф.). Станлей произвелъ 7 наблюденій въ Атлантическомъ океанѣ, причеиъ нашель, что скорость распространія волнъ измѣнялась отъ 11 до 14 м. (36 до 45 ф.). Скоресби, въ томъ же Атлантическомъ океанѣ, во время сильной бури опредѣлиль, что при скорости распространенія волны въ 14,2 м. (46,5 ф.), длина волны доходила до 163 м. (534 ф.); при высотѣ волны отъ 8 до 9 м. (26 до 30 ф.); при высотѣ же волны въ 13 м. (43 ф.), длина волны доходила до 241 м. (790 ф.). Въ Поті при высотѣ волны 14 фут. длина ея составляетъ 56 фут.

Вообще, при большой глубинѣ, отношеніе между высотой и длиною волны $h : l$ составляетъ отъ $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{20}$, и въ то время, какъ скорость распространенія волны доходить до 12 м. (40 ф.), скорость вращенія водяныхъ частицъ на поверхности волны не превосходить 2,5 м. (8 ф.).

Чѣмъ менѣе глубина воды, тѣмъ короче волна и круче ея поверхность, такъ что на малыхъ глубинахъ отношеніе между высотой и длиною волны, т. е. $h : l$, доходить до $\frac{1}{4}$.

Весьма много опытовъ для опредѣленія различныхъ законовъ распространенія волнъ произведено было прусскимъ инженеромъ Хагеномъ и англійскимъ инженеромъ Скоттомъ Росселемъ въ небольшихъ физическихъ ваннахъ длиною отъ 3,5 до 7 м. (12 до 20 ф.) и шириною и глубиною отъ 0,10 до 0,30 м. (4 дюйма до 1 фута); также въ послѣднее время произведены изслѣдованія волнъ французскими инженерами Дарси и Базеномъ въ открытыхъ водопроводахъ Бургундскаго канала; но всѣ эти весьма интересные опыты не имѣютъ большаго практическаго значенія въ примѣненіи ихъ къ изслѣдованію морскихъ волнъ. Вообще высота морской волны зависитъ отъ глубины моря и отъ разстоянія до ближайшаго берега со стороны вѣтра. Въ то время какъ въ укрытыхъ и не глубокихъ моряхъ волна высотой въ 4 или 5 метр. (13 до 15 ф.) составляетъ уже исключительное явленіе, въ океанѣ бывали червдкіе примѣры волнъ высотой отъ 9 до 13 метр. (30 до 45 ф.).

Слѣдующая таблица показываетъ высоту, длину и скорость распространенія волнъ, найденныя различными наблюдателями.

По наблюденіямъ Стевенсона, отъ ложбины волны до дна моря остается не менѣе половины высоты волны, такъ что вся высота волны не болѣе глубины моря, но этотъ законъ относится только къ свободнымъ волнамъ, не встрѣтившимъ реакціи ни въ выступающемъ днѣ моря или подводной скалѣ, ни въ искусственномъ сооруженіи, возведенномъ въ морѣ. Кромѣ того Стевенсономъ выведенъ еще законъ зависимости между высотой волны и разстояніемъ до ближайшаго берега со стороны вѣтра; впрочемъ, законъ этотъ повѣренъ имъ только для разстояній, не превосходящихъ 165 морскихъ миль*). По мнѣнію Стевенсона, если высота волны въ футахъ бу-

*) Морск. миля = 1,74 версты.

Въ океанѣ.	МЕТРЫ.		Скорость рас- пространенія въ километрахъ въ часъ.	Барометръ мм.
	Высота	Длина.		
Гуампи	13,15	61,72	48	—
Кудрай	10	40	—	—
Дюрвиль	30	—	—	—
Гумбольдъ	11	—	—	—
Мареско и Гурденъ	11,5	—	—	—
Гарвердъ и Дюмуленъ	12	—	—	—
Вильксъ	9,75	115,78	47	—
Віенна	—	400	72	—
Франц. офицеры-гидрографы	18,89	—	—	—
Тессанъ	6,06	100	—	743
Волластонъ	—	—	111	—
Томсонъ	—	—	56	—
Тэтъ	—	—	28	—
Аргонавтъ	28	—	—	—
Пентландъ	12	—	—	—
Вакъ	9,14	—	—	—
Андю-Лангъ	13,71	—	—	—
Дюмуленъ, Дюма и Дюрвиль.	9,74	—	—	830
Вильксъ	8,10	132	45	756
Россъ	6,71	582	165	—
Миссисси	14	—	—	—
Nautical-magazine.	6,71	100	50	—
Скоресби	13,10	170	53	758
Чіальди	10,25	158	27	760
Флерю де Лангль	33	200	18	—
Фигіе	12	—	—	—
Вулерсторфъ Урбанъ	8,84	—	—	—
Фицъ Рой	18,28	—	—	—
Морской путеводитель	8	175	—	—
Въ Средиземномъ морѣ.				
Марсили	4,55	—	—	—
Тессанъ и Верраръ	—	—	32	—
Ребель	4,5	—	—	—
Минаръ	3,50	—	—	—
Фриссаръ	5	—	—	—
Смитъ	9,14	—	—	—

деть h , а разстояніе до ближайшаго берега со стороны вѣтра въ морскихъ миляхъ d , то:

$$h = 1,5 \sqrt{d}$$

Но въ узкихъ проливахъ и заливахъ и при небольшомъ значеніи d до 40 миль вѣрнѣе принять формулу:

$$h = 1,5 \sqrt{d} + (2,5 - \sqrt{d})^4.$$

Формулы эти Стевенсономъ ~~пробѣрены~~ непосредственными наблюденіями, результаты которыхъ видны въ слѣдующей таблицѣ, причемъ величины для d опредѣлены непосредственнымъ измѣреніемъ на картѣ.

Названіе мѣсть, въ которыхъ производились наблюденія.	d въ морскихъ миляхъ.	Замѣченная высота волнъ въ футахъ.	Выс. волнъ въ футахъ, исчисленн. по формулѣ $h=1,5\sqrt{d}$	Высота волнъ въ футахъ, исчисленная по формулѣ $h=1,5\sqrt{d}+(2,5-\sqrt{d})^4$
Scapa flow	1,0	4,0	1,5	3,0
Firth of Forth	1,3	1,80	1,8	3,2
Granton	2,8	4,0*	2,5	3,75
Craignurc.	3,5	2,0	2,9	3,9
Granton	6,0	4,0	3,7	4,5
Lough Foyle.	7,5	4,0	4,1	4,96
Clyde	9,0	4,0	4,5	5,25
Colonsay.	9,0	5,0	4,5	6,25
Dysart.	10,0	4,2	4,9	5,5
Invergordou.	11,0	3,5	5,0	5,7
Lough Foyle	11,0	5,0	5,0	5,7
Glenluce Bay	13,5	5,5 x	5,6	6,1
Anstruther.	24	6,5	7,5	7,7
Женевское озеро по Минару.	30	8,2 x	8,2	8,37
Buckie	31	7,0	8,4	8,5
»	38	7,0	9,2	9,2
»	38	8,0	9,2	9,2
»	40	8,0	9,55	9,5
Macduff	44,5	8,0	10,02	9,9
»	45,5	10,0 x	10,20	10,0
Douglas, на островѣ Манѣ	65,10	10,12	12	—
Каналъ St. George				
Kingstown.	114,0	15,0 x	16,0	15,25
Sunderland — разстояніе d , измѣренное отъ Broken Bank.	165,0	15	19,3	18,15
Среднее	—	6,3	6,97	7,39

Такимъ образомъ, въ большей части случаевъ, самыя высокія и разрушительныя волны въ каждомъ портѣ тѣ, которыя распростра- няются со стороны наибольшаго разстоянія отъ порта до противу- положнаго берега (навѣтреннаго); напр. въ Одесской бухтѣ самыя высокія волны—юговосточныя, производимыя вѣтрами, дующими отъ берега Азіатской Турціи касательно къ Херсонесскому мысу Крым- скаго полуострова, по направленію линіи, имѣющей въ длину 450 морскихъ миль; въ Петербургѣ—вѣтры западные и югозападные, дующіе вдоль Финскаго залива; въ Либавѣ—вѣтры югозападные и сѣверозападные, въ Батумѣ и Поті—вѣтры западные.

Образованіе волнъ въ морѣ никогда не совершается съ совер- шенною правильностью; такъ, во время бури замѣчается однове- менно нѣсколько различныхъ системъ волнъ разной высоты, движу- щихся по различнымъ направленіямъ; это происходитъ не только отъ того, что вѣтеръ въ разныхъ частяхъ моря дуетъ иногда съ раз- ныхъ сторонъ или внезапно измѣняетъ свое направленіе, но и отъ отраженія волнъ отъ береговъ. Въ тѣхъ точкахъ, гдѣ различныя си- стемы волнъ сталкиваются между собою, происходитъ *толчея*, явле- ніе весьма опасное для судовъ, стоящихъ на якорѣ или причален- ныхъ къ набережнымъ, и которое слѣдуетъ всячески устранять вну- три портовъ. Если на поверхности волнъ образуется новая система ихъ, имѣющая одно направленіе съ первоначальными волнами, то послѣднія возвышаются во всѣхъ точкахъ, гдѣ гребни ихъ совпадаютъ съ гребнями вновь образовавшихся волнъ, причемъ гребни ихъ заво- рачиваются, захватываютъ частицы воздуха и производятъ такъ на- зываемыя *бѣляки* (черт. 3). Размѣры бѣляковъ находятся въ зави- симости отъ силы вѣтра, и опытные моряки судятъ о силѣ вѣтра по степени ихъ развитія.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дно моря внезапно поднимается, хотя бы оно и залегало еще на значительной глубинѣ, поднятіе дна оказы- ваетъ реакцію на характеръ волненія. Эллиптическое или круговое движеніе частицъ воды въ вертикальныхъ плоскостяхъ задерживается, а живая сила, которая сообщена частицамъ воды, поглощается подъемомъ волны. При этомъ нижнія частицы воды, задержанныя въ своемъ движеніи, отстаютъ отъ верхнихъ частицъ, ближайшихъ къ гребню волны, и гребень, не встрѣчая поддержки снизу, нккло- няется впередъ и съ шумомъ падаетъ, увлекая съ собою воздухъ, разбиваясь въ пѣну и брызги.

Явленіе это, называемое *бурунами*, тѣмъ сильнѣе, чѣмъ выше поднимается дно морское. Одновременно съ увеличеніемъ высоты волнъ, уменьшается ихъ длина; такимъ образомъ всякая подводная мель или большой подводный камень, залегающій даже на значительной глубинѣ, обнаруживается на поверхности моря укорачиваніемъ волнъ и увеличеніемъ ихъ высоты. Ньюфаундлендская банка, залегающая на глубинѣ 162 м. (530 ф.), и скалы близъ мыса Добрая Надежды, на глубинѣ 200 м. (около 660 ф.), легко замѣчаются мореплавателями по короткимъ и частымъ волнамъ, которыя распространяются надъ ними.

Если волны встрѣчаютъ пологій берегъ, то онѣ вкатываются на него по направленію перпендикулярному къ линіи урѣза воды, какое бы ни было направленіе вѣтра; это происходитъ отъ того, что скорость распространенія волнъ зависитъ отъ глубины и постоянно уменьшается по мѣрѣ уменьшенія глубины; вслѣдствіе этого болѣе отдаленный отъ берега конецъ длинной волны, находясь на большей глубинѣ, движется скорѣе, чѣмъ конецъ ближайшій къ берегу, почему волна, подходя къ берегу, забѣгаетъ впередъ до тѣхъ поръ, пока гребень ея не сдѣлается параллельнымъ берегу и вся волна не будетъ имѣть одинаковую скорость распространенія.

Волна, вкатываясь на берегъ и не имѣя возможности сохранить ту же высоту, вслѣдствіе малой глубины воды, поднимается по берегу несравненно выше горизонта линіи урѣза воды; при этомъ живая сила задержанныхъ частицъ воды, имѣвшихъ прежде эллиптическое или круговое вертикальное движеніе, частью поглощается треніемъ этихъ частицъ о поверхность берега, частью же сообщаетъ частицамъ горизонтальное поступательное движеніе, вслѣдствіе котораго волна и вкатывается на берегъ, производя такъ называемый *прибой* (черт. 4).

Въ то же время скорость движенія частицъ воды стремится приблизиться къ скорости распространенія волны. Въ промежуткѣ между двумя волнами вода, поднимавшаяся на поверхность берега, стремится вновь возвратиться въ море, увлекая за собою малкіе камни и песокъ; и, хотя это обратное теченіе и сталкивается съ новыми волнами, поднимающимися по берегу, тѣмъ не менѣе значительное количество частицъ песку уносится въ море; частицы же задержанныя при встрѣчѣ обратнаго теченія съ волнами, складываются на поло-

гой поверхности берега въ видѣ валиковъ, состоящихъ изъ матеріала все менѣе крупнаго по мѣрѣ приближенія къ морю. Подобное разрушеніе берега продолжается до тѣхъ поръ, пока берегъ не приметъ уклона, при которомъ вкатывающіяся волны не въ состояніи будутъ болѣе преодолевать тренія между частицами песку и поверхностью берега. Этотъ уклонъ, смотря по силѣ волнъ, измѣняется отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{20}$.

Такъ какъ волна вкатывается на берегъ всегда нѣсколько выше той линіи, гдѣ начинается обратное теченіе воды и, при своемъ поступательномъ движеніи, увлекаетъ нѣкоторые легкіе камешки до самой возвышенной точки, то пологій берегъ всегда въ полосѣ подверженной дѣйствию волнъ ограничивается валикомъ изъ мелкихъ камешковъ и крупнаго песка (черт. 5); но такъ какъ сила волнъ, а слѣдовательно и высота вкатыванія волнъ на берегъ, бываетъ различна, то разъ образовавшійся валикъ послѣдующимъ болѣе сильнымъ волненіемъ размывается и частицы его подталкиваются впередъ до тѣхъ поръ, пока не достигнутъ той наибольшей высоты, до которой вкатывающаяся волна доходила. На этомъ мѣстѣ замѣчается всегда валикъ, иногда довольно значительныхъ размѣровъ, состоящій изъ довольно крупныхъ частицъ грунта, которыя, будучи передвинуты впередъ дѣйствіемъ прибоя, вслѣдствіе своей тяжести не могли быть увлечены обратно внизъ по пологому откосу берега обратнымъ движеніемъ волны. Отъ этого валика до урѣза воды и глубже видъ поверхности пологого откоса берега постоянно измѣняется въ зависимости отъ силы дѣйствія волненія на днѣ моря; на нѣкоторомъ разстояніи замѣчается также существованіе валиковъ, направленныхъ параллельно берегу, количествомъ до трехъ, изъ коихъ ближайшій къ берегу всегда меньше двухъ остальныхъ, а наиболѣе удаленный имѣетъ наибольшіе размѣры (черт. 5). Образование этихъ валиковъ слѣдуетъ объяснить столкновеніемъ двухъ массъ воды, одной идущей съ моря вверхъ къ берегу, другой скатывающейся внизъ, причемъ въ точкахъ встрѣчи происходитъ складываніе наносовъ, увлекаемыхъ какъ той, такъ и другой массой воды.

Голышевые берега, имѣющіе всегда болѣе крутой уклонъ, ограничиваются у урѣза воды вымоиной, въ крутой откосъ которой волна постоянно ударяетъ и продолжаетъ свое разрушительное дѣйствіе до тѣхъ поръ, пока сопротивленіе грунта не уравнивается съ силою

удара волны. Этотъ крутой обрывъ, находясь всегда подъ дѣйствіемъ волненія, передвигается впередъ и окончательно останавливается тамъ, гдѣ ослабленная сила волны не въ состояніи болѣе производить перемѣщеніе частицъ грунта (черт. 6).

Для изслѣдованія законовъ образованія песчаныхъ и гольшевыхъ береговъ производились Хагеномъ опыты въ небольшихъ лоткахъ, но эти опыты чисто лабораторные и не имѣютъ практическаго значенія.

Прибой волнъ у пологихъ береговъ или на пологихъ откосахъ сооружений, возведенныхъ въ морѣ, всегда опасенъ для судовъ по причинѣ значительной поступательной скорости, которую приобрѣтаютъ водяныя частицы вкатывающейся волны. Въ большія бури такимъ прибоемъ суда не рѣдко выбрасываются на берегъ.

Если волна встрѣчаетъ крутой берегъ, поднимающійся съ значительной глубины, то разрушительное дѣйствіе волны вовсе не такъ сильно, какъ полагаютъ многие, которые основывали свои мнѣнія на наблюденіяхъ надъ такими берегами, гдѣ кромѣ волнъ дѣйствуетъ еще теченіе. Частицы воды, встрѣчая крутое препятствіе своему круговому или эллиптическому движенію внутри волны, оказываютъ на это препятствіе весьма незначительное давленіе; живая сила, приобрѣтенная частицами при ихъ круговомъ или эллиптическомъ движеніи, не имѣетъ возможности развить постепенно поступательнаго движенія частицъ, какъ при дѣйствіи волны на пологіе откосы; силѣ этой остается только израсходоваться черезъ подъемъ волны вверхъ, причемъ большая вертикальная ось эллипсисовъ движенія водяныхъ частицъ удлинняется, а малая ось укорачивается, обращаясь постепенно въ нуль. Такимъ образомъ вертикальная поверхность берега (обрывъ) выдерживаетъ почти только одно статическое давленіе, соотвѣтствующее водяному столбу, имѣющему высоту равную съ высотой поднявшейся вверхъ волны, горизонтальнаго же удара при этомъ почти вовсе не будетъ. Этимъ объясняется, почему тѣла, плавающія у крутой стѣнки, поднимающейся съ значительной глубины, не ударяются о стѣнку, а только поднимаются и опускаются волною съ гребня въ ложбину.

Въ маломъ видѣ Хагенъ производилъ наблюденія надъ листками слюды въ деревянныхъ ларяхъ, въ которыхъ на поверхности воды была возбуждено волненіе; наблюденія эти вполне подтверждаютъ

выше приведенное объясненіе. Подобное же явленіе наблюдалось неоднократно и въ большомъ видѣ; такимъ образомъ комиссія, учрежденной въ Англіи для разсмотрѣнія проектовъ Дуврскаго порта—убѣжища въ 1846 г., было заявлено капитаномъ Ветчемъ, что, по его наблюденіямъ, волна не разбивается о вертикальную стѣнку, какъ разбивается о пологіе откосы. При выходѣ его въ море на небольшомъ суднѣ изъ гавани Скарнишъ, на островѣ Тайри, судно подошло близко къ скалѣ, наклоненной къ горизонту подъ угломъ 60° , но ни разу не коснулось ея, хотя она была отъ судна на разстояніи не болѣе 2 метровъ: судно только поднималось и опускалось волною. Въ той же комиссіи профессоръ Эри приводитъ также слѣдующіе примѣры, показывающіе, что волна не разбивается о вертикальную стѣнку, поднимающуюся съ большой глубины. Эри вышелъ однажды на суднѣ изъ порта Соанси и, когда огибали голову мола, то не было замѣтно у этой головы, поднимающейся съ глубины 6 м. (20 ф.), никакого прибора; между тѣмъ въ 190 м. отъ мола судно едва не погибло у песчаной отмели, гдѣ разбивались сильнѣйшіе буруны. Подобное же явленіе замѣчено было Эри и у мыса Лизардъ, гдѣ скалы почти вертикально поднимаются съ большой глубины. Здѣсь же, въ подтвержденіе вышесказаннаго, прибавимъ еще, что нѣкоторыя сооруженія, возведенныя въ морѣ съ большой глубины и ограниченныя почти вертикальными стѣнками, не разбиваютъ волны; напр. Дуврскій молъ, возведенный на средней глубинѣ 12 м. (40 ф.) отъ самаго низкаго горизонта моря, не смотря на большія волненія, не получилъ у подошвы никакихъ подмывовъ, за исключеніемъ нѣкоторой части у корня, подмытой береговыми теченіями, которыя здѣсь весьма сильны отъ дѣйствія приливовъ. Хагенъ приводитъ въ примѣръ сооруженіе, устроенное на дюнѣ на западной сторонѣ Кольбергеръ Мюнде*), гдѣ каменный откосъ упирается о вертикальную деревянную стѣнку, и послѣдняя выдерживаетъ волны съ совершенною безопасностью.

Въ подтвержденіе сказаннаго можно еще привести то, что мореплаватели, входя осенью (когда бываютъ наиболѣе сильныя бури) въ Финскій заливъ изъ Балтійскаго моря, держатся всегда сѣвернаго берега, идя довольно близко къ шхерамъ и подводнымъ скаламъ, ко-

*) Въ Балтійскомъ морѣ.

торыми устьянъ весь южный берегъ Финляндіи, опасаясь при приближеніи къ южному берегу залива быть выброшенными прибоемъ на пологій песчаный откосъ его.

Наиболѣе опасныя мѣста для плаванія у пологихъ песчаныхъ береговъ Европы представляетъ все побережье Голландіи, Даніи и берегъ сѣверной Германіи, гдѣ во время осеннихъ буръ происходитъ значительное число крушеній судовъ.

Если судно при глубокой водѣ наткнется на подводный камень, то есть всетаки возможность къ спасенію, по снятіи его съ мели и по задѣлкѣ пробоины, но если оно будетъ увлечено на пологій песчаный откосъ, то судно весьма быстро вкапывается въ песокъ и этимъ подвержено неминуемой гибели.

Если у крутыхъ стѣнокъ, поднимающихся съ большой глубины, замѣчаются иногда довольно значительныя всплески волнъ, то всплески эти болшею частію происходятъ отъ толчеи, образующейся отъ встрѣчи прямыхъ волнъ съ отраженными, такъ какъ всякая крутая стѣнка отражаетъ волны, ударяющіяся о нее, при чемъ законы отраженія остаются тѣ же, какія существуютъ при ударѣ упругихъ тѣлъ. Но всплески эти не опасны для стѣнъ, такъ какъ они развиваются въ высоту и не сообщаютъ водянымъ частицамъ горизонтальнаго поступательнаго движенія.

Совершенно другое явленіе мы замѣчаемъ, если вертикальная стѣнка поднимается со дна моря при незначительной глубинѣ, при которой волны разбиваются о дно или о пологій откосъ, находящійся у подошвы стѣнки; при этомъ частицы воды, приобретающія поступательную скорость до подхода ихъ къ стѣнѣ, ударяютъ въ послѣднюю полною своею массою, производя ударъ съ силою, соответствующею скорости поступательнаго движенія воды. Реакція, оказываемая стѣнкою удару, не только поднимаетъ волну вверхъ, производя вертикальный прибой, сопровождаемый сильными всплесками воды, но вызываетъ сильное давленіе массы воды на дно у подошвы стѣны, называемое *донною волною*. Эта донная волна производитъ сильное разрушительное дѣйствіе; подмывая дно и подкапываясь подъ стѣну, она разрушаетъ послѣднюю.

Чтобы опредѣлить, на какой глубинѣ возвышеніе дна оказываетъ реакцію на волненіе, или другими словами, разбиваетъ волну, необходимо знать какъ высоту мѣстныхъ волнъ, такъ и постепенность

или крутость возвышенія дна. Выше было уже сказано, что въ открытомъ океанѣ, гдѣ волны имѣютъ большую длину и высоту, внезапное возвышеніе дна, даже на весьма значительной глубинѣ, производитъ реакцію на волненіе и рождаетъ буруны, но въ закрытыхъ моряхъ и въ особенности въ бухтахъ и заливахъ, гдѣ волны имѣютъ весьма ограниченную высоту, постепенное весьма пологое возвышеніе дна только при небольшой глубинѣ оказываетъ реакцію на волненіе, хотя возмущеніе воды волненіемъ и распространяется до самаго дна, что доказывается мутностію, которую принимаетъ морская вода послѣ бурь.

Нѣкоторые инженеры были прежде того мнѣнія, что волненіе въ морѣ ограничивается только извѣстнымъ слоемъ, ниже котораго частицы воды вовсе не приходятъ въ движеніе, но изъ всего, что сказано выше, видно, что только на безконечно большой глубинѣ сомкнутыя кривыя, описываемыя при движеніи частицами воды, обращаются въ нуль, т. е. возмущеніе водяной массы простирается до безконечной глубины; тѣмъ не менѣе сила этого возмущенія такъ быстро уменьшается ко дну, залегающему на большой глубинѣ, что ниже извѣстнаго слоя дѣйствіе волненія обнаруживается только на днѣ, состоящимъ лишь изъ тонкаго песка или ила.

Профессоръ Эри принимаетъ, что сила возмущенія водяной массы, во время волненія, уменьшается ко дну въ геометрической прогрессіи, причемъ, если давленіе, производимое волнами на поверхности воды, будетъ P , а длина волны L , то давленіе волны на глубинѣ L будетъ:

$$\frac{P}{500}$$

на глубинѣ $2L$

$$\frac{P}{500 \times 50} = \frac{P}{25000}$$

на глубинѣ $3L$

$$\frac{P}{500 \times 50 \times 50} = \frac{P}{1250000}$$

или вообще на глубинѣ nL

$$\frac{P}{10 \times 50^n}$$

На практикѣ не столь важно знать глубину, при которой волна разбивается, сколько ту глубину, при которой волна не въ состояніи болѣе передвигать тотъ матеріалъ, изъ котораго устроено сооруженіе, именно камни вѣсомъ въ 4 пуда. Глубина эта, называемая *глубиною разрушительнаго или вреднаго дѣйствія волненія*, находится безъ сомнѣнія кромѣ того въ зависимости отъ высоты и разрушительной силы волнъ, отъ глубины моря и отъ силы вѣтра. Она можетъ быть опредѣлена лишь непосредственнымъ наблюденіемъ надъ передвиженіемъ камней сказаннаго выше вѣса, расположенныхъ на различныхъ глубинахъ моря. Вообще оказывается, что въ портахъ океана и Ламанша, глубина эта измѣняется отъ 3 до 6 м. (10 до 20 ф.), въ Шербургѣ до 6 м. (20 ф.) въ Алдерней — 4,5 м. (15 ф.) въ Портландѣ — 3,6 м. (12 ф.), и въ Плимутѣ 3,5 м. (10 ф.), въ Средиземномъ морѣ отъ 3 до 5,5 м. (10 до 18 ф.), въ Балтійскомъ и Черномъ моряхъ отъ 2,5 до 3,6 м. (8 до 12 ф.), въ Кронштадтѣ и Одессѣ — 3,6 м. (12 ф.), въ Либавѣ 2,5 м. (8 ф.), и въ Новороссійскѣ 12 ф. За неимвѣніемъ достаточныхъ свѣдѣній о томъ, на какой глубинѣ возвышенія дна или каменныхъ отсыпей начинаютъ разбивать волну, принимаютъ обыкновенно, что эта глубина та же самая, до которой распространяется слой разрушительнаго дѣйствія волнъ на откосы изъ наклоннаго камня. Впрочемъ, для большей увѣренности, полезно принимать эту глубину нѣсколько увеличенную, хотя на $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{4}$; такъ, что если *глубина слоя разрушительнаго дѣйствія* волнъ будетъ h , то слѣдуетъ принимать, что наименьшая глубина, при которой волна еще не разбивается, будетъ $\frac{5}{4}h$ или даже $\frac{4}{3}h$. Во всякомъ случаѣ эта глубина не можетъ быть менѣе высоты мѣстныхъ волнъ.

Это опредѣленіе глубины, при которой волна еще не разбивается, основанное на цифрѣ (каменя въ 4 пуда) произвольно взятой, нельзя считать вполне правильнымъ, но, за неимвѣніемъ пока точныхъ указаній для опредѣленія этой глубины, довольствуются приведеннымъ выше способомъ, тѣмъ болѣе, что на практикѣ необходимо собственно знать, при какой глубинѣ какой матеріалъ можетъ быть употребленъ съ достаточнымъ обезпеченіемъ устойчивости сооруженія.

Давленіе или точнѣе *ударъ*, производимый волнами на неподвижныя сооруженія или берегъ, зависитъ какъ отъ величины и направленія волнъ, такъ и отъ условій, въ которыхъ находится сооруже-

ние или берегъ, подверженные дѣйствию волнъ, т. е. отъ того, разбивается ли волна передъ ударомъ, получая при этомъ поступательное движеніе, или не разбивается. Въ первомъ случаѣ, ударъ волнъ можетъ быть значительный, во второмъ — сравнительно малый, превращающійся почти въ одно статическое давленіе, соответствующее высотѣ волны. Мѣрою удара, производимаго волнами, могутъ служить камни небольшого вѣса, сдвинутые волнами съ своего мѣста, или же для измѣренія этого удара можетъ быть употребленъ особый приборъ, изобрѣтенный Стевенсономъ и называемый морскимъ динамометромъ. Слѣдующіе примѣры могутъ дать понятіе о силѣ удара, производимаго волнами въ нѣкоторыхъ случаяхъ.

Въ Свинемюнде на восточномъ молѣ, въ декабрѣ 1847 года, волненіемъ поднятъ былъ камень изъ шведскаго гранита въ 1,4 куб. м. (50 куб. футовъ), и неоднократно во время бури камень этотъ ударялся о фундаментъ маяка, находящагося на головѣ мола. Здѣсь же, во время осенней бури въ 1872 году, брустверная стѣна восточнаго мола, сложенная изъ камня на цементѣ, шириною 5 м. и высотой 3 м., была вся разрушена и переброшена черезъ молъ на внутренній откосъ, гдѣ остатки ея по сіе время находятся. Въ это же время въ Бронштадтѣ у входящаго угла военной гавани часть одежды наружнаго откоса была переброшена черезъ дамбу въ гавань.

Подводныя скалы, находящіяся у подошвы берега, или подводныя же сооруженія на столько увеличиваютъ силу волнъ, разбивая ихъ, что дѣйствіе волнъ обнаруживается иногда на весьма значительной высотѣ, до которой въ обыкновенномъ своемъ состояніи онѣ не могли бы достигнуть. Такимъ образомъ Томасъ Стевенсонъ сообщаетъ, что на одномъ изъ Шотландскихъ острововъ — Баундъ Скерри — камень вѣсомъ 7500 килогр., на высотѣ 6 метр. (20 ф.) надъ моремъ былъ передвинутъ волнами съ мѣста по горизонтальному направленію на 22 м., другой камень вѣсомъ 5500 килогр., на высотѣ 22 м. (73 ф.) надъ самымъ высокимъ горизонтомъ моря, былъ передвинутъ на 6 м. по горизонтальному направленію, и наконецъ третій камень въ 13000 килогр. былъ разбитъ волнами на высотѣ 22,5 м. (74 ф.) надъ моремъ. Факты эти, какъ они ни кажутся невѣроятными, засвидѣтельствованы извѣстнымъ геологомъ Родерикомъ Мурчисономъ.

На маякѣ Бишопъ-Рокъ, зимою 1860 года, колоколъ былъ сорванъ волнами съ своей опоры на высотѣ 30 м. (99 ф.) надъ са-

мымъ высокимъ горизонтомъ моря, а въ Анстѣ (Unst) дверь была разбита волнами на высотѣ 59,5 м. (196 ф.) надъ моремъ.

На одномъ изъ Гебридскихъ острововъ — Барраухедъ (Barrowhead) — въ январѣ 1836 г., камень изъ гнейса, объемомъ въ 14 куб. метр. (504 куб. футъ) и вѣсомъ до 4200 килогр., былъ передвинутъ волнами на 1,5 м. (5 ф.).

Въ Шербургѣ на волноломѣ, во входящемъ углу, въ 1836 году, въ зимнюю бурю, болѣе 200 камней, изъ коихъ нѣкоторые вѣсили до 2800 кил., были переброшены волнами на южную ризберму чрезъ стѣну высотой въ 9 м. (30 ф.); при этомъ высота волны отъ прибоя доходила до 41 м. (135 ф.). Многіе изъ искусственныхъ массивовъ, объемомъ до 20 куб. метр. (700 куб. ф.), были сдвинуты съ мѣста и два изъ нихъ даже перевернуты.

Въ Сеттѣ, во время бурь 1857—1858 гг., искусственные массивы, объемомъ до 48 куб. метр. (1700 куб. ф.) и вѣсомъ до 123000 килогр. (7500 пудовъ), лежавшіе на вѣшнемъ откосѣ волнолома, были передвинуты съ мѣста, нѣкоторыя даже на 5 и болѣе метровъ, и при этомъ перевернуты или разбиты. Мѣстный инженеръ увѣрялъ въ 1863 году, что одинъ изъ искусственныхъ массивовъ, объемомъ въ 249 куб. метр. (8800 куб. ф.), погруженный въ деревянномъ понтонномъ ящикѣ, былъ сдвинутъ волною на 0,3 м. (1 ф.) Обстоятельство это объясняется дѣйствіемъ сильнаго прибоя волнъ, поднимавшихся вертикально на высоту 30,5 м. (100 ф.) и затѣмъ падавшихъ съ этой высоты, а также и малымъ треніемъ между дномъ понтоннаго ящика и скользкимъ его основаніемъ.

Инженеръ Дугласъ, строитель новаго Эддистонскаго маяка, указываетъ, что на маякѣ Long Ship на мысѣ Ландзендѣ были разбиты во время бури оконныя стекла въ 2 фута въ квадратѣ, толщиной въ $\frac{3}{4}$ дюйма, расположенныя на высотѣ 86 фут. надъ уровнемъ высокихъ водъ. На Смитоновскомъ Эддистонскомъ маякѣ (старомъ) гранитная галлерей, расположенная на 60 фут. выше уровня моря, съ фонаремъ и оптическимъ аппаратомъ, всего вѣсомъ въ 61000 килограммовъ, были подняты водою во время бури, что указываетъ на давленіе воды въ 1 тонну на квадратный футъ.

Въ Альдерней'ѣ, во время сильныхъ бурь, камни съ откоса часто перебрасываются черезъ стѣнку мола, которая возвышена на 45 фут.

выше наброски; здѣсь-же найденъ былъ камень вѣсомъ въ 9 тоннъ, который волненіемъ былъ поднятъ на эту высоту.

Весьма замѣчательный примѣръ силы дѣйствія волнъ представляетъ разрушенный въ 1867 году каменный баканъ „Petit Charpentier“ въ устьѣ Луары. Здѣсь атлантическая волна, дѣйствуя по направленію SW, входитъ въ устье рѣки, которое, суживаясь воронкообразнымъ очертаніемъ дна, увеличиваетъ этимъ силу волны, производящей здѣсь полное разрушительное дѣйствіе на баканъ, устроенный въ этомъ мѣстѣ на скалѣ. Высота бакана 21 фут., подошва его поднята на $11\frac{1}{2}$ фут. выше сизигійнаго равноденственного прилива, діаметръ основанія $10\frac{1}{2}$, а діаметръ вершины, расположенной на 13 фут. выше самаго высокаго сизигійнаго прилива, — $8\frac{1}{2}$ ф. Баканъ выстроенъ въ 1862 году и въ январѣ 1867 года никакого поврежденія его не было замѣчено, но осенью того-же года баканъ отдѣлился отъ скалы по плоскости основанія и, сохраняя вертикальное свое положеніе, передвинулся по направленію NO. По расчету, сдѣланному Лафермомъ, сила давленія волны опредѣлена минимумъ въ 4800 англ. фунт. *) на 1 кв. фут. (133 пуд. на 1 кв. фут.), но полагаютъ, что давленіе достигало 6140 англ. фунт. (170 пуд. на 1 кв. фут.). Что сдвинутая часть, исправленная вскорѣ затѣмъ, не была опрокинута въ промежутокъ времени отъ разрушенія до исправленія, на что потребовалось бы усиліе всего въ 864 англ. фунт. (24 пуда) на 1 кв. футъ, объясняется только тѣмъ, что въ этотъ промежутокъ времени давленіе волны до этой цифры не доходило.

Подобное-же разрушеніе каменнаго бакана, высотой 33 ф., діаметромъ 10 ф., послѣдовало въ St.-Malo въ 1856 году; онъ не былъ однако опрокинутъ, а потому давленіе здѣсь не достигало 24 пуд. на 1 кв. футъ. Въ Коломбо въ 1878 году, при пассатномъ юго-западномъ вѣтрѣ, охранныя стѣнка волнолома на протяженіи 150 саж. была разрушена; въ Мадрасѣ въ 1881 году наружная вѣтвь мола была разрушена циклономъ.

Наиболѣе замѣчательное разрушеніе мола дѣйствіемъ волненія имѣло мѣсто въ декабрѣ 1872 года въ портѣ Wick'ѣ въ сѣверной Шотландіи. Часть портовой стѣнки въ 1350 тоннъ, наиболѣе под-

верженная дѣйствию полного океанскаго волненія, входящаго, какъ въ ущелье, въ заливъ Pentland Firth, была сдвинута и опрокинута во внутрь порта. Молъ находился еще въ постройкѣ и оставалось уложить два ряда массивовъ въ 80 и 100 тоннъ. Разрушенная часть, длиною 26 фут., имѣла въ ширину 45 фут. и въ высоту 21 фут. и поднята была на 3 фута выше уровня высокихъ водъ. Разрушеніе это произошло при совмѣстномъ дѣйствіи прилива, достигающаго до 42 фут., и сильнаго волненія; масса воды, высотой въ 25—30 футовъ, при ударѣ о сооруженіе превращалась въ облако брызгъ, поднимавшихся на высоту до 150 фут.

Въ нашихъ портахъ имѣется также нѣсколько примѣровъ разрушенія, хотя не столь разительныхъ.

Въ Поті, во время постройки порта въ 1876 году, верхніе массивы, не укрѣпленные на мѣстѣ, были сдвинуты и брошены во внутрь порта. Всѣ этихъ массивовъ былъ отъ 880 до 1200 пуд. Въ Либавѣ въ 1885 году массивы, уложенные на наружномъ откосѣ южнаго мола, были также сброшены; размѣры этихъ массивовъ были $4 \times 5 \times 6$ фут. Въ Одессѣ въ 1866 году массивы, вѣсомъ отъ 600 до 800 пудовъ, были передвинуты во время бури. Эти массивы лежали на $1\frac{1}{2}$ фута подъ водою и площадь дѣйствія волнъ была отъ 27 до 30 квадр. футовъ.

Величина камней и каменныхъ массъ, сдвинутыхъ волнами, и площадь дѣйствія волнъ могутъ служить для приблизительнаго вычисленія силы удара волнъ, принявши въ соображеніе коэффициентъ тренія камней о поверхность сдвига.

Для опредѣленія послѣдняго коэффициента, какъ на воздухѣ такъ и подъ водою, были произведены опыты Джономъ Ренни, Томасомъ Стевенсономъ и Робертомъ Кимпиръ, изъ которыхъ оказывается, что, смотря по гладкости камней, коэффициентъ тренія измѣняется отъ 0,53 до 0,94, но такъ какъ первыя цифры относятся къ поверхностямъ обтесаннымъ чистою тескою, то вѣрнѣе принять средній коэффициентъ въ 0,80. Вообще-же опыты показали, что подъ водою и на воздухѣ коэффициентъ тренія остается почти одинаковымъ.

Если принять коэффициентъ тренія въ 0,80 и опредѣлить расчетомъ давленіе, производимое волнами при ударѣ о камни Сетскаго волнолома, то оказывается, что давленіе это доходило до 9000 килогр.

на 1 кв. метръ (50 пудъ на кв. футъ); если-же принять въ соображеніе и потерю вѣса камней въ водѣ, то давленіе это будетъ не менѣе 5400 килогр. на 1 кв. метръ (30 пудовъ на кв. футъ).

Подобнымъ-же расчетомъ Минаръ нашелъ, что на Шербургскомъ и Алжирскомъ волноломахъ давленіе волнъ на квадратный метръ простирается отъ 2700 до 4000 килогр. (отъ 15 до 22 пуд. на 1 кв. футъ).

Примѣняя вышеприведенный коэффициентъ тренія 0,80 для расчета силы дѣйствія волнъ въ вышеописанныхъ случаяхъ, мы получимъ нижеслѣдующія данныя.

Въ Свиномюнде, полагая вѣсъ 1 куб. фута бутовой кладки въ 3,5 пуда, давленіе волны на квадр. фут. получится изъ выраженія:

$$p \times 3 \times 3,28 = 0,8 \times 5 \times 3 \times 3,28^2 \times 3,5.$$

Откуда

$$p = \frac{0,8 \times 5 \times 3 \times 3,28^2 \times 3,5}{3 \times 3,28} = 46 \text{ пудовъ.}$$

Въ Wick'ѣ давленіе на всю площадь стѣны будетъ

$$p \times 21 \times 26 = 1350 \times 60 \times 0,8,$$

а на 1 кв. фут.

$$p = \frac{1350 \times 60 \times 0,8}{21 \times 26} = 119 \text{ пудовъ.}$$

Въ Поті это давленіе на 1 кв. фут. измѣнялось отъ 10 до 22 пудовъ.

Въ Одессѣ, на глубинѣ въ 13 фут., при вѣсѣ 1 куб. фут. массива въ водѣ 1,9 пуда,

$$p = \text{отъ } 9,5 \text{ до } 14 \text{ пуд.},$$

а на уровнѣ воды

$$p = \text{отъ } \frac{0,8 \times 700}{30} \text{ до } \frac{0,8 \cdot 700}{27} \text{ или отъ } 17 \text{ до } 21 \text{ пуда.}$$

Въ Либавѣ давленіе p на 1 кв. ф. на массивы въ $4' \times 5' \times 6'$,

разрушенные въ 1885 году, было

$$p = \frac{4 \times 5 \times 6 \times 1300}{4 \times 5 \times 343} \times 0,8 = 18 \text{ пудовъ.}$$

Впослѣдствіи уложены были на откосѣ южнаго мола другіе массивы большихъ размѣровъ, именно въ $5 \times 6 \times 8$ фут., которые сохранились по настоящее время. Для сдвига этихъ массивовъ съ мѣста необходимо усиліе:

$$p = \frac{0,8 \times 5 \times 6 \times 8 \times 1300}{5 \times 6 \times 343} = 23 \text{ до } 24 \text{ пудовъ,}$$

изъ чего можно заключить, что давленіе волны въ Либавѣ не достигаетъ этой цифры.

Помимо приведенныхъ способовъ опредѣленія силы давленія волнъ, силу эту можно опредѣлить непосредственно, для чего служить *морской динамометръ*, изобрѣтенный шотландскимъ инженеромъ Томасомъ Стевенсономъ. На чертежахъ 7 и 8 представлены его боковой видъ и разрѣзъ. Онъ состоитъ изъ чугунаго цилиндра, длиною 0,20 мет. (8 дюйм.) и съ внѣшнимъ діаметромъ въ 0,10 м. (4 дюйм.). На одной оконечности цилиндра находится чугунное дно, на другой выступающая кольцевая реборда или фланецъ, къ которому винтами привинчивается чугунная крышка. Черезъ дно и крышку пропущены насквозь четыре желѣзныхъ стержня, и къ послѣднимъ со стороны крышки прикрѣпленъ кругъ діаметромъ въ 0,15 м. (6 дюйм.). Въ случаѣ надобности его можно замѣнить и другими кругами, діаметрами вообще отъ 0,08 до 0,23 м. (3 до 9 дюймовъ). Внутри цилиндра къ стержнямъ прикрѣпленъ еще другой кругъ меньшаго діаметра, соединенный съ крышкой четырьмя спиральными пружинами. Приборъ этотъ, помощію болтовъ, прикрѣпляется горизонтально къ той скалѣ, гдѣ имѣютъ въ виду опредѣлить горизонтальное давленіе, производимое волнами при ударѣ. При этомъ ударѣ пружины растягиваются. Для показанія наибольшей степени, до которой онѣ были растянуты, на стержни надѣты въ нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другаго кожаные кружки, которые, ударяясь о дно, сближаются между собою. Черезъ особую боковую крышку можно изслѣдовать, какіе изъ кружковъ совершенно сблизились между собою, и такимъ образомъ опредѣлить, до какой степени стержни были выдвинуты ударомъ

волны и пружины растянуты, а такъ какъ непосредственными опытами предварительно опредѣляется, какому удлинению пружины соотвѣтствуетъ извѣстное давленіе, то сообразно съ этимъ можно всегда рассчитать наибольшее давленіе, производимое волнами, при ударѣ, на кругъ, а затѣмъ опредѣлить это давленіе на единицу площади.

Тарировка прибора можетъ быть сдѣлана при помощи слѣдующей формулы:

$$d = \frac{D a}{W},$$

въ которой W есть давленіе въ тоннахъ, опредѣляемое непосредственнымъ опытомъ и дающее удлинение D пружинъ въ дюймахъ, a площадь наружной доски, въ которую волна ударяетъ, d —длина въ дюймахъ шкалы прибора, соотвѣтствующая давленію въ 1 тонну на 1 кв. футъ доски.

Обыкновенно берутъ такіа пружины, удлинение которыхъ на 0,003 м. ($\frac{1}{8}$ дюйм.) соотвѣтствовало бы усилю отъ 4 до 20 килогр. (10 до 50 фунтовъ). Пружинъ употребляется четыре для лучшей повѣрки выводовъ, доставляемыхъ опытами съ этимъ динамометромъ. Хотя при такихъ условіяхъ динамическое дѣйствіе волны будетъ выражено статическимъ давленіемъ, производящимъ въ пружинахъ извѣстное удлинение, динамическое же сопротивленіе пружинъ не соотвѣтствуетъ ихъ статическому сопротивленію, тѣмъ не менѣе опыты Стивенсона на Скерриворскихъ скалахъ надъ различными динамометрами, съ кругами разнаго діаметра и пружинами разной силы, показали, что при ударѣ волнъ среднія удлиненія пружинъ въ трехъ динамометрахъ не представляли разницы болѣе 20%, между тѣмъ какъ тѣ же динамометры, подверженные удару ядеръ, при одинаковыхъ ядрахъ доставляли показанія весьма различныя. Это можно объяснить тѣмъ, что динамическое дѣйствіе волнъ обнаруживается не мгновенно, какъ ударъ твердаго тѣла, но почти непрерывно въ теченіи всего времени, въ продолженіи котораго кругъ динамометра покрытъ ударяющеюся волною, почему динамическое дѣйствіе волнъ можетъ быть съ несравненно меньшею неточностію измѣряемо статическимъ сопротивленіемъ пружинъ, нежели ударъ твердыхъ тѣлъ.

Томасъ Стивенсонъ, помощію описаннаго морскаго динамометра, производилъ наблюденія въ Ирландскомъ морѣ на островѣ Литль

Рось, въ Атлантическомъ океанѣ на островѣ Тайри при Скерриворскихъ скалахъ и въ Нѣмецкомъ морѣ при Бельрокской скалѣ. Самыя замѣчательныя изъ этихъ наблюденій тѣ, которыя производились въ 1843 и 1844 годахъ въ Атлантическомъ океанѣ въ теченіи 23 мѣсяцевъ непрерывно. Они показали, что среднее давленіе въ теченіи 5-ти лѣтнихъ мѣсяцевъ 1843 и 1844 годовъ было 0,27 тоннъ или 17 пуд. на 1 кв. футъ. Въ теченіи же зимнихъ мѣсяцевъ тѣхъ же годовъ получалось въ среднемъ давленіе въ 0,93 тонны или 56 пуд. на 1 кв. футъ, болѣе чѣмъ въ трое противъ первой цифры.

Наибольшія давленія были замѣчены при сильномъ западномъ вѣтрѣ 29 марта 1845 года, когда давленіе доходило до 2,72 тоннъ или 169 пуд. на 1 кв. футъ. Въ Нѣмецкомъ морѣ на Бельрокской скалѣ давленіе волны достигаетъ 83 пуд. на 1 кв. футъ (3013 англ. фунтовъ). Въ Дунбарѣ давленіе это достигало до 3¹/₂ тоннъ или 217 пуд. на 1 кв. футъ, и въ портѣ Буккей (Buckie), въ теченіе многихъ мѣсяцевъ, замѣчалось давленіе волны въ 3 тонны или 186 пуд. на 1 кв. футъ. Для опредѣленія давленія волнъ на различныхъ уровняхъ и въ различныхъ разстояніяхъ отъ берега, Стевенсонъ произвелъ наблюденія на Скерриворской скалѣ, употребляя два динамометра, расположенные одинъ нѣсколько выше другаго и ближе къ берегу на 40 фут., въ предѣлахъ между уровнями прилива и отлива. Нижеслѣдующая таблица, показывающая результаты этихъ наблюденій, даетъ для динамометра № II давленіе въ среднемъ вдвое больше давленія на № I; это объясняется главнымъ образомъ тѣмъ, что волны до подхода къ динамометру № I разбивались о неровности скалистаго берега, которыя покрывались водою только во время наступленія прилива, тогда какъ динамометръ № II находился подъ дѣйствіемъ волнъ все время, какъ во время прилива, такъ и при отливѣ. Во время производства наблюденій замѣчено было, что при высотѣ волны въ 20 фут. высота всплесковъ отъ прибора достигала 70 футовъ.

Эти высокія цифры, данныя Стевенсономъ, заставляли многихъ сомнѣваться въ вѣрности ихъ, но другія наблюденія, провѣренныя расчетомъ, вполне подтверждаютъ ихъ. Такъ напримѣръ, высота всплесковъ воды у Бельрокскаго маяка доходила до 106 футовъ (въ ноябрѣ 1827 г. залитъ былъ позолоченный шаръ на вершинѣ фонаря, 117 фут. надъ уровнемъ воды, при высотѣ прилива въ 11 фут.); что по расчету динамическаго давленія дастъ цифру въ 3 тонны на

Время наблюдений нов. ст.	Состояніе моря.	№№ динамометра.	Давленіе въ пудахъ на 1 кв. футъ.
1845 г.			
Январь 7	Сильно взволнованное море.	I	47,4349
> 7		II	115,7368
> 12	Очень сильная зыбь.	I	78,7898
> 12		II	144,7956
> 16	Сильная мертвая зыбь.	I	78,7898
> 16		II	131,0180
> 22	Сильное волненіе.	I	78,7898
> 22		II	147,3140
> 28	Сильная мертвая зыбь.	I	45,2022
> 28		II	126,2533
Февраль 5	Свѣжая зыбь.	I	21,1948
> 5		II	84,1883
> 21	Свѣжій вѣтеръ.	I	50,5622
> 21		II	94,7043
> 24	Высота волнъ около 10 футовъ.	I	34,8002
> 24		II	105,2203
Мартъ 9	Короткая волна.	I	34,8002
> 9		II	84,1596
> 11	Сильное волненіе, высота волнъ 20 футовъ.	I	28,4499
> 24		II	63,1266
> 24	Высота волнъ 6 футовъ.	I	126,2533
> 26		II	28,4499
> 26	Очень сильное волненіе, волны высотой 20 фут., высота всплесковъ у берега около 70 футовъ.	I	84,1596
> 29		II	78,7898
> 29			168,3470

1 кв. футъ. По наблюденіямъ же динамометрическимъ имѣемъ всего 1½ тонны на 1 кв. футъ.

Для защиты внутренней гавани отъ волненія, въ портѣ Харнишѣ, въ Аргейльшейрѣ, уложенъ былъ поперегъ входа заплывъ изъ бруса квадратнаго сѣченія 12" × 12", длиною въ 20 фут.; семь такихъ брусевъ были переломаны волненіемъ. Для перелома такого бруса, лежащаго на двухъ опорахъ, требуется грузъ въ 30 тоннъ, равномерно распределенный по всей длинѣ. Динамометрическое изслѣдованіе давленія волны въ этомъ мѣстѣ дало 1½ тонны на 1 кв. фут., что вполне соответствуетъ давленію въ 30 тоннъ на футовый брусъ, длиною въ 20 футовъ.

У насъ въ Россіи до сихъ поръ не были сдѣланы вовсе динамометрическія изслѣдованія давленія волнъ; тѣ незначительныя данныя, которыя у насъ имѣются, получены непосредственными наблюденіями надъ разрушеніемъ и сдвигеніемъ камней и массивовъ во время волненія.

Высота всплесковъ при ударѣ волнъ достигаетъ иногда замѣчательныхъ размѣровъ, какъ напримѣръ выше указано было на Бельроксскомъ маякѣ (106 фут.). Въ Корнваллисѣ въ Англіи въ 1843 г. высота эта достигла 300 футовъ, въ Варбергѣ въ Швеціи замѣчалась не рѣдко высота всплесковъ до 400 футовъ. — Въ нашихъ моряхъ высота всплесковъ относительно не высока: Хагенъ наблюдалъ въ 1848 г. въ Пиллау во время бури высоту всплесковъ въ 70 фут., такая-же высота ихъ замѣчалась въ Потіи и на Южномъ берегу Крыма въ Черномъ морѣ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ важно знать величину вертикальнаго давленія, производимаго волнами при ударѣ снизу вверхъ, напр. давленіе на выступающіе карнизы стѣнокъ или на половую настилку сквозныхъ моловъ и т. п. Опыты, произведенныя Томасомъ Стевенсономъ, показали, что давленіе это бываетъ весьма значительно, напримѣръ въ Дунбарѣ въ 1858 г. оно превосходило 11000 килогр. на кв. метръ (1 тонну или 62 пуд. на кв. футъ) поверхности, на высотѣ 7 м. (23 ф.) отъ уровня моря, между тѣмъ какъ горизонтальное давленіе на той-же высотѣ было въ 84 раза меньше. Что касается до высоты всплесковъ или струй при ударѣ волнъ о стѣнки, то опыты Стевенсона показали, что всплески эти достигаютъ иногда высоты шесть или семь разъ больше высоты волнъ.

Выше уже было сказано, что сооруженія или берега, ограниченные крутыми поверхностями, поднимающимися съ большой глубины, *отражаютъ волну*, пологіе-же откосы *разбиваютъ волну*; необходимо кромѣ того замѣтить, что въ первомъ случаѣ отраженныя волны, при выпукло-криволинейномъ направленіи сооруженія или берега, могутъ еще отчасти скользить вдоль послѣднихъ или получать такъ называемое *боковое распространеніе*, имѣющее часто весьма вредныя послѣдствія. Подобное боковое распространеніе волнъ существовало прежде въ Алжирскомъ портѣ, гдѣ при сѣверныхъ и сѣверо-восточныхъ вѣтрахъ волненіе распространялось къ югу, огладало конецъ стараго мола, входило въ портъ и производило *столѣ*

сильное возмущеніе, что лопались цѣпи якорей, и только съ устройствомъ новыхъ молвъ явленіе это было нѣсколько устранено. Въ томъ-же портѣ весьма замѣчательныя послѣдствія имѣло устройство набережныхъ, такъ какъ волненіе, разбивавшееся прежде внутри порта на отлогихъ берегахъ, стало отражаться отъ стѣнъ набережныхъ, и такимъ образомъ въ портѣ усилилась вредная для судовъ толчея.

Подобное-же распространеніе волны или скользеніе ея вдоль мола замѣчается въ Поті во время сѣверозападныхъ вѣтровъ, когда волна, входя въ портъ, ударяется объ южный молъ и не отражается, а направляется вдоль него, скользя по его поверхности. При встрѣчѣ съ берегомъ волна поворачиваетъ вдоль послѣдняго, образуя въ портѣ родъ водоворота, весьма вредно дѣйствующаго на стоящія здѣсь на якорѣ суда.

Такъ какъ боковое распространеніе волнъ есть явленіе весьма сложное и до сихъ поръ не вполне изслѣдованное, то часто нельзя заранѣе опредѣлить, какія измѣненія произойдутъ въ распространеніи волненія послѣ устройства новыхъ сооружений; поэтому проектированіе сооружений, защищающихъ гавани отъ волненій, составляетъ одну изъ труднѣйшихъ задачъ инженернаго искусства. Весьма часто случается, что съ устраненіемъ однихъ неудобствъ являются другія, которыя никакъ не могли быть заранѣе предвидѣны, и, по окончаніи проектированныхъ сооружений, приходится заботиться объ уничтоженіи ихъ вреднаго дѣйствія. Изъ этого видно, какъ важно изученіе возможно большаго числа портовъ, въ которыхъ обнаружались подобныя вредныя дѣйствія.

Г Л А В А П.

Измѣненіе уровня воды въ моряхъ, причины этихъ измѣненій.—Приливъ и отливъ, характеръ этихъ явленій въ зависимости отъ взаимнаго расположенія земли, солнца и луны и отъ времени года, т. е. во время новолунія, полнолунія (сизигія), квадратуръ (равноденствія) и солнцестоянія.—Время наибольшихъ и наименьшихъ приливовъ.—Время появленія полного прилива.—Прикладной часъ порта.—Котидажные или сопривливыя линія.—Вліяніе очертанія берега на характеръ приливовъ и отливовъ.—Неправильности въ приливахъ и отливахъ.—Приливы и отливы въ устьяхъ рѣкъ.—Подъемъ приливной волны по рѣкѣ.—Измѣненіе уровня воды отъ дѣйствія вѣтра, нагонъ и сгонъ воды.—Ординарь.—Приборы, употребляемые для опредѣленія положенія уровня воды: футштоки, мареометры и мареграфы.

Уровень воды въ моряхъ, въ особенности у береговъ, въ заливахъ и въ устьяхъ рѣкъ, т. е. въ мѣстахъ постройки портовъ, рѣдко бываетъ постоянный: онъ колеблется, поднимаясь и опускаясь относительно средняго своего положенія, что происходитъ или отъ дѣйствія приливовъ и отливовъ или отъ дѣйствія вѣтра.

Первая причина колебанія уровня воды (приливы и отливы), замѣчаемаго особенно сильно въ океанахъ и въ моряхъ, имѣющихъ съ ними открытое сообщеніе, происходитъ отъ притягательнаго дѣйствія луны и солнца на подвижную среду (воду) земнаго шара, а потому, вслѣдствіе правильнаго движенія луны вокругъ земли и земли вокругъ солнца, явленія эти повторяются періодически, слѣдуя опредѣленному постоянному закону.

Если представить себѣ совершенно свободную подвижную среду (воду), то она принимаетъ видъ шара, вслѣдствіе взаимодѣйствія частицъ самой среды; когда же мы ее подвергнемъ дѣйствію притягательной силы извнѣ, то среда эта получаетъ эллиптическую форму, обращенную большимъ своимъ діаметромъ къ точкѣ приложенія этой притягательной силы (черт. 9). Подобное явленіе замѣчается на поверхности моря отъ дѣйствія притягательной силы луны и, такъ

какъ луна въ теченіе сутокъ обходитъ вокругъ земли одинъ разъ, то черезъ данную точку на поверхности земли большая ось эллипса проходитъ два раза (по одному разу обоими своими концами), а потому и поднятіе воды или приливъ повторяется въ сутки два раза.

Между приливами происходитъ пониженіе уровня воды или отливъ, когда черезъ данное мѣсто проходитъ малая ось эллипса. Поэтому промежутокъ времени между приливомъ и отливомъ составляетъ около 6 часовъ или, точнѣе, четвертую часть времени полнаго оборота луны вокругъ земли; а такъ какъ это время на 48 минутъ болѣе 24 часовъ, то и приливы и отливы повторяются черезъ каждые 6 ч. 12 минутъ. Солнце тоже оказываетъ притягательное дѣйствіе на воду, какъ и луна, хотя въ гораздо меньшей степени, а потому бывають моменты, когда эти два усилія противодѣйствуя другъ другу, уменьшаютъ, или дѣйствуя совмѣстно, увеличиваютъ высоту прилива. Совмѣстное дѣйствіе этихъ силъ можетъ быть тогда, когда земля, солнце и луна находятся на одной или почти на одной прямой линіи, т. е. во время новолунія или полнолунія (сизигій), два раза въ мѣсяцъ, противудѣйствіе-же бываетъ во время квадратуръ, во время первой и второй четверти луны, т. е. когда линіи, проведенныя черезъ центры земли, солнца и луны, составляютъ прямой уголъ.

Въ теченіе года сизигійные приливы также измѣняются, а именно, наибольшіе бывають во время равноденствій, а наименьшіе во время солнцестоянія (черт. 10). При этомъ надо еще замѣтить, что осенніе равноденственные, сизигійные, приливы бывають особенно сильны, вслѣдствіе приближенія земли къ солнцу и вслѣдствіе пониженія на сѣверномъ полушаріи температуры, вызывающаго сильныя вѣтры и бури при низкомъ стояннн барометра и маломъ давленнн атмосферы, почему низменные берега, заливаемые часто приливами, особенно подвергаются разрушительному дѣйствію приливовъ въ это время.

Такъ какъ приливы въ данномъ мѣстѣ вызываються прохожденіемъ луны черезъ меридіанъ, и такъ какъ это время прохожденія ежесуточно запаздываетъ на 48 минутъ, то и наступленіе прилива въ данномъ мѣстѣ не бываетъ въ одно и то же время каждый день, а также запаздываетъ на такое-же время, т. е. на 48 минутъ.

Кромѣ того приливная волна, встрѣчая при своемъ движеннн сопротивленіе въ самой средѣ воды, не можетъ точно слѣдить за движеніемъ луны, а потому время прилива не совпадаетъ съ временемъ

прохожденія луны черезъ меридіанъ, а бываетъ нѣсколько позже; этому также содѣйствуетъ и неправильное очертаніе береговъ, которые кромѣ того во многихъ случаяхъ, стѣсняя приливную волну, поднимаютъ ее на значительную высоту.

Высота поднятія прилива надъ отливомъ называется *суточной разностью*, которая, какъ было сказано выше, измѣняется въ зависимости отъ времени года, отъ состоянія луны, а также отъ того, происходитъ-ли это явленіе у берега или въ открытомъ морѣ; — въ послѣднемъ случаѣ вода имѣетъ возможность разливаться во всѣ стороны, а потому приливъ тамъ никогда не достигаетъ такихъ размѣровъ, до какихъ онъ доходитъ у береговъ, а въ особенности въ глубокихъ заливахъ и въ устьяхъ рѣкъ. Такъ напримѣръ у острова Св. Елены суточная разность не превышаетъ 3 фут., на берегахъ-же Англіи, въ Бристольскомъ каналѣ, она составляетъ обыкновенно 26', а во время равноденствія доходитъ до 42' (близъ Бристоля). Въ Чепстоу на Веѣ (Way) она достигаетъ до 50' и даже до 70'. У французскаго берега въ Ламаншѣ у С. Мало и Гравелинъ суточная разность достигаетъ наибольшей своей высоты и доходитъ до 20 и даже 45 фут. Въ глубинѣ Бискайскаго залива, въ портѣ С. Жанъ-де-Люсь, приливъ достигаетъ 56'. Въ Фандскомъ заливѣ, въ Новой Шотландіи (сѣв. Америка), она доходитъ до 70'. Въ Архангельскѣ въ Бѣломъ морѣ высота прилива — 5 фут., въ Амурскомъ Лиманѣ — 2 фут. Въ Балтійскомъ, Черномъ и Каспійскомъ моряхъ явленіе приливовъ и отливовъ не замѣчается*).

Какъ было выше замѣчено, приливъ у береговъ достигаетъ своей наибольшей высоты не во время прохожденія луны чрезъ меридіанъ, а нѣсколько позже, и притомъ различно въ разныхъ портахъ, смотря по тому рано-ли или поздно достигаетъ порта изъ открытаго океана приливная волна. Тотъ часъ, въ день полнолунія, въ который приливъ достигаетъ въ портѣ наибольшей высоты, называется *прикладнымъ часомъ* порта **). Часъ этотъ необходимо знать мореходамъ,

*) Хагенъ указываетъ впрочемъ, что въ Балтійскомъ морѣ существуетъ приливъ и отливъ высотой отъ $\frac{1}{4}$ до 2 дюймовъ.

***) Иногда *прикладнымъ часомъ порта* (Établissement de port) называется тотъ промежутокъ времени, который проходитъ между прохожденіемъ луны черезъ меридіанъ во время сизигія и временемъ полнаго прилива; это время выражается для каждаго мѣста всегда постояннымъ числомъ.

потому что, только зная его, они могут рассчитать по опаздыванію прилива, когда именно въ извѣстный день будетъ полный приливъ въ портѣ, что особенно важно при входѣ въ такіе порты, которые въ отливы совершенно обмелѣваютъ. Обыкновенно въ морскихъ календаряхъ бываетъ обозначенъ прикладной часъ для всѣхъ главнѣйшихъ портовъ, въ которыхъ существуетъ явленіе приливовъ и отливовъ. Сверхъ того, чтобы во всякое время можно было опредѣлить высоту прилива въ каждомъ портѣ, въ тѣхъ-же календаряхъ помѣщены и таблицы коефіціентовъ, на которые слѣдуетъ помножить такъ называемую приливную единицу порта для получения высоты прилива въ извѣстный день.

Приливную единицу порта называется половина средняго изъ полныхъ приливовъ, наблюденныхъ въ портѣ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Число, выражающее приливную единицу, означаетъ, слѣдовательно, высоту самаго высокаго прилива въ данномъ мѣстѣ надъ среднимъ уровнемъ океана. Такимъ образомъ для Бреста приливная единица, выведенная изъ 16-лѣтнихъ наблюденій, равна 3,21 м., для Гавра — 3,80 м., для Шербурга — отъ 2,80 м. до 2,97 м., для Гравелина — 6,11 м., и для С. Мало — 5,67 м. Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что въ Гравелинѣ полный приливъ или замѣченная разница между самою высокою и самою низкою водою равна $2 \times 6,11 = 12,22$ м. (слишкомъ 40 ф.).

Если всѣ береговыя точки земнаго шара, для которыхъ прикладной часъ одинъ и тотъ-же, т. е. въ которыхъ приливы и отливы бываютъ въ одно и тоже время, соединить на географической картѣ линіями, то получаются такъ называемыя котидальные или сопряженныя линіи. Линіи эти даютъ довольно ясное понятіе о скорости распространенія приливной волны—скорости, постепенно уменьшающейся по мѣрѣ уменьшенія глубины моря.

На черт. 11 представлены котидальные линіи у береговъ Англіи, Франціи и въ Нѣмецкомъ морѣ, изъ коихъ видно, что приливная волна, подходя съ Атлантическаго океана, частью входитъ въ Ламаншъ, частью, огибая сѣверную оконечность Шотландіи, входитъ въ Нѣмецкое море и, поворачивая къ югу, подходит къ Па-де-Кале одновременно съ подходомъ къ этому-же мѣсту той-же волны со стороны Ламанша. Столкновение этихъ двухъ приливныхъ волнъ у Па-де-Кале производитъ постоянное движеніе воды моря, чѣмъ объясняется

та качка и морская болѣзнь, которой подвержены пассажиры, переправляющіеся изъ Кале въ Дувръ.

Такое-же явленіе столкновенія приливныхъ волнъ замѣчается въ Ирландскомъ морѣ.

Приливая волна изъ моря проникаетъ въ устья рѣкъ и распространяется вверхъ по теченію на довольно значительное протяженіе. Такимъ образомъ дѣйствіе приливныхъ волнъ на Темзѣ, Сенѣ, на Сѣверной Двинѣ и пр. замѣтно бываетъ на нѣсколько верстъ. Нагоняя воду вверхъ по теченію рѣкъ, приливая волна производитъ иногда особыя явленія, къ которымъ принадлежатъ такъ называемыя: *маскаре* на Жирондѣ, *баръ* на Сенѣ и т. п.; явленія эти характеризуются длиннымъ водянымъ валомъ, высотой отъ 0,6 до 2,1 м. (2 до 7 ф.) и болѣе, подвигающимся вверхъ по теченію рѣки со скоростью отъ 6 до 7 м. въ секунду (почти 23 версты въ часъ) и дѣйствующимъ иногда весьма разрушительно, какъ на сооруженія, такъ и на суда, находящіяся на рѣкѣ.

По наблюденіямъ извѣстнаго геолога Ляйеля, въ Новой Шотландіи (Сѣв. Америка), въ лиманѣ Шубенокади, во время приливовъ, громадной величины валъ съ ревомъ бѣжитъ вверхъ по длинному и узкому проливу, образуя мутный крутой водопадъ, быстро движущійся вверхъ по рѣкѣ Св. Лаврентія. Въ устьяхъ Мегны и Хугли (рукавовъ Ганга) высота вала, поднимающагося вверхъ по рѣкѣ, превосходитъ 12 ф. (3,66 м.), и валъ этотъ такъ опасенъ, что ни одно судно не отважится переплыть рѣку во время высокаго прилива. Такой-же высоты валъ распространяется во время приливовъ и по Амазонской рѣкѣ, производя нерѣдко громадныя наводненія и страшныя опустошенія.

Очертаніе береговъ и острововъ, а также и вѣтры, производятъ иногда большія неправильности въ явленіи приливовъ и отливовъ; такъ напр. въ бухтѣ Яде, близъ Ольденбурга, приливъ въ теченіе первыхъ четырехъ часовъ возвышается скорѣе, чѣмъ въ теченіе остальныхъ двухъ часовъ, опускается-же несравненно быстрѣе; въ Гамбургѣ, значительно удаленномъ отъ моря, напротивъ того, приливъ поднимается быстро, а опускается медленно. Иногда приливъ, достигнувши высшей точки, останавливается на нѣкоторое время (въ Гаврѣ на 75 минутъ) и послѣ того уже начинаетъ падать. Въ Рошфорѣ, въ Франціи, при устьи р. Шаранты, приливъ поднимается

въ теченіе четырехъ часовъ, потомъ чрезъ часъ падаетъ на 0,30 м. (1 ф.), въ слѣдующіе два часа поднимается на 0,76 м. (2,5 ф.) и въ продолженіе 5 часовъ опускается до низшаго горизонта. Точно также въ Архангельскѣ, въ Бѣломъ морѣ, вода, поднявшись во время прилива на нѣкоторую высоту, почти въ срединѣ своего повышенія вдругъ останавливается и затѣмъ или остается въ покоѣ въ теченіе цѣлаго часа, или опять нѣсколько понижается, послѣ чего приливъ снова продолжается; это явленіе извѣстно у мѣстныхъ жителей подъ названіемъ *маниси*.

Вообще говоря, въ Россіи вопросъ о приливахъ и отливахъ представляетъ преимущественно научный интересъ, а не практическій, такъ какъ въ русскихъ моряхъ это явленіе или вовсе не замѣчается, или обнаруживается весьма малою разностію горизонтовъ. Между тѣмъ въ портахъ западной Европы, гдѣ высота приливовъ бываетъ значительна, явленіе приливовъ и отливовъ важно и въ строительномъ отношеніи, такъ какъ отливы даютъ возможность производить работы въ этихъ портахъ на большой глубинѣ, какъ на сушѣ, съ единственною предосторожностію предохраненія работъ отъ разрушенія водою во время приливовъ.

Въ Средиземномъ морѣ явленіе приливовъ и отливовъ замѣчается въ незначительныхъ размѣрахъ; наибольшая суточная разность въ 5 фут. наблюдалась въ Тарантскомъ заливѣ и въ Мессинскомъ проливѣ (3 ф.), вообще-же она не превышаетъ 2 и 2,5 футовъ, какъ это замѣчается въ Венеціи. Вообще-же по своей незначительности явленіе это въ Средиземномъ морѣ не имѣетъ пракческаго значенія, также какъ и въ нашихъ моряхъ: Черномъ, Азовскомъ, Каспійскомъ, Балтійскомъ и Бѣломъ.

Въ этихъ моряхъ, не имѣющихъ широкаго сообщенія съ океанами, измѣненія уровня воды происходятъ исключительно отъ вѣтровъ и въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываютъ весьма значительны; такъ напр. въ Финскомъ заливѣ, близъ Кронштадта, уровень воды отъ западныхъ вѣтровъ нерѣдко поднимается до 1,5 м. (5 ф.), а при восточныхъ опускается на 0,9 м. (3 ф.), въ устьяхъ-же р. Невы эти измѣненія уровня еще значительнѣе (7 ноября 1824 г. при *WSW* вѣтрѣ уровень воды въ Невѣ поднялся въ Петербургѣ на 4,4 метр., т. е. 14½ ф., а осенью 1890 г., въ августѣ, на 11½ футовъ). Обыкновенное ежегодное поднятіе уровня бываетъ осенью и дости-

гаеть 7—9 ф. Въ Одесскомъ заливѣ при южныхъ и восточныхъ вѣтрахъ уровень воды поднимается также до 1,5 м. (5 ф.), а при сѣверныхъ и западныхъ вѣтрахъ падаетъ до 0,9 м. (3 ф.), но измѣненія эти случаются весьма рѣдко и бываютъ непродолжительны. Въ Азовскомъ морѣ сѣверные вѣтры сгоняють воду на 0,46 м. (1½ ф.), а южные вѣтры, пригоняя воду изъ Чернаго моря, поднимають уровень Азовскаго моря до 0,9 м. (3 ф.). Въ нѣкоторыхъ заливахъ Азовскаго моря, напр. Таганрогскомъ, восточными и западными вѣтрами вода сгоняется въ теченіе 3—4 часовъ слишкомъ на 2,2 м. (7 ф.). Очевидцы указываютъ даже на пониженіе уровня воды, доходившее до 3 м. (10 ф.) 22 сентября 1850 г., и на повышеніе уровня до 5,5 м. (18 ф.) при продолжительномъ дѣйствіи *SW* вѣтра (въ ноябрѣ 1849 г.).

Въ Каспійскомъ морѣ замѣчается наибольшее колебаніе уровня у устья р. Волги (на 9-ти-футовомъ рейдѣ). При сѣверныхъ вѣтрахъ вода сгоняется на 2 фута, а при южныхъ нагоняется на 3 фута. Такъ какъ нормальная глубина воды въ главномъ рукавѣ Волги (Бахтемировкѣ) 7 фут., то сгонъ воды на 2 фут. производитъ иногда остановку въ судоходствѣ.

Наблюденія надъ измѣненіемъ уровня воды производятся во всѣхъ портахъ, для чего употребляются *футштоки*, *мареграфы* и *мареометры*. Футштоки суть ничто иное какъ рейки, раздѣленныя на морскія сажени и футы *), укрѣпляемыя вертикально въ водѣ такимъ образомъ, чтобы часть ихъ всегда находилась подъ водою. Нулевую точку футштока, соответствующую *ординару* относятъ нивелировкою къ какому-нибудь постоянному предмету на берегу. Притомъ необходимо имѣть въ виду, что морское дно и берега на многихъ мѣстахъ измѣняютъ свое положеніе, на примѣръ берегъ Финляндіи поднимается ежегодно на ½ дюйма, въ другихъ-же мѣстахъ почва опускается. Отмѣтки на гидрографическихъ картахъ относятъ постоянно къ ординару.

Этотъ нулевою точкою (ординаромъ) обозначаютъ положеніе уровня воды: 1) въ моряхъ безъ приливовъ и отливовъ — при полномъ отсутствіи вѣтра; 2) въ моряхъ съ приливами — при осеннемъ равенствѣ, — сязигійномъ отливѣ, т. е. при самомъ низкомъ положеніи уровня моря.

*) Морская сажень (Fathom) = 6 футамъ.

Ежедневное положеніе уровня воды по футштоку записываютъ въ особый журналъ; такимъ образомъ можно составить полную картину измѣненія уровня воды за продолжительный періодъ времени и по ней (если имѣются наблюденія за нѣсколько лѣтъ) съ нѣкоторою вѣроятностью предопредѣлить положеніе уровня воды въ теченіе года, а слѣдовательно и глубину воды въ портѣ.

Точное опредѣленіе положенія уровня воды на открытомъ футштокѣ затруднительно во время волненія, такъ какъ вода при этомъ то поднимается, то опускается, омывая футштокъ гребнемъ или ложбиною волны. Въ этомъ случаѣ берутъ среднее между двумя крайними показаніями футштока. Но такъ какъ во время волненія происходятъ всплески воды, то этимъ еще болѣе затрудняется точное опредѣленіе положенія уровня (соотвѣтствующее гребню), а потому выводъ средняго изъ двухъ показаній будетъ невѣренъ.

Во избѣжаніе этого неудобства футштоки устраиваютъ изъ вертикально установленной трубы (обыкновенно металлической), имѣющей внизу свободное сообщеніе съ моремъ (черт. 12). Внутри ея помѣщается поплавокъ съ рейкой, верхній конецъ которой выходитъ изъ трубы. При такомъ устройствѣ, во время волненія, уровень воды въ трубѣ будетъ всегда соотвѣтствовать среднему уровню, высота котораго опредѣляется по положенію рейки относительно верхняго края трубы.

Футштоки помѣщаются иногда въ особыхъ огражденіяхъ, какъ напримѣръ на С.-Петербургомъ морскомъ каналѣ (черт. 12—а), или въ особыхъ колодцахъ, устраиваемыхъ въ стѣнкахъ набережныхъ.

Въ послѣднемъ случаѣ вмѣсто рейки къ поплавку прикрѣпляютъ безконечную цѣпь или тонкую мѣдную проволоку съ противовѣсомъ; проволока вверху перекинута черезъ блокъ, а этотъ послѣдній сцепляется со стрѣлками циферблата при помощи зубчатой передачи. Приборъ этотъ носитъ названіе *мареометра* (черт. 13). Здѣсь положеніе поплавка, а слѣдовательно и уровня воды, постоянно указывается стрѣлками на циферблатѣ, который помѣщается часто въ видѣ часовъ на письменномъ столѣ начальника порта.

Если въ портѣ существуетъ приливъ и отливъ, то желательно имѣть графическія діаграммы измѣненія уровня воды, по которымъ возможно было-бы изучить законъ этого измѣненія за продолжительный періодъ времени. Приборъ, служащій для этой цѣли и называемый *мареографомъ*, изображенъ схематически въ двухъ видахъ на черт. 14.

Здѣсь, какъ и въ мареометрѣ, положеніе уровня получается поплавкомъ *F*, къ которому прикрѣпляется мѣдная проволока *A*, обернутая вокругъ барабана *B*; на оси этого барабана помѣщенъ другой меньшій барабанъ *D*, обернутый другою мѣдною проволокою или пружиною съ противовѣсомъ *E*. Къ этой проволокѣ или пружинѣ прикрѣплена металлическая коробка *K* съ карандашемъ, которая, при движеніи проволоки, во время колебанія уровня воды, движется въ особыхъ направляющихъ. Противъ карандаша помѣщается цилиндръ *Z*, къ которому карандашъ прижимается пружиною; вокругъ цилиндра обернута клѣтчатая бумага и цилиндръ вмѣстѣ съ бумагою приводится въ вращательное движеніе часовымъ механизмомъ, причемъ онъ совершаетъ одинъ оборотъ въ 24 часа. Карандашъ, будучи постоянно прижатъ къ цилиндру, чертитъ на бумагѣ кривую линію, которая, по снятіи бумаги, даетъ діаграмму измѣненія уровня воды (черт. 15). Если та же бумага будетъ оставлена на цилиндрѣ нѣсколько (напр. 10) дней, то на ней получатся 10 отдѣльныхъ кривыхъ (черт. 16), которыя ясно покажутъ измѣненія уровня воды во все это время. Кривыя линіи не будутъ слиты въ одну, ибо приливы не повторяются въ одни и тѣ-же часы, а опаздываютъ, какъ выше было сказано, ежесуточно на 48 минутъ.

Для полученія средняго уровня въ теченіе сутокъ надо по діаграммѣ однихъ сутокъ (черт. 15) опредѣлить планиметромъ площадь $abcd = Q$; раздѣливъ ее на величину ab (соотвѣтствующую времени 24 часовъ), получимъ высоту средняго уровня воды.

Въ Гамбургѣ имѣется мареграфъ, который показываетъ высоту средняго уровня за каждыя сутки.

На черт. 17 показана діаграмма приливовъ въ Сингапурѣ, полученная мареграфомъ, изъ которой видно, что приливъ происходитъ здѣсь съ остановкою, и даже съ опусканіемъ уровня до достиженія полнаго прилива.

Г Л А В А III.

Береговья теченія и причины, вызывающія эти теченія.—Вліяніе вѣтра, приливовъ и отливовъ, климата страны, удѣльнаго вѣса воды, содержанія солей, температуры, вращенія земли и теченія рѣкъ на характеръ береговаго теченія.—Вліяніе очертанія берега, отмелей и острововъ на измѣненіе правильности береговаго теченія.—Опредѣленіе скорости и направленія береговаго теченія; приборы для этого употребляемые.

Изъ всѣхъ теченій, существующихъ въ моряхъ, одни лишь береговья оказываютъ вліяніе на очертаніе береговъ, на подмывъ и разрушеніе ихъ и на передвиженіе и складываніе образующихся при этомъ наносовъ. Эти послѣднія явленія, какъ послѣдствія береговыхъ теченій, имѣютъ большое значеніе при выборѣ мѣста расположенія порта, а равно и при расположеніи портовыхъ сооружений, а потому изученіе береговыхъ теченій составляетъ одно изъ непремѣнныхъ условій при составленіи проекта порта.

Теченія въ моряхъ и океанахъ происходятъ вообще отъ трехъ главныхъ причинъ: приливовъ и отливовъ, разности удѣльнаго вѣса воды (разности температуры и содержанія солей) и разности скорости вращенія различныхъ точекъ одного и того-же меридіана земнаго шара. Въ малыхъ моряхъ теченія вызываются еще вѣтрами и массами воды, наплывающими впадающими въ море рѣками.

Самыя значительныя береговья теченія наблюдаются въ моряхъ съ приливами и отливами, въ которыхъ периодическія повышенія и пониженія уровня воды, постоянно распространяющіяся вдоль береговъ, производятъ и соответствующія теченія. Теченія эти всегда совпадаютъ съ направлениемъ распространенія приливовъ и отливовъ и скорость ихъ зависитъ отъ скорости распространенія послѣднихъ. Такимъ образомъ въ каналѣ Ламаншъ существуетъ теченіе, во время приливовъ, съ запада на востокъ, а во время отливовъ—обратно; у восточнаго же берега Великобританіи замѣчается во время приливовъ общее

береговое теченіе съ сѣвера на югъ, которое, частью проходя черезъ Па-де-кале, вступаетъ въ Ламаншь въ моментъ начала отлива и направляется общимъ отливнымъ теченіемъ въ Атлантическій океанъ; другая-же часть этого теченія, вдоль восточнаго берега Великобританіи, минуя Па-де-кале, направляется къ востоку вдоль берега континента, увлекаемая общимъ направленіемъ приливной волны. Скорости теченій, происходящія отъ приливовъ и отливовъ, составляютъ отъ 1½ до 20 морскихъ миль въ часъ.

Разность удѣльнаго вѣса воды въ морѣ, происходящая или отъ разности содержанія солей, или отъ разности температуръ, или отъ той и другой причины вмѣстѣ, производитъ два теченія: одно въ верхнихъ слояхъ отъ болѣе прѣсной и болѣе теплой воды къ болѣе соленой или болѣе холодной водѣ, другое въ нижнихъ слояхъ — въ обратную сторону. Такимъ образомъ въ Средиземномъ морѣ, вода котораго содержитъ болѣе солей, чѣмъ воды Атлантическаго океана и Чернаго моря (особенно въ нижнихъ слояхъ), существуютъ въ проливахъ, соединяющихъ первое море съ послѣдними, теченія на поверхности въ сторону Средиземнаго моря, именно въ Гибралтарскомъ проливѣ отъ запада къ востоку со скоростью отъ 3 до 6 миль въ часъ и въ Босфорѣ отъ востока къ западу. Въ нижнихъ-же слояхъ Гибралтарскаго пролива болѣе соленая вода Средиземнаго моря изливается въ менѣе соленую воду Атлантическаго океана и въ то же время освобождаетъ Средиземное море отъ избытка воды, не успѣвшей выдѣлиться черезъ испареніе, весьма сильное въ Средиземномъ морѣ.

Кромѣ того вода Средиземнаго моря у африканскаго берега, какъ болѣе теплая, чѣмъ у европейскаго, должна стремиться къ сѣверу и такъ какъ скорость вращенія точекъ поверхности земли у африканскаго берега больше скорости вращенія тѣхъ точекъ, къ которымъ вода стремится, то вода эта отбрасывается къ восточному берегу, т. е. по направленію вращенія земнаго шара и такимъ образомъ вдоль восточнаго берега Средиземнаго моря обнаруживается теченіе съ юга на сѣверъ. Такимъ-же точно образомъ болѣе холодная вода, стремящаяся къ югу отъ сѣверныхъ береговъ, не въ состояніи слѣдовать за движеніемъ болѣе южныхъ точекъ поверхности земнаго шара и отбрасывается въ сторону противоположную этому движенію, т. е. къ западу, такъ что вдоль западнаго берега обнаруживается теченіе съ сѣвера на югъ. Это послѣднее теченіе направляетъ воду, вступающую

щую чрезъ Гибралтарскій проливъ изъ Атлантическаго океана вдоль африканскаго берега, причемъ скорость теченія у этого послѣдняго доходить мѣстами до одной морской мили въ часъ. Сѣверное теченіе вдоль берега Азіатской Турціи поворачиваетъ на западъ вдоль европейскаго берега, и скорость теченія у береговъ Франціи составляетъ всего одну четверть морской мили въ часъ (черт. 18).

Подобнымъ-же образомъ всегда можно объяснить разностію температуръ воды въ морѣ у сѣвернаго и южнаго береговъ, увеличивающуюся еще отъ впаденія съ сѣвера болѣе холодныхъ и съ юга болѣе теплыхъ рѣкъ, почему въ сѣверномъ полушаріи во всѣхъ моряхъ, гдѣ теченіе не зависитъ отъ приливовъ и отливовъ, береговое теченіе у восточнаго берега направлено съ юга на сѣверъ, а у западнаго берега съ сѣвера на югъ. Если эти теченія не имѣютъ достаточно широкихъ выходовъ на сѣверо-востокъ или юго-западъ, то они поворачиваютъ: сѣверное теченіе на западъ вдоль сѣвернаго берега, а южное на востокъ вдоль южнаго берега моря. Такимъ образомъ южное теченіе въ Черномъ морѣ вдоль турецкаго берега, хотя и изливается отчасти чрезъ Босфоръ въ Средиземное море, но такъ какъ Константинопольскій проливъ не въ состояніи пропустить всей массы воды, стремящейся излиться изъ Чернаго моря, массы значительно увеличенной большими рѣками, впадающими въ Черное море съ сѣвера, то часть теченія поворачиваетъ вдоль береговъ Анатолиі къ Кавказу; сѣверное же теченіе вдоль кавказскаго берега, не имѣя вовсе выхода на сѣверо-востокъ, поворачиваетъ на западъ вдоль сѣвернаго берега Чернаго моря къ Турецкимъ берегамъ, причемъ скорость теченія, увеличенная массами воды, доставляемыми впадающими рѣками, простирается отъ $\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{2}$ морскихъ миль въ часъ. Точно такія-же теченія, какъ удостовѣряетъ Хагенъ, существуютъ и вдоль прусскихъ береговъ Балтійскаго моря: восточное вдоль южнаго берега до Данцига и сѣверное отъ Пиллау къ Мемелю (черт. 19):

Вѣтеръ, производящій значительныя пониженія уровня воды въ одной части моря и нагоняющій воду въ другой, производитъ также и соответствующія теченія, которыя въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ совершенно уничтожать обыкновенныя береговыя теченія и даже сообщать имъ обратное направленіе; въ другихъ же случаяхъ, усиливать береговыя теченія до скорости 3 и даже 5 миль. Вообще же въ нашихъ сѣверныхъ средиземныхъ моряхъ, въ которыхъ общее бе-

реговое течение очень медленно, главною причиною замѣчаемыхъ береговыхъ теченій является господствующій вѣтеръ, который, образуя у пологого берега волненіе, придаетъ всей массѣ воды поступательное движеніе по направленію дѣйствія вѣтра. Всякое другое направленіе вѣтра, не господствующее, или замедляетъ или останавливаетъ, или направляетъ это течение въ другую сторону; но такъ какъ эти измѣненные теченія бываютъ не долговременны, то можно съ увѣренностью сказать, что направленіе главнаго береговаго течения обуславливается всегда только направленіемъ господствующихъ (наиболѣе продолжительныхъ) вѣтровъ. Обиліе дождей и таеніе снѣговъ также могутъ усиливать береговыя теченія въ малыхъ моряхъ, увеличивая массу прѣсной воды, вливающейся въ море.

Очертаніе береговъ или сооружений, встрѣчаемыхъ береговымъ теченіемъ, можетъ совершенно измѣнить характеръ этихъ теченій. Всякій далеко выступающій мысъ или выдающееся сооруженіе совершенно отклоняетъ течение отъ берега, а такъ какъ масса воды, находящаяся непосредственно за мысомъ, стремится принять участіе въ движеніи общаго течения, то уровень воды этой массы понижается, вслѣдствіе чего для восстановленія равновѣсія въ водѣ, находящейся за мысомъ, проявляется здѣсь обратное течение и круговое движеніе, которое въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ образовать даже водовороты.

Въ большей части заливовъ, бухтъ или гаваней, отдѣленныхъ отъ моря далеко выступающими мысами, происходитъ болѣе или менѣе значительное круговое движеніе воды; но если заливъ или бухта отдѣлены отъ моря такимъ мысомъ, который не все береговое течение отбрасываетъ отъ нихъ, а позволяетъ хотя нѣкоторой части войти въ бухту или заливъ, то въ послѣднихъ не образуется круговаго движенія, а слабое общее течение, измѣняющееся при каждомъ вѣтрѣ, а поэтому и не представляющее никакой правильности. Таковы, напр., теченія въ Одесскомъ заливѣ, въ который общее береговое течение Чернаго моря заходитъ со столь слабою скоростью, что это течение подчиняется вліянію не только средняго, но и тихаго вѣтра, и часто совершенно прекращается.

По мѣрѣ уменьшенія глубины скорость береговыхъ теченій быстро уменьшается, такъ что на значительныхъ меляхъ вода вовсе не имѣетъ теченія. Острова и выступающія мели производятъ на тече-

ніе такое-же дѣйствіе, какъ быки мостовъ въ рѣкахъ, т. е. раздѣляютъ теченіе, образуя съ низовой стороны водовороты. Неправильное очертаніе морскихъ береговъ или сооруженій производитъ отраженіе теченія и столкновеніе отраженнаго теченія съ общимъ, вслѣдствіе чего скорость послѣдняго уменьшается.

Въ заливахъ, бухтахъ и лиманахъ, въ которые впадаетъ одна или нѣсколько рѣкъ, проявляется болѣе или менѣе сильное теченіе по направленію къ морю; впрочемъ, сильные вѣтры могутъ также и здѣсь измѣнить направленіе этого теченія.

Совокупность дѣйствій приливовъ, общихъ береговыхъ теченій и вѣтра въ значительной степени измѣняютъ характеръ береговыхъ теченій; такъ напримѣръ, если направленія этихъ силъ совпадаютъ, то береговья теченія усиливаются даже и въ томъ случаѣ, когда дѣйствіе прилива не велико. Такъ напримѣръ въ Средиземномъ морѣ, южное береговое теченіе, подходя къ Сициліи (черт. 18), частью направляется вдоль сѣвернаго берега этого острова и поворачиваетъ вдоль берега къ сѣверу, при подходѣ къ Мессинскому проливу. Въ это-же время, теченіе, идущее вдоль сѣвернаго (Анатолійскаго) берега Средиземнаго моря, проходя мимо Греціи, направляется къ Мессинскому проливу и, частью входя въ него, выходитъ въ Тиренское море. Во время осенняго равноденствія, когда эти теченія совпадаютъ съ приливами, усиленными юго-восточными вѣтрами, скорость теченія воды въ Мессинскомъ проливѣ весьма сильно увеличивается и, при выходѣ въ Тиренское море, образуются по обѣимъ сторонамъ пролива, у выступающихъ здѣсь мысовъ, сильные водовороты, извѣстные еще у древнихъ подъ названіемъ Схиллы и Харибды. Дѣйствіе этихъ водоворотовъ въ это время столь сильно, что суда, подходя къ Мессинскому проливу, всегда держатся далеко отъ берега; тѣмъ не менѣе бывають случаи, что суда попадаютъ въ нихъ и погибають. Это обстоятельство подало поводъ къ образованію существующаго и по настоящее время преданія, выражающагося въ слѣдующемъ: „Если судно благополучно минуетъ Сциллу, то оно неизбѣжно должно попасть въ Харибду“.

Въ Балтійскомъ и Черномъ моряхъ хотя и замѣчаются береговья теченія, идущія по вышеприведеннымъ законамъ, но теченія эти столь слабы, что нарушаются дѣйствіемъ даже самаго слабого вѣтра. Такъ напримѣръ, у берега между Полангеномъ и Финскимъ заливомъ

при дѣйствіи югозападныхъ (господствующихъ) вѣтровъ береговое течение съ юга на сѣверъ усиливается, при дѣйствіи-же сѣверозападнаго вѣтра течение это задерживается и получаетъ даже обратное направление. Въ Черномъ морѣ замѣчается то-же явленіе какъ выше было замѣчено, въ особенности въ Одесскомъ заливѣ общее береговое течение, частью входящее въ заливъ, теряетъ до того свою скорость, что малѣйшій вѣтеръ совершенно измѣняетъ это течение.

Въ Финскомъ заливѣ замѣчается общее течение съ востока на западъ, вызванное изліяніемъ въ заливъ рѣкъ, вода которыхъ вдоль всего Финскаго залива направляется общемою массою къ Зунду, держась ближе къ берегамъ Швеціи, почему у нихъ замѣчается господствующее течение съ сѣвера на югъ.

При сильныхъ западныхъ и юго-западныхъ вѣтрахъ это течение задерживается и вода, вгоняемая въ Балтійское море изъ Каттегата чрезъ Бельты и Зундъ, поднимаетъ иногда у береговъ Даніи горизонтъ воды, заливая низменные ея берега и производя у нихъ страшныя опустошенія. Такое наводненіе имѣло между прочимъ мѣсто въ 1872 г., во время осенняго равноденствія, когда было затоплено и уничтожено нѣсколько деревень на южныхъ островахъ Даніи.

Для опредѣленія скорости и направленія береговыхъ теченій необходимо производить многократныя наблюденія, преимущественно тогда, когда эти теченія наиболее сильны, т. е. когда они усиливаются волненіемъ и вѣтромъ. Вслѣдствіе трудности производства наблюденій во время волненія, приходится ограничиваться производствомъ ихъ въ болѣе тихую погоду, почему и не имѣется въ настоящее время достаточнаго количества данныхъ о силѣ тѣхъ береговыхъ теченій, которыя имѣютъ наибольшее вліяніе на передвиженіе наносовъ и на измѣненіе очертанія береговъ. Большою частью ограничиваются опредѣленіемъ скорости и направленія теченія на поверхности воды посредствомъ поплавковъ.

Поплавки состоятъ обыкновенно изъ двухъ врубленныхъ на крестъ (черт. 20), однодвоймовыхъ дощечекъ, длиною въ 3 фута и шириною 6 дюймовъ, поставленныхъ на ребро; по срединѣ, въ точкѣ скрѣпленія дощечекъ между собою, удерживается металлическій стержень, снабженный какимъ нибудь отличительнымъ знакомъ, напримѣръ мѣднымъ шаромъ. Такой поплавокъ, брошенный въ воду, плаваетъ на поверхности ея, причемъ дощечки совершенно погружаются, предоставляя большую поверхность дѣйствію теченія, и почти вовсе не подвергаясь

дѣйствию вѣтра, который могъ-бы замедлить или ускорить движеніе поплавка. Положеніе поплавка, пущеннаго въ воду, наблюдается черезъ каждыя 5, 10, 15 минутъ при помощи двухъ углоизмѣрныхъ инструментовъ, поставленныхъ на берегу въ точкахъ *A* и *B* (черт. 21) и предварительно нанесенныхъ на планъ. Производя одновременно наблюденія и опредѣляя углы съ линіею *AB*, можно при помощи засѣчекъ, нанесенныхъ на планъ, опредѣлить положеніе точекъ *a*, *b*, *c*, — линія-же, черезъ нихъ проведенная, дастъ путь прохожденія поплавка, или направленіе струи воды, а отношенія длинъ *ab*, *bc*, *ca* и т. д. къ соответствующимъ временамъ *t*, *t'*, *t''*... — т. е.

$$\frac{ab}{t} ; \frac{bc}{t'} ; \frac{cd}{t''} ;$$

выражаютъ скорости прохожденія поплавка или скорость теченія воды въ единицу времени.

Для опредѣленія скорости теченія на глубинахъ употребляются вертушки, предварительно вывѣренныя, погружаемыя съ лодки или плота на требуемую глубину, или скорость эту можно опредѣлить при помощи бочки съ поплавкомъ (черт. 22). Для этой цѣли берутъ бочку, прикрѣпленную къ цѣпи или канату, къ верхнему концу котораго прикрѣпленъ поплавокъ. Всѣ бочки увеличиваютъ балластомъ на столько, чтобы она держалась на требуемой глубинѣ, вытягивая канатъ, но не увлекая при этомъ поплавокъ въ воду. Бочка эта, представляя значительную поверхность дѣйствию воды, будетъ двигаться, увлекая за собою и поплавокъ. Производя наблюденія надъ положеніемъ поплавка какъ описано выше, получится съ нѣкоторою точностью направленіе и скорость движенія бочки, а слѣдовательно и струи воды, соответствующей положенію бочки. Производство этихъ наблюденій затрудняется въ значительной степени волненіемъ и вѣтромъ, при производствѣ же ихъ въ тихую погоду нельзя опредѣлить то теченіе, которое можетъ оказаться разрушительнымъ и вреднымъ, какъ для берега, такъ и для сооружений, возводимыхъ на немъ, а потому для изученія этого дѣйствія слѣдуетъ изучить непосредственно размывъ береговъ, образованіе косъ и отмелей, а также передвиженіе и складываніе наносовъ морскимъ теченіемъ и волненіемъ.

ГЛАВА IV.

Движеніе наносовъ вдоль морскаго берега и измѣненія въ очертаніяхъ береговой линіи. — Вліяніе волнъ, береговыхъ теченій, приливовъ и отливовъ, ключевыхъ и почвенныхъ водъ на измѣненіе вида морскаго берега. — Разрушеніе горныхъ породъ береговъ Шотландіи и Чернаго моря. — Разрушеніе мѣловыхъ породъ; образованіе голыша. — Разрушеніе каменныхъ массъ, лежащихъ на глинистыхъ пластахъ, оползни и обвалы береговъ Англій и Чернаго моря, близь Одессы. — Выпучиваніе морскаго дна, образованіе отмелей и острововъ. — Зарываніе отдѣльныхъ валуновъ и каменныхъ набросковъ въ дно моря. — Перенесеніе камней льдомъ. — Передвиженіе голыша вдоль береговъ Ламанша и въ Черномъ морѣ близь Батума. — Средства для удержанія голыша, передвигаемаго вдоль берега. — Буны.

Волны, дѣйствуя постоянно въ теченіи вѣковъ на морскіе берега, оказываютъ на нихъ разрушительное дѣйствіе, причѣмъ скорость, съ которою берегъ разрушается, находится въ зависимости, какъ отъ свойствъ грунта берега, такъ и отъ силы дѣйствія волненія, вмѣстѣ съ дѣйствіемъ береговаго теченія, приливовъ и отливовъ, ключевыхъ водъ, атмосферы и, въ сѣверныхъ странахъ, мороза.

Лишь одни скалистые берега, состоящіе изъ однородныхъ кварцевыхъ породъ и изъ твердаго плотнаго известняка, не поддаются замѣтно дѣйствію моря и волненія. Породы же болѣе мягкія и слабыя, неоднородныя, а въ особенности съ прослойками глины, имѣющія уклонъ къ морю, весьма сильно разрушаются. Независимо отъ непосредственнаго дѣйствія волнъ ударомъ, вода входитъ въ щели грунта и при опусканіи уровня воды моря, вытекаетъ изъ нихъ, увлекая болѣе мелкія частицы грунта, уничтожая по немногу основаніе, на которомъ лежитъ вся выше находящаяся масса. Это дѣйствіе особенно сильно въ мѣстахъ, подверженныхъ приливамъ и отливамъ, причѣмъ оно усиливается дѣйствіемъ ключевыхъ водъ, просачивающихся по водопроницаемымъ пластамъ, смачивая ниже лежащую непроницаемую для воды поверхность глины, по которой происходитъ скольженіе вышележащей массы грунта.

Атмосферный воздух оказывает свое действие на горные породы, выветривая их, а в северных странах в значительной степени способствует разрушению—морозъ, действующий на воду, входящую в щели и трещины грунта, которая, увеличиваясь при этом в объемъ, производит в грунтъ движение, ослабляющее силу сцепленія частиц между собою. Матеріаль, образующійся в водѣ отъ разрушенія берега, уносится волненіемъ и теченіемъ, и берегъ постепенно уступаетъ; в другихъ же мѣстахъ берега море складываетъ унесенные имъ продукты разрушенія суши и постепенно расширяетъ береговую полосу.

Наиболѣе сильное разрушительное дѣйствіе воды происходитъ у уровня ея, почему очертаніе берега в моряхъ съ приливами и отливами бываетъ иное, чѣмъ в моряхъ средиземныхъ; черт. 23, 24 и 25 показываютъ это очертаніе в океанѣ, Ламаншѣ и Средиземномъ морѣ. Какъ на примѣръ весьма сильнаго разрушенія горныхъ породъ можно указать на берега сѣверной Шотландіи (см. Слай), гдѣ берега состоятъ изъ твердаго песчаника съ зеленоватыми, болѣе мягкими прожилками, которыя частью выветрились, частью разрушены волненіемъ и морозомъ, отчего берегъ принялъ пещеристый видъ (черт. 26). Вода, входя в эти пещеры, расщелины и проходы, разбивается со страшною силой и, действуя постоянно, годъ отъ году увеличиваетъ разрушеніе. При такомъ условіи, мало-по-малу оконечности скалистыхъ мысовъ отмываются и образуются острова; эти послѣдніе в свою очередь разрушаются и черезъ десятки лѣтъ обращаются в простыя группы отдѣльныхъ скалъ, удѣлѣвшихъ отъ разрушенія и принявшихъ безчисленныя фантастическія формы. Подобныя явленія представляютъ намъ почти всѣ Шотландскіе острова, состоящіе изъ самыхъ разнообразныхъ породъ—гранитовыхъ, гнейсовыхъ, песчаниковыхъ, базальтовыхъ и конгломератовыхъ.

Если скалы состоятъ изъ слоистыхъ породъ разнаго сопротивленія, то разрушеніе ихъ происходитъ быстрѣе и волны, разрушая нижніе, болѣе слабые слои, образуютъ пещеры, верхніе же удѣлѣвшіе слои, оставаясь на мѣсту, обрушиваются и разбиваются в куски, которые частью дѣлаются добычею волнъ, частью же остаются при подошвѣ обрывистаго берега, в видѣ глыбъ, разбросанныхъ по морю на большомъ протяженіи. Таковъ общій видъ сѣвернаго берега Чернаго и Азовскаго морей, окаймляющихъ высокую степь южной Россіи и

южный берег Крымскаго полуострова. На черт. 27 представленъ общій разрѣзъ этихъ береговъ.

При разрушеніи мѣловыхъ породъ, изъ нихъ освобождается кремнистый гольштъ, который накопляется у подошвы берега и, будучи волненіемъ передвигаемъ съ мѣста на мѣсто вдоль него, мало по малу истирается въ песокъ.

Какъ примѣръ подобныхъ разрушеній мѣловыхъ береговъ Ляйель въ своихъ „основныхъ началахъ геологіи“ приводитъ между прочимъ слѣдующее:

Въ Норфокѣ между Вейбурномъ и Шерингамомъ полоса берега шириною въ 10 футъ ежегодно уносится въ море. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ въ 1781 году стоялъ утесъ высотой въ 50 футовъ, въ 1829 году было уже море глубиною въ 20 фут. Отъ Нордъ-Форланда въ Кэнтѣ, сѣверный берегъ Темзы до Рамсгета убываетъ ежегодно отъ 2-хъ до 3-хъ футъ. Между мѣловыми утесами, окаймляющими берегъ Великобританіи, между Дувромъ и Дилемъ, наиболѣе замѣчательный изъ нихъ утесъ Шекспира (Shakespeare's cliff) подвергся въ 1810 году столь сильному обвалу, что гордъ Дувръ имъ былъ потрясенъ какъ бы землетрясеніемъ. На мысѣ Бичи-Хэдъ (на южномъ берегу Великобританіи) въ 1813 году мѣловая масса длиною въ 300 футовъ, шириною отъ 70 до 80 фут. обрушилась и съ тѣхъ поръ повторяются не рѣдко подобные же обвалы въ этомъ мѣстѣ.

Каменные массы залегаютъ часто на глинистыхъ пластахъ, обнаженныхъ со стороны моря, подвергаясь непосредственно дѣйствию волненія. При этомъ глина вымывается, и вся верхняя каменная масса, теряя опору, опускается, образуя трещины и, скользя по нижней, неразмытой, смоченной и скользкой поверхности, сдвигается къ морю.

Ключевыя воды, просачиваясь по водопроницаемымъ пластамъ, въ значительной степени способствуютъ этому разрушенію берега и облегчаютъ скольженіе отдѣленныхъ отъ берега частей скаль.

Подобное разрушеніе берега происходитъ во многихъ мѣстахъ береговъ Англіи, а также у насъ на берегу Чернаго моря между устьями рѣкъ Днѣстра и Днѣпра. На Португальскомъ полуостровѣ въ Англіи образовалась въ 1792 году разщелина и берегъ мѣстами осѣлъ слишкомъ на 50 футовъ, причемъ сдвинувшаяся площадь земли простиралась почти на 900 саж. отъ сѣвера къ югу и на 260 саж. отъ востока къ западу.

На восточномъ берегу Великобританіи, у устья р. Гумбера, происходитъ весьма дѣятельное разрушеніе берега, усиливающееся дѣйствіемъ ключевыхъ водъ. Весь берегъ на сказанномъ мѣстѣ на протяженіи 54 верстѣ смывается ежегодно на 7 футъ и угрожаетъ сильнымъ опустошеніемъ всей прилегающей низменной мѣстности. Особенно сильный обвалъ, описанный Ляйлемъ, произошелъ въ 1839 году близъ Аксмута у Дорсетшира, гдѣ скалистый берегъ залегаетъ на прослойкахъ песка и глины, которые размываются волненіемъ и дѣйствіемъ находящихся здѣсь весьма сильныхъ ключей, вслѣдствіе чего верхнія каменные массы, лишенные опоры, опускаются внизъ, передвигаясь при этомъ на значительныя разстоянія къ морю. Обвалъ, происшедшій въ 1839 году (24 декабря), образовалъ параллельно берегу оврагъ, длиною болѣе одной версты, глубиною отъ 100 до 150 фут. и шириною болѣе 240 фут. Отдѣленная отъ берега масса земли растрескалась по всѣмъ направленіямъ и осѣла мѣстами до 50 футъ. Одновременно съ этимъ, отъ тяжести осѣвшей массы, дно моря было выперто и образовался при этомъ неправильный весьма фантастическаго вида каменный рифъ на небольшомъ разстояніи отъ берега на протяженіи около 1½ верстѣ. Дно моря было здѣсь поднято мѣстами до 40 футовъ.

На берегу Чернаго моря близъ Одессы происходили не разъ подобныя-же обвалы, хотя не въ такихъ большихъ размѣрахъ. Обвалъ, происшедшій въ 1826 году, описанъ Гайри.

По его словамъ земли между устьями Днѣпра и Днѣстра, какъ бы одушевленные, движутся постоянно къ морю, до котораго онѣ достигаютъ въ весьма продолжительный періодъ времени. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ атмосферическія явленія, вліяніе которыхъ весьма значительно на всѣ эти движенія, ускоряютъ ихъ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ, потомъ движеніе снова замедляется. Подобное движеніе грунта произошло въ 1824 г. въ карантинѣ въ Одессѣ, гдѣ главная разщелина въ 4 или 5 мѣсяцевъ достигла ширины 3 дюймовъ и затѣмъ въ теченіе 18 мѣсяцевъ увеличилась въ ширину еще на 1½ дюйма. Въ другихъ случаяхъ, къ счастью весьма рѣдкихъ, весь крутой берегъ моря на разстояніи нѣсколькихъ сотъ сажень опускается футовъ на 40 и болѣе, причѣмъ опускающаяся масса почвы, какъ бы не находя себѣ достаточно мѣста въ нѣдрахъ земли, выпираетъ впереди себя на 60 — 80 саж. нижнюю часть берега, со-

общая ей горизонтальное перемѣщеніе, доходящее до 10—15 и болѣе футовъ, такъ что у берега образуются внезапно отмели, выступающія изъ воды въ мѣстахъ, гдѣ глубина прежде доходила до 10—15 футовъ.

Подобныя же движенія происходятъ и въ настоящее время, такъ напримѣръ, недавно еще въ 1861 году на дачѣ графини Ланжеронъ обвалилась масса длиною 150 саж. и шириною 15 саж., причѣмъ она осѣла вертикально около 10 саж. и подвинулась къ морю сажени на двѣ, скользя по глинистому основанію. Дно моря было одновременно съ этимъ выперто на довольно значительномъ разстояніи отъ берега.

Обвалы, происшедшіе близъ Одессы, приписываютъ главнымъ образомъ дѣйствию подземныхъ водъ, накопляющихся въ большихъ массахъ въ раковистомъ известнякѣ, какъ вслѣдствіе просачиванія дождевой и снѣговой воды на пространствахъ вспаханныхъ полей и огородовъ и мѣстностей, взрытыхъ при добычаніи съ поверхности строительныхъ матеріаловъ, такъ въ особенности отъ пропитыванія водою главнаго пласта раковистаго известняка возлѣ балокъ, гдѣ существуютъ обнаженія этого пласта. Подземныя воды, пропитывающія раковистый известнякъ, стремятся къ морю съ нѣкоторою скоростью, зависящею какъ отъ естественнаго склона каменистаго пласта, такъ и отъ большей или меньшей воздреватости его. При выходѣ въ море, воды эти размягчаютъ глинистые слои, залегающіе непосредственно подъ каменистымъ пластомъ, и, кромѣ того, при содѣйствіи вѣшнихъ атмосферныхъ водъ, производятъ промокши въ нижнихъ, прежде упавшихъ массахъ, въ которыхъ глинистые и песчаные слои находятся въ совершенно взрыхленномъ состояніи. Вмѣстѣ съ тѣмъ и морскія волны, не участвующія въ образованіи этихъ промокш, находящихся выше горизонта моря, подмываютъ подошву разрушенныхъ береговъ и способствуютъ нарушенію общаго равновѣсія. Отторгающіяся массы, производя постоянное давленіе на глинистые слои, которые залегаютъ подъ каменистымъ пластомъ, выпираютъ ихъ въ свободныя мѣста, т. е. въ пустоты и промокши нижней части прежде упавшихъ массъ, поднимая ихъ изъ воды въ видѣ горбовъ.

Главнѣйшая причина обвала на дачѣ графини Ланжеронъ вѣроятно заключается въ томъ, что отъ дѣйствія волненія и ключевыхъ водъ, образовались подъ скалою пустоты, въ которыя берегъ и опу-

стился. На заводѣ Ковалевскаго близъ Одессы, въ 1862 году обрушился морской берегъ на протяженіи 150 саж., шириною 9 саж., опускаясь при этомъ на 5 саж., и дно моря въ разстояніи около 20 саж. отъ берега поднялось на 3 фута выше воды.

На бетонномъ заводѣ Гилевича, расположенномъ къ западу отъ Карантиннаго мола въ Одессѣ, отъ тяжести массивовъ происходило постоянное осѣданіе выравненной для этихъ массивовъ горизонтальной площадки, съ выпираниемъ береговой одежды и дна моря на небольшомъ разстояніи отъ берега.

Если возвышенный глинистый берегъ, поднимающійся съ слабого глинистаго или иловатаго дна моря, содержитъ гранитные валуны или булыги, то, при подмывѣ его, послѣдніе освобождаются и скопляются у подошвы въ видѣ вала, и такъ какъ эти булыги не имѣютъ прочнаго основанія, то мало-по-малу каждый отдѣльный камень погружается въ грунтъ или зарывается волнами даже на значительной глубинѣ. Такимъ образомъ камни исчезаютъ въ нѣсколько лѣтъ и волны снова безпрепятственно подмываютъ возвышенный берегъ. Подобное зарываніе камней было замѣчено Хагеномъ еще въ 1828 году при производствѣ работъ по удлиненію портовыхъ моловъ въ Пиллау.

Основываясь на этомъ явленіи зарыванія камней въ мягкое дно, а также и въ мелкій песокъ, при постройкѣ пешанаго мола въ Либавѣ, для защиты каменной наброски подъ основаніе стѣнки мола, выведенной правильной кладкой изъ массивовъ, положены сплошь фашинные тюфяки толщиною въ $\frac{1}{2}$ сажени.

Каменные обломки, образующіеся отъ разрушенія скалистыхъ береговъ, или скопляются у берега, защищая его отъ дальнѣйшаго разрушенія, или зарываются волнами въ мягкій грунтъ, или же, передвигаясь волнами вдоль берега, мало-по-малу истираются и обращаются сначала въ голышъ, а затѣмъ въ песокъ. Большіе камни, которые не могутъ быть передвигаемы волненіемъ, передвигаются иногда льдомъ; они примерзаютъ ко льду, образующемуся зимою и, при наступленіи ледохода, льдины, отдѣляясь отъ берега, увлекаютъ съ собою примерзшіе къ нимъ камни и передвигаютъ ихъ такимъ образомъ съ мѣста на мѣсто. Въ зиму 1837 и 1838 годовъ гранит-

ный обломок въсомъ свыше одного милліона фунтовъ (26,000 пудовъ) былъ перенесенъ льдомъ изъ Финляндіи на островъ Хогландъ.

Волноломъ въ Бердянскѣ, устроенный изъ каменной наброски, одѣтый крупнымъ рванымъ камнемъ, уложеннымъ вплотную другъ къ другу безъ раствора, подвергается постоянно разрушительному дѣйствию льда, который, примерзая къ волнолому, выдергиваетъ изъ него камни и уноситъ ихъ въ море.

Камни, передвигаемые волнами вдоль берега, истираясь при этомъ, превращаются сначала въ голышъ, а потомъ въ песокъ, и могутъ получать это передвиженіе лишь при наклонномъ направленіи волнъ къ берегу.

Волна, какъ выше было указано, вкатываясь на пологій откосъ берега, забѣгаетъ болѣе удаленнымъ своимъ концомъ впередъ до тѣхъ поръ, пока не станетъ параллельно берегу, причемъ отъ приобрѣтенной скорости вкатывается вверхъ выше нормальнаго уровня воды. При этомъ частицы грунта болѣе крупныя, равно какъ и мелкій камень и голышъ, подталкиваются непосредственно водою и, двигаясь вмѣстѣ съ нею, направляются вверхъ по откосу дна, по дугѣ круга (черт. 28); при обратномъ же движеніи воды, увлекаемая ею частицы грунта скатываются внизъ по откосу дна по линіи наибольшаго уклона, причемъ, будучи снова подхватываемы новою вкатывающеюся волною, увлекаются ею и, двигаясь снова вверхъ по откосу дна по дугѣ круга, мало-по-малу, идя зигзагами, перемѣщаются вдоль берега, по направленію господствующаго волненія.

Подобное передвиженіе голыша замѣчается на всѣхъ голышевыхъ берегахъ, причемъ скорость и величина передвиженія его зависятъ отъ крупности голыша, силы волненія и крутости берега.

Мелкій голышъ при пологомъ уклонѣ берега и при сильномъ волненіи передвигается громадными массами, засоряя на своемъ пути порты, устья рѣкъ и вообще всѣ тѣ мѣста, гдѣ очертаніе берега способствуетъ складыванію его.

Примѣрами особенно сильнаго передвиженія голыша могутъ служить берега Ламанша, гдѣ голышъ образуется отъ разрушенія мѣловыхъ и известковыхъ скалъ береговъ Англій и Франціи.

На французскомъ берегу голышъ, образуемый отъ разрушенія мыса Антиферъ (черт. 29), движется частью къ устью р. Сома, частью къ устью р. Сены. По мѣрѣ движенія его онъ все болѣе и

болѣе измельчается и увеличивается въ количествѣ прибавленіемъ новаго голыша отъ разрушенія другихъ мѣсть побережья. На пути своемъ онъ засоряетъ порты Феканъ, Ст. Валери, Діеппъ и Трепоръ, складываясь въ нихъ ежегодно большими массами (въ Феканѣ около 500 куб. с., въ Діеппѣ около 2,400 куб. саж. ежегодно).

Голышъ, подходя къ Гавру, складывается частью у мыса Ла-Гэвъ (La Hève), выдвигая его въ море и, идя далѣе къ югу, подходит къ порту, заполняя весь уголъ между сѣвернымъ моломъ и берегомъ (черт: 30). При сильныхъ западныхъ и сѣверо-западныхъ вѣтрахъ голышъ дѣйствиємъ волненія перебрасывается иногда большими массами черезъ молъ въ портовой каналъ, засоряя послѣдній.

Количество голыша, ежегодно накапливающегося между мысомъ Ла-Гэвъ и Гаврскимъ портомъ, составляетъ около 1,200 куб. саж.

Подобное же движеніе голыша происходитъ и на англійскомъ берегу Ламанша, преимущественно по направленію на сѣверо-востокъ отъ мыса Бичи-Хэдъ къ Дувру и Дилю (черт. 31). Далѣе Диля голышъ не проникаетъ, потому что здѣсь теченіе изъ Атлантическаго океана въ Ламаншъ встрѣчается съ теченіемъ изъ Нѣмецкаго моря, и послѣднее при сѣверо-восточныхъ вѣтрахъ даже отбрасываетъ голышъ назадъ къ Дувру. Такимъ образомъ голышъ двигается между Дувромъ и Дилемъ взадъ и впередъ, пока не изотрется въ песокъ. Двигаясь по направленію къ востоку отъ мыса Бичи-Хэдъ, онъ задерживается на своемъ пути мысомъ Донгенесъ, который постоянно нарастаетъ и выдвигается ежегодно въ море почти на 10 фут.

Портъ Рай, находящійся къ западу отъ этого мыса, все болѣе и болѣе засоряется складывающимся здѣсь голышемъ, и городъ этотъ, бывшій нѣкогда цвѣтущимъ портомъ, находится теперь на разстояніи болѣе 3-хъ верстъ отъ берега моря; старый Донгенесскій маякъ, бывшій въ 1603 году на оконечности мыса, находится въ настоящее время въ разстояніи почти одной версты отъ нея. На нашихъ побережьяхъ особенно сильное передвиженіе голыша замѣчается на восточномъ берегу Чернаго моря южнѣе Батума (черт. 32). Здѣсь голышъ, образуемый разрушеніемъ Кавказскихъ горъ, и уносимый въ море рѣкою Чорохъ, передвигается вдоль берега къ сѣверу, къ мысу Бурунь-Табіэ у Батума. Сложенный вдоль всего этого берега, онъ образуетъ полосу шириною въ 50—60 саж., которая защищаетъ берегъ отъ разрушенія волненіемъ, **Техническій отделъ**

щимъ. Новый голышъ, идя вдоль берега, не задерживается на немъ и, подходя къ мысу Бурунь-Табіэ и складываясь здѣсь, угрожаетъ засореніемъ входа въ Батумскій портъ.

Для изслѣдованія количества накопляющагося ежегодно здѣсь голыша, а равно и для отклоненія его отъ мыса въ болѣе глубокую часть моря, устроена здѣсь дамба подъ нѣкоторымъ угломъ къ берегу. Вслѣдствіе очень скорого разрушенія этой дамбы, составленной изъ свай и камня (черт. 33), по настоящее время нельзя было еще выяснить, сколько именно голыша наносится къ этому мѣсту ежегодно.

Для задержанія голыша на берегахъ Ламанша, въ особенности при подходѣ его къ портамъ, выстраиваются перпендикулярно къ берегу свайныя загражденія (буны) (черт. 34). Въ углахъ образующихся между этими бунами и берегомъ, обращенныхъ противъ движенія голыша, послѣдній задерживается, выдвигая постепенно берегъ въ море. Берегъ, покрытый слоемъ голыша, защищается имъ отъ разрушительнаго дѣйствія волнъ, почему необходимо голышъ удерживать на берегу, и, на случай его унесенія волненіемъ, слѣдуетъ его замѣнять новымъ.

Англійскій инженеръ Смитонъ, въ рапортѣ своемъ о Дуврскомъ портѣ, въ 1769 году сообщаетъ, что голышевая пересыпь между гаванями этого порта и моремъ такъ утонилась, что боялись вторженія моря въ гавань, но вблизи отъ этого мѣста внезапно случился обвалъ утеса, на которомъ расположенъ Дуврскій замокъ, и образовавшаяся при этомъ груда камня, задерживая голышъ, предохранила пересыпь отъ дальнѣйшаго утоненія.

ГЛАВА V.

Передвиженіе мелкихъ наносовъ, песка и ила вдоль морскаго дна. — Образованіе косъ, пересыпей, лимановъ и мертвыхъ озеръ. — Прорѣзы въ косахъ. — Гирла. — Вліаніе рѣкъ, впадающихъ въ лиманы, приливовъ и отливовъ на образованіе косъ и пересыпей. — Отложеніе рѣчныхъ наносовъ въ лиманахъ и мертвыхъ озерахъ. — Отмели въ устьяхъ рѣкъ; причины ихъ образованія. — Баръ. — Глубина воды на барѣ; вліаніе приливовъ, отливовъ и половодія рѣкъ на измѣненіе этой глубины. — Образованіе дельтъ въ устьяхъ рѣкъ. — Примѣры большихъ дельтъ. — Наростаніе морскаго берега; образованіе конгломератовъ.

Передвиженіе глыбы и крупныхъ частицъ грунта дна моря происходитъ почти исключительно непосредственнымъ дѣйствіемъ волненія; морскія теченія, вообще слабыя, въ этомъ почти не принимаютъ никакого участія, вслѣдствіе чего движеніе глыбы происходитъ наиболѣе сильно на берегу, у урѣза воды и ослабляется по мѣрѣ удаленія въ глубь отъ берега, прекращаясь вовсе на той глубинѣ, на которой сила волны не въ состояніи преодолѣть треніе частицъ грунта о морское дно.

Въ передвиженіи же мелкихъ частицъ грунта, песка и ила — береговое морское теченіе играетъ немаловажную роль: дѣйствуя совместно съ волненіемъ, оно производитъ перемѣщеніе частицъ грунта на значительныхъ глубинахъ и иногда громадными массами.

Сила волненія, ослабляясь быстро при большихъ глубинахъ и по мѣрѣ приближенія ко дну дѣйствуя лишь на мелкія частицы грунта, поднимаетъ ихъ въ верхніе слои воды, гдѣ онѣ, смотря по ихъ качествамъ, могутъ держаться болѣе или менѣе продолжительное время. Стремясь опуститься снова на дно, частицы эти не могутъ упасть опять на то мѣсто, откуда онѣ были подняты, ибо, находясь въ водѣ подѣ дѣйствіемъ теченія, будутъ передвинуты нѣсколько впередъ (черт. 35). Частицы грунта, прилегающія къ глыбѣ, усвѣявшему наносомъ вдоль берега, и состоящая часто изъ чистаго песка, передвигаются впередъ подобнымъ же образомъ, скач-

ками, по направленію господствующаго волненія и теченія, этимъ волненіемъ вызваннаго. Эти частицы грунта, будучи относительно крупными, не могутъ долго держаться въ водѣ, почему вода въ этихъ мѣстахъ и остается часто чистою и прозрачною, въ особенности, если песокъ здѣсь не содержитъ ила. При поднятіи же волненіемъ частицъ илистаго грунта морскаго дна, онѣ, вслѣдствіе своей легкости, держатся долго въ водѣ, даже и послѣ того, какъ она совсѣмъ успокоилась, причѣмъ поднимаются до верхнихъ слоевъ воды, до уровня моря, дѣлая мутною всю воду, имѣющую движеніе по направленію береговаго теченія. Такимъ образомъ у пологого берега, состоящаго изъ песка, гравія и ила, замѣчается передвиженіе крупныхъ частицъ грунта у урѣза воды непосредственнымъ передвиженіемъ ихъ волненіемъ; на нѣкоторомъ разстояніи отъ берега, передвиженіе частицъ грунта происходитъ скачками подѣ влияніемъ волненія и теченія, далѣе же, на болѣе удаленномъ разстояніи отъ берега, главное передвиженіе частицъ грунта (ила) происходитъ отъ теченія, причѣмъ волненіе, возмущая воду до дна, поднимаетъ частицы грунта до уровня воды, гдѣ онѣ держатся во все время нахождения воды въ волненіи. Вслѣдствіе подобнаго дѣйствія волненія и береговаго теченія замѣчается весьма часто во время даже очень сильнаго волненія, что вода у берега на нѣкоторой ширинѣ чиста и прозрачна, далѣе же отъ берега идетъ широкая полоса мутной воды, степень мутности которой зависитъ главнымъ образомъ отъ силы волненія.

Если на пути своемъ частицы грунта, увлеченныя теченіемъ и волненіемъ, встрѣчаютъ какую нибудь бухту или заливъ, укрытые отъ волненія, то песокъ осаждается при входѣ въ заливъ, образуя постепенно песчаную косу у мыса ближайшаго къ теченію. Если въ бухтѣ существуетъ обратное теченіе, то песчаные наносы складываются между общимъ береговымъ и обратнымъ теченіями, въ тѣхъ предѣлахъ, гдѣ эти теченія взаимно уничтожаются; при такихъ условіяхъ мало по малу при входѣ въ заливъ образуется длинная отмель, на которой вскорѣ появляются водоросли, способствующія еще большему складыванію наносовъ, и въ концѣ концовъ она совершенно выступаетъ изъ воды, отдѣляя заливъ или бухту отъ моря. Въ этой отсыпи, которая тянется по направленію береговаго теченія косою, образуются отверстія, сообщающія море съ бухтою. Такая морская бухта носитъ названіе *лмана*.

Если морская бухта отдѣлена отъ моря сплошною пересыпью и не имѣеть открытаго сообщенія съ моремъ, то она называется *мертвыми озеромъ* или *лиманомъ*.

Отверстія, образующіяся въ пересыпи и составляющія сообщенія лимана съ моремъ, называются *тирами*.

Въ моряхъ безъ приливовъ и отливовъ пересыпи, отдѣляющія лиманы отъ моря, имѣютъ большею частью только одно гирло, расположенное въ концѣ косы у берега бухты снизу по береговому теченію; если же въ лиманъ впадаютъ многоводныя рѣки, то косы бывають часто прорѣзаны нѣсколькими тирами, изъ которыхъ одно, расположенное почти всегда, какъ выше замѣчено, снизу по береговому теченію, бываетъ наиболѣе глубокимъ.

Вдоль береговъ Балтійскаго, Чернаго и Азовскаго морей тянется цѣлый рядъ лимановъ и мертвыхъ озеръ, изъ коихъ между первыми наиболѣе замѣчательны гаффы прусскаго побережья (черт. 36) Штеттинеръ-гаффъ, Фришъ-гаффъ и Курпшъ-гаффъ, а также и Данцигская бухта, отдѣленная отъ моря не вполнѣ еще образовавшеюся косою Хела. Либавское озеро есть собственно мертвое озеро, которое теперь искусственно прорытымъ каналомъ имѣеть открытое сообщеніе съ моремъ, и потому оно можетъ быть названо лиманомъ.

Вдоль всего побережья отъ Дани до Рижскаго залива имѣется кромѣ того цѣлый рядъ мертвыхъ озеръ, которыя впрочемъ все болѣе и болѣе обмелѣвають рѣчными наносами и водорослями и мало по малу совершенно осушаются и исчезаютъ.

Вдоль береговъ Чернаго и Азовскаго морей (черт. 37), наиболѣе замѣчательны лиманы Днѣпровско-Бугскій, Джарылгачъ, Сивашъ, заливы у Бѣлосарайской косы и у Ейска; между мертвыми озерами наиболѣе известны Буяльницкое и Хаджибейское возлѣ Одессы и рядъ соленыхъ озеръ на западномъ побережьи Крымскаго полуострова, которыя почти всѣ служатъ нынѣ мѣстами добычи поваренной соли.

Въ Средиземномъ морѣ на сѣверномъ побережьи (черт. 38) находится также нѣсколько лимановъ (Etangs de Berge, de Pegol, de Traп и проч.), неподалѣку отъ Марселя близъ устья Роны и около Сетта; Венеціанскія лагуны въ сѣверо-западной части Адриатическаго моря также представляютъ собою рядъ морскихъ лимановъ, отдѣленныхъ отъ моря песчаню косою Лиде (черт. 39). Такъ какъ вообще береговое теченіе въ этой части моря то ускоряется, то замедляется

небольшими приливами и отливами, и въ самых лагунахъ происходятъ также переменныя теченія, то и проходы или гирла этихъ лагунъ подвержены болѣе или менѣе значительнымъ измѣненіямъ. Вообще въ моряхъ, не имѣющихъ приливовъ и отливовъ или имѣющихъ ихъ въ слабой степени, лиманы замыкаются косами или пересыпями не болѣе какъ съ однимъ или двумя протоками; въ океанахъ-же, гдѣ приливы производятъ сильныя переменныя теченія, косы размываются во многихъ мѣстахъ и превращаются въ рядъ отдѣльныхъ острововъ, расположенныхъ вдоль берега. Такимъ образомъ въ Нѣмецкомъ морѣ вдоль береговъ Голландіи и Ольденбурга, отъ Текселя до Вангерога, тянется на 220 килом. непрерывный рядъ песчаныхъ острововъ.

При однообразии въ очертаніи морскаго берега и одинаковомъ направленіи преобладающаго морскаго теченія, всѣ косы лимановъ по одному и тому-же берегу выходятъ почти параллельными. Наростаніе косъ происходитъ постепенно валами, въ послѣдствіи-же промежутокъ между валами заполняется иломъ или пескомъ и поверхность выравнивается. Этимъ способомъ образованія косъ объясняется правильность ихъ кривизны.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ лиманы впадаетъ одна или нѣсколько рѣкъ, влекущихъ наносы, то, кромѣ морской косы, образующейся со стороны морскаго теченія изъ матеріаловъ, приносимыхъ моремъ, образуется другая коса у противоположнаго берега изъ рѣчныхъ наносовъ. Если между косами остается протокъ рѣчной воды, то онѣ не могутъ сомкнуться и образовать сплошную пересыпь, если-же рѣчки, впадающія въ лиманъ, ничтожны и въ лѣтнее время пересыхаютъ, или количество воды, ими доставляемое, такъ мало, что рѣчная вода, разливаясь по лиману, вся теряется черезъ испареніе, то косы на лѣто могутъ сомкнуться и обратиться въ пересыпь, всною-же, при сильномъ притоцѣ воды, пересыпь прорывается и лиманы приходятъ въ сообщеніе съ моремъ.

Лиманы, въ которые впадаютъ рѣки, влекущія наносы, мало по малу обмелѣваютъ, такъ какъ часть рѣчныхъ наносовъ складывается еще до выхода въ море въ самомъ лиманѣ, гдѣ скорость рѣчнаго теченія внезапно уменьшается. Такимъ образомъ лиманы рѣки Кубани съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе засоряются, такъ что значительная часть ихъ превратилась уже въ влажную степь, называемую *плавнями*. Венеціанскія лагуны, въ которыя впадали рѣки: Брента,

Бакелоне, Пиаве и Силе, обмелѣвали столь сильно, что Венеціанцы принуждены были отвести эти рѣки въ сторону отъ лагуны, прямо въ море; но, не смотря на это, лагуны все еще продолжают обмелѣвать отъ осажденія мути морской воды, которая входитъ въ лагуны отъ дѣйствія существующихъ здѣсь незначительныхъ приливовъ. Обмелѣваніе это особенно сильно въ проходахъ, гдѣ береговое теченіе сталкивается съ теченіемъ изъ лагуны.

Гирла при лиманахъ, въ которые впадаютъ многоводныя рѣки, сохраняютъ почти всегда свою глубину вслѣдствіе того, что рѣчная вода, оставляя въ лиманѣ всѣ рѣчные наносы, протекаетъ чрезъ гирло въ море очищенною и поэтому не только не отлагаетъ наносовъ, но, напротивъ, способствуетъ унесенію въ море морскихъ береговыхъ наносовъ, сложившихся раньше въ гирлѣ.

При впаденіи въ море большой рѣки, изливающей значительную массу воды, косы и лиманы образуются уже несравненно рѣже, такъ какъ количество воды, притекающее изъ рѣки, слишкомъ значительно, и вліяніе береговаго теченія въ этомъ случаѣ значительно ослабляется. Чтобы и при этихъ условіяхъ, со стороны морскаго теченія, могла образоваться при устьѣ рѣки коса, которая, замыкая до нѣкоторой степени это устье, обратила-бы его въ лиманъ, нужны обстоятельства совершенно исключительныя, именно: сильное и притомъ постоянное береговое теченіе и очертаніе устья рѣки, благоприятствующее образованію косы, напримѣръ, выступающій со стороны береговаго теченія мысъ, или песчаная дюна, передвигаемая вѣтромъ по направленію береговаго теченія. Если этихъ теченій не существуетъ, то вмѣсто косы въ предѣлахъ, гдѣ масса рѣчной воды сталкивается съ морскою и обезсиливается, образуется позерокъ устья рѣки большая непрерывная отмель, называемая *баромъ*. Такимъ образомъ баръ въ устьяхъ рѣкъ есть полноводная пересыпь, имѣющая значительную ширину вслѣдствіе того, что рѣчная вода можетъ сталкиваться съ морскою ближе или далѣе отъ устья, смотря по направленію вѣтровъ и измѣняющейся скорости теченія рѣки. Такъ какъ всякая рѣка приноситъ съ собою къ устью болѣе или менѣе значительное количество наносовъ гравелистыхъ, песчаныхъ, глинистыхъ или илстыхъ, то при всякой почти рѣкѣ образуется баръ; исключенію подлежатъ только тѣ многоводныя рѣки, которыя увлекаютъ съ собою слишкомъ ничтожное количество наносовъ, сравнительно съ объемомъ протекающей

въ нихъ воды. Но и такія рѣки не всегда избавлены отъ бара, такъ какъ баръ въ этомъ случаѣ можетъ образоваться изъ наносовъ, сложенныхъ моремъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ рѣчное теченіе, во время вѣтровъ, беретъ верхъ надъ морскимъ, прямо ему противоположнымъ, какъ напримѣръ въ устьяхъ р. Невы, гдѣ баръ почти исключительно обязанъ своимъ происхожденіемъ морскимъ песчанымъ наносамъ, складываемымъ при западныхъ вѣтрахъ.

Въ многоводныхъ рѣкахъ, въ устьяхъ которыхъ распространяются приливы и отливы, баръ образуется труднѣе, если образованію его не способствуютъ другія побочныя обстоятельства, (напримѣръ, значительное количество наносовъ, увлекаемыхъ рѣкою или морскими приливами и теченіями и т. п.). Это происходитъ отъ того, что при приливахъ и отливахъ въ устьяхъ рѣкъ имѣются болѣе обширныя границы для образованія бара, такъ какъ столкновеніе водяныхъ массъ, изливаемыхъ рѣкою и моремъ и взаимное обезсиленіе ихъ происходитъ здѣсь на большемъ протяженіи и кромѣ того отливы, увеличивая массу рѣчной воды, прорываютъ себѣ каждый разъ глубокіе протоки въ отмеляхъ, образовавшихся при предыдущемъ приливѣ и увлекаютъ значительное количество наносовъ обратно въ море. Тѣмъ не менѣе и въ этихъ рѣкахъ всегда можно указать на внезапное уменьшеніе глубины въ нѣкоторомъ разстояніи отъ устья, хотя уменьшеніе это въ большей части случаевъ не опасно для судовъ; такъ напр. въ Темзѣ на барѣ глубина отъ уровня низкихъ водъ 60 футъ, въ Жирондѣ 30 футъ. Между тѣмъ рѣки, впадающія въ моря, гдѣ нѣтъ приливовъ и отливовъ, представляютъ иногда поразительные примѣры уменьшенія глубины на барахъ: въ каждомъ изъ устьевъ р. Роны глубина на барѣ составляетъ, при уровнѣ низкихъ водъ, всего отъ 3 до 5 футовъ; въ самомъ глубокомъ изъ Дунайскихъ рукавовъ — Сулинскомъ, до производства водостъвенительныхъ работъ, глубина на барѣ была всего 9 фут. Въ устьяхъ Дона глубина на барѣ главнаго рукава Переволоки при ordinarily отъ 4 до 6 футовъ. Въ устьяхъ рукавовъ р. Волги находится нѣсколько баровъ или розсыпей, глубина воды на которыхъ отъ 2 до 3 $\frac{1}{2}$ футъ ниже ординара; на главномъ Бахтемировскомъ рукавѣ глубина на барѣ 6 ф., которая теперь землечерпачемъ увеличена до 8 ф. Въ устьяхъ Западной Двины на барѣ глубина 13 $\frac{1}{2}$ футъ. Въ устьяхъ каждаго изъ рукавовъ, которыми Нѣва изливается въ Финскій за-

ливъ, существуютъ также значительные песчаные бары, естественная глубина воды на которыхъ не велика (отъ 5 до 7 футовъ), лишь на барѣ главнаго корабельнаго фарватера глубина доходитъ до 9 футовъ. До устройства морскаго канала глубина на этомъ фарватерѣ поддерживалась до 11 футовъ постоянно производившимися здѣсь землечерпательными работами. Подобные бары представляютъ большія неудобства для судоходства, такъ какъ суда съ значительною осадкою не могутъ вовсе входить въ рѣку.

Вѣтры имѣютъ большое значеніе въ устьяхъ рѣкъ съ баромъ, такъ какъ отъ силы и направленія вѣтровъ зависитъ глубина воды на барѣ и возможность для судовъ перейти чрезъ него. Кромѣ того направленіе вѣтровъ имѣетъ вліяніе и на положеніе самаго бара: если теченіе рѣки сопровождается береговымъ вѣтромъ, то усиленное теченіе относитъ баръ далѣе въ море на большую глубину, и на оборотъ, если во время прибылыхъ водъ будутъ дуть морскіе вѣтры, то сила теченія будетъ ослаблена и наносы станутъ складываться ближе къ устью рѣки и притомъ въ большемъ количествѣ, такъ какъ къ наносамъ рѣчнымъ прибавятся еще наносы морскіе, прибываемые волнами. Это обстоятельство составляетъ одну изъ главныхъ причинъ, почему въ устьяхъ однѣхъ рѣкъ, послѣ половодія, баръ уменьшается, въ устьяхъ-же другихъ увеличивается. Кромѣ того и естественный видъ рѣки имѣетъ въ этомъ случаѣ важное значеніе. Рѣка, которая течетъ съ уклономъ быстро уменьшающимся къ устью и притомъ въ крутыхъ и рыхлыхъ берегахъ, не смотря на увеличеніе скорости во время половодія, можетъ увеличить баръ, принося въ это время весьма обильный матеріалъ для образованія его, и чѣмъ сильнѣе будетъ половодіе, тѣмъ больше выростетъ баръ. На оборотъ, рѣки, протекающія съ однообразнымъ уклономъ въ правильныхъ и твердыхъ берегахъ, съ увеличеніемъ скорости и увеличеніемъ расхода, при половодіяхъ, хотя и увлекаютъ съ собою большее количество осадковъ, чѣмъ въ межень, но вода имѣя значительно большую скорость, относитъ эти осадки черезъ баръ въ море и даже смываетъ верхній слой послѣдняго.

На сколько вредно существованіе бара въ устьяхъ рѣкъ для судоходства видно изъ того, что для обхода многихъ баровъ затрачены и затрачиваются громадныя суммы. Такъ, напримѣръ, въ Амстердамѣ, расположенномъ на рѣкѣ Амстелѣ, впадающей въ Зюйдерзее,

сообщеніе съ моремъ въ средніе вѣка и до исхода XVIII столѣтія происходило черезъ заливъ Зюйдерзее, причемъ суда доставлялись въ Амстердамъ черезъ баръ Пампусъ у устья рѣки, черт. 40, помощью плавучихъ доковъ (Камелей). Во избѣжаніе этого неудобства, устроенъ былъ Сѣвероголландскій каналъ, соединяющій сѣверный мысъ Голландіи (Helder) у Ниведица съ Амстердагомъ.

Для обхода баровъ устье рѣкъ Мааса и Шельды, прорытъ каналъ Носк-van Holland, черт. 41. Въ обходъ бара рѣки Роны, прорытъ каналъ St. Louis, черт. 42.

Для улучшенія устья р. Дуная, была образована, послѣ Крымской кампаніи, международная комиссія, которая имѣла въ виду въ обходъ баровъ въ устьяхъ рукавовъ рѣки, прорытъ обходный каналъ, но предположеніе это не было исполнено, вслѣдствіе принятія предложенія Хагена, временно улучшить устье Сулинскаго рукава, которое увѣнчалось такимъ успѣхомъ, что на барѣ этого рукава, гдѣ прежде было всего 9 фут. воды, глубина безъ помощи землечерпанія увеличилась (водостѣснительными молами) до 20 фут. и болѣе и всякая мысль о прорытіи обходнаго канала нынѣ оставлена черт. 43. На самой рѣкѣ глубина воды 15 футовъ.

Въ Петербургѣ для обхода бара р. Невы устроенъ морской каналъ глубиною въ 22 фута, на что затрачено болѣе 12 милліоновъ рублей, черт. 44.

Въ Николаевѣ прорытъ каналъ противъ Очакова въ Днѣпровско-Бугскомъ лиманѣ, дающій возможность судамъ съ осадкою въ 22 фута подниматься до Николаева, черт. 45.

Невозможность прохода морскихъ судовъ въ рѣчные порты черезъ мелководные бары, заставляеть для нагрузки морскихъ судовъ и для доставки привезенныхъ ими товаровъ въ портъ пользоваться особыми мелкосидящими судами, производящими исключительно эту работу. Стоимость содержанія этихъ судовъ (Лихтеровъ) и накладные расходы при перегрузкѣ товаровъ, составляютъ весьма значительную сумму, такъ что въ Петербургѣ она иногда достигала стоимости доставки товара изъ Кронштадта въ Англію.

Чтобы судить правильно о причинахъ образованія бара и изыскать средства къ уменьшенію вреднаго его дѣйствія на судоходство, необходимо не только ознакомиться съ положеніемъ бара при различныхъ вѣтрахъ и уровняхъ воды, но также изучить буреніемъ геоло-

гическій составъ грунта, что по сравненію съ формаціями береговъ рѣки можетъ указать на то, образованъ-ли баръ наносами рѣки или моря.

Разнородные матеріалы, уносимые рѣкою, складываясь на барѣ, располагаются въ слѣдующемъ порядкѣ: гальки и крупный песокъ ближе къ устью рѣки, образуютъ собственно баръ, глина уносится далѣе въ море и, частью распускаясь въ водѣ, уносится вовсе внѣ предѣловъ устья рѣки и бара, дальше всего отъ устья на большой глубинѣ складывается иль.

По мѣрѣ наростанія бара и появленія на немъ водорослей, складываніе наносовъ ускоряется, причѣмъ баръ, поднимаясь близко къ уровню воды, удерживаетъ глину и иль, которые, не переходя уже черезъ баръ, отлагаются на немъ, поднимая его на столько, что онъ наконецъ, выйдя изъ воды, превращается въ островъ. Устье рѣки, будучи этимъ островомъ раздѣленнымъ на два рукава, будетъ продолжать подобную-же работу, пока въ каждой изъ рукавовъ снова не образуются острова. Подобное образованіе острововъ, съ раздѣленіемъ устья рѣки на нѣсколько рукавовъ, носить названіе *дельты*, черт. 46. Глубина воды въ рукавахъ дельты всегда меньше глубины въ рѣкѣ и, вслѣдствіе постоянного осажденія наносовъ въ устьяхъ каждаго изъ рукавовъ, они всѣ представляютъ большое препятствіе судоходству, а потому для соединенія многоводной и глубокой рѣки, составляющей весьма удобный естественный путь для доставки товаровъ изъ внутренности страны, къ морю, приходится всегда бороться сильно для углубленія бара и дельты рѣки до глубины, требующейся для морскихъ судовъ. Наиболѣе замѣчательныя дельты находятся въ устьяхъ рѣкъ: Нила, Роны, Миссисиппи и Ганга.

Нильская дельта, черт. 47, имѣетъ въ длину 150 верстѣ, въ ширину между крайними рукавами до 300 верстѣ. Дельта эта болѣе не нарастаетъ вслѣдствіе складыванія ила по берегамъ рѣки, которые этимъ оплодотворяются.

Рона, увлекая съ собою значительное количество наносовъ, приносимыхъ притокомъ Арвою, складываетъ большую часть ихъ въ устьѣ, гдѣ образовалась обширная дельта, простирающаяся по ширинѣ на 50 верстѣ, черт. 48. Объемъ воды, изливающейся въ море этою рѣкою, составляетъ болѣе 5 миллиардовъ куб. саж., въ которыхъ заключается болѣе 2 милліоновъ кубическихъ сажень твердыхъ осадковъ, и которые, складываясь, выдвигаютъ дельту ежегодно на 20 сажень въ море.

Дельта Миссисиппи имѣетъ весьма оригинальное очертаніе черт. 49. Она идетъ сначала на протяженіи около 20 верстѣ какъ-бы каналомъ между двумя естественно образовавшимися дамбами, за тѣмъ уже образуетъ собственно дельту изъ отдѣльныхъ острововъ, отдѣленныхъ рукавами устья рѣки. Вся площадь дельты около 30000 кв. верстѣ и состоитъ изъ гравія, песка и ила все болѣе мелкаго по мѣрѣ приближенія къ морю. Ежегодно складывается здѣсь до 10 милліоновъ куб. саж. твердыхъ наносовъ, осажденіе которыхъ въ значительной степени ускоряется останавливающимися на отмеляхъ плотами, деревьями и карчами, которыя въ большихъ массахъ приносятся рѣкою.

Дельта рѣкъ Ганга и Брампутры, или такъ называемая Бенгальская дельта, черт. 50, площадью почти вдвое больше площади дельты Нила, имѣетъ двѣ вершины, удаленныя отъ моря на разстояніи 350 верстѣ. Вся площадь этой дельты состоитъ изъ лабиринта рѣкъ, наполненныхъ соленою водою. Количество твердыхъ осадковъ, уносимыхъ этими рѣками, простирается до 20 милліоновъ кубическихъ саж. ежегодно, которые, частью складываясь, образуютъ новые острова, частью распущенные въ водѣ, уносятся въ море, возмущая воду на разстояніи 150 верстѣ отъ берега.

Изъ рѣкъ Европейской Россіи наиболѣе обширную дельту имѣетъ Волга, черт. 51, дельта которой съ сѣвера на югъ тянется на протяженіи свыше 100 верстѣ, а съ сѣверо-востока на югозападъ на 120 верстѣ. Вся эта площадь, простирающаяся до 5 тысячъ квадратныхъ верстѣ, состоитъ изъ множества низменныхъ острововъ и камышевыхъ отмелей, отдѣленныхъ другъ отъ друга протоками рѣки Волги, изъ коихъ наиболѣе глубокой—Бахтемировскій рукавъ, глубина въ которомъ при помощи землечерпанія поддерживается на 8 фут.

Донъ представляетъ въ своемъ устьѣ также дельту, которая все болѣе и болѣе выходитъ въ Азовское море, черт. 52; вслѣдствіе осажденія наносовъ, влекомыхъ рѣкою, глубина на главномъ рукавѣ Переволокъ при благоприятныхъ условіяхъ, т. е. при морскомъ вѣтрѣ, составляетъ не болѣе 7 футовъ, и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ достигаетъ 8 фут.

Западная Двина, хотя собственно не имѣетъ дельты, ибо впадаетъ въ Рижскій заливъ однимъ устьемъ, имѣетъ много отдѣльныхъ ру-

кавовъ, отдѣленныхъ островами и отмелями, въ предѣлахъ Рижскаго порта, въ которомъ въ настоящее время закончены работы по выправленію рѣки для приданія ей по всей длинѣ отъ устья до острова Далена (18 верстѣ) однообразной 18 футовой глубины *), черт. 53.

Матеріалы, уносимые рѣками, а также образующіеся отъ разрушенія береговъ при существованіи береговаго теченія, перемѣщаются вдоль берега и складываются въ мѣстахъ этому благопріятствующихъ. Складываніе морскихъ наносовъ происходитъ вообще рыхлыми массами въ видѣ отдѣльныхъ массъ песка, ила и гравія; если же къ этимъ мѣстамъ притекають рѣки, содержащія въ растворѣ углекислую известь, то эта послѣдняя, выдѣляясь изъ воды, слѣпляетъ песчанья и гравелистыя частицы грунта между собою и образуетъ конгломераты и твердыя породы, трудно удаляемыя. Подобное наростаніе берега замѣчается на южномъ берегу Малой Азій и у подножья Альпъ между Генуею и Тулономъ. Такое образованіе сплошныхъ твердыхъ наносовъ особенно вредно для портовъ, такъ какъ при этомъ, для поддержанія въ портѣ требуемой для судоходства глубины, нельзя воспользоваться однимъ землечерпаніемъ.

*) Оконченными нынѣ выправительными работами и землечерпаніемъ на указанномъ протяженіи рѣки достигнута однообразная глубина отъ гор. Риги до устья въ 20 футовъ.

ГЛАВА VI.

Дюны, ихъ образованіе.—Передвиженіе дюннаго песка вѣтрами и дѣйствіе на дюны морского волненія.—Массовое передвиженіе дюнь, примѣры подобныхъ передвиженій въ Англіи, Франціи и Пруссіи.—Вліяніе дюннаго песка на отклоненіе устьевъ рѣкъ.—Дюны, какъ естественная защита отъ морскихъ наводненій.—Укрѣпленіе дюнь и морскаго берега противъ разрушительнаго дѣйствія морскихъ волнъ и вѣтра.—Разсадка растительности: травы (*arunda arenaria*), вереска, кустарника и лѣса.—Лѣсныя насажденія во Франціи и Пруссіи.—Установка нагородей, укрѣпленіе поверхности дюнь различными одеждами.—Укрѣпленіе морскаго берега бунами, дамбами и свайными забивками.—Примѣры подобныхъ укрѣпленій во Франціи, Пруссіи, Англіи и Голландіи.

Песокъ, образующійся отъ разрушенія горныхъ породъ, уносимый морскими теченіями и волненіями, переносится съ мѣста на мѣсто и, истираясь въ мельчайшій порошокъ, прибываетъ къ берегамъ, образуя у послѣднихъ отмели, распостаяющіяся иногда на большія протяженія. Гладкій, сформированный этими песками берегъ, мало измѣняется, и вода, разливаясь по нему, не производитъ значительныхъ измѣненій въ его очертаніи.

Вѣтеръ-же, дѣйствуя на этотъ берегъ, легко переноситъ мелкія частицы грунта, расположенныя выше уровня воды, причемъ, при наклонномъ направленіи вѣтра къ берегу, главное передвиженіе песка идетъ вдоль него; когда же вѣтеръ дѣйствуетъ нормально къ берегу, то частицы грунта передвигаются по этому послѣднему направленію отъ берега во внутрь страны. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ, движущійся песокъ, встрѣчая на берегу сопротивленіе отъ тренія о поверхность земли, не можетъ двигаться со скоростью вѣтра, а потому задерживается, образуя сначала отдѣльные холмики, которые вскорѣ сливаются въ валики параллельные берегу, и эти послѣдніе, увеличиваясь по мѣрѣ накопленія новыхъ частицъ грунта, въ концѣ концовъ, получая иногда значительные

размѣры, образуютъ такъ называемыя дюны. Наибольше замѣчательныя дюны Европы находятся на сѣверномъ и западномъ берегахъ Голландіи и Бельгіи до Дюнкирхена, на побережьи между рѣками Жирондой и Адуромъ (такъ называемыя Les Landes), на восточномъ берегу Великобританіи къ сѣверу отъ устья р. Гумберъ, на берегахъ Даніи и на всемъ южномъ берегу Балтійскаго моря. Въ значительно меньшихъ размѣрахъ дюны встрѣчаются на восточномъ берегу Балтійскаго моря, отъ Прусской границы до Рижскаго залива, и къ сѣверу отъ устья Невы у Лисьяго Носа и Сестрорѣцка.

Дюны, состоящія изъ мелкаго песка, образуютъ иногда цѣлыя горы, доходящія до весьма значительныхъ размѣровъ. Горы эти тянутся нѣсколькими хребтами параллельно берегу, причемъ наибольшей высоты достигаютъ хребты обращенные къ сушѣ, другіе же, меньшихъ размѣровъ, расположены на общемъ пологомъ скатѣ дюнь къ морю. Подъ дѣйствіемъ вѣтра дюнный песокъ передвигается впередъ, засыпая иногда на своемъ пути поля и селенія, производя при этомъ страшныя опустошенія.

Дюны, находящіяся недалеко отъ Бордо, — при устьѣ рѣки Жиронды, тянутся къ югу отъ этой рѣки (les Landes) 400 верстъ вдоль берега, полосой шириною отъ 6 до 8 километровъ, при высотѣ нѣкоторыхъ дюнь въ 160 фут. На восточномъ берегу Великобританіи дюны достигаютъ высоты 320 фут.

Вдоль береговъ Голландіи, Бельгіи и Франціи до Дюнкирхена и Калѣ, дюны тянутся узкой полосой, высокимъ хребтомъ, прерываемомъ въ немногихъ мѣстахъ, преимущественно въ устьяхъ рѣкъ. Ширина этихъ дюнь не превышаетъ вообще одной версты, за исключеніемъ пространства отъ Эймейдена (устье Амстердамскаго канала) до Скевенингена, гдѣ наибольшая ширина дюнь противъ Гаарлема (у мѣстечка Блументаль) достигаетъ 10 верстъ. Въ этомъ мѣстѣ высота дюнь доходитъ до 300 фут.

На южномъ берегу Балтійскаго моря, въ Пруссіи, дюны возвышаются отъ 120 до 400 футовъ надъ уровнемъ моря.

Какъ выше было замѣчено, дюны, подъ вліяніемъ вѣтра, перемѣщаются впередъ, засыпая иногда на значительныхъ пространствахъ поля и даже селенія, производя страшныя опустошенія. Такимъ образомъ дюны въ южной Франціи передвигаются во внутрь страны ежегодно на 33 фута, онѣ на своемъ пути засыпали де-

ревню Вье-Сулакъ, которая позже, при дальнѣйшемъ передвиженіи дюнь, снова обнажилась, приче́мъ видны были развалины строеній; за тѣмъ, при вторженіи моря, берегъ противъ этого мѣста былъ отмытъ волненіемъ и въ настоящее время мѣстные жители указываютъ въ морѣ не далеко отъ берега то мѣсто, гдѣ эта деревня прежде находилась. Какъ на примѣръ весьма быстраго передвиженія дюнь, можно указать на берегъ Англіи въ Норфокъ и Соффокъ (на восточномъ берегу), гдѣ дюны высотой въ среднемъ отъ 50 до 60 фут., мѣстами доходящею до 300 фут., имѣютъ движеніе во внутрь страны со скоростью до 50 и болѣе футовъ въ годъ. Въ Соффокъ, въ концѣ XVII вѣка, засыпана была часть города Даунгамъ дюнами, передвинутыми въ теченіи 100 лѣтъ на $7\frac{1}{2}$ верстъ, т. е. слишкомъ 37 саж. въ годъ. Дюны прусскаго побережья передвигаются впередъ ежегодно на 12 футовъ. Дюны у Сестрорѣцка близъ устья р. Невы, а также на восточномъ берегу Балтійскаго моря у Либавы, передвигаются впередъ отъ дѣйствія вѣтра, засыпая поля и дворы домовъ, вблизи дюнь находящихся; передвиженіе это однако не столь значительно какъ въ мѣстахъ вышеуказанныхъ, хотя однако въ Либавѣ ковшъ, (портовая гавань), устроенный съ сѣверной стороны портового канала, постоянно заносится дюннымъ пескомъ, сносимымъ съ берега сѣверозападными вѣтрами.

Волны, какъ выше было замѣчено, не производятъ замѣтнаго разрушительнаго дѣйствія на пологіе песчаные берега, окончательно сформированные и представляющіе гладкую и ровную поверхность. Совершенно иное дѣйствіе волнъ замѣчается на неровныхъ и холмистыхъ, еще не сформированныхъ окончательно, берегахъ; здѣсь волна размываетъ берегъ, и холмы песка, омываемые водою, переносятся съ мѣста на мѣсто, приче́мъ унесенный водою матеріалъ исчезаетъ въ глубинѣ моря. Подобное разрушеніе дюнныхъ береговъ замѣчается во многихъ мѣстахъ Голландіи, Бельгіи и Франціи, а въ особенности у устья р. Жиронды на мысѣ Гравъ. Мысъ этотъ, черт. 54, ограничивающій устье рѣки Жиронды съ югозападной стороны, подверженъ постоянному разрушительному дѣйствію волнъ, которыя подмываютъ его какъ со стороны океана, такъ и со стороны рѣки Жиронды. Съ 1770 года по 1838 годъ, т. е. въ теченіи 68 лѣтъ, оконечность мыса Гравъ отмыта на 750 саж., съ 1838 года по 1845 годъ, т. е. въ теченіи 7 лѣтъ, мысъ укоротился еще на

94 саж. и только громадныя работы, произведенныя для защиты этого мыса отъ волнъ, стоившія французскому правительству болѣе 2 милліоновъ металлическихъ рублей, въ состояніи были предупредить вторженіе моря сзади мыса, черезъ дюны,—вторженіе весьма опасное, какъ для всего нижняго Медока, богатаго виноградниками, такъ и для рѣки, такъ какъ образованіемъ острова, отдѣленнаго отъ моря, оконечностью мыса Гравъ, рѣка, получая два устья, могла-бы обмелѣть, что представило-бы значительное препятствіе для судоходства.

Весь сѣверный берегъ Голландіи, и западный берегъ Даніи, подвергаются весьма сильному разрушительному дѣйствию волненія, и вѣроятно не далеко то время, когда воды Нѣмецкаго моря, промывая узкій перешеекъ, отдѣляющій Лимфіордъ отъ этого моря, обратятъ сѣверную часть Ютландіи въ островъ, а заливъ Лимфіордъ въ проливъ.

Если дюнный песокъ передвигается вдоль берега, то онъ на пути своемъ засыпаетъ заливы и устья рѣкъ, отдѣляя первые совершенно отъ моря и отклоняя вторыя въ сторону передвиженія песка.

Въ Англіи въ Норфокъ, дюны закрыли устья многихъ заливовъ, между прочимъ и большой заливъ, который въ старыя годы тянулся отъ Ярмута до Норвича, площадью въ нѣсколько тысячъ десятинъ. Въ настоящее время заливъ этотъ совершенно засыпанъ и обратился въ воздѣланную землю.

Косы, отдѣляющія заливы прусскаго морскаго побережья, образовались не только отложеніемъ морскаго песка, но также дюннымъ пескомъ, который на южномъ берегу Балтійскаго моря имѣетъ движеніе съ запада на востокъ.

На западномъ берегу Франціи дюнный песокъ, передвигаясь подѣ дѣйствиемъ сѣверозападныхъ вѣтровъ къ югу, подходитъ къ Байоннѣ и засыпаетъ здѣсь устье рѣки Адуръ; образуя въ немъ значительный баръ.

На берегахъ Ламанша, въ Кальвадосѣ, рѣки Орна и Дива значительно отклоняются дюннымъ пескомъ къ юговостоку.

Дюны, окаймляющія низменности, представляютъ для послѣднихъ естественную защиту отъ морскихъ наводненій.—Таковы между прочимъ дюны Голландіи и Бельгіи, гдѣ во многихъ мѣстахъ уровень моря при осеннихъ сизигійныхъ приливахъ поднимается выше по-

верхности земли и, такъ какъ въ это время почти всегда бываютъ сильныя бури, то низменности, не будучи защищены дюнами, были бы не только затоплены водою, но также подвержены полному разрушительному дѣйствию яростно волнующагося моря.—Обращая на это значеніе дюнь надлежащее вниманіе, въ Голландіи существуетъ особый корпусъ инженеровъ (Waterstaat), которому вмѣнено въ обязанность завѣдываніе дюнами, укрѣпленіе ихъ отъ разрушительнаго дѣйствія моря и возведеніе искусственныхъ дамбъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дюны прерываются или гдѣ высота ихъ недостаточна для защиты ими, въ естественномъ ихъ видѣ, прилегающихъ низменностей.

При очень сильныхъ буряхъ дюны иногда не выдерживаютъ напора воды и прорываются, причемъ вода, врываясь за дюны, затопляетъ сзади находящуюся низменность, производя при этомъ страшныя опустошенія.

Такой прорывъ дюнь произошелъ между прочимъ въ Голландіи, въ XV столѣтіи, на рѣкѣ Маасѣ между Дортомъ и Гертруденбушемъ, гдѣ затоплено было 72 деревни, изъ коихъ лишь половина возстановлена на мѣстахъ болѣе возвышенныхъ.—Вся затопленная тогда мѣстность, представляетъ теперь болото, въ которомъ рѣка Маасъ разливается громаднымъ количествомъ рукавовъ.

Заливы Долларъ и Яде у устья рѣкъ Эмсъ и Везеръ образовались также прорывомъ дюнь въ XIII столѣтіи, и весьма вѣроятно, что заливъ Зюйдерзее образовался вслѣдствіе такого-же прорыва.

Въ 1872 году, во время сильныхъ осеннихъ бурь въ Балтійскомъ морѣ, на низменныхъ островахъ Даніи происходили также наводненія, раззорившія значительное число деревень, вслѣдствіе прорыва дамбъ и дюнь, окаймляющихъ эти острова.

Для предупрежденія такихъ наводненій, а также для предупрежденія перенесенія дюннаго песка вѣтромъ, необходимо послѣдній укрѣпить.

Для укрѣпленія поверхности песка, стараются засаживать ее растительностью, но такъ какъ песокъ почти вовсе не содержитъ элементовъ способствующихъ развитію растительности, то послѣдняя прививается очень туго. Изъ травъ, способныхъ прививаться въ чистомъ пескѣ, наиболѣе примѣняется песчаный тростникъ (*arundo arenaria*, Sandhafer); растеніе это, распуская свои длинныя корни,

укрѣпляетъ ими поверхность летучаго песка и впоследствии, сгнивая, превращается въ черноземъ, который придаетъ почвѣ большую растительную способность, чѣмъ и достигается еще большее укрѣпленіе поверхности песка. Трава разводится обыкновенно ближе къ уровню воды, такъ какъ она можетъ расти въ присутствіи соленой морской воды. Далѣе отъ берега и на склонѣ главныхъ дюнь, обращенныхъ къ морю, гдѣ песокъ содержитъ уже нѣкоторое количество чернозема, разводится довольно хорошо верескъ, а на склонѣ главныхъ дюнь, обращенныхъ къ сушѣ гдѣ уже нѣтъ вовсе присутствія соленой морской воды, разводятъ по преимуществу хвойный лѣсъ.

На черт. 55 представленъ полный профилъ дюнь на косѣ, отдѣляющей Фришегафъ отъ моря.—Дюны эти состоятъ изъ двухъ главныхъ хребтовъ, имѣющихъ пологіе склоны къ морю, и небольшого валика не далеко отъ урѣза воды.—Пески этихъ дюнь укрѣплены, начиная отъ моря до перваго валика, песчанымъ тростникомъ (*arundo arvensis*), на пологіихъ уклонахъ главныхъ дюнь верескомъ, а на склонахъ, обращенныхъ отъ моря, хвойнымъ лѣсомъ. Профили эти сняты Хагеномъ въ 1832, и по наблюденіямъ, произведеннымъ имъ надъ этими дюнами, найдено, что онѣ имѣютъ движеніе въ сторону лимана (Гаффа).

На черт. 56 представленъ профилъ дюнь берега Средиземнаго моря въ департаментѣ Эро (Herault) во Франціи, на которомъ видна разсадка хвойнаго и лиственнаго лѣсовъ.

Во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ растительность разведена на дюнахъ, передвиженіе ихъ отъ вѣтра почти совсѣмъ уничтожено, и если оно еще имѣетъ мѣсто на пологіихъ склонахъ, обращенныхъ къ морю, на которыхъ разводка растительности вообще затруднительна, то лѣса, разводимые по другую сторону дюнь, принимая движущійся по дюнамъ песокъ, и представляя ему преграду, защищаютъ страну отъ засыпки пескомъ и отъ опустошенія.

Само собою разумѣется, что по мѣрѣ засыпки лѣса, онъ немедленно долженъ быть возобновляемъ.

Подобная разводка лѣсовъ на дюнахъ существуетъ въ Медокѣ во Франціи у мыса Гравъ, въ Голландіи противъ Гаарлема и въ Пруссіи вдоль всего берега Балтійскаго моря. Лѣса эти содержатся правительствомъ и составляютъ государственное имущество.

Вмѣсто разсадки травъ и лѣса, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ растительность трудно прививается, устраиваются легкіе досчатые или хворостяные заборы перпендикулярно направленію движенія песка, черт. 57. Заборы эти задерживаютъ песокъ до тѣхъ поръ, пока онъ не сложится откосомъ до верха ихъ, послѣ чего полезное дѣйствіе ихъ прекращается, и необходимо устанавливать новые заборы, черт. 58. Это послѣднее средство для предупрежденія передвиженія дюннаго песка есть лишь временное и примѣняется только въ такихъ мѣстахъ, гдѣ разведеніе „*agunda-arenaria*“ невозможно.

Холмистые дюнные берега или берега не имѣющіе правильнаго очертанія, помимо передвиженія на нихъ песка, подвергаются весьма сильному разрушительному дѣйствію волненія. Наиболѣе сильно берега эти разрушаются въ предѣлахъ уровней прилива и отлива; въ моряхъ-же, въ которыхъ приливы не существуютъ, разрушеніе берега происходитъ въ предѣлахъ прибоя волнъ.

Для защиты берега въ этомъ случаѣ, можно: или непосредственно укрѣпить его, или устроить такія сооруженія, которыя уменьшали бы прибой волнъ и разрушительное ихъ дѣйствіе—или то и другое вмѣстѣ. Непосредственное укрѣпленіе берега заключается въ покрытіи верхней поверхности его, въ предѣлахъ уровней приливовъ и отливовъ, или отъ уровня низкихъ водъ до той высоты до которой доходить волна, неразмываемымъ матеріаломъ. Для этой цѣли берегъ долженъ быть сначала выровненъ сръзкою холмовъ въ пологій откосъ, поверхность котораго укрѣпляютъ плетневыми корзинами въ 1 метръ въ сторонѣ, по кольямъ, забитымъ въ грунтъ, высотой въ $\frac{1}{2}$ метра, заполненными камнемъ, уложеннымъ на слой гравія или щебня, черт. 59. Такая одежда, весьма надежная и хорошо укрѣпляющая поверхность берега, можетъ быть по своей дороговизнѣ примѣнена лишь въ исключительныхъ случаяхъ, на примѣръ: вблизи портовъ, для предупрежденія подмыванія берега у портовыхъ молвъ, какъ это сдѣлано у подошвы западнаго портоваго мола въ Пиллау.

Во Франціи, въ Saint Jean de Luz, берегъ былъ обдѣланъ въ видѣ наклонной каменной плоскости подъ угломъ въ $23\frac{1}{2}^{\circ}$ къ горизонту, а у подошвы ея забиты три ряда свай, промежутки между которыми заполнены камнемъ, вѣсомъ каждый не менѣе 250 пудовъ, черт. 60.

Не смотря на это, повидимому прочное укрѣпленіе берега, камни были вымыты и обдѣлка была вся разрушена. Позже обдѣлка эта

была перестроена съ болѣе пологимъ откосомъ (1:10) черт. 60а и она оказываетъ въ настоящее время весьма хорошее сопротивленіе разрушительному дѣйствию волненія.

Волны, вкатывающіяся вверхъ по пологому уклону берега, распространяются тѣмъ выше, чѣмъ положе уклонъ, причемъ разрушительное дѣйствіе сильнѣе на крутомъ, чѣмъ на пологомъ откосѣ берега. Изъ этого явствуетъ, что при уменьшеніи уклона можно довольствоваться болѣе легкимъ укрѣпленіемъ поверхности откоса, но распространить его на большую площадь. Такое увеличеніе площади укрѣпленія берега можетъ иногда вызвать болѣе расходы, чѣмъ укрѣпленіе менѣе пологого берега, почему одновременно съ обдѣлкою пологого берега, стараются искусственно уменьшить вкатываніе волны на берегъ отъ дѣйствія прибоя. Съ этою цѣлью, начиная отъ урѣза отлива, на полосѣ шириною въ 10—20 метровъ, вбиваютъ правильными рядами сваи, высотой около 1 до 2 метровъ, въ разстояніи $\frac{1}{2}$ метра свая отъ сваи, черт. 61, или въ бетонную или каменную обдѣлку пологого берега вмазываются стоймя камни въ видѣ отдѣльныхъ тумбъ, устанавливаемыхъ въ разстояніи около 1-го метра другъ отъ друга, черт. 62.

Первое укрѣпленіе встрѣчается на берегахъ Голландіи, второе во Франціи у мыса Гравъ. Волны, подходя къ берегу, встрѣчаютъ сначала сваи или камни, разбиваются о нихъ, теряютъ при этомъ значительную часть силы прибоя и, вкатываясь вверхъ по откосу ослабленными, не могутъ уже достигнуть той высоты, до которой онѣ достигли-бы при совершенно гладкой и ровной поверхности берега.

При употребленіи свай, забивается иногда на нѣкоторомъ разстояніи отъ урѣза воды одинъ почти сплошной рядъ, усиленный подкосами. Этотъ рядъ свай представляетъ большое сопротивленіе дѣйствию горизонтальнаго прибоя, почему вода, ударясь въ него, хотя сразу теряетъ большую часть своей горизонтальной силы, но образуетъ донную волну, которая, дѣйствуя на дно возлѣ стѣнки, подмываетъ его. Этотъ подмывъ особенно силенъ при совершенно сплошной стѣнѣ, почему при устройствѣ таковой, защищающей совершенно берегъ, за нею расположеннаго, необходимо надлежащимъ образомъ укрѣпить дно непосредственно у стѣны со стороны моря. Подобнаго рода укрѣпленія морскихъ береговъ встрѣчаются во многихъ мѣстахъ береговъ Голландіи; черт. 63 и 64 представляютъ

устройство подобныхъ стѣнъ съ укрѣпленіемъ дна со стороны моря камнемъ и фашиною кладкой.

При устройствѣ ковша въ Либавѣ, необходимо было укрѣпить и морской берегъ. Это укрѣпленіе было сдѣлано сначала изъ ряжей, которыя вскорѣ были подмыты и разрушены дѣйствіемъ развившейся донной волны. Послѣ же погрузки со стороны моря фашинныхъ тюфяковъ, устройства каменной отсыпи, забивки сплошнаго ряда свай и закладки за ними кулей, заполненныхъ глиною, укрѣпленіе это весьма удовлетворительно сопротивляется разрушительному дѣйствію развивающагося здѣсь прибое волнъ. Черт. 65 представляетъ устройство этого берегового укрѣпленія.

Иногда для защиты пологого берега возводятся параллельно ему фашинные, нагруженные землею, дамбы, съ пологимъ откосомъ, обращеннымъ къ морю, который въ свою очередь одѣвають неразмываемымъ матеріаломъ.

Если независимо отъ разрушенія берега вѣтромъ и волненіемъ, происходитъ движеніе наносовъ вдоль него, то онъ можетъ быть защищенъ удержаніемъ этихъ наносовъ, которые, складываясь, выдвигаютъ берегъ въ море и предохраняютъ его такимъ образомъ отъ вторженія моря и отъ разрушенія. Удержаніе наносовъ достигается устройствомъ *бунъ* или легкихъ дамбъ, расположенныхъ перпендикулярно къ берегу, въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга. Наносы удерживаются бунами и прибываютъ къ берегу, который постепенно нарастаетъ и выдвигается все болѣе и болѣе въ море.

Буны располагаются въ предѣлахъ уровней приливовъ и отливовъ, причемъ выдвигаются по возможности далѣе въ глубь. Онѣ устраиваются изъ фашинныхъ тюфяковъ, прикрѣпленныхъ ко дну моря кольями и небольшими сваями, верхушки которыхъ, поднимаясь надъ тюфякомъ на $\frac{1}{2}$ метра, перевиваются фашинникомъ для образованія плетневыхъ корзинъ, которыя въ свою очередь загружаются камнемъ.

Черт. 66 и 67 представляютъ расположеніе бунъ въ планѣ и детальное ихъ устройство.

ГЛАВА VII.

Мутность, соленость и замерзание морской воды. — Определеніе степени мутности морской воды, приборы для этого употребляемые. — Вліяніе мутности на уменьшеніе глубины воды въ портѣ. — Примѣрное определеніе количества складываемыхъ наносовъ. — Соленость воды въ океанахъ и средиземныхъ моряхъ. — Составныя части морской воды. — Температура замерзанія морской воды при быстромъ и медленномъ охлажденіи воздуха; вліяніе мутности и солености на температуру замерзанія. — Продолжительность замерзанія, вліяніе вѣтровъ и зыби. — Ледъ мѣстный и наносный. — Продолжительность навигаціи въ портахъ Россіи.

Морская вода, находящаяся почти всегда въ движеніи, рѣдко бываетъ совершенно чистою, она, поднимая со дна частицы грунта, уноситъ ихъ съ собою, причеиъ онѣ, поднимаясь въ верхніе слои воды, дѣлаютъ ее мутною. Степень мутности морской воды, или количество твердыхъ частицъ заключающихся въ ней, зависитъ какъ отъ свойства грунта дна и береговъ, такъ и отъ подвижности воды во время волненія; слабый грунтъ дна и сильное движеніе массы воды увеличиваютъ степень мутности; по мѣрѣ уменьшенія волненія, вода дѣлается все болѣе и болѣе прозрачною, отлагая муть, которая садится и образуетъ мѣстныя поднятія дна моря или отмели. Образованіе такихъ отмелей въ портахъ и при входахъ въ нихъ можетъ происходить иногда весьма быстро и, уменьшая глубину, дѣлаетъ портъ недоступнымъ для глубокосидящихъ судовъ. Мутная морская вода замерзаетъ кромѣ того быстрѣе, чѣмъ чистая и прозрачная.

Степень солености морской воды имѣетъ также нѣкоторое вліяніе на состояніе порта, ибо чѣмъ больше солей находится въ растворѣ воды, тѣмъ она труднѣе замерзаетъ, но за то вода эта можетъ химически дѣйствовать на строительные матеріалы, въ особенности на растворы, разрушая ихъ, и въ ней, кромѣ того, живутъ моллюски и раковинки, повреждающіе строительные матеріалы, въ особенности

дерево, которое вслѣдствіе этого дѣлается негоднымъ по прошествіи иногда весьма непродолжительнаго времени.

Эти обстоятельства дѣлаютъ необходимымъ опредѣлять степень мутности воды, какъ на поверхности, такъ и на различныхъ глубинахъ, а равно и изслѣдовать, какіе въ данномъ мѣстѣ моря находятя моллюски, недозволяющія употребленія въ дѣло тѣхъ или другихъ строительныхъ матеріаловъ, и какіе растворы могутъ быть употребляемы при возведеніи искусственныхъ сооружений. Для опредѣленія степени мутности морской воды, стоитъ только процѣдить извѣстный объемъ воды и взвѣсить количество остающагося на цѣдилкѣ осадка; но воду необходимо зачерпнуть въ морѣ именно на той глубинѣ, гдѣ предполагается опредѣлить степень мутности.

Для этой цѣли служатъ различные приборы, состоящіе изъ стекляннаго или металлическаго сосуда съ краномъ или клапаномъ, открываемымъ послѣ погруженія сосуда на требуемую глубину и затѣмъ закрываемымъ, когда сосудъ наполнится водою.

Въ музеумѣ Института Инженеровъ Путей Сообщенія находится подобный приборъ *Дестрема*, состоящій изъ стекляннаго сосуда съ мѣднымъ краномъ, прикрѣпленнаго къ концу мѣднаго трубчатого стержня. Длина этого стержня можетъ быть измѣнена, такъ какъ онъ складывается изъ отдѣльныхъ частей, длиною каждая въ 2 фута. Внутри стержня вставлена желѣзная штанга, посредствомъ которой кранъ сосуда можно закрыть или открыть. Приборъ этотъ весьма тяжелъ и сложенъ, почему употребленіе его при большой глубинѣ затруднительно — несравненно проще и удобнѣе приборъ, который употреблялъ Хагенъ для опредѣленія степени мутности морской воды въ бухтѣ Яде, на различныхъ глубинахъ и при различныхъ высотахъ приливовъ и отливовъ. Приборъ этотъ, представленный на чертежѣ 68, состоитъ изъ жестянаго цилиндрическаго сосуда высотой 8 дюйм. и діаметромъ 4 дюйма съ крышкой и дномъ. Въ крышкѣ находится отверстіе, закрываемое снизу клапаномъ, къ которому прикрѣплены два короткихъ стержня, одинъ идущій вверхъ, другой внизъ, направляющіе движеніе клапана. На оконечности верхняго стержня находится ушко, посредствомъ котораго весь приборъ подвѣшивается къ шнурѣ, къ дну же прибора, посредствомъ другаго ушка, прикрѣпляется на веревочкѣ грузъ, служащій для погруженія прибора. Къ верхнему стержню прикрѣплена пружина, имѣющая стремленіе открыть кла-

пань, но, такъ какъ весь приборъ и нижній грузъ висятъ на клапанѣ, и вѣсь ихъ превосходитъ силу пружины, то она начинаетъ дѣйствовать и открываетъ клапанъ только тогда, когда нижній грузъ перестаетъ тянуть приборъ книзу, т. е. когда этотъ грузъ встрѣтитъ дно моря. При употребленіи прибора, нижній грузъ подвѣшиваютъ соответственно той глубинѣ, на которой хотятъ зачерпнуть воду, и приборъ погружаютъ вертикально. Какъ только грузъ коснется дна, пружина откроетъ клапанъ, и сосудъ начинаетъ наполняться водою, причемъ шнуръ натягивается все сильнѣе и сильнѣе до тѣхъ поръ, пока сосудъ не наполнится весь водою, и тогда его поднимаютъ; при подъемѣ же прибора грузъ снова начинаетъ дѣйствовать и клапанъ закрывается.

Въ бухтѣ Яде Хагенъ зачерпывалъ воду на поверхности и на глубинѣ 24 фут. (6 фут. отъ дна). Наблюденія его показали, что на этой глубинѣ содержаніе мути въ бухтѣ Яде увеличивалось отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{3}$, сравнительно съ содержаніемъ мути на поверхности воды, и что вода была наиболѣе мутною въ первые часы прилива, въ особенности при западныхъ вѣтрахъ.

Подобные же результаты получались въ нижней части Эльбы *).

Опредѣливши количество мути или ила по вѣсу, полезно для большей наглядности рассчитать это количество по объему. Изъ опытовъ Хагена оказывается, что 1 граммъ высушеннаго ила представляетъ на днѣ моря видъ грязи объемомъ въ 0,05 англ. куб. дюйма. Въ бухтѣ Яде, содержаніе мути по объему составляетъ отъ 0,01 до 0,035 процента. При каждомъ отливѣ и послѣ каждой бури, нѣкоторое количество мути осаждается на днѣ, и тѣмъ больше, чѣмъ долѣе будетъ находиться вода въ относительно спокойномъ состояніи. Если примемъ, что въ бухтѣ Яде, послѣ каждого отлива, осаждается только четвертая часть наименьшаго количества мути, т. е. 0,000025 фута на каждый футъ глубины, или 0,00075 фут. на всѣ 30 фут., глубины моря, то въ теченіи года, послѣ 705 отливовъ, долженъ осѣсть слой въ 0,53 фут.

Исслѣдованія, произведенныя въ нашихъ портахъ, даютъ слѣдующія цифры:

Песокъ, образующій берегъ и верхній слой дна въ Либавскомъ портѣ, отличается относительною чистотою, бѣлизною и необыкновенною измелеченностью. На ситѣ въ 900 отверстій на 1 квадратномъ сантиметрѣ онъ не даетъ никакого остатка, между тѣмъ какъ хорошіе

*) По наблюденіямъ Хюббе.

сорта цемента даютъ до 20%. Песокъ этотъ чрезвычайно легко перемѣщается вѣтромъ и водою, и въ послѣдней поддерживается долго въ видѣ мути и притомъ въ весьма значительномъ количествѣ. Исслѣдованія 1879 г. надъ водою, зачерпанной послѣ бури, т. е. тогда, когда вода уже нѣсколько успокоилась, дали по вѣсу на 1 часть воды до 0,0034 частей твердыхъ частицъ мути. Муть эта состоитъ главнымъ образомъ изъ песка съ нѣкоторою примѣсью органическихъ веществъ. Среднее содержаніе мути послѣ бурь составляетъ 0,0019 по вѣсу, принималъ же вѣсъ 1 куб. фута воды = 1,74 пуда и песка 3,5 пуда, получимъ по объему отношеніе количества мути къ единицѣ объема воды въ 0,0009. По сравненію съ приведенною выше цифрою 0,00035, для бухты Яде, количество мути въ Либавѣ почти въ три раза больше. Этимъ объясняется то сильное обмелѣніе, которому подверженъ Либавскій портъ. Именно, глубина, доводимая землечерпаніемъ къ осени до 17—18 футовъ, въ теченіи зимнихъ мѣсяцевъ уменьшается отложеніемъ наносовъ до 13, даже 11 ф. Были примѣры уменьшенія глубины на 3 фута послѣ одной сильной бури*). По изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ Маріуполѣ, найдено, что морская вода становится мутною отъ поднимаемаго со дна ила. Слѣдующая таблица показываетъ содержаніе мути въ водѣ по объему полусухаго ила въ Маріуполѣ.

№№ образ- чиковъ.	Состояніе вѣтра.	Отношеніе объ- ема полусухаго ила къ объему зачерпанной воды.	П Р И М ъ Ч А Н І Я.
1	Свѣжій SW.	0,00018	Вода взята съ поверхности близъ берега.
2	» »	0,00011	Тоже.
3	Средній NO.	0,000021	Вода взята съ поверхности въ 1 верстѣ отъ устья Кальміуса.
4	» »	0,000044	Вода взята съ поверхности въ 4 ¹ / ₂ верстахъ отъ берега, противъ Домахи при сильномъ волненіи.
5	Сильн. SW.	0,000193	Вода взята съ поверхности въ 1 верстѣ отъ берега противъ станціи желѣзной дороги.
6	Легкій N.	0,000021	Вода взята въ 1 верстѣ отъ берега противъ устья Кальміуса.
7	Свѣжій O.	0,000114	Вода взята съ поверхности на 600 саж. отъ берега противъ сада Чебаненни.
8	Сильный O.	0,00475	У сваи № 6, ¹ / ₂ фута выше дна.
9	Свѣжій O.	0,00017	Тамъ же, съ поверхности.
10	» »	0,00032	Тамъ же на 1 футъ выше дна.

*) Эти данныя относятся къ тому виду порта, который онъ имѣлъ до устройства волнолома и продолженія южнаго портового мола.

Въ различныхъ мѣстахъ противъ Маріуполя были погружены на дно моря, при глубинахъ 7, 10 и 12 футовъ, квадратные желѣзные ящики по 0,17 саж. въ сторонѣ, высотой въ 0,065 и 0,16 саж., съ квадратными въ 0,06 саж. отверстиями на верхнихъ крышкахъ. Послѣ сильныхъ вѣтровъ, О-выхъ и SSW-выхъ, ящики вынимались, причемъ въ нихъ всегда оказывался жидкій иль слой на днѣ толщиной отъ 0,04 до 0,14 саж. Этотъ опытъ указываетъ, что волненіемъ, при глубинѣ дна отъ 7 до 12 футовъ, происходитъ движеніе ила, составляющаго здѣсь морское дно.

Мутность морской воды и отложеніе мути, когда вода успокоится, составляетъ одно изъ наиболѣе вредныхъ явленій, съ которыми приходится бороться, для поддержанія въ портѣ постоянной, для судоходства необходимой, глубины. Дюнные, пологіе берега представляютъ въ этомъ отношеніи условія весьма невыгодныя для устройства портовъ. Въ такомъ положеніи находятся всѣ порты Голландіи и Бельгіи и большая часть портовъ океана во Франціи. Для изслѣдованія вопроса о наилучшемъ устройствѣ портовъ на дюнныхъ песчаныхъ берегахъ былъ въ 1870 году объявленъ бельгійскимъ королемъ конкурсъ съ преміею въ 20.000 франковъ за лучшій проектъ глубокаго порта на пологомъ песчаномъ берегу. Назначенной преміи удостоился инженеръ Де-Мей собственно, не за проектъ порта, а за сочиненіе по изслѣдованію береговъ Бельгіи, въ которомъ доказывается, что всѣ мѣры къ предупрежденію обмелѣнія такихъ портовъ и складыванія въ нихъ наносовъ слѣдуетъ всегда считать паліативами, дѣйствующими непродолжительное время и требующими постояннаго возобновленія.

Соленость морской воды и удѣльный вѣсъ ея зависятъ какъ отъ мѣстной средней годовой температуры, имѣющей вліяніе на большее или меньшее испареніе воды, а слѣдовательно и на концентрацію солей, такъ и отъ рѣкъ, впадающихъ въ море и изливающихъ большую или меньшую массу прѣсной воды. Въ океанахъ, гдѣ приливы и отливы обуславливаютъ постоянное движеніе воды, соленость и удѣльный вѣсъ ея одинаковы на поверхности и на глубинѣ; въ средиземныхъ же моряхъ вода на днѣ обыкновенно соленѣе, нежели на поверхности, въ особенности вблизи рѣкъ, изливающихъ въ море большую массу прѣсной воды.

Удѣльный вѣсъ морской воды слѣдующій:

Въ Средиземномъ морѣ (средній) . . .	1,0289
Въ Атлантическомъ океанѣ (50° 25' сѣ- верной широты).	отъ 1,0209 до 1,0285
Въ Нѣмецкомъ морѣ	„ 1,020 „ 1,028
Въ Черномъ морѣ	„ 1,0114 „ 1,0209
Въ Балтійскомъ морѣ	„ 1,0003 „ 1,0232 *)

Эти цифры показываютъ, что наибольшая концентрація солей имѣется въ Средиземномъ морѣ, что объясняется сильнымъ испареніемъ воды съ поверхности этого моря; меньшая соленость воды Балтійскаго и Чернаго морей обусловлена большой массой прѣсной воды, втекающей въ эти моря изъ значительнаго количества много-водныхъ рѣкъ.

Главныя составныя части морской воды суть:

Поваренная соль (въ Океанахъ и Средизем- номъ морѣ).	отъ 2,5 до 2,7%
Глауберова соль	ОКОЛО { 0,5 } %
Сѣрноокислая магнезія	
Хлористый магній	

Хлористыя соли кальція и калия, соли брома и іода и другія, нѣкоторыя изъ нихъ въ самомъ ничтожномъ количествѣ, другихъ же только слѣды и вообще всѣхъ вмѣстѣ меньше 0,15%

Окись водорода (вода) отъ 95,85 до 95,65

100 — 100

Болѣе подробныя и химическія анализы морской воды были сдѣланы Бульономъ, Лагранжемъ, Фогелемъ, Марсѣ и Швюцеромъ, результаты которыхъ видны въ слѣдующей таблицѣ:

*) Эта цифра получена въ Зундскомъ проливѣ и въ Бельтахъ при вѣтрахъ вгоняющихъ воду изъ Нѣмецкаго моря въ Балтійское.

Анализъ морской воды различныхъ химиковъ.	Гасконскій заливъ около Байоны.	Фр. берегъ Средиземнаго моря.	Фр. берегъ Средиземнаго моря.	Атлантическій океанъ; сѣверъ.	Ламаншъ.
Составныя части.	Bouillon Lagrange Vogel.	Bouillon Lagrange Vogel.	Laurent.	Marcet.	Schwutzer.
Хлористый натръ (поваренная соль)	25,10	25,10	27,22	26,60	27,06
Сѣрнокислая магнезія	5,78	6,25	7,02	0	2,29
Водн. хлористая магнезія.	3,50	5,25	6,14	5,15	3,66
Сѣрнокислая известь	0,15	0,15	0,10	0,15	1,41
Сѣрнокислый натръ	0	0	0	4,66	0
Водн. хлористый кали	0	0	0,01	1,23	0,76
Водн. хлористая известь.	0	0	0	0	0
Углекислая известь	0,20	0,15	0,20	0	0,03
Углекислый газъ	0,23	0,11	слѣды.	0	слѣды.

Составъ воды Азовскаго моря въ ‰-ахъ, по анализу, сдѣланному Технологомъ Шполявскимъ, слѣдующій:

Хлористаго натра	0,96583
Хлористаго калия	0,01279
Хлористаго магнія	0,08870
Бромистаго магнія	0,00035
Сѣрнокислой извести	0,02879
Сѣрнокислой магнезіи	0,07642
Двууглекислой извести	0,00221
Двууглекислой магнезіи	0,01286
Органическихъ веществъ	слѣды

Всего солей. 1,18795‰

Удѣльный вѣсъ при 14° R. 1,00097

Сравненіе этихъ цифръ съ удѣльными вѣсами водъ Чернаго, Балтійскаго и Средиземнаго морей указываетъ на ничтожную соленость воды Азовскаго моря.

Замерзаніе морской воды зависитъ не только отъ температуры окружающаго воздуха, но и отъ степени солености и мутности воды.

Прѣсная и мутная вода замерзаетъ при болѣе высокой температурѣ, чѣмъ вода соленая и чистая; кромѣ того, на замерзаніе воды имѣетъ вліяніе волненіе и постепенность или внезапность наступленія морозовъ. Вода, находящаяся постоянно въ движеніи, труднѣе замерзаетъ, чѣмъ вода спокойная, и постепенное, медленное пониженіе температуры воздуха, сопровождаемое постепеннымъ-же охлажденіемъ воды, что при незначительной глубинѣ моря происходитъ довольно быстро во всей массѣ воды, покрываетъ воду сразу толстымъ слоемъ льда при температурѣ—8°, даже при—5° R. При быстромъ же наступленіи мороза, вода не успѣваетъ охладиться, почему, при температурѣ, доходящей до—10° R., море долго еще не будетъ покрываться льдомъ, а именно до тѣхъ поръ, пока вода на днѣ не получитъ температуры, соотвѣтствующей наибольшей ея плотности. При малой толщинѣ ледяной коры, течение и волненіе легко ее разбиваютъ, и если при этомъ вода въ портѣ идетъ на убыль, то происходитъ ледоходъ, уносящій ледъ въ море.

Вслѣдствіе относительной трудности замерзанія морской соленой воды, находящейся притомъ почти всегда въ движеніи, замерзаніе порта отъ покрытія его мѣстнымъ льдомъ не причиняетъ особенно большаго вреда судоходству; наносный же ледъ, который нагромождается иногда въ портѣ большими массами, примерзая и покрывая сразу воду толстымъ слоемъ льда, закрываетъ судоходство на продолжительное время. Наносный ледъ образуется или вслѣдствіе отрыванія волненіемъ отъ берега отдѣльныхъ льдинъ, или снѣгомъ, который, падая въ море, образуетъ на его поверхности толстый слой сплотеннаго снѣга, легко передвигаемаго вѣтромъ и волненіемъ, который, замерзая, даетъ сразу толстую ледяную кору.

Всѣ наши порты хотя и покрываются мѣстнымъ льдомъ, но этотъ ледъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ прекращаетъ движеніе въ нихъ; совершенно иное дѣйствіе производитъ наносный ледъ: онъ прекращаетъ навигацію во многихъ портахъ на весьма продолжительное время.

Доказательствомъ этого можетъ служить зимнее сообщеніе, поддерживаемое между Стокгольмомъ и Гангэ.

Прекращеніе этого сообщенія, во время очень холодныхъ зимъ, происходитъ всегда вслѣдствіе того, что у мыса Гангэуддъ наносный ледъ, прибываемый съ Балтійскаго моря, покрываетъ поверхность

воды сразу толстою корою на значительномъ пространствѣ, такъ что судно не можетъ, даже и при помощи ледокола, подойти къ берегу. При подходѣ же къ Стокгольму путь, на протяженіи свыше 50 верстъ, идетъ шхерами между островами, гдѣ наноснаго льда нѣтъ, но гдѣ море покрывается собственнымъ льдомъ; ледъ этотъ, во все время существованія зимняго сообщенія съ Гангэ (около 20 лѣтъ), ни разу еще не былъ причиною прекращенія этого сообщенія. На этомъ пути посредствомъ ледокола поддерживается постоянно, когда Гангэуддъ доступенъ, открытый каналъ, который хотя и покрывается тонкимъ слоемъ льда, но легко расчищается при движеніи судна.

Въ Петербургѣ наносный ледъ Невы и Ладожскаго озера, оставливаясь въ Невской губѣ и примерзая, закрываетъ навигацію болѣе чѣмъ на 5 мѣсяцевъ.

Въ Ревелѣ судоходство продолжается гораздо дольше и прекращается лишь при накопленіи льда, приносимаго съ береговъ Финляндіи и съ Аландскихъ острововъ, сѣверозападными вѣтрами.

Въ Ригѣ судоходство зимою прекращается, главнымъ образомъ, вслѣдствіе наноснаго льда, нагромождающагося у мыса Домеснесъ и закрывающаго выходъ изъ Рижскаго залива въ Балтійское море.

Вслѣдствіе наноснаго же льда прекращается судоходство и въ другихъ портахъ Балтійскаго моря и сѣвернаго побережья Чернаго и Азовскаго морей, причемъ, изъ портовъ Балтійскаго моря, Либава находится въ наивыгоднѣйшихъ условіяхъ, ибо въ ней наносный ледъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ примерзаетъ; при дѣйствіи вѣтровъ SW, W и NW-выхъ, нагоняющихъ къ берегу наносный ледъ, происходитъ повышение температуры, сопровождаемое оттепелью, при дѣйствіи же вѣтровъ O-выхъ и NO-выхъ, сопровождаемыхъ пониженіемъ температуры и иногда весьма сильными морозами, наносный ледъ, прежде накопившійся у берега и неуспѣвшій примерзнуть, въ рыхломъ видѣ уносится въ море.

Въ Одессѣ, Николаевѣ, Мариуполѣ, Ростовѣ на Дону и другихъ портахъ сѣвернаго побережья Чернаго и Азовскаго морей, наносный ледъ закрываетъ зимою судоходство, но на относительно непродолжительное время.

Порты Кавказскаго побережья вовсе не замерзаютъ, и бываютъ открыты круглый годъ.

Изъ собранныхъ свѣдѣній получены слѣдующія данныя о замерзаніи нашихъ портовъ.

1) *Кронштадтъ*, съ 1813 по 1885 годъ среднее число судоходныхъ дней въ году 209, время замерзанія бываетъ обыкновенно во второй половинѣ ноября, а вскрытія во второй половинѣ апрѣля.

2) *Петербургъ*, съ 1877 по 1885 годъ имѣлось въ среднемъ 189 судоходныхъ дней, время замерзанія бываетъ въ послѣднихъ числахъ октября (около 1 ноября), а вскрытія въ срединѣ апрѣля.

3) *Ревель*, за время съ 1858 по 1887 годъ судоходство въ среднемъ прекращалось ежегодно въ теченіи 30 дней; наибольшая же пріостановка его въ 118 дней была зимою 18 $\frac{70}{71}$ года; въ зимы 18 $\frac{58}{59}$, 18 $\frac{62}{63}$, 18 $\frac{63}{64}$, 18 $\frac{66}{67}$, 18 $\frac{73}{74}$, 18 $\frac{77}{78}$, 18 $\frac{81}{82}$ и 18 $\frac{86}{87}$ годовъ портъ вовсе не покрывался льдомъ.

4) *Рига*. За періодъ съ 1877 по 1886 годъ въ среднемъ имѣлось 225 судоходныхъ дней ежегодно. Самый ранній ледоходъ за это время былъ 12 октября 1880 г., а самый поздній 7 декабря 1877 г. Самое раннее вскрытіе—5 марта 1882 г., и самое позднее 13 апрѣля 1883 г. Въ среднемъ можно принять для замерзанія начало ноября, а для вскрытія конецъ марта.

5) *Либава*. Вслѣдствіе сравнительно высокой температуры зимнихъ мѣсяцевъ, ледъ мѣстнаго образованія, не достигаетъ большой толщины, а вслѣдствіе благопріятнаго очертанія берега и благопріятнаго направленія господствующихъ вѣтровъ, наносный ледъ не задерживается долго, рѣдко смерзается и скоро возвращается въ море. Хотя и можно принять, что гавань въ среднемъ бываетъ покрыта льдомъ съ половины января до половины марта, но ледъ этотъ не представляетъ препятствія для судоходства, въ особенности съ того времени (съ 1874 года), когда городомъ приобрѣтенъ буксирный пароходъ, который, буксируя суда въ портъ, играетъ вмѣстѣ съ тѣмъ роль ледокола; а потому Либавскій портъ можно считать почти вовсе не замерзающимъ, и если онъ въ исключительныхъ случаяхъ (разъ въ нѣсколько лѣтъ) бываетъ закрытъ льдомъ, то всего на 5—8 дней. Съ 1877 и по 1887 годъ судоходство прекращалось: въ 1880 г. одинъ день, 13 февраля, въ 1883 г. четыре дня, 17 и 27 февраля и 11 и 16 марта, въ 1886 г. была особенно

суровая зима, гавань и море покрылись наноснымъ льдомъ, который смерзся и закрылъ судоходство съ 21 февраля по 3-е марта; въ 18⁹²/₉₃ году, когда зима была необыкновенно сурова, Лябавскій портъ былъ закрытъ льдомъ болѣе двухъ недѣль.

Въ остальные года судоходство во все время не прекращалось.

6) *Одесса*. Замерзаніе порта наступаетъ обыкновенно въ началѣ декабря, а окончательное вскрытіе бываетъ въ концѣ февраля, но въ теченіи всего этого времени бываетъ нѣсколько вскрытій и ледоходовъ и, вслѣдствіи тонкаго слоя льда, которымъ покрывается Одесскій заливъ, сообщеніе порта съ моремъ почти всегда открыто.

7) *Николаевъ*. За періодъ съ 1870 по 1881 годъ имѣлось въ среднемъ ежегодно 285 судоходныхъ дней. Самое раннее замерзаніе за это время было 25 ноября, а самое позднее 6 января; самое же раннее вскрытіе было 11 февраля, а самое позднее 27 марта. Въ среднемъ же, для Николаева можно принять время замерзанія 13 декабря, а вскрытія—3 марта.

8) *Мариуполь*. За періодъ съ 1878 по 1882 годъ въ среднемъ имѣлось ежегодно 264 судоходныхъ дня, причемъ можно принять, что замерзаніе порта наступаетъ въ концѣ ноября и вскрытіе въ первой половинѣ марта. Самое раннее замерзаніе за это время было 24 ноября и самое позднее 18 ноября. Самое раннее вскрытіе 23 февраля, самое позднее 8 апрѣля.

9) *Таганрогъ*. За этотъ же періодъ времени, т. е. съ 1878 по 1882 годъ, имѣлось въ среднемъ 258 судоходныхъ дней ежегодно, причемъ портъ обыкновенно замерзаетъ въ концѣ ноября и вскрывается въ половинѣ марта. Самое раннее замерзаніе было 22 ноября, самое позднее 6 декабря. Самое раннее вскрытіе 28 февраля, самое позднее 6 апрѣля.

10) *Ростовъ на Дону*. Въ теченіи десяти лѣтъ, съ 1876 по 1886 годъ, среднее число судоходныхъ дней въ году было 254. Начало ледохода бываетъ всегда въ концѣ ноября, а полное вскрытіе въ половинѣ марта. Самый ранній ледоходъ былъ 10 ноября, самый поздній 30 декабря, самое раннее вскрытіе 18 февраля, самое позднее 5 апрѣля.

11) Въ портахъ Кавказскаго побережья и Крымскаго полуострова, въ Севастополѣ, Ялтѣ, Феодосіи, Новороссійскѣ, Поти и Батумѣ

судоходство открыто круглый годъ, и въ нихъ льда никогда не бываетъ за исключеніемъ Феодосіи, въ которой наносный ледъ изъ Керченскаго пролива иногда нагоняется и прекращаетъ навигацію лишь на весьма непродолжительное время.

Для возможности поддержанія судоходства болѣе продолжительное время, въ портахъ замерзающихъ необходимо имѣть ледоколы, то есть пароходы особой конструкціи, которые, находясь всегда подъ парами, могли-бы двигаться въ портъ и, разбивая при этомъ ледъ, не давать ему образоваться толстой корой. Приобрѣтеніе такихъ пароходовъ для Либавы, Одессы, Николаева и для другихъ портовъ, несомнѣнно окажетъ громадную услугу нашей отпускной хлѣбной торговлѣ, которая нынѣ сосредоточена въ названныхъ портахъ въ зимнее время, когда Петербургъ и другіе отпускные порты, вовсе закрыты для судоходства.

Г Л А В А VIII.

Дѣйствіе морской воды на строительные матеріалы.—Разрушеніе металловъ въ морской водѣ (жельза, чугуна и мѣди).—Предохраненіе металловъ отъ разрушительнаго дѣйствія морской воды.—Дѣйствіе морской воды на камни: сверлящія раковины (фолады).—Дѣйствіе морской воды на растворы.—Издѣдованія Вика (Vicat).—Растворы изъ естественныхъ гидравлическихъ известей (Ардешская известь — Тейль,) изъ цементовъ Портландскихъ и Романскихъ и изъ Пудцоланъ (Римской, Санторинской земли и Трасса).—Дѣйствіе морской воды на дерево.—Морской шашень (*Limnoria terebrans* и *Teredo navalis*).—Средства для предохраненія дерева отъ дѣйствія шашня: набивка гвоздей, креозотированіе, обшивка мѣдью и цинкомъ.—Попытки пропитыванія дерева нефтью.—Породы деревъ не подверженныя дѣйствію шашня.—Условія, при которыхъ морской шашень можетъ существовать въ водѣ.

Строительные матеріалы, употребляемые для возведенія портовыхъ сооружений, подвергаясь дѣйствію морской воды, часто разрушаются, причемъ разрушеніе это происходитъ или отъ механическаго дѣйствія воды, ударомъ или теченіемъ, или отъ химическаго дѣйствія кислотъ, находящихся въ водѣ, или отъ дѣйствія животныхъ, раковинъ и моллюсковъ, сверлящихъ матеріалы, производя этимъ ихъ разрушеніе.

Изъ металловъ наиболѣе сильно разрушается чугунъ, затѣмъ желѣзо, а менѣе всего мѣдь и бронза. По опытамъ Ренни, чугунъ, пролежавшій 70 часовъ въ морской водѣ, теряетъ $\frac{1}{3307}$ часть своего вѣса, желѣзо при тѣхъ же условіяхъ теряетъ $\frac{1}{6640}$, а бронза $\frac{1}{10000}$.

Чугунъ, окисляясь въ морской водѣ, превращается съ поверхности въ графитообразную массу, которую легко отдѣлить ножомъ, даже ногтемъ. Это замѣчалось на старыхъ чугунныхъ орудіяхъ, пролежавшихъ въ водѣ около 30 лѣтъ.

Въ Марсели, чугунныя части основанія поворотнаго моста Saint-Jean, пролежавшія въ водѣ 25 лѣтъ, совершенно были разрушены.

Стивенсонъ вынулъ въ 1833 году изъ воды чугунныя ядра діаметромъ въ $4\frac{1}{2}$ дюйма, пролежавшія въ водѣ около трехъ столѣтій, которыя потеряли $\frac{3}{4}$ своего первоначальнаго вѣса.

При Бельрокскомъ маякѣ, чугунные рельсы, уложенные въ 1810 году, въ теченіи 50 лѣтъ потеряли половину своей толщины.

Желѣзо, обращаясь подъ вліяніемъ морской воды въ водную окись желѣза, разрушается довольно быстро, такъ какъ присутствіе этой водной окиси способствуетъ дальнѣйшему окисленію металла. Замѣчено однако, что различные сорта желѣза, находясь въ водѣ повидимому въ одинаковыхъ условіяхъ, имѣютъ различную долговѣчность; это происходитъ, вѣроятно, вслѣдствіе различной структуры металла и способа выдѣлки его.

Инженеръ Де-Сессаръ нашель въ Гаврѣ въ 1776 году, что болты основанія королевскаго бассейна, пролежавшіе 100 лѣтъ въ водѣ, почти совершенно сохранились, между тѣмъ какъ имъ положенные болты найдены были въ 1837 г., т. е. спустя 60 лѣтъ, совершенно уничтоженными ржавчиною.

Болты положенные въ основаніе промывнаго бассейна въ Дюнкирхенѣ, положенные въ 1825 году, были совершенно проржавлены въ 1836 г.

Желѣзная обшивка батопортовъ Марсельскихъ доковъ, состоящая изъ прочныхъ прокатныхъ желѣзныхъ листовъ, потеряла $\frac{1}{5}$ часть толщины въ теченіи 20 лѣтъ (желѣзо это было лишь съ одной стороны смочено водою).

Кия четырехъ винтовыхъ пароходовъ, устроенныхъ въ Сеттѣ съ 1849 по 1851 годъ, частью совершенно уничтожены послѣ 8-ми лѣтней службы. Кия эти были сдѣланы изъ литаго, котельнаго желѣза, изогнутаго въ видѣ буквы V, а не изъ одного сплошнаго куска, почему, при прогибѣ, вѣроятно образовались трещины на выпуклой поверхности, въ которыхъ образовалась ржавчина, проникнувшая сразу въ глубь металла.

Бронза и мѣдь подвергается весьма мало разрушенію отъ дѣйствія морской воды. На поверхности этихъ металловъ образуется тонкая пленка окиси, которая прочно связана съ металломъ и не даетъ ему болѣе окисляться. Если же при этомъ дѣйствуетъ гальваническій токъ, то разрушеніе происходитъ болѣе дѣятельно. Во избѣжаніе образованія гальваническаго тока, никогда не слѣдуетъ для подводныхъ частей сооруженій употреблять разнородные металлы въ соприкосновеніи другъ съ другомъ, могущіе вызвать этотъ токъ.

Бываютъ однако случаи быстрого разрушенія этихъ металловъ, осо-

бенно желтой мѣди, листами которой обыкновенно обшиваются подводныя части деревянныхъ судовъ. Окись, образующаяся на поверхности, отрывается водорослями и раковинами, пристающими всегда къ поверхности судна. Для предохраненія въ этихъ случаяхъ мѣдной обшивки отъ окисленія, пробовали примѣнять способъ Дэви, заключающійся въ томъ, что мѣдную обшивку приводятъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ въ соприкосновеніе съ желѣзомъ. При этомъ развивается гальваническій токъ, въ цѣпи котораго желѣзо представляетъ положительный полюсъ и подвергается окисленію, между тѣмъ, какъ мѣдь составляетъ полюсъ отрицательный и не окисляется, а потому и остается цѣлою. Этотъ способъ, однако, неудобенъ тѣмъ, что способствуетъ развитію водорослей на поверхности мѣдной обшивки судна.

Для предохраненія металловъ отъ разрушительнаго дѣйствія морской воды, окрашиваютъ ихъ масляной краской, которая, однако, должна быть часто возобновляема и потому не представляется достаточно надежною. До окраски необходимо обратить вниманіе на то, чтобы окрашиваемыя части были совершенно чисты, безъ ржавчины, въ противномъ случаѣ краска, приставая лишь къ ржавчинѣ, а не къ желѣзу или чугуну, не можетъ предохранить послѣдніе отъ окисленія и разрушенія.

Наиболѣе надежное средство предохраненія желѣза отъ ржавѣнія есть гальванизированіе, т. е. покрытіе его тонкимъ слоемъ цинка. Этотъ способъ возможенъ, однако, лишь для мелкихъ желѣзныхъ подѣлокъ, ибо самая операція гальванизированія производится мокрымъ путемъ, погруженіемъ желѣзныхъ предметовъ въ расплавленный цинкъ, чего нельзя сдѣлать съ желѣзными частями большихъ размѣровъ. Стоимость гальванизированія опредѣляется обыкновенно въ 1 р. на пудъ желѣза.

Камни оказываютъ наибольшее сопротивленіе дѣйствію морской воды, хотя существуютъ нѣкоторыя мягкія породы глинистыхъ сланцевъ, которыя подъ дѣйствіемъ воды размягчаются и превращаются въ жидень. Камни болѣе твердые, преимущественно известняковые, погруженные въ морскую воду, подвергаются иногда нападенію сверлящихъ моллюсковъ: *фоладъ* (камнеточцевъ) и *saxicave rugosa*. Первые нападаютъ не только на известняки, но и на песчаники и глинистые сланцы, вторыя же сверлятъ исключительно

известняки. Фолады камнеточцы, не проникают глубже 4 или 5 дюймовъ отъ поверхности. Отверстія, проточенныя этими мягкотѣлыми, имѣютъ величину не болѣе булавочной головки, но столь близки одинъ къ другимъ, что вся поверхность камня впослѣдствіи истирается, обнажая неповрежденный слой, на который вновь нападаютъ моллюски. Подобныя поврежденія замѣчаемы были въ португальскихъ камняхъ, употребляемыхъ въ англійскихъ портахъ. Для большей безопасности въ томъ случаѣ, когда обнаружится подобное поврежденіе камня сверлящими моллюсками, полезно защитить известковый камень гранитомъ или кремнистымъ песчаникомъ.

Второй рядъ сверлящихъ моллюсковъ *Saxicava rugosa* представляетъ собою раковину о двухъ створкахъ которая гнѣздится въ известнякѣ, сверля въ послѣднемъ глубокия отверстія.

Весьма замѣчательный примѣръ разрушенія камня этими мягкотѣлыми представляютъ колонны развалинъ храма Сераписа въ Пущоли около Неаполя. Храмъ этотъ во II вѣкѣ, вслѣдствіе землетрясенія, былъ погруженъ въ море, гдѣ онъ находился въ теченіи 2-хъ столѣтій, послѣ чего землетрясеніемъ же былъ снова поднятъ изъ воды. Обнаженные, оставшіяся цѣльными колонны, совершенно испещрены кавернами, оставшимися отъ моллюсковъ, гнѣздившихся въ нихъ.

Разрушеніе камня отъ дѣйствія этихъ моллюсковъ происходитъ, однако, медленно, такъ что не имѣетъ вообще практическаго значенія, и естественные камни признаются вообще матеріаломъ вѣчнымъ, не подвергающимся порчѣ отъ дѣйствія морской воды.

Весьма часто, за неимѣніемъ естественныхъ камней, приходится приготавливать ихъ искусственно. Матеріаломъ для этого служить мелкій естественный камень, слѣпляемый въ твердую массу гидравлическимъ или цементнымъ растворомъ; или, иными словами, камни эти дѣлаются или изъ бутовой кладки или изъ бетона.

При выборѣ связывающаго вещества, необходимо обратить вниманіе на то, чтобы оно сопротивлялось дѣйствию морской воды и въ ней не разлагалось.

Гидравлическіе растворы могутъ быть вообще составлены:

- 1) Изъ естественной гидравлической извести.
- 2) Изъ смѣси жирной извести съ естественными цемянками (пущоланами).

- 3) Изъ смѣси жирной извести съ искусственными цемянками.
- 4) Изъ смѣси естественной гидравлической извести съ пуццоланами.
- 5) Изъ естественныхъ цементовъ.
- 6) Изъ искусственныхъ цементовъ.

Всѣ эти смѣси почти одинаково хороши въ надводныхъ постройкахъ, въ подводныхъ же сооруженіяхъ смѣсь изъ жирной извести и искусственной цемянки вовсе не годна, остальные же смѣси, составленныя изъ естественныхъ матеріаловъ или цементовъ, хотя и годятся для подводныхъ морскихъ построекъ, но практика указала на необходимость въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ производить опыты надъ твердѣніемъ этихъ растворовъ въ водѣ, ибо было много примѣровъ, показывающихъ, что растворы совершенно одинаково составленные, давали различныя сопротивленія и степени затвердѣнія не только въ различныхъ моряхъ, но даже въ одномъ и томъ же портѣ.

Французскій химикъ Вика (Vicat) предпринялъ съ 1813 года цѣлый рядъ опытовъ надъ твердѣніемъ известковыхъ растворовъ какъ на воздухѣ, такъ и въ водѣ и нашелъ, что присутствіе аморфнаго кремнезема въ растворѣ даетъ ему гидравлическія свойства. Этотъ аморфный кремнеземъ получается отъ обжиганія глины, или отдѣльно отъ известняка, или находящейся въ самомъ известнякѣ, и обжигаемой вмѣстѣ съ послѣднимъ, или онъ имѣется готовымъ въ природѣ, въ такъ называемыхъ пуццоланахъ, добываемыхъ на вулканическихъ почвахъ, въ Италіи, въ Римѣ и неподалеку отъ Неаполя, въ мѣстечкѣ Пуццола и въ другихъ мѣстахъ. Твердѣніе раствора происходитъ отъ соединенія извести съ кремневою кислотою, причемъ образуется малорастворимое въ водѣ кремневокислое соединеніе извести, свободная же известь на воздухѣ втягиваетъ въ себя углекислоту и образуетъ углекислую известь, нерастворимую въ водѣ.

На основаніи этого Вика указываетъ на то, чтобы искусственные камни приготовляемые на воздухѣ, изъ бетона или кладки на гидравлическомъ растворѣ, и предназначенныя для подводныхъ сооруженій, простояли на воздухѣ до погруженія ихъ въ воду такъ долго, чтобы, хотя бы съ поверхности, успѣла образоваться углекислая известь, которая, будучи нерастворима въ водѣ, предохранила бы внутреннія части камня отъ разрушительнаго дѣйствія морской воды.

Это разрушительное дѣйствіе происходитъ, главнымъ образомъ, вслѣдствіе химическаго соединенія свободной извести, находящейся въ растворѣ, съ сѣрною кислотою, находящейся въ водѣ, (сѣрнокислыя соли калий и натра) причемъ образуется сѣрнокислое соединеніе окиси кальція (гипсъ), растворимое въ водѣ.

Изъ этого вытекаетъ, что разрушеніе гидравлическихъ растворовъ въ морской водѣ зависитъ, главнымъ образомъ, отъ способа приготовленія раствора: въ немъ не должно быть свободной извести, а она должна входить въ растворъ въ такой пропорціи, чтобы вся могла соединиться съ цемянкою (аморфнымъ кремнеземомъ) для образованія малорастворимой въ водѣ кремнекислой окиси кальція.

Разрушенія морскихъ построекъ въ портѣ С-тъ Мало во Франціи въ 1844 навели Вика на мысль подробно изслѣдовать причину этихъ разрушеній, результатомъ чего было констатированіе вредности присутствія въ гидравлическомъ растворѣ свободной извести.

Такъ какъ, по мнѣнію Вика, образованіе на поверхности раствора углекислой извести предохраняетъ растворъ отъ разрушенія, то слѣдовало бы для подводныхъ каменныхъ построекъ отдавать преимущество бетону, погруженному въ деревянный бездонный ящикъ, передъ другими способами подводныхъ кладокъ, при которыхъ поверхность кладокъ остается обнаженною. Деревянные стѣнки бездоннаго ящика, оставаясь подъ водою, къ началу будутъ предохранять кладку отъ непосредственнаго механическаго дѣйствія морской воды и волненія, въ послѣдствіе же, разрушаясь, будутъ доставлять углекислоту, необходимую для образованія на поверхности бетона углекислой извести.

Нельзя, однако, не замѣтить, что заключенія эти не всегда подтверждаются на практикѣ, многія бетонныя и бутовые кладки прекрасно сохранились подъ водою въ морѣ и безъ деревянной стѣнки, въ особенности, если поверхность кладки покрылась водорослями и раковинами, которыя въ нѣкоторыхъ случаяхъ развиваются весьма быстро. Лабораторные опыты надъ прочностью растворовъ въ морской водѣ, къ которымъ постоянно прибѣгалъ Вика, также не всегда могутъ служить основаніемъ для заключенія о степени долговѣчности растворовъ; весьма часто растворы, выдержавшіе дѣйствіе морской воды въ лабораторіи, разлагались въ морѣ, и на оборотъ, море не оказывало никакого дѣйствія на растворы, которые по лаборатор-

нымъ опытамъ признаны были не долговѣчными. Мало того, въ портахъ одного и того же моря, какъ выше замѣчено, растворы оказывались не одинаково прочными, на примѣръ растворы, разлагавшіеся въ С. Мало, Гаврѣ и Ла-Рошелѣ, прекрасно выдерживали дѣйствіе морской воды въ С. Жанъ-де-Люзъ; сложные растворы изъ извести и итальянской пуццоланы, признанные вполне прочными въ Тулонѣ, разлагались въ Алжирѣ и въ портахъ океана.

Всѣ эти кажущіяся несообразности происходятъ отъ совокупности различныхъ причинъ: неодинаковыхъ условій, въ которыхъ находятся растворы въ лабораторіи и въ морѣ, скорости развитія водорослей и раковинъ, большаго или меньшаго притока свѣжей воды, различной температуры, а самое главное, отъ неоднородности цемента при большихъ поставкахъ и въ растворѣ большихъ массъ. Эта неоднородность весьма ощутительна въ естественныхъ цементахъ, приготовляемыхъ обжиганіемъ цементныхъ камней, гдѣ отношеніе извести и глины (цемянки) во всей массѣ камня рѣдко бываетъ однообразно. Тоже замѣчается въ пуццоланныхъ растворахъ, въ которыхъ, кромѣ трудности составленія надлежащей смѣси извести и пуццоланы, необходимо ~~перемѣшивать~~ перемѣшивать и растирать эту смѣсь до совершенно однородной массы, въ которой составныя части могутъ оказывать другъ на друга химическую реакцію. Искусственные цементы, достигаютъ наибольшаго совершенства, ибо они приготавливаются изъ составныхъ частей, въ такой пропорціи, какая необходима для полученія кремнекислой извести во всей массѣ, безъ присутствія свободной извести. Перемѣшиваніе этихъ составныхъ частей производится при большей измельченности ихъ, достигаемой отмучиваніемъ въ водѣ и растираніемъ на мельницахъ, особо для этого устроенныхъ, а потому получается болѣе однородная масса, чѣмъ при приготовленіи естественнаго цемента и цемяночныхъ (поццоланныхъ) растворовъ.

Изъ всѣхъ естественныхъ гидравлическихъ известей наиболѣе извѣстна, какъ годная для морскихъ подводныхъ работъ, *Тейльская известь* (chaux du Theil), добываемая во Франціи въ Ардешскомъ департаментѣ, въ ломкахъ Lafarge, близъ Роны. Гидравлическія свойства известь эта имѣетъ вслѣдствіе содержанія большаго количества кремнезема; камень, изъ котораго она получается, содержитъ кремнезема въ 10 разъ больше, чѣмъ глинозема.

Химическій составъ этого камня (Тейльскаго известняка).

Извести	46,3
Окиси желѣза	0,7
Кремнезема (кварцеваго песку и глины).	15,0
Угольной кислоты и воды	37,6
Потеря при анализѣ	0,4
	100,0

Послѣ обжига, тейльская известь содержитъ:

Извести	65,1 — 78,29	
Окиси желѣза	слѣды	
Кремнезема	20,5 — 18,20	} 21,71
Глинозема	13,8 — 1,80	
Кварцеваго песку	„ — 1,71	
Магнезиі	0,58 — „	
Потеря при анализѣ	0,02 — „	
	100,00 — 100,00	

Тейльскую известь употребили въ первый разъ для морскихъ работъ въ 1832 году въ Средиземномъ морѣ, съ 1852 года ее стали употреблять и въ портахъ Окрана, послѣ чего она получила очень большое распространеніе при работахъ въ Марсели, Тулонѣ, Алжирѣ, Портъ-Вандрѣ, Сеттѣ, Бастиі, Каннѣ, Венеціи, Портъ-Сайдѣ, Триестѣ и проч., и у насъ въ Поті.

Растворы изъ этой извести были въ слѣдующихъ пропорціяхъ на 1 куб. саж. раствора.

		По объему около	
1) въ Триестѣ	растворъ.	} (1 : 2 ³ / ₄)*	
			{ 189,10 пуд. извести
			{ 1 куб. саж. песку
2) въ Венеціи	растворъ.	} (1 : 2)	
			{ 244 пуда извести
			{ 1 куб. саж. песку
	бетонъ.	}	
			{ 2 части гравія
		{ 1 часть раствора	

*) 1 часть извести на 2³/₄ части песку.

По объему
около.

- 3) въ Марсели
- | | | | |
|---------|---|---|--------------------------------------|
| раств. | { 213,5 пуда извести
1 куб. саж. песку | } | (1 : 2 ¹ / ₂) |
| бетонъ. | { 2 части щебня
1 часть раствора | | |
- 4) въ Байоннѣ
- | | | | |
|---------|---|---|--------------------------------------|
| раств. | { 201 пудъ извести
1 куб. саж. песку | } | (1 : 2 ¹ / ₂) |
| бетонъ. | { 2 части щебня
1 часть раствора | | |
- 5) въ Сеттѣ растворъ (1 : 2)
- | | |
|---------|-------------------------------------|
| бетонъ. | { 2 части щебня
1 часть раствора |
|---------|-------------------------------------|
- 6) въ Венеціи
- | | | | |
|---------|---|---|--------------------------------------|
| раств. | { 200 пуд. извести
1 куб. саж. песку | } | (1 : 2 ¹ / ₂) |
| бетонъ. | { 3 части гравія
2 части раствора | | |

У насъ при постройкѣ Потійскаго порта употреблена была Тейль-ская известь, которая дала весьма хорошіе результаты.

Бетонъ приготовленный изъ этой извести, былъ двухъ сортовъ.

№ 1 (изъ 1 части извести, 1¹/₂ частей песку и 2¹/₄ частей гравія, все по объему) для частей сооружений, менѣе подверженныхъ разрушительному дѣйствию моря;

и № 2 (изъ 1 части извести, 1¹/₂ частей песку и 1 части щебня) для частей подверженныхъ большому разрушительному дѣйствию волнъ и для подводныхъ частей.

Цѣна Тейльской извести въ Марсели около 12 коп. за пудъ.

Естественныя цемьянки (пуццоланы), употребляемыя въ смѣси съ жирною или слабогидравлическою известью для морскихъ работъ, суть:

Римская пуццолана, Санторинская земля и трассъ.

Химическій составъ ихъ слѣдующій:

	Римская пуццолана.	Санторин- ская земля.	Трассъ.
Кремнеземъ	0,445	0,570	0,6735
Глиноземъ	0,150	0,120	0,1325
Известь	0,088	0,026	0,0319
Магнезія	0,047	0,010	0,0153
Окись желѣза	0,120	0,050	0,0491
Кали	0,014	0,070	0,0432
Натръ	0,040	0,010	0,0402
Вода	0,092	0,096	0,0143
Потера при анализѣ	0,004	0,048	—
Итого	1,00	1,00	1,00

Вслѣдствіе содержанія большаго количества кремнезема, матеріалы эти въ смѣси съ жирною или слабо гидравлическою известью придаютъ послѣднимъ гидравлическія свойства.

Римская пуццолана, добываемая близъ Рима въ Италіи въ пещерахъ неподалеку отъ Собора Св. Павла, имѣетъ видъ красновато-фіолетоваго порошка.

Въ дѣлѣ она должна быть совершенно мелко измолота, такъ какъ въ видѣ даже мелкаго песка она не производитъ химическаго дѣйствія на известь и не придаетъ ей гидравлическихъ свойствъ.

Въ Италіи этотъ матеріаль употребляется повсемѣстно какъ на надводныя, такъ и на подводныя работы, онѣ сопротивляется хорошо дѣйствію морской воды, но не выдерживаетъ мороза.

Обыкновенный растворъ изъ Римской пуццоланы, какъ его готовятъ въ Италіи, состоитъ изъ 1 части жирной извести и 2 частей пуццоланы по объему, для приготовленія же бетона берутъ на 1 часть раствора отъ 3 до 3¹/₃ частей щебня или на 1 часть извести 2 части пуццоланы и 3 части щебня. Песку при этомъ вовсе не прибавляютъ.

Въ Одессѣ при постройкѣ порта была употреблена Римская пуццолана для подводныхъ частей сооружений, не подверженныхъ дѣйствію мороза, причемъ для полученія 1 куб. саж. бетона употреблено

было 350 пуд. Римской пуццоланы *), 0,45 куб. саж. жирной извести, 0,92 куб. саж. Аккерманскаго камня, 1 бочка прѣсной воды.

Что по объему составляетъ:

1 часть пуццоланы, 1 часть жирной извести, 2 части Аккерманскаго камня.

Стоимость Римской пуццоланы въ Одессѣ и въ портахъ Чернаго моря вообще очень невысока, около 15 коп. за пудъ, такъ какъ она привозится балластомъ судами, приходящими за хлѣбомъ.

Пуццолана, добываемая въ другихъ мѣстахъ Италіи, имѣетъ только мѣстное потребленіе, а въ предѣлахъ Италіи не вывозится.

Санторинская земля, добываемая на островѣ Санторинѣ въ Греческомъ Архипелагѣ, есть ничто иное какъ вулканическая зола, извѣстная издавна въ Турціи и въ Греціи. Въ Европѣ этотъ строительный матеріалъ получилъ извѣстность въ началѣ 40-хъ годовъ, когда инженеромъ Гейдеромъ онъ употреблялся на работахъ въ Триестѣ, Венеціи и Фіуме.

Санторинская земля представляетъ видъ сѣро-бѣловатаго порошка, пероховатаго на ощупь, ~~содержитъ много кремнезема~~ и много известковыхъ зеренъ отъ морскихъ панцирныхъ инфузорій.

Химическій составъ:

Кремнезема	0,67
Извести	0,03
Магнезіи	0,015
Глинозема	0,13
Окиси желѣза	0,05
Потери при анализѣ	0,105
	1,000

Для приготовленія раствора берутъ по объему обыкновенно 1 часть жирной гашеной извести 3 части Санторинской земли. Если землю эту просѣять чрезъ мелкое сито, то получается матеріалъ, дающій болѣе энергично дѣйствующій растворъ, но зато цѣна его будетъ нѣсколько дороже.

При работахъ Триестскаго и Фіумскаго портовъ, растворъ составлялся въ слѣдующихъ пропорціяхъ:

Въ Триестѣ, на 1 часть песку 4 части гашеной извести, 10,5 частей Санторинской земли.

*) Въсь 1 куб. фут. пуццоланы 2 п. 5 ф.

Въ Фіуме, на 1 часть мелкаго песку 5 частей гашеной извести, 13 частей Санторинской земли.

У насъ употребленіе Санторинской земли извѣстно въ Керчи, гдѣ ее можно имѣть по цѣнѣ отъ 30 до 60 рублей за кубич. сажень, какъ балластъ, привозимый судами, идущими въ Азовскіе порты за хлѣбомъ.

Въ Греціи и въ Турціи этотъ матеріаль употребляется повсемѣстно, также какъ пуццолана въ Италіи, благодаря его низкой цѣнѣ, не превышающей 3¹/₂ коп. за пудъ съ доставкою въ портъ на судахъ.

Третій родъ естественныхъ цемянокъ представляетъ *трассъ*, добываемый на Рейнѣ близъ Бонна, въ каменоломняхъ въ окрестностяхъ Андернаха. Растертый въ порошокъ, трассъ весьма сходенъ по своимъ качествамъ съ римскою пуццоланою, почему и употребляется для приготовленія гидравлическихъ растворовъ. Цѣна его не превышаетъ 5 коп. за пудъ. Химическій составъ его приведенъ выше; для составленія раствора берутъ на 1 часть трасса въ порошокъ по объему отъ 0,3 до 0,6 частей жирной извести. Трассъ употребляется преимущественно въ Голландіи и въ сѣверной Германіи, въ послѣднее время при работахъ военнаго порта въ Килѣ, въ Ниведипѣ и при постройкѣ мостовъ на Рейнѣ. Практикою дознано, что для полученія хорошаго гидравлическаго раствора не слѣдуетъ размалывать трассъ въ очень мелкій порошокъ, какъ то требуется для римской пуццоланы, напротивъ, порошокъ долженъ быть на ощупь зернистымъ, напоминающимъ манную крупу.

Цементъ для подводныхъ работъ употреблялся еще въ недавнее время, почти исключительно англійскій, двухъ сортовъ:

1) искусственный портландскій цементъ Уайта и Робинса (Wite and Robins Portland cement. London),

и 2) естественный римскій (Романъ) цементъ Медина Паркера (Parkers Medina Roman cement).

Первый, портланскій цементъ, отличающійся большимъ содержаніемъ кремнезема, быстро твердѣетъ, онъ готовится изъ смѣси жирной извести и глинистаго ила, отмучиваніемъ въ водѣ. Кирпичи, формованные изъ этой смѣси, обжигаютъ до остеклованія, послѣ чего растираютъ въ мелкій порошокъ, который упаковывается въ бочки и поступаетъ въ продажу. Самый способъ приготовленія этого цемента даетъ возможность соблюсти ту пропорцію составныхъ частей, которая необходима для образованія во всей массѣ цемента кремнево-

кислой извести, безъ образованія свободной извести, чѣмъ и объясняется прочность этого матеріала въ морской водѣ. Второй сортъ, римскій цементъ Медина или, какъ его вообще называютъ, Романъ-цементъ, получается отъ обжиганія цементныхъ камней и рухляковъ. Камни эти имѣютъ уже въ своемъ составѣ элементы для полученія цемента, но такъ какъ пропорція ихъ не одинакова, не только въ разныхъ камняхъ, но въ камняхъ одной и той же ломки, то получаемый цементъ не представляетъ тѣхъ качествъ, которыя имѣетъ порландскій цементъ. Содержаніе кремнезема значительно меньше, а потому твердѣніе раствора происходитъ медленнѣе, именно до 24 часовъ, между тѣмъ какъ порландскій цементъ твердѣетъ иногда въ теченіе нѣсколькихъ минутъ.

Послѣ окончательнаго отвердѣнія, Романъ-цементъ не получаетъ кромѣ того той твердости, которой достигаетъ цементъ порландскій.

Въ послѣднее время, при развитіи морскихъ работъ, увеличился значительно спросъ на цементъ, почему цѣна его быстро поднялась и стали развиваться заводы порландскаго цемента въ другихъ странахъ, во Франціи, Германіи и у насъ въ Россіи. Развитію русскихъ цементныхъ заводовъ способствовало еще то, что при заключеніи контрактовъ по казеннымъ работамъ, контрагентовъ обязывали употреблять преимущественно цементы русскихъ заводовъ, къ тому же пошлина въ теченіе послѣднихъ 10 лѣтъ поднята съ 3 коп. кредитныхъ до 9 коп. золотомъ за пудъ цемента.

На производящихся въ настоящее время у насъ портовыхъ работахъ употребляется почти исключительно порландскій цементъ русскихъ заводовъ, преимущественно Рижскій (Шмита), Портъ-Кунда Новороссійскій и Глухоозерскій. Цементъ, поставляемый на казенныя работы подвергается пробѣ по нормамъ, установленнымъ Министерствомъ Путей Сообщенія какъ на мѣстѣ работъ, такъ и въ механической лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія, и результаты этихъ испытаній показали, что русскіе цементы вообще ни въ чемъ не уступаютъ по своимъ качествамъ цементамъ лучшихъ иностранныхъ марокъ. Приведенная на страницахъ 104 и 105 таблица, показываетъ химическій составъ русскихъ и иностранныхъ порландскихъ и романъ цементовъ *).

*) Сборникъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія. Выпускъ VII (Механическая лабораторія).

СОСТАВНЫЯ ЧАСТИ.	Портландскій цементъ русскихъ заводовъ.						
	Шмита въ Ригѣ.	Портъ-Кудь.	Цѣхановскаго Гродзецк.	Московск. Акт. Общ. Подольск.	Новороссійскій.	Глухозерскій С.-Петербургъ.	Высоки въ Польшѣ.
А) Полезныя.							
Кремнеземъ $Si O_2$	20,93	22,42	23,60	23,54	21,11	22,07	20,57
Глиноземъ $Al_2 O_3$	9,75	6,28	6,82	5,12	6,03	6,59	8,13
Окись желѣза $Fe_2 O_3$	2,94	3,66	5,53	2,33		3,41	2,65
Известь $Ca O$	60,83	62,82	57,55	62,63	66,61	64,60	66,83
Магнезия $Mg O$	0,92	2,09	3,45	1,88	1,41	1,04	1,22
Щелочи $Ko+Na O$	2,84	0,92	—	1,42	1,86	1,00	0,51
Сумма	98,21	98,19	96,95	96,93	97,02	98,71	99,91
Б) Везполезныя и вредныя.							
Сѣрная кислота SO_3	0,69	1,29	—	0,80	0,78	1,53	0,20
Гипсъ $Ca OH_2 SO_4$	—	—	—	—	—	—	—
Углекислота CO_2	3,49	—	3,35	0,44	—	0,38	—
Вода				—			
Сѣрнистое желѣзо	—	0,52	—	—	—	—	—
Нераствор. остатки	1,43	—	—	1,30	2,20	—	0,02
Фосфорная кислота $H_3 PO_4$	—	—	—	—	—	—	—
ВСЕГО	103,83	100	100,39	99,46	100	99,62	99,13
Кѣмъ произведенъ анализъ:	Берлинская лабораторія.	Пр. Шмидтъ въ Дерптѣ.	Пр. Манговъ въ Паржѣ.	Химич. заводъ Г. Шидингъ.	Д-ръ Ливенъ.	Пр. Шуляченко въ Петербургѣ	Д-ръ Михаэлисъ.

Портландскій цементъ иностранныхъ заводовъ.						Романъ цементъ русскихъ заводовъ.				Романъ цементъ иностранныхъ заводовъ.		
Ганноверск.	Штерна.	Меркурій.	Грошевицъ.	Уайта.	Робина.	Шмитъ въ Ритъ.	Черкасова.	Московского Акц. Общ. Подольск.	Роше.	Паркеръ Медина.	Булонъ.	Вассийскій (Avalon).
23,14	24,04	22,74	23,69	22,56	22,74	14,72	24,29	12,57	17,00	19,5	32,78	20,62
6,99	7,16	5,14	8,29		7,74	8,56	6,53	2,76	2,07	5,5	9,09	13,19
2,80	3,24	2,80	2,71	10,55	3,70	2,70	5,80	1,16	8,69	12	7,44	6,24
64,19	61,32	65,13	61,51	63,67	56,68	36,74	42,01	48,20	45,00	44	49,99	57,83
0,97	0,38	1,27	0,47	—	0,57	22,26	10,15	15,10	3,81	14	0,69	2,10
0,91	0,87	1,69	0,95	1,03	0,65	1,27	4,29	—	1,20	—	—	—
99,00	97,01	98,77	97,62	97,81	92,08	86,25	93,07	79,79	77,77	95	99,99	99,98
0,90	—	1,31	—	1,10	—	0,05	—	—	—	—	—	—
—	1,06	—	1,17	—	1,64	—	1,30	—	0,10	—	—	—
} 0,85	0,53	} 0,96	0,27	} 1,01	3,55	10,70	3,18	} 19,00	} 2,01	} 5	} —	} —
	0,53		0,39		1,90	—	1,33					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,74	—	0,44	—	0,50	3,00	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	0,10	—	—	—	—	—
100,75	98,87	101,04	99,89	99,92	99,67	100	98,98	—	98,88	100	—	—
Берлинская лабораторія.	Химикъ Цюркь.	Берлинская лабораторія.	Химикъ Цюркь.	Пр. Шуляченко.	Химикъ Цюркь.	Берлинская лабораторія.	Лабор. Ново- российск. Унив.	Г. Берманъ. химич. заводъ Шмидта.	Пр. Шуляченко.		Бергье.	

Изъ этой таблицы видно, что содержаніе извести, кремнезема и глинозема въ Портландскихъ цементахъ нашихъ заводовъ почти одинаково съ количествомъ этихъ же составныхъ частей въ цементахъ Робинса и Уайта; количество, имѣющихся вредныхъ примѣсей также не велико.

Цементные растворы и бетоны для нашихъ портовыхъ работъ составлялись въ слѣдующихъ пропорціяхъ по объему:

1) Въ Мариуполѣ:

- а) для облицовокъ, на 1 часть цемента 2 части песку;
- б) для кладки и бетона, на 1 часть цемента $2\frac{1}{2}$ части песку;
- в) бетонъ, на 1 куб. с. щебня 0,40 куб. с. раствора (1 : $2\frac{1}{2}$).

2) Въ Николаевѣ:

- а) для облицовокъ, на 1 часть цемента 3 части песку;
- б) для кладки, на 1 часть цемента $3\frac{1}{2}$ части песку;
- в) для бетона, на 1 часть цемента $2\frac{1}{2}$ части песку;
- г) бетонъ, на 1 куб. с. щебня 0,37 куб. с. раствора (1 : $2\frac{1}{2}$).

3) Въ Новороссійскѣ:

- а) для облицовокъ и бетона, на 1 часть цемента 3 части песку;
- б) для распивки швовъ, на 1 часть цемента 2 части песку;
- в) для кладки, на 1 часть цемента 4 части песку;
- г) бетонъ, на 1,08 куб. саж. глыба 0,40 куб. саж. раствора (1 : 3).

4) Въ Одессѣ:

- а) для обливокъ, бетона и бутовыхъ массивовъ, на 1 часть цемента $2\frac{1}{2}$ части песку;
- б) для кладки, на 1 часть цемента 3 части песку;
- в) бетонъ, 0,73 куб. саж. аккерманскаго камня, 0,35 куб. с. гравія, 0,45 куб. саж. раствора (1 : $2\frac{1}{2}$).

5) Въ Таганрогѣ:

растворъ, на 1 часть цемента $2\frac{1}{2}$ части песку.

6) Въ Ревелѣ:

- а) для облицовки, на 1 часть цемента 2 части песку;
- б) для кладки, на 1 часть цемента 4 части песку;
- в) для бетона, на 1 часть цемента 3 части песку;

г) бетонъ, на 1 куб. с. щебня 0,50 куб. с. раствора (1 : 3).

7) Въ Ялтѣ:

- а) для бутовой кладки, на 1 часть цемента 3 части песку;
- б) для облицовки, на 1 часть цемента 2 части песку;
- в) для бутовых массивовъ, на 1 часть цемента $2\frac{1}{2}$ ч. песку.

Въ иностранныхъ портахъ, при употребленіи Портландскаго цемента Робинса, растворъ дѣлается вообще болѣе тощимъ, на 1 часть цемента берутъ обыкновенно не менѣе 4 частей песку, въ Сулинѣ, при устьѣ Дуная, взято было даже до 6 частей песку на 1 часть цемента, бетонъ тамъ же составленъ былъ, въ началѣ работъ, для частей подводныхъ изъ 1 части цемента на 3 части песка и гравія вмѣстѣ, позже, когда дознана была возможность употребленія меньшаго количества цемента, бетонъ составленъ былъ изъ 1 части цемента, 3 частей песка и 4 частей гравія.

Для удешевленія раствора смѣшиваютъ Портландскій и Романъ цементъ въ равныхъ количествахъ, но качество его значительно ниже раствора изъ одного Портландскаго цемента.

Въ заключеніе слѣдуетъ указать на то, что разрушеніе искусственныхъ камней и раствора подъ водою происходитъ преимущественно отъ дурнаго качества цемента, разлагающагося подъ вліяніемъ морской воды, почему прежде, при составленіи смѣшанныхъ растворовъ, необходимо было употреблять прѣсную воду—въ настоящее же время дознано, что при хорошемъ цементѣ можно употреблять и соленую морскую воду, такъ какъ вся известъ, находящаяся въ цементѣ, химически соединяется съ кремневою кислотою, и образованіе гипса, главной причины разрушенія раствора, не происходитъ.

Свѣжій растворъ, не вполнѣ еще окрѣпшій, разрушается иногда отъ механическаго дѣйствія воды, такъ на примѣръ, въ Марсели замѣчено было быстрое разрушеніе бетонныхъ массивовъ, составлявшихъ набережную въ томъ мѣстѣ, гдѣ останавливаются пароходы Общества „Messagerie Maritime“. Разрушеніе это происходило отъ того, что пароходы стоятъ здѣсь кормою къ набережной и, при отходѣ вода, отъ дѣйствія гребныхъ винтовъ, приходя въ сильное движеніе, размывала не вполнѣ окрѣпшій бетонъ набережной стѣнки.

Поэтому необходимо, при приготовленіи бетонныхъ или бутовыхъ

массивовъ, оставить ихъ для твердѣнія нѣкоторое время на воздухѣ, до погруженія ихъ въ воду. Время это должно быть опредѣляемо каждый разъ непосредственно опытомъ.

Дерево, сохраняющееся неопредѣленно долгое время въ прѣсной водѣ, находясь въ морской водѣ, подвергается иногда весьма бы- строму разрушенію. Разрушеніе это происходитъ вслѣдствіе прота- чиванія его морскими моллюсками которые, проникая во внутрь де- рева, перерѣзываютъ его волокна и ослабляютъ сопротивленіе его до такой степени, что, напримѣръ, сваи переламываются часто отъ незначительнаго удара волнъ.

Изъ моллюсковъ нападающихъ на дерево, до настоящаго вре- мени замѣчены были только двѣ породы—морской шашень (*teredo navalis*) и *limnoria terebrans* (*limnoria lignorum*). Разрушительное дѣйствіе ихъ столь значительно въ нѣкоторыхъ портахъ, что совер- шенно устраняетъ возможность употребленія дерева въ морскихъ под- водныхъ постройкахъ.

Впервые морской шашень былъ открытъ въ Голландіи 100 лѣтъ тому назадъ, въ настоящее же время онъ распространенъ не только въ портахъ океана, но замѣчается въ Средиземномъ и Черномъ мо- ряхъ, въ которыхъ проявляетъ свое разрушительное дѣйствіе на дерево.

Лишь въ 50-хъ годахъ настоящаго столѣтія произведены были подробныя изслѣдованія надъ распространеніемъ и дѣйствіемъ этого истребителя дерева, и Голландско-Бельгійская комиссія, организо- ванная въ 1850 году специально для этой цѣли, опубликовала весьма интересные результаты своихъ изслѣдованій въ *Annales des travaux publics de Belgique* за 1860 и 1861 годы.

Изъ сказанныхъ двухъ породъ морскихъ моллюсковъ, морской ша- шень, (*teredo navalis*), плавая въ водѣ въ видѣ отдѣльныхъ мелкихъ зародышей, величиною не болѣе булавочной головки, и нападая на поверхность дерева, начинаетъ немедленно сверлить въ немъ отвер- стіе, идя сначала нормально къ поверхности, потомъ онъ поворачи- вается вдоль волоконъ, поднимаясь вверху иногда до уровня сред- нихъ водъ. При обиліи этихъ моллюсковъ, количество ходовъ столь велико, что, распиленная попереѣ, проточенная червями свая, пред- ставляетъ видъ сота.

Нападеніе шашни на сваи начинается, обыкновенно, ближе ко

дну; по мѣрѣ поднятія вверхъ, размѣръ червя все болѣе и болѣе увеличивается, причеъ, онъ всѣмъ своимъ тѣломъ заполняетъ проточенный имъ въ свай ходъ, поднимаясь при этомъ обыкновенно не выше уровня низкихъ водъ; бывали, однако, примѣры, что онъ поднимался и до уровня среднихъ водъ. Тѣло вполнѣ развитаго животнаго представляетъ блѣдно-желтоватую студенистую массу, которая на воздухѣ быстро высыхаетъ, а въ прѣсной водѣ совершенно погибаетъ. Голова шапня снабжена раковинкой, которой онъ протачиваетъ себѣ ходъ въ деревѣ, выдѣляя, при этомъ, бѣловатую известковую жидкость, которая осаждавая известъ на стѣнкахъ скважины, образуетъ вокругъ тѣла шапня известковую твердую оболочку.

Въ чистой водѣ шапень разводится сильнѣе чѣмъ въ мутной, въ илистой водѣ его вовсе нѣтъ, также какъ и въ прѣсной и мало-соленой.

Благодаря послѣднимъ обстоятельствамъ, шапня вовсе не было замѣчено въ Балтійскомъ, Азовскомъ и Каспійскомъ моряхъ. Въ нѣкоторыхъ портахъ Чернаго моря онъ замѣчается мало, такъ напримѣръ въ Одессѣ, вѣроятно вслѣдствіе большаго притока прѣсной воды въ Одесскую бухту изъ Днѣпра и Буга, а также вслѣдствіе мутности воды и илистаго дна Одесскаго порта.

Болѣе подробныя изслѣдованія дѣйствія морскаго шапня въ Одессѣ показали:

1) Части свай, находящіяся въ землѣ, остаются вполнѣ цѣлыми неопредѣленное время.

2) Части свободно стоящихъ въ водѣ свай, а) повреждаются морскимъ шапнемъ, но могутъ стоять безъ опасности для сооруженія около 40 лѣтъ; б) если, свободно забитая въ водѣ, свая обсыпана со всѣхъ сторонъ камнемъ, то часть обсыпанная не повреждается шапнемъ.

3) Сплочные ряды вертикальныхъ свай или горизонтальные вѣнцы ряжей повреждаются имъ только со стороны воды, съ другихъ же сторонъ, обсыпанныхъ камнемъ или землею, дерево не повреждается.

Подробныя изслѣдованія надъ дѣйствіемъ морскаго шапня, произведенныя въ Голландіи и Бельгіи, вызваны были тѣмъ, что разрушеніе дамбъ; ограждающихъ низменности отъ морскаго наводненія, происходило отчасти вслѣдствіе того, что свай, составлявшія глав-

ныя основныя части этихъ сооруженій, были совершенно проточены и уничтожены червями и не представляли поэтому вовсе сопротивленія напору приливныхъ водъ.

У насъ въ Севастополѣ и вообще на южномъ берегу Крыма и у Кавказскаго побережья, шашень оказываетъ весьма сильное разрушительное дѣйствіе на дерево; сваи, опущенныя въ воду, протачиваются имъ и дѣлаются совершенно негодными въ теченіи трехъ лѣтъ, бывали даже случаи, что сваи разрушались въ теченіи одного лѣта. Наиболѣе дѣятельное разрушительное дѣйствіе шашня происходитъ лѣтомъ, во время сильныхъ жаровъ, такъ что рыбаки, для защиты своихъ лодокъ, вытаскиваютъ ихъ на это время на берегъ. Въ Севастополѣ и Керчи это время бываетъ съ 1-го по 18 Августа.

Величина морскаго шашня доходитъ иногда до весьма значительнымъ размѣровъ, длина его бываетъ нерѣдко 6 и болѣе дюймовъ при толщинѣ до $\frac{1}{4}$ дюйма. Въ Сеттѣ мѣстные инженеры находили въ старыхъ эллингахъ шашней длиною до 6 фута. и толщиною въ палець.

Интересный образецъ части сваи, съ находящимися на ней ходами шашня, хранится въ музеумѣ Института Инж. Путей Сообщенія. Свая эта простояла три года въ набережной Трондгеймскаго порта въ Норвегіи. Образецъ этотъ указываетъ на длину шашня болѣе 1 фута при толщинѣ свыше $\frac{1}{2}$ дюйма. Въ томъ же музеумѣ имѣется полная коллекція образцовъ частей свай изъ Одессы, простоявшихъ въ портѣ съ 1803, 1858, 1860 и 1868 годовъ и взятыхъ всѣ въ 1888 году; эти образцы послужили доказательствомъ тому, что дерево въ Одессѣ можетъ просуществовать подъ водою безъ опасности для сооруженія до 40 лѣтъ.

Другой родъ сверлящихъ дерево моллюсковъ *limnoria terebrans* еще мало извѣстенъ, и изслѣдованія, произведенныя надъ нимъ, указываютъ лишь на то, что червь этотъ, живущій особнякомъ, не развивается подобно шашню, по мѣрѣ прохода его въ деревѣ. Его очень часто замѣчали въ сопровожденіи шашня, а также отдѣльно, и различныя наименованія этого мягкотѣлаго, какъ-то: *limnoria terebrans*, *limnoria lignorum*, *teredo fatalis* и *teredo pedicellatus*, указываютъ или на разновидности его, или на несогласіе различныхъ изслѣдователей о причисленіи всѣхъ этихъ моллюсковъ, къ одному и тому же виду.

Вмѣстѣ съ указанными истребителями дерева попадаетъ и особый родъ моллюсковъ, подъ названіемъ *lycoris-fucata*, истребляющій первые, но онъ также весьма мало изслѣдованъ, а потому не найдены еще средства, способствующія большему развитію этого, по видимому, весьма полезнаго животнаго.

Такъ какъ морской шапень (*teredo navalis*) производитъ наибольшее разрушительное дѣйствіе на дерево, то противъ него, для защиты дерева, испробованы всевозможныя средства. Первоначально пробовали обугливать и обмазывать поверхность дерева различными составами, главную часть которыхъ составляла каменноугольная смола, толченое стекло, сулема и пр. Но всѣ эти вещества не дали вполнѣ удовлетворительныхъ результатовъ, моллюски въ большинствѣ случаевъ проникали сквозь эту обмазку и далѣе распространялись свободно въ деревѣ, разрушая его. Только при предварительномъ нагрѣваніи дерева и обмазкѣ его горячимъ составомъ, средство это дало лучшіе, но всетаки не вполнѣ удовлетворительные результаты: дерево оставалось нетронутымъ не болѣе 6 мѣсяцевъ. Позже пробовали пропитывать дерево различными солями, мѣднымъ и желѣзнымъ купоросами, по способу Бушри, растворомъ сулемы и креозотнымъ масломъ.

Одно лишь креозотное масло дало удовлетворительные результаты; части дерева, вполнѣ пропитанныя имъ, оставались нетронутыми червями, но лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда эти части не были въ непосредственномъ соприкосновеніи съ деревомъ не пропитаннымъ. Неудачи, которыя имѣли мѣсто и съ креозотомъ, давшія поводъ многимъ инженерамъ скептически относиться къ предохраняющему свойству этого масла, происходили или отъ неполнаго пропитыванія дерева, или отъ соприкосновенія пропитанныхъ частей съ деревомъ сырымъ, не пропитаннымъ.

Въ настоящее время развились на западѣ, въ Голландіи, Бельгіи, Франціи и Англій заводы, на которыхъ производится пропитываніе дерева креозотнымъ масломъ. Масло это есть продуктъ перегонки каменнаго угля и добывается изъ каменноугольной смолы. Оно обладаетъ весьма проніцательнымъ и удушливымъ запахомъ.

Креозотированіе производится въ особыхъ металлическихъ, желѣзныхъ цилиндрахъ, въ родѣ паровыхъ котловъ, въ которыхъ укладываются деревянныя части предназначаемыя къ пропитыванію; на

нихъ должны быть предварительно сдѣланы всѣ притески и врубки. Посредствомъ перегрѣтаго пара, выпускаемаго въ этотъ цилиндръ, выгоняются всѣ растительные соки и вода, находившіеся въ деревѣ, послѣ выпуска которыхъ, струею холодной воды образуютъ въ цилиндрѣ разрѣженное пространство. Впускаемое, затѣмъ, въ резервуаръ горячее креозотное масло, подѣ давлениемъ въ 12 атмосферъ входитъ во всѣ поры дерева, пропитывая его.

Дерево пропитываемое, должно быть по возможности однородное, правильное, безъ сучковъ, такъ какъ у послѣднихъ креозотъ трудно входитъ въ дерево и оставляетъ, такимъ образомъ, части непропитанныя, которыя подвергаются дѣйствію червя. До пропитки, дерево полезно высушить, подвергая его дѣйствію дыма. Дерево, сохраняемое въ прудахъ, пропитывается трудно, такъ какъ вода, впитанная въ древесину, лишь съ большимъ трудомъ, даже при большомъ давленіи, можетъ быть удаляема. На 1 куб. футъ сухаго дерева требуется отъ 10 до 15 фунтовъ креозотнаго масла и при цѣнѣ его въ Англіи отъ 23 до 29 коп. за пудъ стоимость пропитки составляетъ отъ 10 до 12 коп. за 1 куб. футъ дерева.

Дешевизна эта въ Англіи достигается существованіемъ вездѣ газовыхъ заводовъ, доставляющихъ весьма дешевый сырой матеріалъ (каменноугольную—газовую смолу) для полученія креозотнаго масла. У насъ же креозотированіе дерева не получило пока примѣненія вслѣдствіе того, что за отсутствіемъ въ нашихъ городахъ газовыхъ заводовъ, не имѣется газовой смолы, для полученія креозотнаго масла; оно, поэтому, должно быть привозимо изъ Англіи. Доставка же креозота въ посудѣ затруднительна въ виду того, что не только посуда, содержащая разъ креозотъ, не годна болѣе для другихъ товаровъ, но и самыя суда, перевозяція бочки съ креозотомъ, на столько пропитываются запахомъ его, что дѣлаются совершенно негодными для перевозки обратно другаго груза, а тѣмъ болѣе зерноваго хлѣба, единственнаго почти обратнаго груза изъ нашихъ южныхъ портовъ.

Несомнѣнно, что съ развитіемъ на югѣ газовыхъ заводовъ, для которыхъ сырьемъ будетъ служить донецкій каменный уголь, получимъ и каменноугольную смолу, а также креозотное масло по дешевой цѣнѣ, а потому и введенъ будетъ со временемъ способъ пропитки дерева креозотомъ, для предохраненія его отъ дѣйствія морскаго шпанна:

Независимо отъ предохраненія дерева противъ морскаго червя, пропитываніе креозотомъ дѣлаетъ его болѣе гибкимъ и вязкимъ, а слѣдовательно, даетъ ему большое сопротивленіе. Это обстоятельство даетъ возможность въ нѣкоторыхъ случаяхъ замѣнять дорогое дерево, какъ на примѣръ, дубъ, болѣе дешевымъ, на примѣръ, сосною и елью.

Древесная смола, приготовляемая у насъ, годится также для приготовления креозота, но она слишкомъ дорога и поэтому не можетъ быть примѣняема для этой цѣли.

При разработкѣ нефти на Кавказѣ, рассчитывали на годность ея для пропитки дерева, такъ какъ нефть содержитъ много креозота, но всѣ попытки, сдѣланныя по настоящее время, не увѣнчались успѣхомъ. Инженеръ Паскаль въ Марсели доказалъ окончательно негодность нефти, какъ матеріала, предохраняющаго отъ морскаго пашня. Онъ для этой цѣли погрузилъ въ Марсели, въ совершенно чистую и спокойную воду, бочку, наполненную нефтью. По истеченіи 6 мѣсяцевъ, бочка стала давать течъ и нефть показалась на поверхности воды. Течъ эта постоянно возрастала въ теченіи 3-хъ слѣдующихъ затѣмъ мѣсяцевъ и къ этому времени вся нефть давленіемъ воды была вытѣснена изъ бочки. По вынутіи бочки изъ воды, она на видъ была совершенно цѣла и желѣзные обручи были на своихъ мѣстахъ; бочку эту опять опустили въ воду, но когда ее хотѣли вынуть черезъ 3 года, то она распалась на мелкія части и обручи были совершенно перержавлены.

Сплошная набивка поверхности дерева желѣзными или мѣдными гвоздями съ широкими шляпками (діаметромъ въ $\frac{3}{4}$ до 1-го дюйма) хотя и не вполне предохраняетъ дерево отъ нападенія червя, тѣмъ не менѣе составляетъ средство довольно дѣйствительное, — такъ какъ кора ржавчины или окиси мѣди, образующаяся въ непродолжительномъ времени на поверхности, не протачивается червемъ. Способъ этотъ, однако, довольно дорогой, (отъ 25 до 30 коп. за 1 кв. футъ) и поэтому не такъ часто встрѣчается. Наибольшее примѣненіе этого способа встрѣчается въ Голландіи на плюзныхъ воротахъ. Всѣ поверхности, которыя должны имѣть гладкій видъ, набиваются сплошь шпильками, входящими совершенно въ дерево.

Болѣе совершенное предохраненіе дерева представляетъ обшивка его мѣдью, но этотъ способъ, какъ весьма дорогой, примѣняется почти исключительно для деревянныхъ судовъ.

У насъ примѣняется часто обшивка деревянныхъ частей снаружн цинкомъ. Способъ этотъ принѣненъ въ Севастополѣ, Батумѣ и другихъ черноморскихъ портахъ для свай. Сваю сначала осмаливаютъ горячею каменноугольною смолой, затѣмъ обертываютъ смоленнымъ или асфальтовымъ толемъ, а затѣмъ уже покрываютъ цинковымъ листомъ, который долженъ быть весьма тщательно прибитъ къ сваѣ гвоздями, чтобы вода не могла проникнуть между картономъ и сваей; въ противномъ случаѣ, черви, проникая вмѣстѣ съ водою, садятся на поверхность дерева и, начиная свою работу, разрушаютъ сваю. Способъ этотъ, исполненный тщательно, представляетъ дешевую и хорошую защиту дерева противъ разрушительнаго дѣйствія морскаго червя.

Подробное изученіе дѣйствія морскаго пашня въ нашихъ черноморскихъ портахъ представляетъ предметъ большой важности, ибо отъ этого зависитъ возможность употребленія дерева въ постройкахъ, матеріала относительно дешеваго и весьма легко обрабатываемаго, не говоря уже о томъ, что доставка его сплавомъ представляетъ большое облегченіе и удобство при поставкѣ этого матеріала.

Не смотря на существованіе морскаго пашня, устраиваются вслѣдствіе дешевизны деревянные пристани, даже безъ предварительнаго предохраненія дерева; такія пристани устроены, между прочимъ, въ Феодосіи, въ Керчи, Евпаторіи и другихъ мѣстахъ и, при надлежащемъ ремонтѣ, существуютъ уже около 30 лѣтъ.

Во Франціи, Бельгіи и Голландіи, гдѣ въ морскихъ постройкахъ употребляется весьма много дерева, какъ напримѣръ, для эстокадъ, шлюзныхъ воротъ, палъ и прочее, примѣняются часто сорта американскаго хвойнаго лѣса, не подвергающагося дѣйствію пашня. Къ этимъ сортамъ относятся Greenwood, Beefwood и Teakwood, которые вмѣстѣ съ другими хвойными породами были специально изслѣдованы въ 50-хъ годахъ въ Флиссингенѣ и ранѣе Стевенсономъ на бельроксскихъ скалахъ, причемъ первые три сорта оказались совершенно нетронутыми морскимъ пашнемъ—другіе сорта были тронуты, но не въ такой сильной степени, какъ нашъ Европейскій лѣсъ.

Часть II.

Предварительныя работы по сооруженію
порта (изысканія) Общій составъ порта
и условія его устройства.

Часть II.

Предварительныя работы по сооруженію порта (изысканія). Общій составъ порта и условія его устройства.

ГЛАВА IX.

Изысканія, необходимыя по сооруженію порта.—Съемка мѣстности, промѣры глубинъ и развѣдка грунта.—Способы для опредѣленія положенія лодки во время производства промѣровъ.—Производство промѣровъ со льда.—Шестъ и лотъ.—Нанесеніе на планъ точекъ промѣровъ.—Задача Потенота.—Нанесеніе глубинъ на карту.—Опредѣленіе положенія ординара къ постоянной точкѣ на берегу.—Реперы.—Опредѣленіе качества грунта дна; приборы для этого употребляемые.—Вѣтры: господствующіе и производящіе наибольшее волненіе.—Направленіе вѣтра относительно румбовъ компаса.—Скорость пробѣга и сила давленія вѣтра.—Шкала Бофорда.—Вычерчиваніе розы вѣтровъ.—Случаи сильныхъ береговыхъ вѣтровъ.

Для возможности составленія проекта порта, необходимо сначала подробно ознакомиться со всѣми условіями мѣстности, въ которой портъ предполагается строить, а также со всѣми условіями торговли и судоходства, которыя въ данномъ мѣстѣ существуютъ и могутъ развиваться впослѣдствіи.

Кромѣ того, слѣдуетъ собрать данныя о мѣстныхъ строительныхъ матеріалахъ, о стоимости ихъ, а равно и о рабочихъ, которыми предполагается исполнить портовые работы.

Всѣ эти свѣдѣнія собираются посредствомъ такъ называемыхъ *изысканій*.

Первое мѣсто, въ портовыхъ изысканіяхъ, занимаетъ *съемка плана мѣстности* и *промѣры* глубинъ воднаго пространства, на которомъ предполагается расположить портъ.

Съемка плана должна обнимать все то водное пространство, на которомъ расположенъ будетъ портъ и всю прибрежную полосу, съ точнымъ тригонометрическимъ опредѣленіемъ главныхъ исходныхъ пунктовъ и базиса, а также всѣхъ особенно замѣчательныхъ мѣстъ и построекъ, какъ то: церквей, башенъ, колоколенъ, вѣтренныхъ мельницъ, холмовъ, отдѣльныхъ возвышеній, отмелей, подводныхъ скаль, мѣстъ затонувшихъ судовъ, острововъ и прочее. Эти мѣста, если на нихъ нѣтъ видимыхъ и выдающихся построекъ, или другихъ отличительныхъ предметовъ, обозначаются на сушѣ большими вѣхами или каменными столбами, а на водномъ пространствѣ: голиками, баканами и буйками, а также знаками на берегу, обыкновенно двумя створками, посредствомъ вѣхъ, черт. 69. Это послѣднее обозначеніе мѣста на водѣ необходимо на случай, если бы голики или баканы были снесены или сдвинуты со своихъ мѣстъ волненіемъ.

Баканами или голиками служатъ обыкновенно бочки или шесты, прикрѣпляемые ко дну моря при помощи цѣпи и якоря или иного груза (камня или чугунной болванки), черт. 70. Для того, чтобы во время волненія баканъ не могъ быть поднятъ и снесенъ съ мѣста, цѣпь или канатъ отъ якоря пропускаютъ чрезъ блокъ, прикрѣпленный къ бочкѣ и къ концу его привѣшиваютъ гирю. Такое прикрѣпленіе каната къ бочкѣ даетъ возможность послѣдней; во время волненія, подниматься и опускаться не натягивая въ водѣ канатъ, въ тихую же погоду, канатъ натянуть гирей и бочка становится непосредственно надъ якоремъ, т. е. надъ тѣмъ мѣстомъ, которое должно быть обозначено. Всѣ эти точки относятъ къ координатнымъ осямъ, для которыхъ принимаютъ меридіанъ и параллельный кругъ мѣстности. За начало координатъ берутъ обыкновенно колокольню, мѣстный маякъ или иную замѣчательную точку. Послѣ окончанія съемки, приступаютъ къ нивелировкѣ прибрежной полосы и къ промѣрамъ глубины моря. Нивелировка производится обыкновенно по линіямъ перпендикулярнымъ къ базису, разбитому параллельно берегу, если же послѣдній идетъ извиристо, то базисъ составляютъ изъ отдѣльныхъ соединенныхъ подъ углами прямыхъ частей, представляющихъ такимъ образомъ ломанную линію; углы между прямыми должны быть точно измѣрены, а направленіе каждой прямой опредѣлено румбомъ и азимутомъ. Оси нивелировокъ располагаютъ, смотря по виду мѣстности, въ разстояніи 10 — 25 или 50 сажень другъ отъ друга,

черт. 71. Послѣ окончанія съемки, одновременно съ производствомъ нивелировокъ, приступаютъ къ промѣрамъ глубинъ. Для этого служатъ *шесть* и *лотъ*.

Шесть деревянный дѣлается длиною до 4 сажень, круглаго сѣченія, діаметромъ $1\frac{1}{2}$ дюйма и снабжается на одномъ концѣ свинцовымъ наконечникомъ; онъ по длинѣ раздѣленъ на футы, окраскою поочередно въ бѣлый и черный цвѣтъ, черт. 72. Вѣсъ его не превышаетъ одного пуда и онъ легко можетъ быть управляемъ однимъ человѣкомъ. Производя промѣры съ лодки или парохода, можно измѣрять имъ глубину до 3-хъ сажень.

Такъ какъ шестомъ довольно утомительно работать, въ особенности при большихъ глубинахъ, и глубины часто превосходятъ 3 саж., то его замѣняютъ лотомъ, т. е. свинцовой гирей, вѣсомъ около 20 фунтовъ, прикрѣпленной къ разбѣренному на футы шнуру, называемому *лотлинемъ*, черт. 73. Шнуръ долженъ быть предварительно вываренъ въ маслѣ для того, чтобы онъ не скручивался въ водѣ. Раздѣленіе лотлиня дѣлается вплетеніемъ кусковъ кожи съ вырѣзанными зубцами, для обозначенія его длины.

Промѣры производятся обыкновенно съ лодки или съ парохода, по возможности въ тихую погоду, причемъ необходимо также указать на планѣ тѣ точки, въ которыхъ промѣры были сдѣланы. Для этой цѣли примѣняются различные способы: *створы* или *засѣчки*, или то и другое вмѣстѣ. При первомъ способѣ, устанавливаются на берегу створы по линіямъ, перпендикулярнымъ берегу (обыкновенно по нивелировочнымъ осямъ); выѣзжая на лодкѣ, удаляются отъ берега, причемъ гребцы должны держаться створа. Пространство, проходимое лодкой въ единицу времени или при опредѣленномъ числѣ ударовъ весель, должно быть предварительно съ точностью опредѣлено, поэтому необходимо имѣть опытныхъ и привычныхъ къ этой работѣ гребцовъ. Черезъ известное число ударовъ весель бросаютъ лоть или шесть, вперед по направленію движенія лодки съ такимъ расчетомъ, чтобы гиря лота или конецъ шеста коснулись дна въ то время, когда лодка подойдетъ къ этому мѣсту; тогда громко отсчитываютъ показаніе глубины, которое тотчасъ-же записываютъ въ журналъ.

При этомъ необходимо: 1-го или 2-хъ гребцовъ, 1-го производителя промѣровъ (онъ-же отсчитываетъ глубину и число ударовъ весель) и 1-го для веденія журнала, всего 3 или 4 человѣка.

Для повѣрки положенія лодки можно отъ времени до времени, напримѣръ черезъ каждыя 10 промѣровъ, измѣрять секстантомъ уголъ ABC , черт. 74, между линіей створа AB и направленіемъ на какую-нибудь постоянную точку C на берегу. Для этого необходимо еще одного человѣка. Способъ этотъ, при нѣкоторомъ навыкѣ, весьма удобенъ, но требуетъ тихой погоды и отсутствія теченія. Опредѣленіе положенія лодки засѣчками дѣлается при помощи двухъ угломѣрныхъ инструментовъ, установленнымъ на берегу въ точкахъ A и B , черт. 75, разстояніе между которыми должно быть предварительно измѣрено. Во время производства промѣра, подается съ лодки сигналъ поднятіемъ флага и тогда наблюдатели при инструментахъ измѣряютъ углы CAB и CBA ; при этомъ получается для каждаго положенія лодки треугольникъ, который можетъ быть легко нанесенъ на планѣ. Этотъ способъ производства промѣровъ, не требуя особенной внимательности и опытности гребцовъ, а также тихой воды безъ теченія, требуетъ однако:

2-хъ гребцовъ,

1-го для производства промѣровъ,

1-го для веденія журнала,

и 2-хъ при инструментахъ.

всего 6 человѣкъ.

Неудобство этого способа заключается въ томъ, что нѣтъ возможности провѣрить вѣрность измѣренія угловъ CAB и CBA безъ опредѣленія секстантомъ угла ACB — для чего необходимо имѣть еще одного человѣка при секстантѣ. Даже при этомъ, при несовпаденіи угловъ, нѣтъ возможности открыть ошибочно измѣренный уголъ.

Для того, чтобы производитель работъ не былъ въ зависимости отъ лицъ, находящихся на берегу и измѣряющихъ углы при помощи угломѣрныхъ инструментовъ, положеніе лодки можетъ быть опредѣлено помощью такъ называемой задачи *Потенота*. Она заключается въ томъ, что на берегу выбираютъ 3 точки A , B и C , черт. 76, такимъ образомъ, чтобы кругъ, проходящій черезъ нихъ, былъ бы внѣ предѣловъ района промѣровъ. Одновременно съ производствомъ промѣровъ опредѣляютъ секстантомъ углы $ADB = \alpha$ и $BDC = \beta$; имѣя при этомъ относительное положеніе точекъ A , B и C и раз-

стояніе между ними, точка D можетъ быть нанесена на планъ графически или расчетомъ.

Для графическаго нанесенія точки D на планѣ, соединяють точки a и c , раньше нанесенныя на планъ, черт. 77, прямою линіею: затѣмъ у этихъ-же точекъ откладываютъ углы: α у точки c и β у точки a ; точку пересѣченія сторонъ угловъ e соединяють съ точкою b , нанесенною также раньше на планъ и, проводя черезъ точки a , c и e кругъ, пересѣченіе его окружности съ eb дасть искомую точку d , ибо $\angle adb = \alpha$ и $\angle cdb = \beta$, такъ какъ они измѣряются соотвѣтственно дугами ae и ec , а потому фиг. $ABCD$ подобна $abcd$ и точка d будетъ на планѣ точно соотвѣтствовать положенію лодки D на мѣстѣ.

Для теоретическаго расчета положенія лодки во время промѣра слѣдуетъ отнести какъ данныя точки на берегу A , B и C , такъ и искомую точку D къ прямоугольнымъ координатамъ X и Y , черт. 78.

Назвавъ координаты точки	A	черезъ x и y
	B	„ x' и y'
	C	„ x'' и y''
и	D	„ X и Y

Длины линіи	AB	черезъ b
	BC	„ c
	DB	„ n

и углы:

а) образуемыя съ осью абсциссъ:

линіею	AB	черезъ ρ
„	BC	„ σ
„	DA	„ α

б) между линіями:

DA и AB	черезъ φ
DC и BC	„ ψ
AB и BC	„ Σ
DA и DB	„ β
DC и DB	„ γ

будемъ имѣть

$$x' - x = b \cos \rho$$

$$y' - y = b \sin \rho$$

откуда

$$\operatorname{tang} \rho = \frac{y' - y}{x' - x}$$

и

$$b = \frac{x' - x}{\cos \rho} = \frac{y' - y}{\sin \rho}$$

Такимъ-же образомъ будемъ имѣть:

$$x'' - x' = c \cos \sigma$$

$$y'' - y' = c \sin \sigma$$

откуда

$$\operatorname{tang} \sigma = \frac{y'' - y'}{x'' - x'}$$

и

$$c = \frac{x'' - x'}{\cos \sigma} = \frac{y'' - y'}{\sin \sigma}$$

Наконецъ, уголь

$$\Sigma = 180^\circ + \sigma - \rho.$$

Задавшия координатами точки A ,

т. е. величинами $x = p$

$$y = q$$

и имѣя также данными: углы ρ , σ и Σ и линіи b и c , получимъ координаты точекъ B и C слѣдующія:

$$x' = b \cos \rho + p = r$$

$$y' = b \sin \rho + q = s$$

$$\text{и } x'' = c \cos \sigma + r = u$$

$$y'' = c \sin \sigma + s = v$$

Такимъ образомъ можно разъ на всегда опредѣлить положеніе точекъ A , B и C относительно взятыхъ координатныхъ осей.

Для полученія теперь координатъ точки D , т. е. X и Y по имѣющимся даннымъ и опредѣленнымъ выше величинамъ и по непосредственно секстантомъ опредѣленнымъ угламъ, β и γ , имѣемъ изъ треугольника ABD :

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{n}{b}$$

или

$$\sin \varphi = \frac{n \cdot \sin \beta}{b} \quad (1)$$

и изъ треугольника BCD

$$\frac{\sin \psi}{\sin \gamma} = \frac{n}{c}$$

или

$$\sin \psi = \frac{n \cdot \sin \gamma}{c} \quad (2)$$

раздѣливъ (2) на (1) получимъ

$$\frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \frac{b \sin \gamma}{c \sin \beta} \quad (3)$$

назвавъ выраженіе (3) черезъ $\text{tang } \lambda$ будемъ имѣть

$$\text{tang } \lambda = \frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \frac{b \sin \gamma}{c \sin \beta} = M \quad (4)$$

или

$$\lambda = \text{arctang } M$$

далѣе

$$1 + \text{tang } \lambda = \frac{\sin \varphi + \sin \psi}{\sin \varphi}$$

$$1 - \text{tang } \lambda = \frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\sin \varphi}$$

откуда

$$\frac{1 + \operatorname{tang} \lambda}{1 - \operatorname{tang} \lambda} = \frac{\sin \varphi + \sin \psi}{\sin \varphi - \sin \psi}$$

Этому выраженію можно дать слѣдующій видъ:

$$\operatorname{tang} (45^\circ + \lambda) = \frac{\operatorname{tang}^{1/2} (\varphi + \psi)}{\operatorname{tang}^{1/2} (\varphi - \psi)}$$

откуда

$$\operatorname{tang}^{1/2} (\varphi - \psi) = \operatorname{tang}^{1/2} (\varphi + \psi) \operatorname{cotang} (45^\circ + \lambda) \quad (5)$$

но,

$$\begin{aligned} \varphi + \psi &= 4d - \gamma - \beta - (180 + \rho - \sigma) \\ &= 360 - 180 + \sigma - \rho - \gamma - \beta \\ &= 180^\circ + \{\sigma - (\rho + \gamma + \beta)\} = N \end{aligned} \quad (6)$$

подставляя это выраженіе въ (5) получ.

$$\begin{aligned} \operatorname{tang}^{1/2} (\varphi - \psi) &= \\ &= \operatorname{tang}^{1/2} \{180 - \sigma - \rho - \gamma - \beta\} \operatorname{cotang} (45^\circ + \lambda) \end{aligned} \quad (7)$$

Откуда $\varphi - \psi$ можно опредѣлить, такъ какъ во второй части уравненія (7) всѣ величины извѣстны изъ предъидущаго.

Назвавъ поэтому

$$\varphi - \psi \text{ черезъ } O$$

получимъ

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{N + O}{2} \\ \psi &= \frac{O - N}{2}. \end{aligned}$$

Изъ уравненій (1) и (2) можно опредѣлить величину n именно:

$$n = \frac{b \sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{c \sin \psi}{\sin \gamma} \quad (8)$$

и

$$\angle \alpha = 180 - \rho - \varphi.$$

Опредѣливъ такимъ образомъ величины всѣхъ угловъ и линій n , получимъ окончательно для координатъ точки D слѣдующія выраженія:

$$X = x' - n \cos (\beta - \alpha)$$

$$Y = y' - n \sin (\beta - \alpha)$$

которыя легко рѣшить, такъ какъ всѣ величины вторыхъ частей уравненій опредѣлены выше.

Если точки A , B , C и D будутъ на одной окружности, то образуется вписанный четырехугольникъ $ABCD$, въ которомъ противолежащія углы дополняютъ другъ друга до 180° , а потому:

$$\varphi + \psi = 180^\circ$$

$$\sin \varphi = \sin \psi$$

$$\text{и } \tan \lambda = 1$$

$$\lambda = 45^\circ$$

а потому

$$\tan \frac{1}{2} (\varphi - \psi) = \tan 90^\circ \cotang 90^\circ$$

$$= \frac{\infty}{\infty} = \frac{0}{0}$$

и задача дѣлается неопредѣленною, что также легко видѣть изъ того, что при всякомъ положеніи точки D на окружности, проходящей черезъ точки A , B и C , углы γ и β всегда будутъ измѣряться дугами CB и AB .

Число лицъ, необходимыхъ для производства промѣровъ этимъ способомъ, слѣдующее:

1 или 2 гребца,

1 для производства промѣровъ,

1 для веденія журнала и

1 или лучше 2 для измѣренія угловъ.

Всего 4 или 6 человекъ.

При производствѣ промѣровъ на большомъ пространствѣ пользуются обыкновенно пароходомъ, направляя его по створамъ, уста-

новленнымъ на берегу. Одну точку линіи промѣровъ (по створу) опредѣляютъ тригонометрически, при помощи засѣчекъ или инымъ способомъ. Промѣры производятъ во время хода парохода въ равные промежутки времени, причемъ для полученія положенія точекъ промѣровъ дѣлятъ всю длину хода парохода на столько равныхъ частей, сколько было сдѣлано промѣровъ. При тихой погодѣ и при ровномъ ходѣ парохода, этотъ способъ оказывается достаточно точнымъ. У насъ на сѣверѣ, гдѣ море покрывается льдомъ, удобнѣе всего производить промѣры зимою. На льду можно совершенно точно провѣсить всѣ линіи промѣровъ и нанести ихъ на планъ, а также нанести всѣ лунки, въ которыхъ промѣры производятся.

Глубины моря, получаемыя промѣрами, наносятся на планъ въ цѣлыхъ футахъ и морскихъ саженьяхъ (по 6 фут.). Но такъ какъ цифры промѣровъ не выражаются въ цѣлыхъ числахъ, то для полученія послѣднихъ принимаютъ профиль дна моря между смежными промѣрами за прямую линію и на ней опредѣляютъ расчетомъ положеніе той точки, глубина которой можетъ быть выражена цѣлымъ числомъ. Глубины до 30 футовъ выражаютъ въ футахъ, а выше этой глубины въ морскихъ саженьяхъ (по 6 фут.), почему на морскихъ картахъ отмѣтки глубинъ, считая отъ берега, идутъ постепенно до 30, а отъ этой глубины идутъ отмѣтки начиная съ 6-ти (т. е. съ 36 ф. = 6 сажен.); это обозначеніе глубинъ принято въ виду того, что глубина въ 30 футовъ доступна для всѣхъ судовъ, почему необходимо ясно обозначать на картѣ ту линію, до которой суда, безъ опасенія попасть на мель, могутъ приблизиться къ берегу.

Глубину моря считаютъ отъ ординара, почему промѣрныя отмѣтки должны быть перечислены къ этому уровню, а потому необходимо записывать въ журналѣ время производства промѣровъ и стояніе уровня воды относительно ординара.

Кромѣ глубинъ показываютъ на картѣ урѣзы уровней высокыхъ и низкихъ водъ и ординара, дабы видно было при пологихъ и низменныхъ берегахъ, какая часть берега заливается водою при высокомъ уровнѣ.—Это особенно важно въ моряхъ, подверженныхъ высокимъ приливамъ. Положеніе ординара опредѣляютъ относительно какой-нибудь постоянной точки на берегу, какъ-то: цоколя церкви, колокольни и т. п., точною нивеллировкой, а за отсутствіемъ этихъ точекъ, устраиваются особыя, каменные столбы (Реперы) въ такихъ

мѣстахъ, которыя не подвержены измѣненію пониженіемъ или поднятіемъ почвы.

Одновременно съ производствомъ промѣровъ необходимо опредѣлить качество грунта дна. Поверхностное опредѣленіе качества грунта дѣлается одновременно съ промѣрами, для чего къ нижней части лота или свинцоваго наконечника шеста придѣлывается широкое желѣзное кольцо, которое, выступая нижнимъ своимъ краемъ, образуетъ съ нижней стороны углубленіе, черт. 79. Это углубленіе наполняется саломъ, къ которому при ударѣ лота о дно прилипаютъ частицы грунта.

При жидкихъ иловатыхъ грунтахъ, не прилипающихъ къ салу, вмѣсто открытой коробки къ лоту прикрѣпляется трубочка съ клапаномъ, открывающимся во внутрь, въ видѣ желонки; при ударѣ о дно клапанъ открывается и въ желонку входятъ частицы грунта, которыя при поднятія лота удерживаются закрывающимся собственною тяжестью клапаномъ.

Для опредѣленія качества грунта на нѣкоторой глубинѣ употребляется такъ называемый морской щупъ. Онъ состоитъ изъ желѣзнаго, заостреннаго въ нижнемъ концѣ, стержня длиною до 3 футовъ, къ верхнему концу котораго прилита свинцовая гиря вѣсомъ до 2 пудовъ; на стержнѣ сдѣланы зазубрины, обращенныя къ верху, черт. 80. При опусканіи щупа на дно, стержень входитъ въ грунтъ, и при выниманіи его, по частицамъ грунта, остающимся на зазубринахъ, можно судить о составѣ дна моря. Морской щупъ устраивается иногда въ видѣ штопора, длиною до 4 фут., черт. 81. Онъ ввинчивается въ грунтъ при помощи желѣзнаго стержня, поднимающагося выше уровня воды, а вынимается выдергиваніемъ вертикально вверхъ. При этомъ на винтовой поверхности остаются частицы грунта, дающія о сложеніи послѣдняго достаточное понятіе.

Эти приборы могутъ быть употребляемы лишь для мягкихъ грунтовъ, для болѣе же твердыхъ приступаютъ къ буренію, причемъ употребляются инструменты, соответствующіе роду грунта. Выбирая на планѣ мѣстности порта нѣсколько точекъ, буреніе производится въ нихъ съ плотовъ или баржъ, если-же возможно, то со льда или съ подмостей. Для защиты скважины отъ волненія и вообще для большаго удобства производства работъ примѣняются при этихъ буреніяхъ обсадныя трубы.

При каждой скважинѣ ведется особый журналъ, въ которомъ записываются грунты на различныхъ глубинахъ, а также сопротивленія этихъ грунтовъ буренію, что опредѣляется временемъ прохожденія бура. Образцы грунтовъ собираются въ особыхъ стеклянныхъ трубкахъ, располагая ихъ въ такомъ порядкѣ, въ какомъ они находятся на мѣстѣ.

Грунты, получаемые въ различныхъ мѣстахъ водной площади порта на поверхности дна моря, обозначаются на картѣ начальными буквами названій ихъ, такъ напримѣръ, обозначаютъ:

Иль	буквою и
Илистый песокъ	и п.
Песокъ	п
Глину	г
Глинистый песокъ	г п.
Скалу	с

и т. д.

Грунты, удобные для якорной стоянки, обозначаются на морскихъ картахъ изображеніемъ якоря.

Производство промѣровъ большихъ глубинъ обыкновеннымъ лотомъ затруднительно, а иногда и невозможно вслѣдствіе того, что тяжесть лотлиня, превышающая, при большой длинѣ, вѣсъ лота, устраняетъ возможность уловить моментъ, когда лоть коснется дна, почему необходимо для производства этихъ промѣровъ имѣть лоты очень тяжелые, въ нѣсколько пудовъ вѣсомъ. — При такихъ тяжелыхъ лотахъ, поднятіе ихъ требуетъ особыхъ механическихъ приспособленій, при помощи которыхъ нельзя все-таки избѣгнуть большой траты времени на поднятіе лота.

Во избѣжаніе этого, лоть для большихъ глубинъ устраивается въ видѣ чугунаго ядра вѣсомъ въ 10 пудовъ, которое при ударѣ о дно отцѣпляется отъ лотлиня и послѣдній, облегченный, легко поднять изъ воды. Лоть этотъ, черт. 82, состоитъ изъ чугунаго шара, сквозь который проходитъ стержень, высовывающійся дюйма на 3 ниже поверхности шара. — Въ верхнемъ концѣ этого стержня прикрѣплены на шарнирахъ два рычажка съ крюками, къ которымъ подвѣшивается шаръ при помощи двухъ цѣпочекъ; къ концамъ этихъ рычажковъ прикрѣпляются концы раздвоеннаго лотлиня.

Когда шаръ на вѣсу, то рычажки подняты и шаръ виситъ на цѣпочкахъ, когда-же шаръ коснется дна моря, то стержень ударяясь раньше о дно, выдвигается вверхъ, причемъ рычажки опускаются и освобождаютъ цѣпочки отъ крюковъ; на концѣ стержня дѣлается отверстіе, наполняемое саломъ, для полученія образцовъ грунта. — Шаръ при этомъ остается на днѣ и теряется, что составляетъ понятно нѣкоторую потерю, которая, однако, при промѣрахъ большихъ глубинъ, какъ на примѣръ океана, не представляетъ большаго значенія.

Опредѣленіе направленія и силы береговыхъ теченій на поверхности и на различныхъ глубинахъ, должно также входить въ предметъ портовыхъ изысканій; сюда-же относится: опредѣленіе мутности и солености воды, количества передвигаемыхъ и складываемыхъ въ данномъ мѣстѣ наносовъ, равно какъ и вліяніе воды на строительные матеріалы, въ особенности касательно присутствія морскаго пашня, истребляющаго дерево.

Способы опредѣленія скорости и направленія береговыхъ теченій и мутности воды изложены выше, присутствіе морскаго пашня можно узнать непосредственнымъ погруженіемъ на нѣкоторое время и въ различныхъ мѣстахъ порта, дерева, или забивкою нѣсколькихъ свай; это будетъ относиться лишь къ морямъ Черному, Бѣлому и восточнаго побережья Сибири, такъ какъ уже дознано, что въ другихъ нашихъ моряхъ морскаго пашня не существуетъ. Изслѣдованіе солености воды производится химическимъ анализомъ въ лабораторіи.

Наиболѣе важное мѣсто въ портовыхъ изысканіяхъ занимаетъ изслѣдованіе вѣтровъ. — Вѣтры, производя волненіе, дѣйствуютъ кромѣ того на сооруженія, почему выборъ той или другой системы сооруженій, расположеніе и опредѣленіе размѣровъ ихъ, зависятъ въ значительной степени отъ характера вѣтровъ.

Для точнаго изученія характера вѣтровъ необходимы многолѣтнія наблюденія, они производятся обыкновенно на физическихъ — метеорологическихъ станціяхъ, причемъ опредѣляется:

- 1) Направленіе.
- 2) Продолжительность.
- 3) Скорость пробѣга
- и 4) Сила дѣйствія вѣтра.

Направленіе вѣтра опредѣляется при помощи флюгера, черт. 83, состоящаго изъ большаго вертикальнаго металлическаго крыла, пра-

крѣпленнаго къ горизонтальному стержню, утвержденному на вертикальной оси. Крыло это уравнивается и можетъ свободно вращаться въ горизонтальной плоскости, принимая всегда положеніе по вѣтру. Производя ежедневно наблюденія надъ положеніемъ крыла, отмѣчаютъ это въ особый журналъ, причемъ положеніе крыла относятъ къ румбамъ компаса. Для возможности этого опредѣленія имѣются или автоматическіе электрическіе приборы, записывающіе во всякое время положеніе флюгера, или ниже флюгера, на вертикальномъ его стержнѣ прикрѣпляютъ горизонтальный кругъ, на которомъ обозначены страны свѣта: сѣверъ, югъ, востокъ и западъ. Смотри снизу, легко видѣть положеніе крыла, а слѣдовательно и направленіе вѣтра относительно этихъ точекъ круга.

Точное обозначеніе направленія вѣтра дѣлается по румбамъ компаса. Румбомъ называется $\frac{1}{32}$ часть окружности, такъ что каждый квадрантъ или четверть круга, между главными направленіями странъ свѣта, дѣлится на восемь румбовъ, величиною каждый въ $11\frac{1}{4}^\circ$.

Для отличія румбовъ другъ отъ друга имъ даны слѣдующія названія, считая отъ сѣвера (*N*) къ востоку (*O*) (черт. 84).

<i>N</i>	. . . . .	(Nord).
<i>NtNO</i> или <i>NtO</i> *)	. . . . .	(Nord-ten-nordost или Nord-ten-ost).
<i>NNO</i>	. . . . .	(Nord nordost).
<i>NOtN</i>	. . . . .	(Nordost-ten-nord).
<i>NO</i>	. . . . .	(Nordost).
<i>NOtO</i>	. . . . .	(Nordost-ten-ost).
<i>ONO</i>	. . . . .	(Ost nordost).
<i>OtNO</i> или <i>OtN</i>	. . . . .	(Ost-ten-nordost или ost-ten-nord).
<i>O</i>	. . . . .	(Ost).
<i>OtSO</i> или <i>OtS</i>	. . . . .	(Ost-ten-südost или ost-ten-süd).
<i>OSO</i>	. . . . .	(Ost-südost).
<i>SotO</i>	. . . . .	(Südost-ten-ost).
<i>SO</i>	. . . . .	(Südost).
<i>SotS</i>	. . . . .	(Südost-ten-süd).
<i>SSO</i>	. . . . .	(Süd südost).
<i>StSO</i> или <i>StO</i>	. . . . .	(Süd-ten-südost или süd-ten-ost).

*) Буква *t* означаетъ голландское слово *ten* = къ, почему *NtNO* означаетъ первый румбъ отъ сѣвера въ сѣверовостоку или къ востоку (*NtO*).

<i>S</i>	(Süd).
<i>StS W</i> или <i>St W</i>	(Süd-ten-südwest или süd-ten-west).
<i>SSW</i>	(Süd südwest).
<i>SWtS</i>	(Südwest-ten-süd).
<i>SW</i>	(Südwest).
<i>SWtW</i>	(Südwest-ten-west).
<i>WSW</i>	(West-südwest).
<i>WtSW</i> или <i>WtS</i>	(West-ten-südwest или west-ten-süd).
<i>W</i>	(West).
<i>WtN W</i> или <i>WtN</i>	(West-ten-nordwest или west-ten-nord).
<i>WNW</i>	(West nordwest).
<i>NWtW</i>	(Nordwest-ten-west).
<i>NW</i>	(Nordwest).
<i>NWtN</i>	(Nordwest-ten-nord).
<i>NNW</i>	(Nord nordwest).
<i>NtNW</i> или <i>NtW</i>	(Nord-ten nordwest или nord-ten-west).

Названія эти голландскія; на французскихъ компасахъ буква *O* (*Ost*) замѣнена буквою *E* (*Est*) и буква *W* (*West*) замѣнена буквою *O* (*Ouest*); на англійскихъ же буква *O* (*Ost*) замѣнена буквою *E* (*East*).

Для обозначенія направленія, не совпадающаго съ однимъ изъ вышеприведенныхъ дѣленій компаса, вводятся дроби, показывающія части румба, на примѣръ, *NO 1/4 N* означаетъ 1/4 румба, прилегающая къ линіи *NO* со стороны *N*, такимъ же образомъ, *S 3/4 W* означаетъ 3/4 румба, прилегающія къ *S* со стороны *W*.

Производя въ теченіи долгаго времени постоянныя наблюденія надъ положеніемъ флюгера, можно опредѣлить число дней въ году, въ теченіи которыхъ вѣтеръ имѣлъ одно и то же направленіе. То направленіе, которое вѣтеръ имѣлъ въ теченіи наибольшаго числа дней въ году, и самый вѣтеръ, называется *господствующимъ*.

Составивъ масштабъ времени, т. е. принимая какую нибудь линейную величину, равной опредѣленному числу дней, и откладывая по линіямъ румбовъ отъ центра компаса то число дней въ году, которое соотвѣтствуетъ данному направленію вѣтра и, соединивъ всѣ отложенныя точки прямыми линіями, получится такъ называемая *роза вѣтровъ*. При этомъ, необходимо обратить вниманіе на то,

чтобы, на примѣръ, 25 дней восточнаго вѣтра, взятые по масштабу времени, были отложены отъ центра по линіи къ *O*, т. е. противъ истиннаго направленія вѣтра.

Составленная, такимъ образомъ, роза вѣтровъ даетъ наглядно хорошее понятіе о продолжительности вѣтровъ въ данномъ мѣстѣ. На чертежахъ 85, 86 и 87 изображены розы вѣтровъ для Мариуполя, Либавы и Θεодосіи, изъ коихъ усматривается, что господствующіе вѣтры суть:

въ Мариуполѣ	<i>ONO</i>
„ Либавѣ	<i>W</i> и <i>SW</i>
и „ Θεодосіи	<i>S</i> и <i>SW</i> .

Помѣщенная на страницахъ 134 и 135 таблица, заимствованная изъ Физико-Географическаго очерка Балтійскаго моря (*Segelbuch für die Ostsee. 1882. Перев. Иванова*), показываетъ распредѣленіе вѣтровъ въ Балтійскомъ морѣ; изъ нея усматривается, что вѣтры южные, югозападные и западные на этомъ морѣ преобладаютъ. Черт. 88 показываетъ Балтійское море съ розами вѣтровъ, составленными по среднимъ годовымъ продолжительностямъ вѣтровъ, взятымъ изъ этой таблицы.

Господствующіе вѣтры, продолжающіеся наибольшее число дней въ году, хотя и разводятъ волненіе, часто довольно сильное, но не всегда представляютъ наибольшую опасность для портовыхъ сооружений. Выше было сказано, что вѣтры, дующіе со стороны наиболѣе удаленнаго берега, могутъ, въ данномъ мѣстѣ, развитъ наибольшее волненіе, каковы на примѣръ:

вѣтры <i>W</i> и <i>SW</i>	въ Финскомъ заливѣ,
„ <i>NW</i>	„ Либавѣ
„ <i>N</i>	„ Данцигѣ,
„ <i>NO</i>	„ Штетинѣ,
„ <i>SO</i> и <i>SSO</i>	„ Одессѣ и Ялтѣ,
„ <i>W</i> и <i>NW</i>	„ Батумѣ
и проч.	

Но эти вѣтры не всегда дуютъ съ такою силою; чтобы развитъ большое волненіе, почему при другихъ направленіяхъ и болѣе сильныхъ вѣтрахъ можетъ развитъ въ портѣ болѣе сильное и опасное для портовыхъ сооружений волненіе.

Въ виду сего необходимо, при изслѣдованіи вѣтровъ, опредѣлять не только продолжительность ихъ, но также и силу ихъ дѣйствія. Для этой цѣли служатъ различные приборы, изъ коихъ наиболѣе употребительный — анемометръ Робинсона. Онъ состоитъ изъ четырехъ полыхъ металлическихъ полушарій, укрѣпленныхъ къ концамъ на крестъ спаянныхъ стержней, (черт. 89). Крестъ утверждается горизонтально на вертикальной оси, вокругъ которой можетъ свободно вращаться.

Вѣтеръ, дѣйствуя на полушарія, производитъ болѣе давленіе на полую часть, чѣмъ на наружную выпуклую поверхность, почему, при расположеніи полушарій однообразно, крестъ отъ дѣйствія вѣтра приходитъ въ вращательное, вокругъ вертикальной оси, движеніе. Чѣмъ сильнѣе вѣтеръ, тѣмъ быстрѣе вращеніе, а потому по счету числа оборотовъ въ единицу времени можно судить о скорости пробѣга вѣтра.

Счетъ оборотовъ дѣлается или при помощи зубчатой передачи, или электрическаго тока, который, замыкаясь послѣ опредѣленнаго числа оборотовъ, приводитъ въ движеніе стрѣлку счетнаго прибора или карандашъ графическаго аппарата, дающаго на бумажной лентѣ діаграмму скоростей пробѣга вѣтра. Скорость вращенія полушарій составляетъ отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{5}$ скорости движенія воздуха.

Для перехода отъ скорости къ давленію пользуются эмпирическими формулами. Смитонъ, основываясь на опытахъ Руссо, даетъ слѣдующую формулу.

$$\frac{V^2}{200} = p$$

въ которой V есть скорость вѣтра въ англійскихъ миляхъ *) p — давленіе въ англійскихъ фунтахъ на 1 кв. футъ.

Другой приборъ, дающій непосредственно величину давленія вѣтра, изобрѣтенный Озлеромъ, имѣетъ почти такое же устройство, какъ морской динамометръ Стевенсона. Вѣтеръ дѣйствуетъ здѣсь непосредственно на подвижный дискъ, который сжимаетъ спиральную пружину. По величинѣ сжатія пружины, или по передвиженію диска можно судить о силѣ давленія вѣтра.

*) 1 англійская миля = 1,50857 верстъ.

Продолжительность вѣтровъ въ году въ Балтійскомъ морѣ,

№ №	НАЗВАНІЕ МѢСТА.	Времена года.	N		NO		O	
			Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.
1	Данія (Копенгагенъ, Зундъ).	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	6 8 7 7	} 7	10 12 7 7	} 9	11 12 9 7	} 9,75
2	Островъ Борнгольмъ	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	6 9 6 9	} 7,5	13 13 14 15	} 13,75	11 13 13 5	} 10,50
3	Мекленбургскій берегъ (Киль).	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	10 12 10 8	} 10	9 8 11 13	} 10,25	10 13 7 3	} 8,25
4	Померанскій берегъ (Штеттинъ)	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	5 12 9 6	} 8	6 15 12 8	} 10,25	16 14 9 15	} 13,50
5	Прусскій берегъ (Гела, Данцигъ, Мемель, Тильзитъ)	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	6 12 14 6	} 9,5	6 10 10 6	} 8	10 12 7 9	} 9,5
6	Русскій берегъ (Либава, Митава, Рига)	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	9 18 17 8	} 13	7 8 7 5	} 6,75	12 14 8 12	} 11,5
7	Финскій заливъ (Ревель, Петербургъ, Гельсингфорсъ).	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	9 11 7 8	} 8,75	10 16 13 8	} 11,75	8 13 10 7	} 9,5
8	Або	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	14 14 11 12	} 12,75	15 12 11 14	} 13	10 8 7 8	} 8,25
9	Аландскіе острова	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	8 16 20 8	} 13	10 8 5 6	} 7,25	3 3 2 2	} 2,5
10	Островъ Готландъ (Висби)	Зимою. Весною. Лѣтомъ. Осенью.	9 10 7 8	} 8,5	10 15 11 9	} 11,25	10 11 7 9	} 9,25

выраженная въ процентахъ (безъ обозначенія силы вѣтра).

SO		S		SW		W		NW		Штѣль.							
Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.	Частное.	Среднее.						
14 15 10 15	13,50	12 10 8 13	10,75	22 15 19 25	20,25	16 16 24 18	18,50	8 12 14 8	10,50	1 0 2 0	0,75						
13 9 6 7		14 11 6 11		15 13 13 17		22 27 35 28		5 6 4 7		5,5		0 0 3 1	1				
15 11 7 7		10		16 11 12 11		12,50		23 17 21 18		19,75		12 14 19 23	17	4 13 12 17	11,5	1 1 1 0	0,75
11 7 4 11		8,25		16 8 9 15		12		17 12 13 17		14,75		18 19 25 19	20,25	8 12 18 9	11,75	3 1 1 0	1,25
13 10 6 12	10,25	19 12 11 24	16,5	17 12 13 17	14,75	20 17 25 18	20	9 15 13 7	11	0 0 1 1	0,50						
15 9 7 13	11	19 12 11 22	16	14 14 15 14	14,25	16 13 17 16	15,50	8 12 16 9	11,25	0 0 2 1	8,75						
13 10 8 13	11	18 11 11 17	14,25	23 14 21 26	21,75	12 11 15 11	12,25	6 11 14 9	10	1 0 1 1	0,75						
11 10 9 11	10,25	19 18 14 15	16,5	16 17 22 20	18,75	7 9 12 10	9,5	8 12 12 10	10,5	0 0 2 0	0,50						
11 13 8 12	11	10 12 16 15	13,25	32 25 21 36	28,5	9 5 4 4	5,5	27 18 23 16	18,5	0 0 1 1	0,50						
13 13 11 15	13	11 11 11 11	11	16 16 19 16	16,75	17 14 19 17	16,75	14 10 13 15	13	0 0 2 0	0,50						

Приборъ долженъ быть предварительно тарированъ непосредственной нагрузкой.

По опытамъ, произведеннымъ въ Бидстонской обсерваторіи близъ Ливерпуля, найдено, что для опредѣленія давленія вѣтра необходимо взять среднюю скорость въ единицу времени, причемъ пользуются эмпирическою формулою.

$$\frac{V^2}{100} = p$$

въ которой V есть средняя скорость вѣтра въ теченіи одного часа въ англійскихъ миляхъ, p — давленіе въ англійскихъ фунтахъ на 1 квадрат. футъ.

Сравнительные выводы, полученные расчетомъ и непосредственными наблюденіями (приборомъ Озлера), въ Бидстонской обсерваторіи, выражаются въ слѣдующихъ цифрахъ:

Махімумъ скорости вѣтра въ 1 часъ, въ миляхъ.	Махімумъ давленія на 1 кв. футъ.	
	Приборомъ	Расчетомъ
40	14,7	16
50	23,7	25
60	33,9	36
70	48,0	49
80	65,0	64
90	"	81
100	"	100

} въ англійскихъ фунтахъ.

Переведа эти цифры на русскія мѣры, получимъ:

Наибольшая скорость пробѣга, въ саж. въ 1 секунду.	Наибольшее давленіе въ пудахъ на 1 кв. саж. поверхности.	
	Приборомъ.	Расчетомъ.
8,4	19,84	21,60
10,5	31,99	33,75
13,6	45,76	48,60
14,7	64,80	66,15
16,8	87,75	86,40
18,9	"	109,35
21,0	"	134,75

Слѣдующая таблица, приведенная въ лекціяхъ о морскихъ со-
оруженіяхъ Герсеванова, даетъ нѣсколько иныя (меньшія) цифры
давленія вѣтра на 1 квадр. сажень, выведенныя у насъ г. Ли-
пинымъ.

№	Состояніе погоды (вѣтра).	Скорость вѣтра въ саж. въ 1 секунду.	Давленіе въ пудахъ на 1 кв. саж. пло- щади перпенд. направл. вѣтра.
1	Слабый вѣтеръ	1	0,199
2	Свѣжій вѣтеръ (хорошо натягивающій паруса)	2,75	1,507
3	Вѣтеръ наиболѣе благоприятный для мель- ницъ.	3,25	2,105
4	Довольно крѣпкій вѣтеръ (удобный для хода судовъ въ морѣ).	4,25	3,000
5	Весьма крѣпкій вѣтеръ (заставляющій убирать верхніе паруса).	5,5	6,030
6	Сильный вѣтеръ	7,00	9,767
6	Весьма сильный вѣтеръ	9,25	17,055
8	Буря.	11,25	25,227
9	Сильная буря.	14	39,068
10	Ураганъ.	17	57,605
11	Сильный ураганъ (вырывающій деревья и опрокидывающій зданія).	21,25	90,008

По наблюденіямъ въ Бидстонской обсерваторіи, наибольшее давле-
ніе вѣтра бываетъ на большихъ высотахъ, ниже же у береговъ и на
уровнѣ воды это давленіе значительно ниже и за maximum можно
принять 75,6 пудовъ на 1 квадр. саж. (56 англійскихъ фунтовъ
на 1 квадр. футъ). У насъ наибольшее давленіе вѣтра принимаютъ
обыкновенно въ 50 пудовъ на 1 кв. саж.

Въ ежедневныхъ бюлетеняхъ сила вѣтра показывается обыкно-
венно баллами по шкалѣ Бофорта (12-ти бальная) а именно:

Баллы.	Состояніе погоды и парусовъ на плавающихъ въ морѣ судахъ.	Скорость вѣтра.	
		Мили въ 1 часъ.	Сажени въ 1 секунду.
0	Штвль	3	0,63
1	Корабль имѣетъ ходъ	8	1,68
2	Паруса наполнены, ходъ отъ 1 до 2 узловъ	13	2,73
3	Паруса наполнены, ходъ отъ 3 до 4 узловъ		
4	Паруса наполнены, ходъ отъ 5 до 6 узловъ		
	} въ спокойн. водѣ, въ бейдвиндъ.		
5	Корабль несетъ въ бейдвиндъ бомъ-брамсейли	28	5,88
6	Тоже—брамсейль и марссейль въ 1 рифѣ	34	7,14
7	Тоже марссейль въ 2 рифа	40	8,40
8	Тоже, тоже въ 3 рифа	48	10,08
9	Тоже — зарифленные марссейль и нижніе паруса	56	11,76
10	Корабль едва можетъ нести зарифленные гротъ-марссейль и фокъ	65	13,65
11	Корабль можетъ нести одни штормовые стаксейли	75	15,75
12	Ураганъ; корабль не можетъ нести никакихъ парусовъ	90	18,90

При вычерчиваніи розы (звѣзды) вѣтровъ показываютъ на ней также и скорости пробѣга вѣтра въ километрахъ въ часъ, или по шкалѣ Бофорта. Такимъ образомъ на чертежахъ 85, 86 и 87, изображающихъ розы вѣтровъ въ Мариуполѣ, Ливавѣ и Феодосіи, показаны также скорости пробѣга вѣтровъ.

Изучая вѣтры, производящіе наибольшее волненіе, необходимо при проектированіи порта принять ихъ во вниманіе, дабы возможно было всегда удобно входить и выходить изъ порта, а также, чтобы волненіе не могло входить въ портовой бассейнъ, безпокоя стоянку тамъ судовъ. Не достаточно подробное изученіе вѣтровъ въ Поти привело къ тому, что сильное волненіе, развивающееся при негосподствующихъ *NW*-выхъ вѣтрахъ, входить свободно въ портъ и, образуя въ немъ водоворотъ, дѣлаетъ стоянку судовъ въ портѣ, во время силь-

наго дѣйствія этихъ вѣтровъ, весьма опасною. Были даже примѣры крушенія судовъ стоящихъ въ это время въ портѣ, черт. 90.

Бываютъ случаи когда береговой вѣтеръ становится опаснымъ для судовъ, находящихся въ портѣ. Таковы вѣтры во многихъ мѣстахъ, гдѣ берегъ съ большой высоты спускается круто къ морю, а въ особенности тамъ, гдѣ въ близи имѣются горы, покрытыя вѣчнымъ снѣгомъ. Вѣтры эти, извѣстные подъ названіемъ *боры*, замѣчаются въ Триестѣ, Фиуме, у подножія морскихъ альпъ и у насъ въ Новороссійскѣ. Холодный воздухъ на вершинахъ горъ, получая движеніе къ морю, подходя къ крутому скату, спускается по немъ и образуетъ воздухопадъ, который, двигаясь съ громадною скоростью, разрушаетъ иногда все на своемъ пути.

Въ Новороссійскѣ, черт. 91, движеніе боры идетъ съ востока на западъ и наиболѣе разрушительное дѣйствіе ея ощущается на противуположномъ берегу, въ городѣ, гдѣ нерѣдко срываются крыши съ домовъ, ломаются деревья и опрокидываются заборы. У восточнаго же берега бора дѣйствуетъ слабѣе, сильное дѣйствіе ея начинается лишь на разстояніи 200 сажень отъ берега. Это обстоятельство и побудило расположить строящійся нынѣ портъ на восточномъ берегу Цемесской бухты.

Осенью и зимою, когда бора сопровождается морозомъ, брызги воды, поднимаемые ею, обливая корабли стоящіе на якорѣ, примерзаютъ къ нимъ и облѣпляютъ ихъ совершенно льдомъ; были даже примѣры гибели такихъ судовъ въ Новороссійскѣ.

На чертежѣ 92 изображена діаграмма скоростей вѣтровъ въ Новороссійскѣ, показывающая, что скорость *SW* вѣтра достигаетъ 60 километровъ въ часъ, что соотвѣтствуетъ 7 балламъ шкалы Бофорта.

Г Л А В А X.

Дѣятельность судоходства.—Грузооборотъ.—Вмѣстимость судовъ: валовая (brutto) и полезная (netto).—Опредѣленіе вмѣстимости судна по его водоизмѣщенію и по объему внутренняго помѣщенія.—Зависимость между длиною, шириною и глубиною осадки судна.—Опредѣленіе вмѣстимости судна по его размѣрамъ и обратно-размѣровъ его по данной вмѣстимости.—Регистровая вмѣстимость судна.—Правило Мургома.

Для возможности опредѣленія протяженія набережныхъ, площадей гаваней, рейда и портовой территоріи, для свободной стоянки судовъ, удобства выгрузки и нагрузки товаровъ и для расположенія магазиновъ, навѣсовъ, рельсовыхъ путей и дорогъ, составляющихъ необходимую принадлежность каждаго порта, требуется собрать свѣдѣнія о дѣятельности судоходства и торговли. Эта дѣятельность выражается количествомъ судовъ, посѣщающихъ портъ въ данный періодъ времени, которое, въ свою очередь, находится въ зависимости отъ количества привозимыхъ и отпускаемыхъ изъ порта товаровъ или отъ такъ называемаго *грузооборота порта* и отъ размѣровъ посѣщающихъ портъ судовъ.

Грузооборотъ порта опредѣляется примѣрно по даннымъ, собираемымъ о производительности прилегающаго къ порту края, въ примѣрномъ предположеніи развитія и возрастанія этой производительности.

Товары, предполагаемые къ отпуску и привозу въ портъ, а равно и тѣ, которые транзитомъ будутъ проходить черезъ портъ, должны быть распредѣлены между судами, находящимися въ теченіи опредѣленнаго періода времени въ портѣ, изъ чего явствуетъ, что для безостановочнаго движенія грузовъ, необходимо въ портѣ приготовить мѣсто для свободной стоянки всего того количества судовъ, которое для даннаго грузооборота въ сказанный періодъ времени потребуетъ.

Для возможности болѣе точнаго опредѣленія необходимаго для судовъ въ портѣ мѣста, слѣдуетъ знать зависимость между вмѣсти-

мостью судовъ и ихъ наружными размѣрами. Размѣры эти не находятся въ прямой зависимости отъ количества вмѣщающагося въ нихъ товара (вмѣстимости), почему при маломѣрныхъ судахъ на единицу груза требуется: большее количество судовъ, ббльшая площадь гаваней и рейдовъ и большее протяженіе набережныхъ, чѣмъ то требуется при судахъ большемѣрныхъ. Въ виду сего, необходимо указать на существующіе способы обмѣра коммерческихъ судовъ.

Водоизмѣщеніе нагруженнаго судна, т. е. тотъ обьѣмъ воды, который будетъ вытѣсненъ судномъ, опредѣляется въ зависимости отъ его длины L , ширины B и глубины осадки H и выражается нѣкоторою частью объема параллелоипеда, получаемаго изъ этихъ трехъ измѣреній, т. е.

$$D = \alpha \times L \times B \times H$$

гдѣ α есть коэффициентъ меньше единицы, величина котораго находится въ зависимости отъ вида и конструкціи судна. Слѣдующая таблица, заимствованная изъ руководства кораблестроенія Уайта, даетъ величины α для разнаго рода судовъ.

К Л А С С Ъ С У Д О В Ъ.	Величина α
1) Англійскія королевскія яхты, почтовые пакетботы и вообще быстроходные пароходы	{ отъ 0,43 до 0,46
2) Паровые крейсера большой скорости, корветы и клипера.	{ отъ 0,46 до 0,52
3) Канонерскія лодки, коммерческіе пароходы обыкновенной конструкціи	{ отъ 0,55 до 0,60
4) Паровые неброненосные фрегаты и линейные корабли	{ отъ 0,50 до 0,55
5) Первоначальные типы англійскихъ броненосцевъ	{ 0,55
6) Последніе типы мачтовыхъ броненосцевъ, съ умѣреннымъ отношеніемъ длины къ ширинѣ	{ отъ 0,60 до 0,62
7) Безмачтовые морскіе броненосцы и грузовые пароходы умѣренной скорости	{ отъ 0,65 до 0,75

Для примѣра, возьмемъ корветъ Англійскаго королевскаго флота „Encounter“, который имѣетъ слѣдующіе размѣры:

$$L = 220 \text{ ф\у\т.}$$

$$B = 37 \text{ "}$$

$$H = 15\frac{1}{2} \text{ " (въ полномъ грузу).}$$

Судно это относится къ № 2 предыдущей таблицы, почему взявъ наибольшую величину для α , т. е. 0,52, получимъ

$$D = \alpha \times L \times B \times H = 0,52 \times 220 \times 37 \times 15\frac{1}{2} = 65608 \text{ куб. ф\у\т.}$$

и, раздѣливъ на 35 *), получится водоизмѣщеніе въ тоннахъ, именно:

$$D = \frac{65608}{35} = 1874 \text{ тоннамъ.}$$

Въ дѣйствительности, полное водоизмѣщеніе этого судна по спискамъ Navy-List около 1930 тоннъ.

Для англійскаго броненоснаго фрегата „Alexandra“ имѣемъ

$$L = 325 \text{ футовъ}$$

$$B = 63\frac{2}{3} \text{ "}$$

$$H = 26\frac{1}{4} \text{ " (въ полномъ грузу).}$$

По предыдущей таблицѣ судно относится къ № 6, почему α = отъ 0,60 до 0,62; если взять α = 0,61, то водоизмѣщеніе

$$D = 0,61 \times 325 \times 63\frac{2}{3} \times 26\frac{1}{4} = 331325 \text{ куб. ф\у\т.}$$

или

$$\frac{331325}{35} = 9466 \text{ тоннамъ.}$$

По спискамъ Navy-List водоизмѣщеніе этого судна составляетъ 9492 тонны, что весьма близко подходит къ расчетному ✓

Собственный вѣсъ корпуса судна въ зависимости отъ полного водоизмѣщенія составляетъ:

1) для судовъ деревянныхъ	50%	} Отъ полного водоизмѣщенія D .
2) „ „ желѣзныхъ	40%	

*) Въ 1 англійской тоннѣ = 61,0275 пудовъ, содержится 35 куб. ф\у\т. морской воды или 36 куб. ф\у\т. (35,9) рѣчной воды.

остальная часть полного водоизмѣщенія, которую назовемъ черезъ P , то есть 50% полного водоизмѣщенія деревянныхъ и 60%—железныхъ судовъ, показываетъ тотъ грузъ, который можетъ быть поднимаемъ судномъ, или такъ называемое *полезное водоизмѣщеніе*; оно заключаетъ въ себѣ всѣ машины, снастки, угля, провизіи и собственно груза, перевозимаго судномъ. Опредѣленіе величины послѣдняго изложено ниже.

/ По другимъ шведскимъ и датскимъ даннымъ, отношеніе между полнымъ водоизмѣщеніемъ D и грузомъ P , поднимаемымъ судномъ составляетъ:

- 1) для купеческихъ судовъ дубовыхъ 1,8 или $P = 0,56 D$
- 2) для купеческихъ судовъ сосновыхъ 1,5 или $P = 0,67 D$
- 3) для судовъ дубовыхъ весьма прочной
конструкціи 2 или $P = 0,50 D$
- 4) для железныхъ судовъ 1,75 или $P = 0,57 D$

Такъ называемое строевое водоизмѣщеніе судна, которое назовемъ D_c , т. е. измѣренное по внѣшнимъ кромкамъ шпангаутовъ, получится, если изъ полного водоизмѣщенія D , выраженнаго въ кубическихъ футахъ, вычестъ объемъ обшивки судна.

Для этого послѣдняго объема имѣются слѣдующія данныя: для судовъ, могущихъ поднимать:

отъ 700 до 1000 тоннъ	0,055 D
„ 500 „ 700 „	0,059 D
„ 200 „ 400 „	0,062 D
„ 100 „ 200 „	0,067 D

Для железныхъ судовъ толщина обшивки вообще ничтожна, и составляетъ всего около 0,001 D , а потому строевое водоизмѣщеніе почти равно полному водоизмѣщенію. По строевому водоизмѣщенію D_c главнѣйшіе размѣры судна опредѣляются слѣдующими отношеніями:

- Длина $L =$ отъ 3,2 B до 4,00 B .
 Углубленіе мидделя (глубина осадки) $H =$ отъ 0,37 B до 0,48 B .

- Наибольшая ширина мид-
 деля B .
- Строевое водоизмѣщеніе . $D_c =$ отъ 0,38 LBH до 0,67 LBH .
- Площадь сѣченія мидделя . $A =$ отъ 0,60 BH до 0,83 BH .
- Площадь грузовой или верх-
 ней ватерлиніи $W =$ отъ 0,79 LB до 0,87 LB .

Въ судахъ съ весьма полнымъ очертаніемъ A доходитъ до 0,9 BH , а съ острымъ очертаніемъ не превышаетъ 0,60 BH .

Положеніе мидделя (наиболѣе широкаго шпангаута) бываетъ обыкновенно по срединѣ судна, верхняя же палуба судна находится обыкновенно надъ грузовой ватерлиніею на слѣдующихъ высотахъ:

- 1) Для фрегатовъ отъ 0,08 L до 0,09 L .
- 2) „ корветовъ, барковъ и бриговъ „ 0,052 L „ 0,062 L .
- 3) „ шкунъ „ 0,046 L „ 0,056 L .
- 4) „ шлюпокъ и тендеровъ. „ 0,054 L „ 0,064 L .
- и 5) „ яхтъ „ 0,04 L „ 0,05 L .

Независимо отъ данныхъ для опредѣленія размѣровъ судовъ по ихъ водоизмѣщенію, требуется опредѣлить такъ называемый *грузовой размѣръ* судна т. е. ту глубину, на которую судно садится отъ принятаго имъ груза; это особенно важно для судовъ коммерческихъ, грузовой размѣръ которыхъ составляетъ часто половину полной осадки.

Если для судна вычислить по чертежу водоизмѣщенія при различныхъ ватерлиніяхъ и положить, что AB (черт. 93), есть средняя глубина осадки судна въ полномъ грузу, отложенная произвольнымъ масштабомъ *), то, проводя линію BC перпендикулярную къ AB , откладывая на ней, по ранѣе взятому масштабу, часть BC равную полному водоизмѣщенію судна.

Опредѣляя далѣе при нѣкоторыхъ другихъ среднихъ осадкахъ AL , AN , AF и AD соответствующія водоизмѣщенія LM , HK , FG и DE и, соединивъ точки A , M , K , G , E и C плавною

*) Среднею осадкою называется полусумма углубленія киля на носу и на кормѣ судна, разность этихъ углубленій называется *дифферентомъ судна*.

кривую, получимъ, такъ называемую, кривую грузоваго размѣра судна *).

По этому чертежу не трудно опредѣлить глубину осадки Ax при произвольномъ водоизмѣщеніи, напримѣръ, XU , а потому, зная тотъ грузъ, который долженъ быть принятъ судномъ, не трудно опредѣлить и соотвѣтствующее этому грузу углубленіе киля.

Это графическое опредѣленіе осадки судна довольно вѣрно въ предположеніи постояннаго дифференла при всѣхъ нагрузкахъ судна.

Для полученія груза, нагружаемаго въ судно, соотвѣтствующаго осадкѣ его на единицу, напр. на 1 дюймъ, составляютъ подобную же кривую (черт. 94), гдѣ на вертикальной линіи откладываютъ часть AB равную средней осадкѣ судна при полномъ грузѣ, а на линіяхъ перпендикулярныхъ къ ней, отстоящихъ въ равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, откладываютъ части BC , DE , FG , HK и LM , выражающія грузы, погружающіе судно на 1 дюймъ при осадкахъ его AB , AD , AF , AH и AL .

Если судно имѣетъ осадку AX , то грузъ, могущій погрузить его при этой осадкѣ на 1 дюймъ, выражается на чертежѣ линіею XU , т. е. горизонтальнымъ разстояніемъ точки X до кривой, проведенной черезъ точки $AMKGECS$.

Для всѣхъ практическихъ цѣлей, при судахъ въ полномъ грузу, можно принять безъ чувствительной погрѣшности, что двѣнадцать разъ взятый вѣсъ, погружающій судно на 1 дюймъ, погрузить его на одинъ футъ; это же правило также справедливо для облегченія судна при томъ же углубленіи. На дѣлѣ такая пропорціональность оправдывается даже для двухъ футовъ въ обѣ стороны ватерлиніи для судна въ полномъ грузу.

Въ виду этого, можно по нижеслѣдующимъ даннымъ опредѣлить съ достаточною точностью число тоннъ на одинъ дюймъ увеличенія или уменьшенія углубленія отъ грузовой ватерлиніи, въ зависимости отъ длины и ширины судна.

Сохраняя прежнія обозначенія, будемъ имѣть площадь прямоугольника, описаннаго въ плоскости грузовой ватерлиніи.

$$A = L \times B \text{ (кв. фут.)}$$

*) Этотъ чертежъ прилагается обыкновенно къ судовымъ документамъ, принадлежащимъ отстроенному судну.

	Тонны на 1 дюймъ осадки.
1) Для судовъ съ острыми оконечностями	$\frac{1}{600}$ А.
2) Для судовъ обыкновенной формы (огромнаго большинства)	$\frac{1}{560}$ А.
3) Для судовъ большей ширины по отношенію къ длинѣ и судовъ съ тупыми оконечностями	$\frac{1}{500}$ А.

Возьмемъ для примѣра англійское судно, класса „Invincible“, относящееся къ № 2.

$$L = 280 \text{ фут.}$$

$$B = 54 \text{ фут.}$$

$$A = 280 \times 54 = 15120 \text{ кв. фут.}$$

Число тоннъ на 1 дюймъ отъ грузовой ватерлиніи равно

$$\frac{1}{560} 15120 = 27 \text{ тоннъ.}$$

Эта цифра составляетъ норму для судовъ этого рода.

Короткое судно „Devastation“, принадлежащее къ № 3, имѣетъ

$$L = 285 \text{ фут.}$$

$$B = 62\frac{1}{4} \text{ фут.}$$

почему

$$A = 285 \times 62\frac{1}{4} = 17740 \text{ кв. фут.}$$

Число тоннъ на 1 дюймъ отъ грузовой ватерлиніи равно

$$\frac{1}{500} \times 17740 = 35\frac{1}{2} \text{ тоннъ;}$$

въ дѣйствительности же, грузъ этотъ составляетъ $36\frac{1}{2}$ тоннъ.

Данная въ № 2 предыдущей таблицы величина, наиболѣе употребительна.

Независимо отъ водоизмѣщенія, необходимо опредѣлить тотъ грузъ, который можетъ быть поднимаемъ судномъ, или т. н. *вмѣстительность*, или *вмѣстимость судна*, или какъ обыкновенно говорятъ, *тоннажъ*.

Вмѣстимость эта опредѣляется смотря по цѣли опредѣленія ея:

1) По водоизмѣщенію.

2) По старому строительному способу (Builders old measurement), для опредѣленія величины пошлинъ.

3) По старому способу, съ измѣненіями въ немъ для темзинскаго обмѣра яхтъ (Thames rule, yacht measurement).

4) По способу Мурсома, для опредѣленія полезной вмѣстимости судна.

и 5) По способу, принятому обычаемъ, для опредѣленія фрахтовой вмѣстимости судна.

(Для опредѣленія вмѣстимости судна по водоизмѣщенію, существовали для судовъ деревянныхъ старой конструкціи слѣдующія данныя.

Отношеніе длины къ ширинѣ

$$\frac{L}{B} = \text{отъ } 3 \text{ до } 4.$$

Глубина осадки

$$H = 0,5 B.$$

Длина трюма L_1 составляла $\frac{17}{20}$ длины судна, т. е.

$$L_1 = \frac{17}{20} L$$

или

$$L = \frac{20}{17} L_1.$$

Коэффициентъ водоизмѣщенія $\alpha = 0,5$.

Поэтому водоизмѣщеніе выражается слѣдующимъ образомъ

$$D = 0,5 \times L \times B \times H = \frac{L \times B^2}{4} \text{ (куб. фут.)}.$$

Подставляя вмѣсто L равную ему величину $\frac{20}{17} L_1$ будемъ имѣть

$$D = \frac{20}{17} \cdot \frac{L_1 \times B^2}{4} = \frac{62}{100} \cdot L_1 \times B \times \frac{B}{2} \text{ (куб. фут.)}.$$

Раздѣливъ на 35, получимъ

$$D = \frac{62}{100} \frac{L_1 \times B \times \frac{B}{2}}{35} \quad (\text{въ тоннахъ}).$$

Собственный вѣсъ этихъ судовъ составлялъ 40%⁰ полного водо-
вмѣщенія, почему, для полученія вмѣстимости, необходимо послѣд-
нее выраженіе умножить на $\frac{3}{5}$ т. е.

$$T = \frac{3}{5} \times \frac{62}{100} \frac{L_1 \times B \times \frac{B}{2}}{35} = \frac{1}{94} L_1 \times B \times \frac{B}{2} \quad (\text{въ тоннахъ}).$$

Прежде вмѣстимость судна или т. н. тоннажъ, опредѣляли по числу бочекъ (butts) или тоннъ (tons) спирта или вина, вмѣщающихся въ суднѣ, но такъ какъ этотъ способъ былъ очень не-
точный, то, во избѣжаніе контрабанды, изданъ былъ въ Англіи въ
1720 году законъ, по которому вмѣстимость судна въ тоннахъ
опредѣлялась произведеніемъ трехъ наименьшихъ внутреннихъ из-
мѣреній его со введеніемъ коэффиціента $\frac{1}{94}$ для превращенія объема
въ тонны.

Это правило объѣра судовъ оставалось въ силѣ до 1773 г., когда
было выработано новое правило объѣра, извѣстное подъ названіемъ
„Builders old messurement“, и обозначавшееся буквами „В. О. М.“.
Правило это заключается также въ опредѣленіи вмѣстимости по
главнымъ размѣрамъ судна, причемъ эта вмѣстимость выражается
слѣдующею эмпирическою формулою

$$T = \frac{(L - \frac{3}{4}B) \times B \times \frac{B}{2}}{94} \quad (\text{въ тоннахъ}).$$

въ которой:

L есть длина киля, измѣренная по шпунту отъ транспоста b
до форштевня подъ бугшпритомъ (ab), черт. 95.

Когда судно на водѣ, то положеніе точки b опредѣляется по
осадкѣ и уклону ахтерштевня (уклонъ этотъ обыкновенно $\frac{1}{4}$, т. е.
3 дюйма на 1 футъ осадки).

B есть внутренняя ширина судна или полная ширина по миддельшпангауту, за вычетомъ толщинъ обшивокъ — обыкновенно 10—12 дюймовъ (при желѣзныхъ судахъ толщину обшивки, по незначительности ея, не вычитаютъ).

Для примѣра, возьмемъ судно длиною въ 200 фут. и шириною по мидделю въ 51 футъ, тогда

$$L = 200$$

$$B = 50 \text{ фут.}$$

и

$$T = \frac{(200 - \frac{3}{5} 50) \times 50 \times \frac{50}{2}}{94} = 2260,62 \text{ тонн.}$$

Формула эта, дающая возможность устраивать суда большей вмѣстимости, не увеличивая главныхъ ихъ размѣровъ *L* и *B*, вызвала значительную контрабанду, почему способъ обмѣра судовъ въ настоящее время измѣненъ по предложенію г. Мурсома, о чемъ изложено ниже.

Слѣдующая таблица показываетъ дѣйствительную вмѣстимость нѣкоторыхъ судовъ по сравненію съ вмѣстимостью, получаемой расчетомъ по старому способу „В. О. М.“.

НАЗВАНІЕ СУДОВЪ.	ВМѢСТИМОСТЬ.	
	по водозмѣщенію въ тоннахъ.	по правилу В. О. М. въ тоннахъ.
Warrior	9137	6100
Devastation	9387	4907
Minotaur	10627	6621
Dreadnought	10886	5030
Howe	6557	4245
Bellerophon	7551	4270
Glotton	4912	2709
Boadicea	4027	2679

Понятно, что такая значительная разница могла вызвать большія злоупотребленія, въ предотвращеніе которыхъ необходимо было составить новыя, болѣе точныя, правила для обмѣра вмѣстимости судовъ; правила эти, предложенныя Мурсомомъ, вошли въ законную силу лишь съ 1854 года, до этого же времени были предложены различныя другія системы въ замѣнъ „В. О. М.“, но онѣ всѣ не получили примѣненія.

Для измѣренія вмѣстимости яхтъ, существуетъ практикуемое по настоящее время такъ называемое „Темзинское правило“ („Thames rule, yacht measurement“), которое выражается слѣдующею эмпирическою формулою

$$T = \frac{(L - B) \times B \times \frac{B}{2}}{94} \quad (\text{въ тоннахъ}),$$

гдѣ L —есть длина судна, измѣренная по палубѣ (*de* черт. 95),

B —наибольшая наружная ширина (по мидельшпангауту).

Формула эта, основанная на „В. О. М.“, въ которомъ глубина взята $= \frac{B}{2}$, не вполне основательна для яхтъ, которыя должны имѣть для быстроходности большую осадку при меньшей вмѣстимости, почему формула эта измѣнена по Коринѣскому правилу слѣдующимъ образомъ.

$$T = \frac{L \times B \times \text{глубина осадки}}{200} \quad (\text{въ тоннахъ}),$$

гдѣ L и B имѣютъ тѣже значенія что выше.

Для примѣра, возьмемъ яхту длиною 102 фут. ширина ея $B=21$ и глубина осадки $H=12$ фут., вмѣстимость по Темзинскому правилу

$$T = \frac{(102 - 21) \times 21 \times \frac{21}{2}}{94} = 190 \text{ тоннамъ},$$

а по Коринѣскому правилу

$$T = \frac{102 \times 21 \times 12}{200} = 129 \text{ тоннамъ},$$

вторая цифра ближе подходит къ истинной вмѣстимости подобной лхты.

Эта формула, впрочемъ, неудобна тѣмъ, что съ увеличеніемъ глубины съ цѣлью приданія судну большей устойчивости и быстроходности, что необходимо въ особенности для гоночныхъ яхтъ—получается теоретически большая вмѣстительность, требующая для судна большей портовой пошлины.

Новое правило обмѣра судовъ, предложенное г. Мурсомомъ, введенное съ 1854 года, основано на опредѣленіи вмѣстимости тѣхъ помѣщеній, которыя составляютъ собственно доходную статью для судна. Эта вмѣстимость извѣстна подъ названіемъ „регистравой вмѣстимости судна“ и принята въ настоящее время почти всѣми цивилизованными мореходными націями земнаго шара.

Это есть ничто иное какъ объемъ всѣхъ судовыхъ помѣщеній, не исключая рубокъ и ютовъ, находящихся на палубѣ, выраженный въ куб. фут. и раздѣленный на 100. Эта послѣдняя цифра представляетъ объемъ, занимаемый одной тонной груза внутри судна, такъ что регистравой вмѣстимости получается въ тоннахъ.

Здѣсь слѣдуетъ отличить двѣ регистравыя вмѣстимости: Brutto (Tb) и netto (Tn), въ первую входятъ всѣ закрытыя помѣщенія на суднѣ, будутъ-ли онѣ назначены для груза, пассажировъ или команды, вторая „netto“ заключаетъ въ себѣ лишь тѣ помѣщенія для товара и пассажировъ, которыя составляютъ прямо доходную статью для судна, и которую обыкновенно и называютъ „регистравою вмѣстимостью судна“.

Для опредѣленія ея, производится точный обмѣръ всѣхъ внутреннихъ помѣщеній судна, по которымъ опредѣляется объемъ трюмовъ, и къ этому прибавляютъ объемъ рубокъ и ютовъ, находящихся на палубѣ. Но когда судно частью или вполнѣ нагружено товаромъ, такъ что внутреннія помѣщенія недоступны, тогда измѣряютъ на палубѣ L , длину отъ шпунта кила на форштевнѣ до шпунта кила на кормѣ, затѣмъ измѣряютъ наибольшую наружную ширину, и при помощи подведенной подъ судно цѣпи, наружный обводъ S мидельшпангаута до палубы; тогда получится по эмпирическимъ формуламъ:

1) для судовъ деревянныхъ

$$Tb = \frac{17}{10000} \left(\frac{S + B}{2} \right)^2 \times L \text{ (въ тоннахъ).}$$

2) для желѣзныхъ судовъ

$$Tb = \frac{18}{10000} \left(\frac{S + B}{2} \right)^2 \times L \text{ (въ тоннахъ).}$$

Къ этому слѣдуетъ еще прибавить вмѣстимость всѣхъ рубокъ, ютовъ и прочихъ помѣщений, находящихся на палубѣ.

Для опредѣленія вмѣстимости ниже верхней палубы, Мурсомъ даетъ слѣдующую весьма простую формулу

$$Tb = \alpha \frac{L \times B \times H}{100} \text{ (въ тоннахъ).}$$

гдѣ

L есть длина по палубѣ отъ форъ-до ахтер-штевня.

B — ширина между бортами.

H — глубина трюма отъ палубы до лимберборта

и α — коэффициентъ, численное значеніе котораго:

1) для парусныхъ судовъ обыкновенной конструкціи	0,7
2) для паровыхъ судовъ }	двупалубныхъ 0,65
и клиперовъ. }	трехпалубныхъ 0,68
3) для яхтъ свыше 60 тоннъ	0,5
„ „ меньшихъ	0,45

Примѣръ:

Судно, котораго размѣры слѣдующіе:

$$L = 137 \text{ фут.}$$

$$B = 20 \text{ „}$$

$$H = 11 \text{ „}$$

имѣетъ по Мурсому

$$Tb = \frac{137 \times 20 \times 11}{100} \times 0,65 = 196 \text{ тоннъ.}$$

По непосредственному же измѣренію, суда этихъ размѣровъ имѣютъ валовую (brutto) вмѣстимость въ 199 тоннъ.

Для судовъ болѣе новѣйшей конструкціи, валовая вмѣстимость опредѣляется по формулѣ такого же вида, т. е.

$$Tb = \alpha \times \frac{L \times B \times H}{100} \text{ (въ тоннахъ).}$$

въ которой

L есть длина судна по ватерлиніи, отъ передней кромки форштевня до задней кромки ахтерштевня.

B — наибольшая наружная ширина судна.

H — высота отъ верхней грани киля до верхней поверхности палубы.

α — числовой коэффициентъ, величина котораго:

- | | |
|--|------------------|
| 1) для пассажирскихъ пароходовъ большой скорости | 0,65 |
| 2) для товаро-пассажирскихъ пароходовъ | отъ 0,7 до 0,72 |
| 3) для грузовыхъ пароходовъ | отъ 0,72 до 0,75 |

Всякія отступленія отъ обыкновенной конструкціи судна дѣлаютъ эти формулы непримѣняемыми, а потому вмѣстимость такихъ судовъ должна быть опредѣляема непосредственнымъ измѣреніемъ внутреннихъ ихъ помѣщеній.

Въ парусныхъ судахъ валовая вмѣстимость весьма мало отличается отъ полезной (netto); для полученія послѣдней, слѣдуетъ изъ первой вычесть лишь помѣщеній для команды (не менѣе 72 куб. фут. на cadaго человѣка), въ которыхъ товаровъ складывать не дозволяется. Эта помѣщеніе составляетъ для малыхъ парусныхъ судовъ до 10%, а для судовъ большихъ, около 2.000 тоннъ (brutto), всего 3%, въ среднемъ помѣщеніе для команды берется отъ 4 до 5% отъ валовой вмѣстимости.

Для опредѣленія полезной (netto) вмѣстимости пароходовъ, необходимо изъ валовой вмѣстимости (brutto) вычесть помѣщеніе для машинъ, котловъ и каменнаго угля (топлива).

По закону 1854 года, имѣющему силу по настоящее время, производится обмѣръ помѣщеній для котла, машинъ, корридора для вала винта, вентиляціонныхъ шахтъ и кожуховъ дымовой трубы и, если

объемъ этотъ свыше 13 и ниже 20⁰/₀ валовой вмѣстимости, то для полученія регистровой вмѣстимости ($netto = T_n$) парохода, валовую вмѣстимость уменьшаютъ на 32⁰/₀.

Если для колесныхъ пароходовъ обмѣренные пространства выше 20 и ниже 30⁰/₀, то вычитаютъ изъ валовой вмѣстимости 37⁰/₀.

Другое правило, которое примѣняется для пароходовъ, въ которыхъ обмѣренные пространства заключаются между 13 и 20 процентами валовой вмѣстимости заключается въ томъ, что вычитаютъ изъ валовой вмѣстимости: для колесныхъ пароходовъ обмѣренное пространство 1,5 разъ взятое, а для винтовыхъ это же пространство взятое 1,75 разъ.

Въ коммерческомъ флотѣ практикуется еще одинъ способъ обмѣра судовъ, извѣстный подъ названіемъ фрахтовой вмѣстимости судна (Freightton). Это есть ничто иное, какъ кубическая мѣра вмѣстимости судна, которою купцы часто пользуются для опредѣленія размѣра фрахта; эта вмѣстимость, однако, не установлена закономъ.

Одинъ тоннъ фрахтовой вмѣстимости составляетъ 40 куб. фут. пространства, вмѣщающаго въ суднѣ грузъ, или $\frac{2}{5}$ регистровой тонны.

Эта мѣра, какъ видно, совершенно произвольная и установлена лишь обычаемъ, поэтому встрѣчаются часто отступленія, такъ напримѣръ, для ввозныхъ товаровъ за фрахтовую тонну часто принимаютъ 50 куб. фут., тогда какъ для отпускныхъ держатся прежней цифры 40 куб. фут.

Вмѣстимость судна выражается часто въ ластвахъ по 2 тонны въ каждомъ.

Изъ предъидущаго видно, что вмѣстимость судна находится въ отношеніи куба линейнаго его измѣренія и можно, поэтому, вмѣстимость выразить въ зависимости отъ осадки такъ:

$$T = \gamma H^3 \text{ *)},$$

что до нѣкоторой степени указываетъ на то, что цѣнность порта возрастаетъ пропорціонально кубу глубины.

Слѣдующая таблица показываетъ главные размѣры нѣкоторыхъ русскихъ и иностранныхъ судовъ.

$$\text{*) } T = \frac{\alpha \times L \times B \times H}{100}; \quad \left. \begin{array}{l} \text{по } L = 4B = 8H \\ B = 2H \\ \alpha = 0,7 \end{array} \right\} H = \sqrt[3]{9,4 T}.$$

Название судовъ.	Полное водоизмѣ- щеніе <i>D</i>	Подъем- ная сила, вѣсти- мость <i>T.</i>	Длина <i>L.</i>	Ширина <i>B.</i>	Осадка въ пол- номъ грузу <i>H.</i>
	Въ тонахъ.		Въ футахъ.		
Русскія суда.					
<i>а) Военныя.</i>					
Линейный корабль Николай I-й	5426	—	234	58,3	24,9
Фрегатъ 60 пушекъ Генераль- Адмиралъ	—	—	300	54,5	23,5
Фрегатъ Севастополь	6257	—	300	52,3	26
» Петропавловскъ	6040	—	498	55,7	24,5
Корветы: князь Пожарскій и Мининъ	4137	—	265	49	20,7
Трехбашенныя батареи: Чи- чаговъ, Спиридовъ, Грейгъ и Лазаревъ	—	—	248	43	17,2
Батарея Кремль	3412	—	221	53	14,5
Батарея Цервенець и Не- тронъ меня	3300	—	220	53	15
Двубашенныя канонерскія лод- ки Чародѣйка и Русалка.	1939	—	200	42,1	11
Однубашенныя канонерскія лод- ки Ураганъ, Тифонъ и др.	1565	—	201	46	11
Броненосный корабль Алек- сандръ II-й	—	—	—	—	22 $\frac{1}{2}$
Броненосные корабли Чесма, Синопъ и Екатерина II-я.	—	—	—	—	26
Фрегатъ Дмитрій Донской. .	—	—	—	—	23
Построенный броненосн. ко- рабль въ Севастополѣ въ 8.500 индикаторныхъ силъ.	—	—	—	—	26 $\frac{1}{4}$
Канонерскія лодки Кубанецъ, Терець и Уралець	—	—	—	—	11
Военныя суда имѣютъ вообще осадку.					
1) Балтійскаго флота.					
Броненосные корабли	—	—	—	—	23

Название судовъ.	Полное водоизмѣщеніе <i>D.</i>	Подъемная сила, выѣстительность <i>T.</i>	Длина <i>L.</i>	Ширина <i>B.</i>	Осадка въ полномъ грузу <i>H.</i>
	Въ тоннахъ.		Въ футахъ.		
Броненосные фрегаты . . .	—	—	—	—	24
» батареи	—	—	—	—	17
Башенныя лодки.	—	—	—	—	13
Мониторы	—	—	—	—	12 ¹ / ₂
Полуброненосные фрегаты . .	—	—	—	—	25 ¹ / ₂
Неброненосные фрегаты . . .	—	—	—	—	23
» корветы.	—	—	—	—	20
Неброненосные клипера и крейсера.	—	—	—	—	17
Канонерскія лодки.	—	—	—	—	12
Шкуны	—	—	—	—	9 ¹ / ₂
Транспорты	—	—	—	—	12 ¹ / ₂
Яхта—Держава	—	—	—	—	18 ³ / ₄
» Царевна	—	—	—	—	12 ¹ / ₂
» Марево и Стрѣльна . .	—	—	—	—	5 ¹ / ₄
» Александрія.	—	—	—	—	4 ¹ / ₂
2) Черноморскаго флота.					
Броненосные корабли	—	—	—	—	27
Поповки	—	—	—	—	13 ¹ / ₂
Мониторы.	—	—	—	—	6
Крейсера	—	—	—	—	19 ¹ / ₂
Канонерскія лодки	—	—	—	—	11
Шкуны	—	—	—	—	14 ¹ / ₂
Пароходъ Эрикликъ.	—	—	—	—	10
» Турокъ.	—	—	—	—	11 ¹ / ₂

Название судовъ.	Полное водоизмѣ- щеніе <i>D.</i>	Подъем- ная сила, вмѣсти- тельность <i>T.</i>	Длина <i>L.</i>	Ширина <i>D.</i>	Осадка въ пол- номъ грузу <i>H.</i>
	Въ тоннахъ.		Въ футахъ.		
<i>б) Коммерческія.</i>					
Россійскаго общества тран- спортнорованія владѣй.					
Пароходъ для зерна	—	4200	360	40	24 ¹ / ₄ *)
» » керосина.	—	—	—	—	23
» Петръ.	—	—	—	—	14 ¹ / ₄
Россійскаго общества паро- ходства и торговли.					
Пароходъ Царь.	—	2000	—	—	22
» Свѣтъ.	—	1800	—	—	18 ¹ / ₂
» Лучъ	—	1633	—	—	15 ¹ / ₂
» Святославъ	—	1333	—	—	15 ¹ / ₈
» Пушкинъ и Ольга.	—	420	—	—	13 ¹ / ₂
» Блескъ.	—	—	—	—	21 ¹ / ₄
Добровольнаго флота.					
Пароходъ Москва.	—	—	—	—	20
» строящійся	—	—	—	—	23 ¹ / ₂
Общества Кавказъ и Мер- курій.					
Транспортн.: Эльборусъ, Каз- бекъ и Киргизъ	—	—	—	—	12 ¹ / ₂
Шкуна Александръ Жандръ.	—	—	—	—	10 ¹ / ₂
Пароходъ Императоръ Алек- сандръ Ш	—	—	—	—	9
Шкуна Вел. Кн. Михаилъ.	—	—	—	—	9
Товарищества братьевъ Нобель.					
Пароходы Магометь и Врама.	—	733	246	28	11
» Зароастръ	—	250	145	28	9

*) Глубина трюма 34' 8".

ТЕХНИЧЕСКОМЪ ОФДѢЛѢ

ИМЕНИ

И. И. МАКОВИЧЕВА

Название судовъ.	Полное водоизмѣ- щеніе <i>Д.</i>	Подъем- ная сила, выѣсти- тельность <i>Т.</i>	Длина <i>Л.</i>	Ширина <i>В.</i>	Осадка въ пол- номъ грузу <i>Н.</i>
	Въ тоннахъ.		Въ ф у т а х ъ.		
Пароходы Будда	—	533	202	27	9
» Сократъ, Коранъ, Талмундъ. Спиноза, Дарвинъ, Линне	—	800	246	28	11
» Людвигъ Нобель .	—	1420	197	30	15 ¹ / ₂
Иностранная суда.					
<i>а) Военная.</i>					
Линейный 121 пушечный анг. корабль Victoria	6974	—	260	60	26,7
Линейный французскій ко- рабль I ранга Bretagne . .	6466	—	265,6	59,3	24,9
50 пушечный англійскій фре- гатъ Orlando	5996	—	300	52	23
Французск. фрегатъ l'Impera- trice Eugenie	3796	—	243	48,5	19,5
21 пушечный англійскій кор- ветъ Pearl	3259	—	200	40	18,5
Франц. корветъ La Minerve.	2657	—	236,5	44,2	17,4
17 пушечный англійскій шлюпъ Rinaldo	1200	—	186	33	15
21 пушечный англійскій фре- гатъ Terrible	—	—	226	42,5	17,5
120 пушечный франц. линей- ный корабль	5018	—	209,5	55,3	26,7
60 пушечный франц. фрегатъ.	2582	—	178,1	47,6	21,6
32 пушечный франц. корветъ.	1015	—	138,6	36	16,3
Англ. броненосные фрегаты.					
Northumberland	10140	—	400	59,3	26
Warrior	9137	—	380	58,3	27
Bellerophon	7551	—	300	56	24

Название судовъ.	Полное водоизмѣ- щеніе D.	Подъем- ная сила, вмѣст- тельность T.	Длина L.	Ширина B.	Осадка въ пол- номъ грузу H.
	Въ тоннахъ.		Въ футахъ.		
52 пушечные бронен. линей- ные корабли Magenta, Sol- ferino	6842	—	282	57	30
34 пушеч. фрегатъ La Couronne.	6004	—	262,4	55,1	26
Двубашенные американскіе мониторы.					
Puritan	—	—	351	50	21
Miantonomah.	—	—	268	59	15,9
<i>б) Коммерческія.</i>					
Трансатлантическ. пароходы.					
Great Eastern	—	—	680	83*)	30
Persia ва 850 силъ	5285	—	359	45	21
Vanderbilt въ 1.000 п. с. . . .	5100	—	339,2	48,9**)	20
Портовые пороходы:					
Navarre въ 500 п. с.	3002	—	305	38	14,7
Mersey въ 250 п. с.	1300	—	257	30	10,2
Admiral въ 250 п. с.	820	—	209	32	7,8
Почтовые французскіе пакет- боты.					
Le Tigre въ 500 п. с.	—	—	327	38,5	19,2
Indus въ 300 п. с.	—	—	245	36,5	17
Парусныя суда вмѣстимостью.					
	—	1000	188	42,48	20,83
	—	700	159,4	38,04	18,36
	—	500	140,4	34,60	16,56
	—	400	129,5	32,47	15,41
	—	250	108,5	28,20	13,12
	—	100	78	21,80	9,84
	—	75	69,5	19,34	9,11
	—	50	64,2	18,20	7,87

*) Ширина съ кожухами 114 фут.
**) Ширина съ кожухами 72 фут.

Парусныя купеческія суда строятся обыкновенно слѣдующихъ размѣровъ:

Названіе судовъ.	Полное водо-измѣщеніе <i>D</i> , въ тоннахъ.	Длина <i>L</i> .	Ширина <i>B</i> .	Глубина трюма <i>H</i> .
		В ъ ф у т а х ъ.		
Фрегатъ	отъ 650	отъ 130	отъ 30	отъ 19
	до 1200	до 160	до 35	до 22
Варкъ	отъ 350	отъ 110	отъ 26	отъ 13
	до 700	до 130	до 31	до 18
Брагъ	отъ 280	отъ 100	отъ 24	отъ 12
	до 400	до 110	до 26	до 14
Шкуна	отъ 180	отъ 75	отъ 24	отъ 11
	до 260	до 96	до 25	до 11 ¹ / ₂
Тендеръ	отъ 65	отъ 50	отъ 15	отъ 9
	до 130	до 64	до 20	до 10 ¹ / ₂
Яхта	отъ 90	отъ 50	отъ 16	отъ 8
	до 110	до 66	до 20	до 9

Въ послѣднее время при развитіи желѣзныхъ судовъ и пароходовъ найдено возможнымъ значительно увеличить вмѣстимость ихъ, не измѣняя соответственно силу паровой машины. Такъ на-примѣръ, при увеличеніи длины судна вдвое, сила двигателя требуетъ увеличенія всего 50%, равнымъ образомъ, при увеличеніи глубины осадки судна, увеличивается въ значительной степени его устойчи-вость, и большая его безопасность, поэтому встрѣчаются теперь суда, отношеніе размѣровъ коихъ слѣдующее:

$$\frac{B}{L} = \frac{1}{7} \text{ даже до } \frac{1}{10}$$

$$\frac{H}{B} = \text{отъ } \frac{1}{2} \text{ до } \frac{2}{3}$$

Трансатлантическіе пароходы новѣйшей конструкціи имѣютъ при
длинѣ

$$L = 400 \text{ фут.}$$

ширину

$$B = 45 \text{ фут.}$$

и глубину осадки

$$H \text{ до } 28 \text{ фут.}$$

Полное водоизмѣщеніе такого судна

$$D = 0,5 \frac{400 \times 45 \times 28}{35} = 7200 \text{ тоннъ}$$

валовая вмѣстимость при глубинѣ трюма въ 36 ф.

$$Tb = 0,55 \frac{400 \times 45 \times 36}{100} = 3567 \text{ тоннъ}$$

a netto — вмѣстимость

$$Tn = 3567 (1 - 0,37) = 2247 \text{ тоннъ}$$

въ дѣйствительности же суда эти вмѣщаютъ 2800 тоннъ груза.

Въ заключеніе изысканій, собираются свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ, какъ о тѣхъ, которые могутъ быть добыты на мѣстѣ, такъ и о тѣхъ, которые должны быть доставлены къ мѣсту работъ извнѣ. Матеріалы эти никогда не имѣются на рынкахъ въ такихъ количествахъ, въ какихъ они необходимы для портовыхъ работъ, почему приходится заготовлять ихъ отдѣльно; для естественнаго камня открываютъ карьеры для ломокъ, для бетонныхъ массивовъ, а иногда и для кирпича и цемента, устраиваютъ на мѣстѣ работъ спеціальныя заводы. Лѣсъ заготовляется партіями на сплавныхъ рѣкахъ и доставляется къ мѣсту работъ, по возможности также сплавомъ, въ виду легкости и большей дешевизны доставки.

Открывая собственные карьеры для добычи естественнаго камня, необходимо озаботиться о возможно болѣе дешевой доставкѣ его къ мѣсту работъ, для чего пользуются или естественными водными путями, рѣками и каналами, или желѣзными дорогами; за отсутствіемъ же этихъ путей сообщенія, приходится устраивать временныя рабо-

чіе желѣзнодорожные пути, снабжая ихъ необходимымъ подвижнымъ составомъ. Расходъ на устройство этихъ путей, приобрѣтеніе подвижнаго состава, а также, на случай перевозки камня водою, на приобрѣтеніе баржъ, пароходовъ, а равно и механическихъ приспособленій для нагрузки и выгрузки камня, долженъ быть включенъ въ стоимость камня, почему случается часто, что стоимость камня для портовыхъ работъ значительно превышаетъ стоимость этого же матеріала, показанную въ мѣстныхъ справочныхъ цѣнахъ.

Имѣя это въ виду, необходимо при выборѣ карьеръ руководствоваться не только качествомъ камня, но также и мѣстными условіями для возможно болѣе дешевой доставки камня къ мѣсту работъ.

Для портовыхъ работъ годны вообще всѣ породы кварцевыя и известняковыя, за исключеніемъ небольшого количества легко вывѣтривающихся крупно-зернистыхъ гранитовъ, содержащихъ много слюды, и мягкихъ известняковыхъ, мѣловыхъ породъ; глинистые сланцы, невывѣтривающіеся на воздухѣ и не размягчающіеся въ водѣ, также годны для портовыхъ работъ. Сверхъ того, необходимо, чтобы удѣльный вѣсъ былъ не менѣе 2, въ противномъ случаѣ камень, теряя въ водѣ большую часть своего вѣса, не будетъ представлять достаточной устойчивости и сопротивленія механическому дѣйствию волненія.

При удѣльномъ вѣсѣ равномъ 2, вѣсъ 1 кубическаго фута долженъ быть не менѣе 3,4 пуда.

Песокъ для раствора долженъ быть по преимуществу кварцевый, за неимѣніемъ же такого песка, можно употреблять чистый известковый. Песокъ же, содержащій много сланца и мергеля, вовсе для цементныхъ растворовъ не годенъ, ибо мергель и сланецъ, не соединяясь химически съ цементомъ, разлагаются въ морской водѣ и способствуютъ разрушенію раствора. Для надводныхъ же работъ этотъ песокъ можетъ быть употребляемъ безъ вреда для прочности сооруженія.

Лѣсъ для портовыхъ работъ употребляется по преимуществу ель и сосна и въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, или для частей сооруженій, подверженныхъ ударамъ—дубъ; первые два сорта болѣе дешевы, но уступаютъ дубу въ прочности.

На нашихъ побережьяхъ преобладаетъ вообще известковый камень, гранитъ имѣется по преимуществу въ Финляндіи и можетъ быть оттуда доставляемъ для сооруженій Балтійскихъ портовъ. Для Риги и

Либавы гранить доставляется изъ Швеціи и Даніи (Борнгольма) какъ балластъ на судахъ, приходящихъ за хлѣбомъ, послѣ же назначенія пошлины на иностранный гранитный камень, доставка его прекратилась.

Въ Либавѣ, на днѣ Либавскаго и сосѣднихъ съ нимъ озеръ, имѣется много гранитныхъ валуновъ весьма большихъ размѣровъ, изъ которыхъ, почти исключительно, выстроены сооружения Либавскаго порта. Въ Ревелѣ булыжный камень добывается въ окрестностяхъ со дна моря.

При постройкѣ Петербургскаго морскаго канала булыжный и тесовый камень получался изъ Финляндіи.

На югѣ, въ Черномъ морѣ, имѣются также ломки возлѣ Одессы; известковый раковистый песчаникъ, употребленный на Одесскихъ портовыхъ работахъ, въ настоящее время почти весь истощился, но имѣются еще залежи Аккерманскаго известняка весьма хорошаго качества и годнаго для портовыхъ работъ.

На южномъ берегу Крыма имѣется по преимуществу известковый песчаникъ и такъ называемый Крымскій мраморъ, который идетъ на всѣ работы крымскаго побережья. Гранить встрѣчается очень мало.

На сѣверномъ берегу Азовскаго моря встрѣчается по преимуществу также известнякъ, въ нѣкоторыхъ же мѣстахъ дальше отъ берега по берегамъ рѣкъ, имѣются залежи гранита весьма хорошаго качества, карьеры для котораго были открыты при постройкѣ Мариупольскаго порта.

На Кавказскомъ побережьи встрѣчается по преимуществу глинистый сланецъ болѣе или менѣе плотный, во многихъ мѣстахъ годный для портовыхъ работъ. Этотъ сланецъ, оставленный на воздухѣ, вывѣтривается, почему необходимо послѣ выломки немедленно употреблять его въ дѣло и погрузить въ море, гдѣ онъ вполне хорошо сохраняется.

Известковый камень встрѣчается на Кавказскомъ берегу рѣже и уступаетъ значительно по своимъ качествамъ Крымскимъ породамъ.

По берегамъ Балтійскаго моря, Финскаго залива, у Одессы, въ Азовскомъ морѣ и на Кавказѣ недостатка вообще нѣтъ въ кварцевомъ пескѣ, на южномъ же берегу Крыма его вовсе нѣтъ, единственный хорошій известковый песокъ, совершенно чистый безъ примѣси сланца и мергеля, можно имѣть въ мѣстечкѣ Бельбекѣ, неподалеку

отъ Севастополя; песокъ этотъ употребленъ былъ при постройкѣ Севастопольскихъ доковъ. Остальной песокъ, встрѣчающійся въ Крыму, необходимо до его употребленія просѣять и очистить отъ вредныхъ примѣсей.

Цементъ можно теперь имѣть въ достаточномъ количествѣ на существующихъ въ Россіи заводахъ, такъ что не приходится его готовить отдѣльно при работахъ.

Наиболѣе извѣстные заводы, поставляющіе цементъ для портовыхъ работъ, суть: Шмита—въ Ригѣ, Портъ-Кунда и Черноморскаго Общества въ Новороссійскѣ.

Лѣсъ въ Балтійскомъ морѣ получается изъ Финляндіи и изъ Петербурга, куда онъ доставляется сплавомъ по рѣкамъ Невскаго бассейна. На югѣ въ Черномъ и Азовскомъ моряхъ онъ получается также сплавомъ по Днѣпру, Бугу и по Дону.

Съ Кавказа доставляется мало лѣса—лишь по Кубани,—но и то въ весьма незначительномъ количествѣ.

Для возможности составленія полнаго проекта порта и оцѣнки стоимости работъ, пользуются урочнымъ положеніемъ относительно опредѣленія числа рабочихъ на единицу работы; при этомъ надо, однако, замѣтить, что эти нормы опредѣлены въ предположеніи нѣскольکو опытныхъ рабочихъ, тогда какъ, напримѣръ, на Кавказѣ приходится пользоваться туземцами, почти вовсе неспособными къ работѣ, а потому въ такихъ случаяхъ рабочая сила на единицу работы должна быть противу урочнаго положенія соотвѣтственно увеличена. Это увеличеніе должно быть опредѣляемо непосредственнымъ опытомъ, или можно пользоваться данными, имѣющимися изъ произведенныхъ по настоящее время портовыхъ работъ.

Такъ какъ портовые работы вообще во многомъ отличаются отъ другихъ строительныхъ работъ, то для возможно болѣе точнаго опредѣленія стоимости ихъ, необходимо болѣе подробное изученіе портовыхъ работъ, исполненныхъ по сіе время какъ у насъ въ Россіи, такъ и за границую.

Г Л А В А XI.

Общія соображенія при устройствѣ портовъ.—Условія удобной стоянки, выгрузки и нагрузки судовъ.—Гавань и рейдъ.—Мола портовые и рейдовые.—Волноломъ.—Пристань и набережная.—Порты, на берегу моря и въ устьяхъ рѣкъ.—Препятствіе представляемое баромъ, средства для обхода бара.—Передовая гавань.—Порты убѣжища.—Порты военные.—Порты при морскихъ лиманахъ, выборъ гирла для устройства порта. Карантинъ.

Глубокій морской заливъ или бухта, укрытая отъ господствующихъ сильныхъ вѣтровъ и имѣющая свободное сообщеніе съ моремъ, представляетъ собою естественную гавань, въ которой суда могутъ находить убѣжище во время непогоды и сильнаго волненія.—Такая глубокая часть моря можетъ, слѣдовательно, служить портомъ убѣжищемъ; для пользованія же ею съ коммерческою цѣлью, причемъ необходимо бываетъ производить выгрузку и нагрузку товаровъ, необходимо, чтобы судно могло пристать къ берегу, чему, однако, почти всегда препятствуетъ мелководность, а потому, не устраивая искусственныхъ пристаней или набережныхъ, приходится выгрузку и нагрузку совершать помощью подводныхъ мелкосидящихъ лодокъ или плотовъ,—операція весьма сложная и дорогая и требующая много времени и рабочихъ рукъ.

Естественныя гавани, вполне укрытыя отъ вѣтровъ и волненія, встрѣчаются весьма рѣдко вслѣдствіе вообще мелководности морскихъ побережій; примѣрами такихъ гаваней могутъ служить финляндскія шхеры, морскіе лиманы, рѣки, имѣющія глубокія устья, и небольшое количество заливовъ, встрѣчающихся на берегахъ Балтійскаго и Чернаго морей, изъ которыхъ наиболѣе замѣчательны Рогервикская бухта у Балтійскаго порта, Инкерманская, Стрѣлецкая бухта у Севастополя, Цемесская у Новороссійска, бухта Геленджикъ и нѣкоторыя другія. Всѣ эти бухты, хотя и доставляютъ защиту судамъ

отъ непогоды и поэтому представляютъ собой естественные порты убѣжища, не могутъ, однако, служить коммерческими портами, за невозможностью судамъ стать непосредственно у берега, и потому, для производства выгрузки и нагрузки товаровъ, необходимо въ нихъ строить пристани и набережныя. Пристани выдвигаются въ море, иногда на большую длину, до той глубины, которая необходима, чтобы суда могли стать вплотную къ пристани бортомъ для сдачи и приема съ нея товаровъ.

Изъ этого явствуется, что *пристань* есть первое необходимое сооруженіе въ коммерческомъ портѣ. Существуетъ много примѣровъ весьма длинныхъ пристаней, къ которымъ можно отнести пароходныя пристани въ Кронштадтѣ, Стрѣльнѣ, Петергофѣ, Ораніенбаумѣ, у Лисьяго носа, въ Θεодосіи и въ Керчи. Всѣ эти пристани свайныя и длина нѣкоторыхъ изъ нихъ доходитъ до полуверсты. — Въ Англіи существуетъ также нѣсколько длинныхъ пристаней, изъ коихъ наиболѣе замѣчательны: пристань у Брайтона длиною въ 1100 фут., соединенная съ берегомъ висячимъ мостомъ, пролетомъ въ 220 фут., защищенная отъ морскаго волненія островомъ Уайтъ и мысомъ Бичи-Хэдъ; каменная пристань Granton-rieg близъ Лейти въ Шотландіи шириною отъ 65 до 80 футовъ, и Дуврскій молъ, который можетъ быть также разсматриваемъ какъ пристань, хотя это сооруженіе длиною въ 1800 футовъ сплошное, одновременно служить и защитой части Дуврскаго порта отъ морскаго западнаго волненія. Если глубина воды у берега вообще велика, то вмѣсто пристаней устраиваютъ береговую обдѣлку, у которой могутъ стоять суда, производя выгрузку и нагрузку товаровъ. — Такая береговая обдѣлка, имѣющая видъ стѣны, поднимающейся со дна моря и подпирающей портовую береговую площадь, называется *набережною*.

Пристани устраиваются вообще сквозными; если же сдѣлать ихъ сплошными, какъ напримѣръ въ Дуврѣ, то сооруженія эти могутъ служить также для защиты отъ волненія и получаютъ тогда названіе *молвъ*. Часть порта, защищенная на столько отъ волненія, что суда могутъ совершенно свободно производить выгрузку и нагрузку товаровъ, стоя у пристаней, набережныхъ или на якорѣ, называется собственно *гаванью*. Гавани, какъ выше было замѣчено, рѣдко бываютъ естественными, почему приходится прибѣгать къ искусственному ихъ устройству. — Послѣднее заключается въ томъ, что ихъ

образуютъ искусственными сооруженіями *молами*, т. е. сплошными, выступающими въ море дамбами, которыя располагаются такъ, чтобы за ними образовалось водное пространство, вполне защищенное отъ морскаго волненія. — Если молы, или морскія дамбы, образующія гавань, не связаны съ берегомъ, а образуютъ отдѣльныя, въ водѣ расположенныя, сооруженія, то дамбы эти получаютъ названіе *волноломовъ*.

Гавани устраиваются также выемками въ берегу, что прямо зависитъ отъ мѣстныхъ условій, особенно если грунтомъ, вынутымъ изъ гаваней, можно пользоваться для постройки другихъ частей порта. Независимо отъ гавани, въ каждомъ портѣ желательно образовать такъ называемый *рейдъ*, т. е. такое мѣсто водной площади, гдѣ суда, не производя грузки товаровъ, могли бы стоять на якорѣ защищенными отъ сильнаго морскаго волненія, хотя-бы не въ такой степени, въ какой это требуется для гаваней, но на столько, чтобы они были внѣ всякой опасности отъ аваріи.

Такіе рейды встрѣчаются иногда, какъ выше было замѣчено, естественными, такъ какъ для нихъ особенно большой защиты отъ волненія не требуется; выше приведенныя бухты Рогервикская, Севастопольская и другія представляютъ примѣры такихъ естественныхъ рейдовъ.

Рейды устраиваются иногда искусственно, возведеніемъ волноломовъ и моловъ, но это дѣлается почти исключительно для военныхъ портовъ или для портовъ убѣжищъ. Примѣрами такихъ рейдовъ могутъ служить порты: Шербургъ, Портландъ, Плимуть, Голихэдъ, Дувръ, *Одесса*, Ливорно, Генуя и другіе.

Рейды въ коммерческихъ портахъ служатъ собственно для стоянки судовъ, ожидающихъ очереди входа въ гавань или выхода въ море, выжидая попутный вѣтеръ или освобожденіе буксирнаго парохода, выводящаго судно въ море. На рейдѣ производится также иногда догрузка судна до полной его осадки, если глубина гавани не достаточна, равнымъ образомъ разгружаются большія суда на рейдѣ для облегченія ихъ до осадки, соотвѣтствующей глубинѣ въ гавани. Въ военныхъ портахъ на рейдахъ производятся вооруженіе и оснастка большихъ военныхъ судовъ, глубина осадки которыхъ больше глубины въ гавани; на рейдѣ производятся также эволюціи военной эскадры и миноносокъ и приготовленіе дѣлой эскадры къ выходу

въ море, почему для такихъ рейдовъ необходима громадная площадь, и обширные рейды составляютъ, поэтому, необходимую принадлежность военнаго порта. Такъ какъ военныя суда, находящіяся на рейдѣ, должны быть внѣ опасности отъ нападенія непріятелей, то рейды эти всегда обносятъ крѣпостными верками, не позволяющими непріятельскому флоту приблизиться къ рейду на пушечный выстрѣлъ.

Для возможности судамъ во всякое время и при всѣхъ вѣтрахъ входить съ моря на рейдъ порта для защиты отъ бури, необходимо имѣть широкіе входы и большую глубину, а для возможности якорной стоянки необходимъ на рейдѣ соответствующій грунтъ дна, а за отсутствіемъ такого грунта необходимо имѣть особыя приспособленія для укрѣпленія судовъ, какъ то мертвые якоря, палы и т. п.

Широкіе входы съ моря даютъ свободный доступъ морскому волненію на рейдъ, почему грузка и разгрузка судовъ на рейдѣ можетъ быть совершаема только при спокойной водѣ и тихой погодѣ.

Гавань-же, напротивъ, требуетъ совершенной защиты отъ морскаго волненія: что постигается менѣе широкимъ входомъ, черезъ который морское волненіе не могло-бы входить въ портъ, что опять сопряжено съ меньшимъ удобствомъ входа и выхода. Для возможности безпрепятственной выгрузки и нагрузки товаровъ, необходимы пристани и набережныя и глубина воды какъ у нихъ, такъ и во всей гавани, соответствующая наибольшей осадкѣ вполнѣ нагруженныхъ судовъ. За то можно довольствоваться меньшею водною площадью, лишь достаточною для свободного входа, выхода и поворота судовъ; такъ какъ суда въ гавани стоятъ большею частью у набережныхъ, а не на якорѣ; суда же, не грузящіяся, могутъ стоять на рейдѣ. Кромѣ того, глубина въ гавани можетъ быть допущена съ весьма небольшимъ запасомъ противъ наибольшей осадки судна, такъ какъ при отсутствіи волненія въ гавани судно не будетъ колебаться и ударяться килемъ о дно, между тѣмъ какъ на рейдѣ глубина эта должна быть бѣльшая, ибо, при развивающемся здѣсь относительно бѣльшемъ волненіи, суда будутъ подвержены бѣльшимъ колебаніямъ, чѣмъ въ гавани. Менѣе удобнымъ входомъ въ гавань можно довольствоваться въ виду того, что суда, входящія въ гавань, не приходятъ прямо съ моря, а входятъ сначала на рейдъ, обратно-же при выходѣ судна изъ гавани, оно опять сначала выходитъ на рейдъ, а потому входъ и выходъ судовъ изъ гавани можетъ быть совершаемъ

достаточно удобно во всякое время, даже и при меньшей ширинѣ входа.

Мо́лы, ограждающіе гавани, называются обыкновенно портовыми молами, и снабжаются часто со стороны гавани набережными или другими приспособленіями для грузки судовъ и склада товаровъ, почему имъ даютъ значительную ширину; мо́лы же, ограждающіе рейды, называются рейдовыми молами; если они притомъ не связаны съ берегомъ, а образуютъ отдѣльныя въ морѣ стоящія дамбы, то они, какъ выше было замѣчено, получаютъ названіе волноломовъ. Какъ рейдовые мо́лы, такъ и волноломы не приспособляются съ внутренней стороны, подобно портовымъ моламъ, для грузки товаровъ, а ограничиваются большею частью откосами, и ширина ихъ по верху дѣлается значительно меньшихъ размѣровъ. Въмѣсто того, чтобы образовать гавань устройствомъ мо́ловъ, ее устраиваютъ выемкою въ берегу, устройство которой можетъ быть выгодно тогда, когда матеріаломъ, полученнымъ при выемкѣ гавани, можно воспользоваться для возведенія другихъ частей порта, или когда глубина въ прибрежной части столь велика, что требуетъ очень большихъ затратъ для устройства портовыхъ мо́ловъ. Гавани устраиваются иногда изъ нѣсколькихъ частей, отдѣленныхъ другъ отъ друга внутренними портовыми молами, которые въ этомъ случаѣ снабжаются набережными съ обѣихъ сторонъ и служатъ не для защиты гавани отъ волненія, а лишь для увеличенія протяженія набережныхъ, и дѣлаются часто сквозными въ видѣ пристаней.

Выше было замѣчено, что рѣки могутъ иногда съ выгодною служить портами. Расположеніе порта въ рѣкѣ выгодно, какъ вслѣдствіи того, что рѣка сама по себѣ въ большинствѣ случаевъ представляетъ естественную гавань, хорошо укрытую отъ морскаго волненія, такъ и въ виду того, что рѣка представляетъ естественный водный путь, связывающій портъ съ внутренностью страны.

Единственное неудобство расположенія порта въ рѣкѣ представляетъ баръ при устьи ея, глубина на которомъ почти всегда недостаточна для прохода глубокосидящихъ судовъ. Въ обходъ бара устраиваются поэтому каналы глубиною, достаточною для прохода груженыхъ судовъ. Примѣрами такихъ каналовъ могутъ служить: Петербургскій морской каналъ, Очаковскій каналъ, каналъ Saint Louis при устьѣ Роны, Данцигъ съ каналомъ Нейфарвассеръ и другіе. Прорытіе

канала не всегда, однако, обеспечиваетъ входъ въ портъ, ибо каналъ засоряется какъ рѣчными, такъ и морскими наносами, почему при выборѣ направленія его необходимо сначала подробно изучить всѣ мѣстныя условія, дабы обезпечить каналъ отъ занесенія наносами. Такимъ образомъ при выборѣ направленія С.-Петербургскаго канала руководствовались тѣмъ, что баръ рѣки Невы образуется складываніемъ смываемаго съ Лисьяго носа юго-западными вѣтрами песка, который, подходя къ устью Невы, отлагается по сѣверной сторонѣ главнаго корабельнаго фарватера, измѣняя здѣсь постоянно очертаніе песчаныхъ отмелей. Это явленіе было констатировано изученіемъ картъ Невскаго бара за большой періодъ времени, причемъ усмотрѣно было, что отмели, расположенныя къ сѣверу отъ корабельнаго фарватера, постоянно измѣнялись въ своихъ очертаніяхъ, между тѣмъ какъ отмели съ южной стороны никакимъ измѣненіемъ не подвергались. Каналъ, исполненный въ настоящее время, прорытый до глубины 22 фут., вполне оправдываетъ принятыя предположенія.

Такимъ же образомъ, каналъ Saint Louis въ устьѣ Роны расположенъ съ той стороны, гдѣ нѣтъ наносовъ, и глубина въ немъ поддерживается естественно, безъ значительныхъ землечерпательныхъ работъ. Въ такомъ же положеніи находится каналъ Нейфарвассеръ у Данцига, устье котораго защищено отъ морскихъ наносовъ косою Хеля.

Въ моряхъ съ приливами и отливами, въ которыхъ колебаніе уровня воды происходитъ въ значительныхъ предѣлахъ, выгрузка и нагрузка товаровъ у набережныхъ весьма затруднительны, такъ какъ бортъ судна и палуба его, слѣдуя измѣненіямъ уровня воды, могутъ находиться то на одномъ уровнѣ съ набережной, то ниже, то выше. Грузка товаровъ при этихъ условіяхъ должна совершаться кранами, поднимающими товары такъ высоко, чтобы работу не приходилось останавливать во время прилива, т. е. тогда, когда бортъ судна имѣетъ самое высокое положеніе. Кромѣ того необходимо, чтобы глубина гавани при отливѣ была такова, чтобы судно при полной осадкѣ не ударило килемъ о дно. Первое обстоятельство влечетъ за собою устройство очень высокихъ набережныхъ, весьма дорогихъ, а второе требуетъ большаго углубленія дна гаваней, почему, во избѣжаніе всѣхъ этихъ неудобствъ, устраиваются такъ называемыя приливныя гавани.

Это суть ничто иное какъ бассейны, вырытые въ берегу и отдѣленные отъ моря или рѣки, непроницаемыми для воды дамбами, въ которыхъ расположены входы, закрываемые при приливѣ затворами. Бассейны дѣлаются глубиною, соответствующею осадкѣ наиболѣе глубоко сидящихъ судовъ, считая эту глубину отъ уровня прилива. При этомъ, суда вводятся въ гавань при приливѣ, т. е. тогда, когда вода въ морѣ или въ рѣкѣ имѣетъ высокое положеніе и глубина въ гавани достаточна для свободнаго входа судовъ. Тотчасъ по наступленіи отлива, считая отъ времени средняго прилива, затворы во входахъ въ гавань закрываются и уровень воды въ гавани поддерживаютъ ими на постоянной высотѣ прилива. При такомъ устройствѣ гаваней, входъ и выходъ судовъ совершается два раза въ сутки (при приливахъ) и суда въ гаваняхъ не будутъ подвержены вовсе колебанію отъ дѣйствія приливовъ и отливовъ.

Впереди приливныхъ гаваней устраиваютъ обыкновенно небольшой бассейнъ, называемый *передовою гаванью*, глубину въ которой полезно имѣть такую, чтобы суда съ моря во всякое время могли входить и, становясь въ ней, выжидать прилива для входа въ гавань. Передовыя гавани, однако, рѣдко дѣлаются такой глубины, почему суда, остающіяся въ нихъ во время отлива, садятся на дно, врѣзываясь въ него килемъ.

Существуетъ даже много портовъ, въ которыхъ передовыя гавани вовсе осушаются во время отлива и глубина входа въ портъ дѣлается недостаточною для входа какихъ-бы то ни было судовъ; поэтому входъ судовъ съ моря совершается лишь тогда, когда во время прилива глубина достигнетъ размѣра, соответствующаго осадкѣ судна. Дабы суда не оставались въ передовой гавани во время отлива, въ портъ впускается съ моря лишь то количество судовъ, которое можетъ быть введено въ приливную гавань во время прилива, остальные же должны ожидать очереди входа на рейдѣ, а за отсутствіемъ такового, въ открытомъ морѣ. Мелкосидящія суда и рыбацкія лодки довольствуются почти всегда передовою гаванью, садясь на илистое дно во время отлива; существуютъ даже небольшіе порты, предназначенные спеціально для каботажа *), которые устроены безъ при-

*) Каботажными судами называются такія, на которыхъ производится перевозка грузовъ вдоль береговъ.

ливныхъ гаваней и въ которыхъ суда находятся на плаву лишь при высокой водѣ.

Почти всѣ порты западной Европы устроены съ приливными гаванями, которыя по большей части вырыты въ берегу рѣки или моря; въ рѣдкихъ случаяхъ встрѣчаются приливныя гавани, образованныя въ рѣкахъ, подпоромъ рѣчной воды.

Если глубина воды у берега достаточна для стоянки судовъ на плаву во время отлива, то порты въ такихъ мѣстахъ устраиваются иногда безъ приливныхъ гаваней. Примѣрами подобныхъ портовъ могутъ служить: Гамбургъ, Роттердамъ, Брестъ, Бордо, Кингстунъ, Дублинъ, Бельфасть, Глазгау и другіе. Глубина воды у набережныхъ въ этихъ портахъ при отливѣ достаточна для судовъ съ осадкою до 24 и даже болѣе футовъ.

Въ портахъ безъ приливовъ и отливовъ встрѣчаются иногда передовыя гавани, въ особенности если при портѣ нѣтъ укрытаго рейда. Передовую гавань составляетъ тогда собственно небольшая часть порта между искусственными сооруженіями, въ которой не производится выгрузка и нагрузка товаровъ, а лишь стоянка судовъ въ ожиданіи входа въ гавань или выхода въ море, подобно тому, что имѣетъ мѣсто на рейдѣ.

Порты: Потти и Ревель имѣютъ небольшія передовыя гавани; первый, впрочемъ, вслѣдствіе недостаточной укрытости, не представляетъ судамъ защиты отъ сѣверозападныхъ вѣтровъ, а второй, въ Ревелѣ занятъ военными судами и въ немъ коммерческія суда не нуждаются, такъ какъ они съ моря и съ большого рейда, расположеннаго къ сѣверу отъ сѣвернаго бѣльверка *), входятъ непосредственно въ гавань.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что порты вообще должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ.

1) Порты вбѣжища и рейды должны имѣть свободный входъ съ моря, большую площадь и глубину и быть защищенными отъ морскаго волненія настолько, чтобы суда въ нихъ могли стоять на якорѣ, не подвергаясь аваріи. При этомъ необходимо также, чтобы грунтъ дна былъ удобенъ для якорной стоянки, т. е. чтобы якоря хорошо сцеплялись съ дномъ, не погружаясь въ него на столько, чтобы пред-

*) Мѣстное названіе портоваго волнолома.

ставлялась трудность при ихъ вытаскиваніи и чтобы якорныя цѣпи не облѣплялись грунтомъ.

Если грунтъ дна на рейдѣ или въ портѣ—убѣжищѣ не удобенъ для якорной стоянки, то на немъ утверждаются мертвые якоря или палы, къ которымъ суда могутъ быть пришвартовлены.

Искусственныя сооруженія, ограждающія рейдъ или портъ убѣжище, обдѣлываются со внутренней стороны откосами безъ набережныхъ. Собщеніе рейда съ гаванью порта должно быть такое, чтобы суда во всякое время могли входить и выходить изъ гавани.

2) Порты коммерческіе или гавани должны имѣть удобное сообщеніе съ рейдомъ, быть совершенно защищены отъ волненія, имѣть глубину, соответствующую осадкѣ наиболѣе глѣбоко сидящихъ груженыхъ коммерческихъ судовъ, имѣть большое протяженіе набережныхъ и портовыхъ площадей для грузки и склада товаровъ. имѣть связь съ внутренними водными путями или желѣзными дорогами и быть снабженными навѣсами, пакгаузами и складами всякаго рода для болѣе продолжительнаго храненія товаровъ.

Такъ какъ суда, приходящія съ дальняго плаванія, нуждаются часто въ починкѣ, то коммерческіе порты должны быть снабжены приспособленіями для починки судовъ, а иногда и для постройки ихъ, причемъ, тутъ же необходимо имѣть мастерскія и кузницы, могущія всегда оказать требующему починки судну необходимыя услуги. Порты эти должны быть также снабжаемы прѣсною водою, съѣстными припасами, провіантомъ, и всѣми другими принадлежностями, необходимыми для полнаго вооруженія коммерческаго судна до выхода его въ море.

3) Третій родъ портовъ, изученіе которыхъ, собственно, не составляетъ предмета настоящаго курса, отличаются, главнымъ образомъ, отъ двухъ предъидущихъ тѣмъ, что назначаются спеціально для военнаго флота, почему должны, помимо большой глубины и большой водной площади, быть снабжены всѣми приспособленіями, локами, эллингами и мастерскими для постройки, починки и вооруженія военнаго флота; при нихъ должны быть пушечные склады, пороховыя погреба, магазины для оснастки и снабженіе флота всѣми необходимыми приспособленіями и запасами, провіантные склады и казармы для командъ военнаго флота; для защиты отъ нападенія непріятелей, военные порты обносятъ крѣпостными верками, не позво-

ляющими непріятелю приблизиться къ порту на пушечный выстрѣль, и сообщеніе порта съ моремъ должно быть всегда такое, чтобы флотъ во всякое время могъ изъ моря войти въ портъ.

Независимо отъ расположенія порта въ мѣстахъ, указанныхъ выше, его часто располагаютъ при морскомъ лиманѣ у одного изъ его гирль, выбираютъ для этого наиболѣе глубокое гирло, въ которомъ протекаетъ наиболѣе сильная струя воды изъ лимана. Какъ уже выше было замѣчено, гирло это расположено съ низу по береговому теченію, гдѣ глубина поддерживается до нѣкоторой степени естественнымъ теченіемъ воды изъ лимана. Примѣрами подобныхъ портовъ могутъ служить Мемель, Пиллау, Свинемюнде, портъ Саидъ, Маломокко и другіе. Эти порты въ большинствѣ случаевъ служатъ передовыми портами для другихъ портовъ, расположенныхъ или въ лиманѣ или по рѣкамъ, втекающимъ въ лиманъ; такимъ образомъ, Пиллау есть передовой портъ для Кенигсберга и Эльбинга, Свинемюнде для Штеттина, Маломокко для Венеціи, Портъ-Саидъ для Суэзскаго канала и т. д.

Вода, протекая изъ лимана въ море, какъ уже раньше было замѣчено, не влечетъ большаго количества наносовъ, вслѣдствіе того, что наносы эти, большею частью, отлагаются въ лиманѣ, но такъ какъ лиманы сами по себѣ образовались отложеніемъ морскихъ береговыхъ наносовъ, то послѣдніе, продолжая постоянно свое движеніе, отлагаются съ морской стороны у гирла при входѣ въ портъ. Это обстоятельство, имѣющее мѣсто во всѣхъ выше приведенныхъ портахъ, заставляетъ прибѣгать къ искусственнымъ мѣрамъ для поддержанія необходимой для судоходства глубины. Мѣры эти, описанныя ниже и сходныя съ тѣми, которыя примѣняются въ устьяхъ рѣкъ, къ сожалѣнію, не даютъ вполне удовлетворительныхъ результатовъ, почему приходится почти всегда прибѣгать къ непосредственному удаленію наносовъ землечерпаніемъ.

Порты убѣжища и коммерческіе порты располагаются часто вмѣстѣ; рейды военныхъ портовъ могутъ, равнымъ образомъ, служить портами убѣжищами для коммерческихъ судовъ; что же касается до расположенія вмѣстѣ военнаго и коммерческаго портовъ, то оказывается, съ одной стороны, что торговля, въ виду стѣсненія, представляемаго военными судами, никогда не можетъ, при этомъ, имѣть свободнаго развитія, съ другой же стороны, не желательно при военномъ портѣ

имѣть вблизи посторонній, а въ особенности иностранный элементъ, при существованіи котораго весьма трудно, даже невозможно, предупредить кражу казенныхъ запасовъ для потребностей коммерческаго флота; главное же то, что подъ видомъ шкиперовъ и лицъ, принадлежащихъ коммерческому флоту, будутъ приѣзжать шпионы и различные агенты, отъ зоркости которыхъ военно-морскія тайны лишь съ большимъ трудомъ могутъ быть скрываемы.

Такимъ образомъ въ случаѣ существованія совмѣстно военнаго и коммерческаго портовъ, стараются всегда избавиться отъ послѣднихъ. Такъ напримѣръ, съ устройствомъ Петербургскаго порта почти вся коммерческая часть Кронштадта переведена въ Петербургъ; съ устройствомъ въ Севастополѣ военнаго порта, торговля изъ него совершенно вытѣснена и переведена въ Феодосію, гдѣ устраивается нынѣ обширный коммерческій портъ, соединенный желѣзною дорогою со станціею Джанкой Лозово-Севастопольской жел. д. Заграницею, во Франціи военный портъ Рошефоръ, расположенный на рѣкѣ Шарантѣ, представляетъ громадное препятствіе коммерческому судоходству, вслѣдствіе расположенія торговаго порта выше по теченію рѣки. Во избѣжаніе этого неудобства, имѣется уже давно предположеніе о соединеніи торговаго порта каналомъ съ моремъ въ обходъ военнаго порта, которое, однако, не приведено въ исполненіе, за неимѣніемъ достаточныхъ средствъ. Лоріанъ на р. Скорфѣ находится почти въ такихъ же условіяхъ. Другіе иностранные военные порты, какъ-то: Брестъ, Тулонъ, Дефтфортъ, Вульвичъ, Девенпортъ, Чатамъ, Карлскрона, Вильгельмсгафенъ, Киль и другіе, расположены совершенно отдѣльно отъ торговыхъ бассейновъ и гаваней.

Порты, имѣющіе сношеніе съ востокомъ, откуда часто заносятся повальные заразительныя болѣзни, какъ-то: чума, холера, желтая лихорадка и т. п., снабжаются всегда карантинномъ, т. е. мѣстомъ, гдѣ бы судно, по приходѣ въ портъ, могло выстоять карантинъ, не имѣя въ теченіи всего этого времени вовсе сообщенія съ берегомъ. Такими мѣстами могутъ служить отдѣльные острова, какъ напримѣръ, въ Марсели, Портъ-Фріуль, на островахъ Помегъ и Ротоно, или отдѣльныя гавани въ портѣ; большею же частью отводятъ для этой цѣли на волноломѣ, или на концѣ въ море выступающаго мола, особое, отгороженное мѣсто. Тутъ же устраиваются больницы на случай необходимости помѣщенія привезенныхъ судномъ больныхъ.

Устройство карантинна у насъ можетъ имѣть значеніе лишь для портовъ Чернаго и Каспійскаго морей, такъ какъ эти порты имѣютъ непосредственное сношеніе съ востокомъ, главнымъ гнѣздомъ различныхъ эпидемій; карантинъ для этихъ портовъ устанавливается, однако, не всегда, а лишь въ необходимыхъ случаяхъ, а потому если карантинномъ служить отдѣльная гавань порта, то ею, при отсутствіи карантинна, можно пользоваться для потребностей торговли.

Въ портахъ Балтійскаго и Азовскаго морей особыхъ мѣстъ для карантинна не требуется, такъ какъ суда, приходящія къ нимъ изъ дальняго плаванія, выставляють карантинъ въ Зундѣ и въ Керчи.

ГЛАВА XII.

Условія, которымъ должны удовлетворять гавани и рейды.—Глубина воды и площадь воднаго пространства, въ зависимости отъ количества судовъ и грузооборота порта.—Грунтъ дна и форма гаваней и рейдовъ.—Расположеніе вѣшнихъ сооружений порта (моловъ и волноломовъ) для полной защиты его отъ волненія, наносовъ и ледохода.—Направленіе оси входа въ портъ.—Распространеніе волненія въ пространствѣ огражденномъ портовыми молами.—Ширина входа въ портъ.

Изъ предъидущей главы вытекаетъ, что гавани и рейды всякаго порта должны по возможности удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) Имѣть достаточную площадь для помѣщенія всего того количества судовъ, которое одновременно можетъ накопиться въ портѣ; въ гавани для выгрузки и нагрузки товаровъ, на рейдѣ для ожиданія очереди выхода въ море и входа въ гавань, для производства догрузки и предварительной разгрузки до входа въ гавань, причемъ желательно имѣть еще на рейдѣ немного свободнаго мѣста на случай входа судовъ съ моря для защиты отъ бури.

2) Имѣть достаточную глубину, соотвѣтственно осадкѣ вполнѣ нагруженныхъ судовъ, съ прибавленіемъ къ этой осадкѣ нѣкотораго запаса: въ гаваняхъ—для свободнаго движенія судовъ, на рейдахъ—для безопаснаго колебанія ихъ безъ удара о дно при нѣкоторомъ волненіи, которое всегда можетъ развиться на рейдѣ.

3) Быть достаточно защищенными отъ вѣтровъ, волненія, наносовъ и ледохода, причемъ гавани требуютъ полной защиты отъ волненія, тогда какъ рейды могутъ быть лишь на столько защищены, чтобы суда, не производя грузки товаровъ, могли безопасно стоять на якорѣ или быть пришвартованными къ паламъ или мертвымъ якорямъ.

4) Имѣть удобные входы, причемъ входы на рейдъ съ моря должны

быть таковы, чтобы суда съ моря во всякое время и при всякой погодѣ могли свободно входить, входы же въ гавани должны быть устроены такъ, чтобы черезъ нихъ морское волненіе не могло входить и беспокоить суда, производяція выгрузку и нагрузку товаровъ. Ширина входовъ должна быть достаточна для свободного входа и выхода судовъ и входы должны быть обозначены явственными знаками.

5) Имѣть приспособленія для предохраненія порта отъ засоренія, что достигается или цѣлесообразнымъ расположеніемъ моловъ и другихъ искусственныхъ сооружений или приобрѣтеніемъ для порта землечерпательныхъ машинъ.

6) Рейды и гавани, въ которыхъ судамъ приходится стоять на якорѣ, должны имѣть хорошій для этого грунтъ, за неимѣніемъ же такового, необходимо для пришвартовливанія судовъ имѣть палы или мертвые якоря съ бакенами. Въ гаваняхъ же, обмелѣвающихъ во время отлива или при угонѣ воды вѣтромъ, въ которыхъ суда на это время садятся на дно, необходимо, чтобы дно это состояло изъ мягкаго ила слоемъ достаточной толщины, дабы суда, при спадѣ воды, врѣзываясь въ дно, получали прочную опору и не повреждались.

7) Въ портахъ коммерческихъ гавани должны быть снабжены набережными, протяженіемъ соответствующемъ дѣятельности судоходства и торговли; притомъ онѣ должны быть снабжены всеми средствами для облегченія выгрузки, нагрузки и склада товаровъ, и производства таможенныхъ обрядовъ, т. е. должны имѣть краны, навѣсы, пакгаузы, рельсовые пути, дороги и прочее. Въ портахъ, гдѣ привозъ менѣе вывоза, необходимо имѣть мѣсто для склада балласта, тамъ-же, гдѣ привозъ болѣе вывоза, должно озаботиться о снабженіи судовъ балластомъ. Необходимо кромѣ того снабженіе порта прѣсной водой, съѣстными припасами, углемъ (топливомъ), а также приспособленіями для починки, а иногда и для постройки коммерческихъ судовъ, т. е. доками, эллингами, кузницами, складами для судовыхъ принадлежностей и прочее.

8) Порты, имѣющіе сношеніе съ мѣстами, въ которыхъ господствуютъ эпидемическія болѣзни, должны имѣть карантинъ съ больницей для помѣщенія прибывшихъ въ портъ больныхъ. У насъ, какъ уже выше было замѣчено, карантинъ имѣетъ значеніе лишь

въ южныхъ портахъ Чернаго и Каспійскаго морей, такъ какъ для Балтійскаго и Азовскаго морей корабли выстаиваютъ карантинъ въ Зундѣ и въ Керчи.

Военные порты находятся въ нѣсколько иныхъ условіяхъ: въ нихъ слѣдуетъ обращать главное вниманіе на большую площадь гаваней и рейдовъ, большую ихъ глубину, на сооруженія для постройки, починки и вооруженія военныхъ судовъ, т. е. на эллинги, доки, мастерскія, пороховые погреба, ружейные, пушечные и вещевые склады, арсеналы и склады для провіанта и топлива, на казармы для командъ, лазареты и пруды для храненія корабельнаго лѣса. Все это окружаютъ крѣпостными верками для защиты военнаго порта и флота, въ немъ находящагося, противъ нападенія непріятели.

Площадь, необходимая для гаваней и рейдовъ, зависитъ какъ отъ числа и размѣровъ одновременно находящихся въ нихъ судовъ, такъ и отъ большей или меньшей укрытости отъ морскаго волненія и вѣтра и отъ того, какимъ образомъ суда будутъ пришвартовлены, — на собственныхъ-ли якоряхъ, къ паламъ, мертвымъ якорямъ, или къ портовымъ набережнымъ. При укрѣпленіи судна собственнымъ якоремъ оно, вытягивая якорную цѣпь, будетъ всегда стоять по направленію вѣтра, а потому при измѣненіи направленія послѣднаго будетъ описывать кругъ около своего якоря радіусомъ, равнымъ длинѣ якорной цѣпи сложенной съ длиною судна. Чтобы суда при этомъ не сталкивались, необходимо для каждаго судна имѣть площадь, равную площади этого круга.

Длина части якорной цѣпи, которая должна быть выпущена, зависитъ вообще отъ степени волненія и отъ глубины воды; для большихъ судовъ она бываетъ обыкновенно: въ тихую погоду немного болѣе глубины, при свѣжемъ же вѣтрѣ, когда необходимо для лучшаго укрѣпленія судна, чтобы цѣпь частью своею лежала на днѣ, ее выпускаютъ на 3 до 6 глубинъ или обыкновенно на 100 морскихъ сажень или 1 кабельтовъ (600 фут.). Прибавляя къ этому длину судна въ 300 фут., получимъ радіусъ круга въ 900 фут., что даетъ площадь въ 51906 квадр. саж. или 5 судовъ на 1 квадр. версту. Это разстояніе между двумя смежными судами въ 2 кабельтова или 200 сажень принимается обыкновенно для военныхъ судовъ, на рейдахъ мало укрытыхъ; для коммерческихъ же судовъ и

на рейдахъ хорошо укрытыхъ разстояніе между судами берется въ 1 кабельтовъ или 100 саж.; тогда площадь, занимаемая каждымъ судномъ, получается всего 13000 кв. саж., что составляетъ 20 судовъ на 1 кв. версту. Такъ какъ и эта площадь очень велика и требуетъ для портовъ съ большою дѣятельностью огромныхъ рейдовъ, то суда обыкновенно становятся на двухъ якоряхъ, съ кормы и съ носу или, бросая съ носу якорь, притягиваются кормою къ бакену мертваго якоря или къ палѣ. При этомъ судно не будетъ поворачиваться, а сохраняетъ всегда одно и то же положеніе при всѣхъ вѣтрахъ и трубуется, поэтому, значительно меньше мѣста, именно не болѣе 5000 кв. с., что на одну квадратную версту даетъ 50 судовъ.

Въ портахъ убѣжищахъ, наиболѣе укрытыхъ отъ морскаго волненія, въ которыхъ суда пришвартовливаются какъ съ кормы такъ и съ носу къ мертвымъ якорямъ или паламъ такимъ образомъ, чтобы одинъ бакенъ или пала служили одновременно для двухъ судовъ, на каждое средней вмѣстимости судно достаточно положить отъ 150 до 250 квадратныхъ сажень. Эти послѣднія цифры относятся также до внутреннихъ гаваней, въ которыхъ суда совершенно укрыты отъ волненія и, стоя у набережныхъ, требуютъ мѣста не болѣе параллелограмма, описаннаго около горизонтальной проекціи судна, что при наибольшихъ размѣрахъ коммерческихъ судовъ $L = 30$ саж. и $B = 5$ саж. даетъ 150 квадр. саж. Располагая суда рядами, необходимо между ними оставлять проходы для движенія входящихъ и выходящихъ судовъ, которые увеличатъ нѣсколько вышеприведенную цифру.

Стивенсонъ даетъ слѣдующую эмпирическую формулу для опредѣленія числа судовъ, помѣщающихся на 1 экрѣ *) въ приливныхъ гаваняхъ (наиболѣе тѣсныхъ):

$$n = \frac{1000}{t} + a,$$

въ которой n есть искомое число судовъ, t — средній грузъ, поднимаемый судномъ въ тоннахъ и a — числовой коэффициентъ (отъ 4 до 5), находящійся въ зависимости отъ величины судовъ.

*) a при $e = 0,37$ десятинамъ = 888 кв. саж.

Пользуясь этой формулой, будемъ имѣть:

Средній грузъ, поднимаемый судномъ въ тоннахъ.	Число судовъ на одномъ экрѣ (0,37 десятиныхъ).	Число квадр. саженъ, занимаемое каждымъ судномъ.
100	14,0	63,43
150	10,6	83,77
200	9,0	98,67
250	8,0	111,00
300	7,3	120,55
350	6,9	127,25
400	6,5	135,38
450	6,2	141,93
500	6,0	148,00

При опредѣленіи площади гаваней необходимо иногда задаться расположеніемъ судовъ, дабы удобно было вводить и выводить суда, а равно и для движенія буксирныхъ пароходовъ, помощью которыхъ производится обыкновенно передвиженіе судовъ въ портъ.

Для примѣра опредѣлимъ площадь гаваней отпускнаго для хлѣбнаго зерна порта при слѣдующихъ предположеніяхъ: годовой отпускъ хлѣба составляетъ 150 милліоновъ пудовъ; онъ принимается пароходами и парусными судами, со среднею вмѣстимостью первыхъ въ 700, а вторыхъ въ 200 тоннъ, причемъ $\frac{1}{10}$ часть всего груза распредѣляется на парусныя суда, а $\frac{9}{10}$ на пароходы, число ста-лійныхъ дней для пароходовъ 5, для парусныхъ судовъ 10. Число навигаціонныхъ дней въ году 200.

Полное количество судовъ, принимающихъ въ теченіи навигаціоннаго времени весь грузъ, будетъ:

Пароходовъ

$$N = \frac{135.000.000^*)}{700 \times 60} = 3214,3.$$

Парусныхъ судовъ

$$N_1 = \frac{15.000.000}{200 \times 60} = 1250.$$

*) Для простоты расчета беремъ 1 тонну = 60 пудамъ; точнѣе 1 тонна = 62,0275 пудамъ.

Полагая равномерный приходъ и уходъ судовъ, число ихъ, находящихся одновременно въ портѣ, будетъ:

Пароходовъ

$$\frac{5N}{200} = \frac{3214,30}{40} = 80,36 \dots \text{берѣмъ } 80.$$

Парусныхъ судовъ

$$\frac{10N_1}{200} = \frac{1250}{20} = 62,4 \dots \text{беремъ } 60.$$

Принимая, что суда эти будутъ получать хлѣбъ съ баржъ, ставя ихъ борть о борть съ судами, при средней вмѣстимости баржъ въ 8 до 10 тысячъ пудовъ, необходимо у каждаго парохода поставить 4 баржи, а у парусныхъ судовъ по 2 баржи. Приблизительные размѣры всѣхъ этихъ судовъ суть:

	П а р о х о д ы .	П а р у с н ы я с у д а .	Б а р ж и .
Длина	30 саж.	до 25 саж.	до 20 саж.
Ширина	5 саж.	5 саж.	4 саж.
Осадка	до 20 фут.	до 10 фут.	до 7 фут.

Поэтому площади, занимаемая ими, при установкѣ ихъ пришвартованными къ бакенамъ правильными рядами, съ свободными проходами въ 12 саж., будутъ: для каждаго парохода съ 4-мя баржами (черт. 96). $25 \times 40 = 1000$ квадр. саж.; для паруснаго судна съ двумя баржами (черт. 97) $25 \times 30 = 750$ кв. саж., а для всего количества судовъ $1000 \times 80 + 750 \times 60 = 125000$ кв. саж. или по 216 кв. саж. на каждое судно. При этомъ 80000 кв. саж. водной площади должны имѣть глубину, соответствующую осадкѣ судовъ примѣрно въ 20 фут., т. е. 22 ф., а 45000 кв. с. — соответствующую осадкѣ судовъ до 10 ф., т. е. 11 ф. Сверхъ того необходимо въ такомъ портѣ имѣть бассейнъ для баржъ, порожнихъ и груженыхъ, ожидающихъ очереди выгрузки, причемъ эти суда могутъ быть установлены въ 10 рядовъ съ проходомъ по срединѣ шириною въ 12 саж. По расчету половиннаго количества всѣхъ баржъ, устанавливаемыхъ одновременно у морскихъ судовъ, въ данномъ слу-

чаѣ для 220 баржъ, потребуется площадь (чертежъ 98) въ $(10 \times 4 + 12) \times 20 \times 22 = 22880$ кв. саж., или 103 кв. саж. на каждую баржу.

Принятое выше предположеніе равномернаго прихода и отхода судовъ въ теченіи всего навигаціоннаго времени рѣдко имѣетъ мѣсто; обыкновенно одинъ мѣсяцъ наиболѣе дѣятельный, въ теченіи котораго грузооборотъ составляетъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{6}$ всего годоваго грузооборота, почему при опредѣленіи размѣровъ порта слѣдуетъ принимать это обстоятельство въ соображеніе. Принимая, что грузооборотъ наиболѣе дѣятельнаго мѣсяца составляетъ $\frac{1}{5}$ часть всего годоваго грузооборота, слѣдуетъ вышевыведенныя площади бассейновъ увеличить соотвѣтственно возможности увеличенія нагрузки хлѣба, т. е. на $\frac{1}{20}$ всего грузооборота или на 33% *), а потому для даннаго случая необходимо:

для пароходовъ

$$80 \times 100 \left(1 + \frac{33}{100} \right) = 106400 \text{ кв. с. глуб. въ 22 фут.}$$

для парусныхъ судовъ

$$60 \times 750 \left(1 + \frac{33}{100} \right) = 59850 \text{ глубиною въ 11 фут.}$$

и для баржъ

$$22880 \left(1 + \frac{33}{100} \right) = 30430 \text{ глубиною въ 8 фут.}$$

а всего 196680 кв. саж.

По французскимъ даннымъ площадь гаваней опредѣляется прямо по грузообороту.

На 1 актаръ **) водной площади полагають отъ 15 до 20 тысячъ тоннъ полнаго годоваго грузооборота. При болѣе экономическомъ

*) Выше принято въ 1 мѣсяцъ или въ 30 дней грузить $\frac{30}{200}$ всего грузооборота, въ настоящемъ-же случаѣ въ 30 дней—слѣдуетъ грузить $\frac{1}{5}$ всего грузооборота или $\frac{40}{200}$, что составитъ превышеніе на 33% противъ прежде принятаго.

**) 1 актаръ = 0,91533 десят. = 2197 кв. саж.

устройствѣ порта полагають до 40 тысячъ тоннъ на 1 актаръ. Производя нагрузку и выгрузку судовъ кранами у набережныхъ, можно положить на 1 погонный метръ набережной 500 тоннъ груза въ годъ, и при отношеніи водной площади къ погону набережныхъ въ 125, т. е. на 1 погонный метръ набережной 125 кв. метровъ водной площади, получится на 1 квадрат. метр. этой площади $\frac{500}{125} = 4$ тонны, или 40000 тоннъ на одномъ актарѣ.

Это число, относящееся до южныхъ портовъ, навигація въ которыхъ открыта круглый годъ, соотвѣтствуетъ площади около 50 кв. саж. для судна вмѣстительностью до 700 тоннъ, грузящагося въ портъ 60 разъ въ теченіи года. Обыкновенно же площадь гавани берутъ вдвое большую, т. е. въ 90 или 100 кв. саж. на каждое судно.

Глубина, необходимая для гаваней и рейдовъ, опредѣляется съ такимъ расчетомъ, чтобы суда съ наибольшей осадкой не задѣвали килемъ за дно. Поэтому для рейдовъ, на которыхъ бываетъ значительное волненіе, необходимо къ наибольшей осадкѣ судна, увеличенной на 2—3 фута, прибавить высоту колебанія судна во время волненія. Высота эта, по изслѣдованіямъ Мейка, составляетъ для судовъ малыхъ около $\frac{2}{3}$ высоты волны, а для судовъ большихъ не болѣе $\frac{1}{2}$ этой высоты, поэтому предѣльная глубина выразится формулою:

$$H = h + a + b,$$

въ которой H есть искомая глубина воды, h —наибольшая осадка судна, a —запасъ воды подъ килемъ и b —коэффициентъ колебанія судна во время волненія. При наибольшей осадкѣ военного судна въ 32 фута и наибольшей высотѣ волны на рейдѣ въ 10 футовъ будемъ имѣть

$$H = 32 + 3 + \frac{2}{3} \cdot 10 = 41\frac{2}{3} \text{ фута.}$$

Для коммерческихъ-же судовъ, осадка которыхъ 24 фута,

$$H = 24 + 2 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 31 \text{ футъ.}$$

Иначе, для полученія необходимой глубины воды на рейдѣ, прибавляютъ къ глубинѣ осадки судовъ отъ 10 до 15 футовъ, и

глубина эта въ 45 футовъ считается обыкновенно достаточною для всѣхъ судовъ, а глубина въ 35 футовъ для судовъ коммерческихъ.

Глубина эта должна считаться отъ ординара или отъ уровня самыхъ низкихъ водъ.

Глубина гаваней, въ которыхъ вообще не существуетъ волненія, опредѣляется прибавленіемъ къ наибольшей осадкѣ вполнѣ нагруженныхъ судовъ запаса отъ 2 до 5 футовъ, дабы суда свободно могли двигаться, не задѣвая нигдѣ килемъ за дно, и чтобы имѣть нѣкоторый запасъ на обмелѣніе гавани. Если, поэтому, къ наибольшей глубинѣ осадки коммерческаго судна 24 фут. прибавить 2 фута, то, чтобы судно не задѣвало о дно, необходима глубина гавани

$$H = 24 + 2 = 26 \text{ футовъ,}$$

а для запаса противъ обмелѣнія

$$H = 24 + 5 = 29 \text{ футовъ.}$$

Нормальною глубиною для гаваней считается въ настоящее время:

во Франціи	8	метровъ или	26 ¹ / ₄	фут.
въ Англіи	8 ¹ / ₂	"	28	"
въ Средиземномъ морѣ	7 ¹ / ₂	"	24 ³ / ₄	"
въ Балтійскомъ морѣ	"	"	22	"
въ Черномъ морѣ	"	"	24	"

Въ послѣднее время, при постоянномъ стремленіи увеличить размеры судовъ соответственнымъ увеличеніемъ глубины осадки ихъ, требуется все большая и большая глубина портовыхъ гаваней; одновременно съ этимъ приливныя гавани, отдѣленныя отъ моря шлюзовыми затворами, устраиваются такъ, чтобы онѣ были доступны не только во время приливовъ, что достигается расположеніемъ у входа камерныхъ шлюзовъ; это обстоятельство заставляеть во многихъ случаяхъ значительно увеличивать глубину воды противъ вышеприведенныхъ нормальныхъ цифръ; такъ напримѣръ въ Черномъ и Средиземномъ моряхъ глубину эту доводятъ до 26 фут., въ Балтійскомъ до 24, во Франціи до 28, и въ Англіи до 32, считая отъ уровня низкаго отлива. Эти глубины не всегда, однако, достигаются, почему придерживаются большею частью раньше-приведенныхъ цифръ, производя даже и при этомъ разгрузку и догрузку судовъ на рейдахъ

до получения осадки, соответствующей глубинѣ гавани. Глубину гаваней считаютъ: при непосредственномъ сообщеніи ихъ съ моремъ— отъ низкаго уровня моря, въ приливныхъ-же гаваняхъ отъ того уровня, на которомъ вода въ гавани поддерживается во время отлива, который соответствуетъ обыкновенно низкому уровню прилива; для увеличенія-же времени ввода и вывода судовъ изъ гавани, нормальный уровень воды въ ней берется еще нѣскольکو ниже уровня наименьшаго прилива. Въ передовыхъ бассейнахъ, располагаемыхъ передъ приливными гаванями, глубину рѣдко увеличиваютъ на столько, чтобы суда всегда оставались на плаву, равнымъ образомъ, устройство камернаго шлюза для ввода и вывода судовъ изъ приливныхъ гаваней можетъ быть допущено лишь при незначительной суточной разности воды въ портѣ, въ противномъ случаѣ пришлось-бы расположить порогъ затвора, обращеннаго къ морю, на значительной глубинѣ. Такъ напримѣръ, въ Гаврѣ, гдѣ средняя суточная разность составляетъ 6,5 метровъ, при глубинѣ осадки судна въ 7 метровъ и запасѣ воды подъ килемъ въ 1 метръ, необходимо было-бы сдѣлать глубину надъ нижнимъ порогомъ въ 14 метровъ (46 футовъ).

На рейдахъ и въ открытыхъ гаваняхъ дѣлаютъ часто, въ видахъ экономіи, различную глубину, соображаясь съ осадкою тѣхъ судовъ, которыя посѣщаютъ портъ; при этомъ, для отличія частей гавани съ различною глубиною, ихъ отдѣляютъ другъ отъ друга бакенами или другими знаками. Если портъ состоитъ изъ одной гавани, то полезно ей дать одну общую однообразную глубину, соответствующую осадкѣ наибольшаго судна; когда же портъ посѣщается большимъ количествомъ судовъ съ различною осадкою, то, устраивая портъ изъ нѣсколькихъ портовыхъ бассейновъ, суда могутъ быть распредѣляемы въ нихъ по осадкамъ, давая этимъ бассейнамъ соответственно различныя глубины, сохраняя притомъ то, чтобы въ каждомъ бассейнѣ отдѣльно глубина по всей площади его была бы однообразна. Общую глубину гавани сообразовываютъ съ величиною осадки наибольшаго числа судовъ, посѣщающихъ портъ, причемъ для небольшого числа судовъ, болѣе глубоко сидящихъ, отводятъ часть гавани близъ входа, въ которой глубину соответственно увеличиваютъ. Стевенсонъ совѣтуетъ не останавливаться передъ, хотя бы повидимому и излишнимъ, углубленіемъ гавани порта, ибо, по его мнѣнію, цѣнность порта прямо пропорціональна вмѣстимости судна или кубу

глубины *), какъ объ этомъ замѣчено было выше; чрезмѣрная глубина имѣеть, однако, то неудобство, что требуетъ для судовъ, стоящихъ на якоряхъ, очень длинныхъ якорныхъ цѣпей, не говоря уже о томъ, что при большой естественной глубинѣ увеличивается въ значительной степени трудность исполненія и стоимость искусственныхъ сооружений. Батумъ, въ которомъ глубина рейда доходить до 45 сажень и Мессина, гдѣ глубина гавани достигаетъ 58 метровъ, могутъ служить примѣрами портовъ съ чрезмѣрно большою глубиною. Въ нихъ, для укрѣпленія судовъ, поставлены бакены, прикрѣпленные ко дну винтовыми якорями. Большая глубина батумскаго порта въ значительной степени затруднила кромѣ того расположеніе нынѣ выстроеннаго портоваго мола, его нельзя было удалить отъ берега на столько, чтобы сразу образовать за нимъ гавань площадью, достаточною для помѣщенія всѣхъ судовъ, посѣщающихъ портъ, такъ что для устройства гавани необходимо теперь врыться въ берегъ. При входахъ на рейдъ и въ гавань глубину обыкновенно нѣсколько увеличиваютъ противъ нормальныхъ глубинъ этихъ частей порта, въ виду того, что во входахъ происходитъ всегда болѣе сильное волненіе и толчея; а слѣдовательно и болѣе сильное вертикальное колебаніе судовъ, чѣмъ оно бываетъ въ гаваняхъ и на рейдахъ.

Грунтъ дна на рейдѣ желателно имѣть такой, чтобы суда могли стоять на собственныхъ якоряхъ, которые при этомъ должны сцепляться съ грунтомъ, не увязая въ немъ. Такъ какъ для лучшаго удержанія судна выпускаютъ часть якорной цѣпи, которая лежитъ на днѣ, то желателно, чтобы она также не облѣплялась грунтомъ и не погружалась въ него на столько, чтобы нельзя было ее вытащить.

Грунтъ скалистый и состоящій изъ валуновъ, съ которымъ якорь не сцепляется, вовсе не годится для якорной стоянки. Илъ слишкомъ мягокъ, въ него якоря и цѣпи очень глубоко погружаются, не встрѣчая однако достаточной опоры и не сцепляясь съ нимъ, якорь дрейфуетъ, не удерживая судно прочно на мѣстѣ. Чистая, вязкая глина сильно облѣпляетъ якорь и цѣпь, такъ что, хотя якорь въ немъ прочно и укрѣпляется, необходимо бываетъ отъ времени до времени вынимать его и очищать какъ его такъ и цѣпь отъ прилѣпившейся

*) $T = \frac{1}{9,4} h^3$, гдѣ T есть вѣстимость въ тоннахъ, h — глубина осадки въ футахъ.

глины; въ противномъ случаѣ они настолько облѣпляются и увязаютъ въ глинѣ, что были даже случаи перерубанія цѣпи, за невозможностью вытаскиванія ея. Мелкій песокъ, хотя лучше ила, но даетъ всетаки дрейфъ, такъ какъ якорь не можетъ въ немъ найти вполне прочной опоры; крупный песокъ удерживаетъ хорошо якорь, если же онъ съ валунами, то лапы якоря, задѣвая за нихъ, такъ сильно уцѣпляются, что ломаются при вытаскиваніи его; тоже самое можетъ случиться при сильно трещиноватыхъ грунтахъ и при грунтахъ, состоящихъ изъ однихъ валуновъ. Самые лучшіе грунты для якорной стоянки суть: гравелистые, раковистые и песчаные съ примѣсью глины и ила; грунты эти, не облѣпляя цѣпей и якорей, даютъ послѣднимъ возможность на столько вѣрзаться, сколько это необходимо для прочнаго укрѣпленія судна на мѣстѣ.

Въ гаваняхъ качество грунта собственно не играетъ большой роли, такъ какъ на случай стоянки въ нихъ судовъ не у набережныхъ, они почти всегда, даже при хорошихъ грунтахъ дна, пришвартовываются къ *бакенамъ мертвыхъ якорей*, или къ *паламъ*.

Мертвые якоря и *палы* помѣщаются также на рейдѣ въ случаѣ грунта, негоднаго для якорной стоянки.

Мертвые якоря черт. 99 состоятъ изъ поплавка (бакена), деревянной бочки (а), плота (б), или желѣзнаго пустаго внутри цилиндра (в), или полаго тѣла иной формы (г), прикрѣпленнаго ко дну при помощи цѣпи съ обыкновеннымъ (а) или винтовымъ (б) якорями, чугуннымъ сегментомъ (в), или бетонною или каменною глыбою (г). Для грунтовъ, удобныхъ для якорной стоянки, употребляются обыкновенные якоря и сегменты, вѣсомъ до 150 пудовъ; первые располагаются иногда попарно, соединяя ихъ цѣпью по дну, къ серединѣ которой прикрѣпляется цѣпь, идущая къ бакену черт. 100. Сегментъ дѣлается съ небольшою выемкою съ нижней стороны, что способствуетъ болѣе сильному присасыванію его къ грунту.

При грунтахъ илистыхъ и мелко — песчаныхъ употребляются преимущественно винтовые якоря съ лопастями діаметромъ отъ 3-хъ до 4-хъ футовъ, которые ввинчиваются вмѣстѣ съ цѣпью, посредствомъ металлической штанги, въ дно, на глубину обыкновенно отъ 7 до 20 футовъ, смотря по качеству грунта, но непременно на столько, чтобы вѣсъ конуса земли выше якоря представлялъ достаточное сопротив-

леніе выдергивающему якорь усилію. Якорь самъ по себѣ вѣсомъ не свыше 10 пудовъ этому усилію сопротивляться не можетъ.

Бетонныя или каменные глыбы вѣсомъ до 800 пудовъ употребляются при скалистыхъ грунтахъ, причемъ онѣ располагаются непосредственно на днѣ, при большой глубинѣ, или въ выемкахъ, сдѣланныхъ на днѣ, дабы верхнія грани ихъ были опущены на столько, чтобы киля судовъ не могли за нихъ задѣвать.

Бакены, устраиваемые въ видѣ: бочки (а), плота (б), металлическаго пустаго внутри цилиндра (в) или другаго полаго металлическаго тѣла (г), связываются съ цѣпью при помощи болта и вертлюга, позволяющихъ бакенамъ свободно вращаться, не скручивая цѣпи.

Вертлюгъ, черт. 101, надѣвается на нижній коѣецъ болта, пропущеннаго сквозь бакенъ, къ верхнему концу котораго прикрѣпляются, при помощи также вертлюга, рымы (желѣзные кольца) для пришвартовливанія судна. Металлическіе бакены снабжаются кромѣ того лазами, для возможности осмотра внутренняго ихъ пространства, трубками, идущими отъ верхнихъ крышекъ до дна, для выкачиванія изъ нихъ фильтраціонной воды, и скобами или стремянками для спасанія утопающихъ.

При небольшой глубинѣ устанавливаются иногда въ гаваняхъ и на рейдахъ *палы*, состоящія изъ кустовъ свай, забитыхъ въ грунтъ и стянутыхъ выше уровня воды желѣзными хомутами, черт. 102. Для лучшаго укрѣпленія палы въ грунтѣ, ее устраиваютъ изъ нѣсколькихъ вертикально забитыхъ свай, черт. 103, такимъ образомъ, чтобы одна приходилась въ серединѣ (центрѣ), а остальные по угламъ равносторонняго, правильнаго многоугольника, въ разстояніе 2-хъ или 3-хъ футовъ отъ средней сваи; затѣмъ верхушки свай, которыя должны быть подняты отъ 5 до 7 футовъ надъ уровнемъ воды, притягиваютъ хомутомъ къ средней свай. Крайнія сваи, сгибаясь и раздвигаясь своими нижними концами, укрѣпляются прочно въ грунтѣ и придаютъ кромѣ того большую устойчивость палѣ, причемъ устраняется забивка свай наклонно. Для пришвартовливанія судовъ, къ верхней части палы прикрѣпляются рымы (желѣзные кольца) на болтахъ, пропущенныхъ горизонтально сквозь палу — или палу непосредственно обвиваютъ швартовымъ отъ судна; чтобы послѣдній не соскакивалъ съ палы, къ ней прикрѣпляются болтами кобылки, ниже которыхъ и помѣщается швартовъ.

Въ портахъ, гдѣ существуетъ морской пашень, палы устраиваютъ изъ металлическихъ свай, ввинченныхъ въ грунтъ и связанныхъ выше уровня воды металлическими связями, поверхъ которыхъ дѣлается платформа, на которой по срединѣ утверждается причальная тумба, а по краямъ или къ основанію тумбы четыре рыма. Черт. 104.

Для возможности удержанія судна на якорѣ при скалистыхъ грунтахъ дна, въ чемъ встрѣчается надобность, когда при сильномъ вѣтрѣ судно, оторвавшись отъ швартова, будетъ дрейфовать и представить опасность другимъ въ портѣ стоящимъ судамъ, укладываютъ на днѣ цѣпи, прикрѣпленные къ якорямъ бакеновъ. Такія цѣпи, между прочимъ, предполагалось уложить въ Новороссійскѣ, на случай отрыванія швартововъ при дѣйствіи бѣры. Черт. 105.

При входѣ парусныхъ судовъ въ портъ необходимо заблаговременно уменьшить скорость хода судна, дабы оно не могло столкнуться съ другими судами, стоящими на рейдѣ, или удариться въ палы и набережныя. Это достигается уборкою парусовъ при подходѣ къ порту, съ такимъ расчетомъ, чтобы судно само остановилось на томъ мѣстѣ, гдѣ оно должно стать на рейдѣ. При свѣжемъ же вѣтрѣ заблаговременная уборка парусовъ весьма затруднительна и рѣдко удается уменьшить скорость на столько, сколько это необходимо. Во избѣжаніе столкновенія и могущихъ быть при этомъ аварій судовъ въ портѣ, скорость входящаго судна уменьшаютъ или троссами, бросаемыми съ судна на головы моловъ, или верпемъ, т. е. небольшимъ якоремъ, бросаемымъ съ судна при входѣ, который, цѣпляясь за дно, уменьшаетъ ходъ судна. При скалистомъ грунтѣ натягиваютъ поперегъ входа въ портъ по дну цѣпь, за которую можетъ зацѣпляться верпъ. Если судно, вошедшее въ портъ, не успѣло остановить хода, и есть опасеніе столкновенія, то его направляютъ на мелкую часть порта, гдѣ оно, врѣзываясь въ мягкое илистое дно, можетъ, не повреждаясь, остановиться.

Форма гаваней и рейдовъ бываетъ весьма различна; рейды, на которыхъ суда стоятъ на якоряхъ или пришвартовлены къ паламъ и бакенамъ, должны имѣть большую площадь при наименьшей длинѣ ихъ обвода; это особенно важно для рейдовъ искусственныхъ, обводъ которыхъ составляютъ искусственныя сооруженія (молы и волноломы), а потому форма ихъ должна приближаться къ кругу или квадрату. Это же правило относится къ военнымъ портамъ и къ пор-

тамъ убѣжищамъ, въ которыхъ не требуется вовсе протяженія набережныхъ. Въ большинствѣ же случаевъ для рейдовъ выбираютъ естественно укрытыя части моря, защищенныя островами, отмелями или косами, а потому въ этихъ случаяхъ форма рейда обуславливается естественнымъ видомъ этой части моря и опредѣляется самою природою.

Форма гаваней, въ которыхъ производится грузка товаровъ, должна быть напротивъ такова, чтобы при наименьшей площади представляла наибольшее протяженіе береговой линіи, вдоль которой устраиваются набережныя. Такая форма въ особенности важна въ случаѣ искусственно устроенной, выемкой въ берегу, гавани, ибо наименьшею площадью ея опредѣляется и наименьшая ея стоимость.

Гавань будетъ поэтому имѣть видъ длиннаго прямоугольника, ширина котораго не можетъ быть однако, произвольно мала. Если суда будутъ пришвартовываться къ продольнымъ набережнымъ кормою, то между ними слѣдуетъ оставить свободное пространство, шириною достаточное для прохода и поворачиванія судна, поэтому наименьшая ширина гавани опредѣляется въ три длины судна или въ 75 саж. Въ настоящее время, при постоянномъ стремленіи увеличивать длину судовъ, гавани не слѣдуетъ устраивать уже 100 саж. Болѣе узкія гавани встрѣчаются въ каналахъ, въ которыхъ берега обдѣланы набережными, и въ небольшихъ портахъ, гдѣ въ виду экономическихъ соображеній гавани не были расширены. При этомъ необходимо, однако, во избѣжаніе стѣсненія при движеніи въ гавани, чтобы суда у набережныхъ пришвартовывались бортомъ, а не кормою.

Каналь Нейфарвассеръ въ Данцигѣ при ширинѣ въ 27 саж. представляетъ громадное стѣсненіе для движенія судовъ, идущихъ въ Данцигъ съ моря. Новый бассейнъ въ Ревелѣ шириною въ 35 саж., при развитіи въ немъ движенія безъ сомнѣнія представитъ также большое стѣсненіе свободному движенію въ немъ судовъ.

Гавани, въ которыхъ грузка судовъ производится съ баржъ, которыя поэтому особенно не нуждаются въ большомъ протяженіи набережныхъ, должны подобно рейдамъ, портамъ — убѣжищамъ, военнымъ портамъ, а равно и передовымъ портовымъ бассейнамъ имѣть форму, подходящую къ квадрату.

Приливныя гавани дѣлаются уже, въ виду экономическихъ соображеній; такъ напримѣръ, Лондонскіе доки имѣютъ ширину отъ 350 до 850 фут., или отъ 50 до 120 саж.; въ послѣднихъ для

увеличенія протяженія набережныхъ устроены внутреннiе выступающiе перпендикулярно къ набережнымъ мола. Гавани французскихъ портовъ имѣютъ еще меньшую ширину, даже до 30 сажень.

Для защиты гаваней и рейдовъ отъ вѣтровъ, наносовъ и ледохода необходимо главнымъ образомъ расположить оградительныя портовые сооруженiя (мола и волноломы) такимъ образомъ, чтобы портъ въ этихъ отношенiяхъ былъ по возможности обезпеченъ. При этомъ надо, однако, замѣтить, что мола, расположенныя правильно для надлежащей защиты порта отъ волненiя, могутъ не защитить вовсе отъ осажденiя наносовъ и накопленiя наноснаго льда, въ нѣкоторыхъ случаяхъ мола эти могутъ даже способствовать накопленiю ихъ; и наоборотъ, мола, защищающiе портъ отъ льда и наносовъ, могутъ вовсе не защищать отъ волненiя. Вслѣдствiе этого при выборѣ направленiя и расположенiя ограждающихъ портъ сооруженiй, необходимо принимать всѣ эти обстоятельства одновременно во вниманiе и, изучивъ подробно дѣйствiе всѣхъ этихъ явленiй, оградительныя сооруженiя расположить такъ, чтобы портъ былъ наилучшимъ образомъ защищенъ и наиболѣе обезпеченъ.

Образуя портъ молами или волноломами, отдѣляя ими часть водной площади у берега, весьма естественно сначала расположить ихъ такъ, чтобы огражденное ими пространство было защищено отъ волненiя. Сооруженiя эти должны быть для этой цѣли направлены перпендикулярно къ направленiю господствующаго вѣтра, и если это послѣднее нормально къ берегу, то сооруженiе будетъ параллельно ему, и представить отдѣльно стоящее сооруженiе (волноломъ) черт. 106, если-же направленiе вѣтра наклонно къ берегу, или параллельно ему, то сооруженiе можетъ быть связано однимъ концомъ съ берегомъ и образуетъ молъ черт. 107. Въ первомъ случаѣ образуются два входа въ портъ, во второмъ одинъ, почему раньше всего слѣдуетъ обращать вниманiе на то, нужно-ли въ портѣ устроить одинъ или два входа. Относительно этого, мнѣнiя весьма различны, но несомнѣнно то, что два входа представляютъ большее удобство входящимъ съ моря судамъ, чѣмъ одинъ, способствуя вмѣстѣ съ тѣмъ развитiю большаго волненiя въ портѣ, такъ какъ оно можетъ входить съ двухъ сторонъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что два входа надо признать выгодными для портовъ—убѣжищъ и большихъ рейдовъ, такъ какъ уже выше было замѣчено, что эти части порта, не требуя особенно большой защиты

отъ волненія, должны быть всегда, при всякой погодѣ, доступны съ моря. Кромѣ того, хотя два входа даютъ большій доступъ наносному льду, но за то и выходъ его изъ порта будетъ этими же входами облегченъ, да кромѣ того зыбь, всегда развивающаяся въ портѣ, не дастъ льду замерзнуть и образовать толстую ледяную кору, закрывающую движеніе въ портѣ на продолжительное время.

Если при волноломѣ существуетъ береговое теченіе и передвиженіе имъ наносовъ, то послѣдніе, подходя къ порту, встрѣтятъ на пространствѣ между берегомъ и волноломомъ относительно спокойную воду и будутъ складываться при входѣ въ портъ, со стороны противъ теченія, уменьшая здѣсь постепенно глубину, и засоряя въ концѣ концовъ входъ въ портъ съ этой стороны, черт. 108. Для удержанія этихъ наносовъ можно устроить молъ, сомкнутый съ берегомъ со стороны береговаго теченія, черт. 109, за которымъ наносы будутъ складываться, заполняя весь уголъ между этимъ моломъ и берегомъ, а затѣмъ, когда уже болѣе не могутъ быть задержаны моломъ, они, двигаясь вдоль вновь образовавшейся за моломъ отмели, будутъ подходить ко входу въ портъ, засоряя его. Устройство береговаго мола представляетъ поэтому средство палліативное и требуетъ возобновленія, или устройствомъ новаго береговаго мола (а), или продолженіемъ перваго мола подъ угломъ въ сторону противоположную теченію (б). Если при такомъ расположеніи портовыхъ моловъ наносный ледъ передвигается господствующимъ вѣтромъ или береговымъ теченіемъ, то портъ будетъ отъ него обезпеченъ, но если движеніе этого льда происходитъ при вѣтрѣ иномъ, не совпадающимъ, или не образующемъ остраго угла съ береговымъ теченіемъ, то онъ, входя въ портъ, будетъ въ немъ остановленъ береговымъ моломъ, а при вѣтрахъ береговыхъ, угоняющихъ ледъ въ море, будетъ задержанъ волноломомъ, и если при этомъ, какъ то имѣетъ мѣсто въ Либавѣ, температура будетъ понижена, то ледъ, смерзаясь и примерзая къ волнолому и молу, закроетъ портъ на долгое время.

Для защиты отъ льда необходимо при этомъ со стороны его прихода устроить береговой молъ, черт. 109, подобно тому какъ это сдѣлано противу наносовъ, и портъ будетъ тогда образованъ изъ двухъ береговыхъ моловъ и волнолома, съ двумя входами. Такъ какъ сооруженія, защищающія портъ отъ наносовъ, во всякомъ случаѣ будутъ служить временно, то во избѣжаніе входа наносовъ въ портъ

и засоренія отверстія, расположеннаго противъ береговаго теченія, соединяють береговой молъ съ волноломомъ, превращая послѣдній такимъ образомъ въ молъ, черт. 110. При этомъ наносы, заполняя сначала уголь между моломъ и берегомъ, будутъ двигаться вдоль мола съ наружной его стороны, подвигаясь мало по малу до другаго входа, и, складываясь здѣсь, уменьшать глубину его.

Для избѣжаніе этого слѣдуетъ входъ расположить на большой глубинѣ, чтобы дать запасъ для отлаганія наносовъ; для удаленія ихъ еще на большую глубину можно примкнуть къ молу дамбу въ видѣ шпоры с, черт. 110, которая, удерживая наносы, направитъ ихъ на большую глубину, гдѣ они, разсѣваясь по дну, будутъ отлагаться слоями меньшей толщины.

При такомъ постепенномъ развитіи портовыхъ сооружений, портъ превратится изъ открытго въ замкнутый, причемъ уничтожится удобство двухъ входовъ, а также будетъ совершенно прекращено теченіе воды въ портѣ. Первое несомнѣнно представляетъ нѣкоторое неудобство, если портъ разсматривать какъ портъ—убѣжище, второе имѣетъ также не маловажное значеніе, ибо обмелѣніе порта происходитъ не только отъ накопленія береговыхъ (морскихъ) наносовъ, но и отъ наносовъ, влекомыхъ въ портъ втекающими въ него ручьями и рѣчками, а также отбросами съ судовъ, стоящихъ въ портѣ. Когда въ портѣ существуетъ теченіе и притомъ сквозное, то наносы не такъ быстро отлагаются и портъ будетъ болѣе обезпеченъ, а потому, если есть возможность и оно не дѣйствуетъ вредно въ другихъ отношеніяхъ, необходимо поддерживать это теченіе въ портѣ.

При портѣ сквозномъ, образуется неизбѣжно отдѣльно отъ берега стоящее сооруженіе, которое, для возможности пользованія имъ для торговыхъ цѣлей, необходимо связать съ берегомъ сквознымъ мостомъ.

Все вышесказанное относится до портовъ—убѣжищъ и рейдовъ, сообщающихся съ моремъ непосредственно, и притомъ въ моряхъ безъ приливовъ и отливовъ, въ которыхъ береговое теченіе и движеніе наносовъ имѣетъ всегда одно и тоже направленіе. Когда существуютъ приливы и отливы, то береговое теченіе бываетъ направлено то въ одну, то въ другую сторону, и наносы накопляются медленнѣе, за исключеніемъ случая голышевыхъ береговъ, о чемъ приведено выше, при которыхъ голышъ иногда складывается въ короткій промежутокъ времени въ весьма большомъ количествѣ. Въ виду этого

порты—убѣжища въ моряхъ съ приливами и отливами устраиваются при помощи мола, связаннаго съ берегомъ, далеко выступающаго въ море; таковы между прочимъ порты Дувръ, Голихэдъ, Портландъ и другіе. На случай необходимости обширнаго рейда для военнаго флота устраиваютъ волноломы, какъ напримѣръ въ Шербургѣ, Плимутѣ, Портландѣ и въ другихъ.

При выборѣ направленія моловъ и волноломовъ, бываетъ часто необходимымъ главный молъ, защищающій отъ господствующихъ вѣтровъ, расположить противъ нѣсколькихъ вѣтровъ, такъ какъ главные вѣтры имѣютъ не всегда одно и то же опредѣленное направленіе, а часто заключаются въ нѣкоторомъ углѣ, вслѣдствіе чего молъ и волноломъ приходится дѣлать по кривой или по ломанной линіи, выпуклая сторона которой должна быть всегда обращена къ сторонѣ дѣйствія вѣтра черт. 111. Это необходимо въ виду того, что, въ случаѣ обращенія вогнутой стороны къ вѣтру, волны, ударяясь о молъ и отражаясь, могутъ сходиться въ одной точкѣ (фокусѣ), въ которой образуется сильная толчея, иногда у самаго входа въ портъ, весьма опасная для судовъ.

Криволинейное очертаніе моловъ выгодно еще тѣмъ, что волна, представляя собою прямую линію, подходя къ молу, никогда не будетъ бить въ него одновременно по всей своей длинѣ, а постепенно частями, а потому молъ будетъ претерпѣвать меньшіе удары, чѣмъ, если бы волна направлялась параллельно молу и ударялась въ него сразу по всей своей длинѣ. Единственная невыгода криволинейныхъ моловъ заключается въ большей ихъ длинѣ, и, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, въ большей трудности выполненія работъ.

Если встрѣчаются молы, имѣющіе вогнутости, обращенныя къ сторонѣ вѣтра, то это зависитъ отъ того, что молы эти были выстроены частями въ разное время, причемъ дальнѣйшее удлиненіе ихъ вызывалось увеличеніемъ площадей ограждаемыхъ ими водныхъ пространствъ, какъ напр. Одесса, Голихэдъ и другіе.

Другія соображенія, какъ, напримѣръ, уничтоженіе отраженной внутри порта волны, также заставляютъ иногда направлять портовой молъ по кривой, вогнутостью обращенной къ вѣтру—таковъ, между прочимъ, кожый молъ Сулинскаго порта, повернутый по кривой у корня къ югу, чтобы дать отраженной при юговосточныхъ вѣтрахъ

отъ сѣвернаго мола волнѣ уничтожиться въ мелкой части порта, не распространяясь далѣе вверху по рѣкѣ.

Въ случаѣ расположенія порта у открытаго морскаго берега и защиты его отъ морскаго волненія соотвѣтственнымъ расположеніемъ портовыхъ моловъ, онъ всетаки остается открытымъ дѣйствию вѣтровъ.

Эти послѣдніе, дѣйствуя на оснастку судовъ, могутъ въ значительной степени безпокоить стоянку ихъ въ портѣ; дѣйствіе вѣтра особенно сильно на судахъ порожнихъ, корпуса которыхъ подняты надъ водою высоко и представляютъ поэтому большую парусность для вѣтра. Поднятіемъ портовыхъ моловъ, устройствомъ на нихъ высокихъ стѣнокъ, возможно до нѣкоторой степени уменьшить силу дѣйствія вѣтра, болѣе же надежнымъ средствомъ служить, однако, прочное пришвартовливаніе судовъ.

Во время сильныхъ вѣтровъ суда выпускаютъ обыкновенно большое число троссовъ (канатовъ), прикрѣпляя ихъ къ паламъ, бакамъ и другимъ швартовымъ принадлежностямъ порта; во избѣжаніе же сталкиванія судовъ и аваріи ихъ въ портѣ во время сильныхъ бурь необходимо, чтобы паровыя суда въ это время были подъ парами и чтобы въ портѣ находился всегда на готовѣ буксирный пароходъ.

Спокойная стоянка судовъ при сильномъ вѣтрѣ особенно важна въ гаваняхъ, гдѣ производится выгрузка и нагрузка товаровъ. Гавани располагаются поэтому ближе къ берегу, часто глубоко вдающимися выемками, и суда пришвартовливаются лагомъ къ набережнымъ. Входъ въ гавань, закрытый отъ волненія рейдовыми сооружениями, дѣлается обыкновенно одинъ, въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ приливовъ и отливовъ; при существованіи же послѣднихъ и при устройствѣ приливныхъ гаваней, дѣлаютъ нѣсколько входовъ. Это тѣмъ болѣе необходимо, въ особенности для большихъ портовъ, что при ограниченномъ времени входа и выхода судовъ исключительно при приливахъ, черезъ одинъ входъ возможно было-бы ввести лишь незначительное количество судовъ.

Наиболѣе открытыми гаванями слѣдуетъ считать рѣки, вдоль береговъ которыхъ при отсутствіи приливовъ и отливовъ устраиваются портовые набережныя; на случай же устройства приливныхъ гаваней послѣднія выкапываются въ берегъ и сообщаются съ рѣкою шлюзами съ затворами.

Если рѣка достаточно глубока при отливѣ для стоянки судовъ на плаву, то приливныхъ гаваней иногда не устраиваютъ. Примѣрами такихъ портовъ могутъ служить: Гамбургъ на Эльбѣ, Бременъ на Везерѣ, Роттердамъ на Маасѣ, Антверпенъ на Шельдѣ, Нантъ на Лоарѣ, Руанъ на Сенѣ, Бордо на Жирондѣ, Дублинъ на Лиффей, Глазгоу на Клейдѣ и другіе. Неудобство устройства портовъ на рѣкахъ заключается, какъ выше указано, въ мелководныхъ барахъ, средства для обхода и углубленія которыхъ изложены въ слѣдующей главѣ.

Входы въ портъ съ моря должны быть направлены такъ, чтобы суда съ достаточнымъ удобствомъ могли входить. — Пароходы входятъ при всѣхъ вѣтрахъ почти одинаково удобно, парусныя же суда, двигающіяся вѣтромъ, не могутъ направляться произвольно, почему ось входа должна быть направлена сообразно съ тѣмъ, подъ какимъ угломъ противъ вѣтра парусное судно можетъ двигаться. Лавируя, оно, при хорошей конструкціи, можетъ идти подъ угломъ въ $67\frac{1}{2}^{\circ}$ противъ вѣтра, черт. 112; слѣдовательно, для одинаковаго удобства входа и выхода парусныхъ судовъ, необходимо, чтобы ось входа составляла съ направлениемъ господствующихъ вѣтровъ уголъ отъ $67\frac{1}{2}^{\circ}$ до $112\frac{1}{2}^{\circ}$; это условіе не можетъ быть, однако, всегда выполнено, такъ какъ уголъ господствующихъ вѣтровъ часто превышаетъ 45° — черт. 113. Тогда слѣдуетъ расположить ось входа такъ, чтобы удобнѣе было входящимъ судамъ, чѣмъ выходящимъ, такъ какъ послѣднія могутъ всегда выждать благоприятнаго для выхода вѣтра или быть выведены въ море буксирнымъ пароходомъ.

Располагая, однако, входъ такъ, чтобы господствующій вѣтеръ частью входилъ въ портъ, въ послѣднемъ будетъ развиваться волненіе, для уничтоженія котораго можно молы оканчивать не другъ противъ друга, направляя ихъ по одной линіи, а расположить ихъ такъ, чтобы надвѣтренный молъ нѣсколько прикрывалъ подвѣтренный — черт. 114 *a* и *b*; при этомъ волненіе будетъ менѣе распространяться въ портъ, но вызывается опасность входящему судну, быть вѣтромъ прибитому къ подвѣтренному молу, обстоятельство, особенно опасное при неглубокой водѣ, когда волна, уже разбившись, придаетъ водѣ поступательное движеніе, увлекающее судно къ подвѣтренному молу.

Входъ долженъ быть кромѣ того расположенъ такъ, чтобы наносы

и ледь не входили въ портъ и чтобы ледь, накопившійся въ портѣ, при вѣтрахъ, сопровождающихся морозомъ, могъ свободно выйти черезъ входъ въ море.

Удовлетворить всѣмъ этимъ условіямъ одновременно бываетъ почти всегда невозможно, и часто, въ предупрежденіе входа наносовъ въ портъ, приходится располагать входъ прямо противъ господствующаго вѣтра.

Въ такомъ случаѣ, для уменьшенія волненія въ портѣ, можно или уменьшить ширину, или, оставляя ширину входа неизмѣнною, увеличить ширину водной площади порта. Первое имѣетъ, однако, то неудобство, что затрудняетъ входъ и выходъ, а второе увеличиваетъ стоимость порта. Морская волна, входя прямо въ портъ, уменьшается по мѣрѣ расиространенія ея въ портѣ, и уменьшеніе это тѣмъ быстрее, чѣмъ шире водная площадь порта и чѣмъ уже входъ.

Стивенсонъ даетъ эмпирическую формулу, показывающую отношеніе между высотой волны въ морѣ и въ портѣ на данномъ разстояніи отъ входа, при данныхъ размѣрахъ входа и водной площади порта, черт. 115.

$$\frac{X}{H} = \sqrt{\frac{b}{B}} - \frac{1}{50} \left(1 + \sqrt{\frac{b}{B}} \right) \sqrt[4]{D},$$

въ которой

X есть высота волны въ портѣ на разстояніи D отъ входа,

H „ высота волны въ морѣ,

b „ ширина входа,

и B „ ширина водной площади на разстояніи D отъ входа или, вѣрнѣе, длина дуги въ предѣлахъ водной площади порта, описанная радіусомъ D при центрѣ, взятомъ въ серединѣ входа.

Формула эта не примѣнима для D менѣе 50 фт.

Для примѣра, возьмемъ портъ, составленный изъ двухъ параллельныхъ моловъ черт. 116, сходящихся ко входу, ширина котораго $b = 600$ фт. и ширина водной площади $B = 2400$ фт.

Высота волны въ морѣ $H = 10$ фт.

Требуется найти то разстояніе D отъ входа, гдѣ высота волны X не превышала бы 2 футовъ.

Изъ формулы Стевенсона, имѣемъ

$$D = \left[\frac{\sqrt{\frac{b}{B}} - \frac{X}{H}}{\frac{1}{50} \left(1 + \sqrt{\frac{b}{B}} \right)} \right]^4 = \left[\frac{(5-2) 50 \times 2}{3 \times 10} \right]^4 = \left(\frac{100 \times 3}{3 \times 10} \right)^4 =$$

$$= 10^4 = 10000 \text{ фут.} = 1430 \text{ саж.}$$

При отношеніи

$$\frac{b}{B} = \frac{1}{9}$$

получимъ

$$D = \left[\frac{\frac{1}{3} - \frac{2}{10}}{\frac{1}{50} \left(1 + \frac{1}{3} \right)} \right]^4 = 5^4 = 625 \text{ фут.} = 90 \text{ саж.}$$

Величина входа на рейдъ дѣлается различною; нормальною шириною считается, однако, 600 футовъ (86 саж.), при менѣ бурныхъ моряхъ уменьшаютъ ее до 75 саж. (524 фут.) и меньше. Вообще при болѣе глубокой водѣ, при которой развивается большее волненіе, ширина входа должна быть уменьшена, такъ на примѣръ, въ Поті, гдѣ развивается очень сильное волненіе, признали необходимымъ уменьшить отверстіе входа до 35 саж., тогда какъ въ Мариуполѣ, при глубинѣ воды въ 15 фут., возможно было сдѣлать ширину входа въ 75 саж.

Г Л А В А XIII.

Порты огражденные парными молами (жетё).—Относительное направление моловъ.—Направление оси входа и расположение оконечностей (головъ) моловъ въ зависимости отъ направления господствующих вѣтровъ, береговыхъ теченій, движенія наносовъ и льда и направленія входящихъ въ портъ судовъ.—Направление и очертаніе оси портового канала.—Распространеніе волненія вверхъ по портовому каналу, средства для уменьшенія дѣйствія этого волненія, устройствомъ: 1) передовой гавани; 2) наклонныхъ плоскостей (*baise lame*); 3) выдвигенія надвѣтреннаго мола ^{№4}) направлениемъ оси канала по кривой или по ломанной линіи.—Средства для уменьшенія наносовъ на барѣ при входѣ въ портовой каналъ.—Зимнія гавани въ портахъ, расположенныхъ въ устьяхъ рѣкъ.

Выше было сказано, что расположеніе порта въ рѣкѣ представляетъ во многихъ отношеніяхъ большія удобства чѣмъ устройство его на берегу, посредствомъ портовыхъ моловъ. Въ рѣкахъ безъ приливовъ и отливовъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и въ рѣкахъ гдѣ они существуютъ, для образованія порта, устраиваютъ вдоль берега набережныя и другія приспособленія, посредствомъ которыхъ производится выгрузка и нагрузка товаровъ, превращая, такимъ образомъ, самую рѣку въ портовую гавань. Если рѣка широка и имѣетъ достаточную глубину, или если гавань (набережныя) расположена высоко по рѣкѣ, такъ, что между нею и устьемъ остается большое ничѣмъ не занятое водное пространство, то при достаточной глубинѣ воды, рѣка будетъ служить и рейдомъ; при узкой же рѣкѣ или при расположеніи гавани почти у устья, рейдъ долженъ быть образованъ отдѣльно въ морѣ, передъ входомъ въ рѣку. При устройствѣ на рѣкѣ приливныхъ гаваней, или бассейновъ, вырытыхъ въ берегу, рѣка, при достаточной ея глубинѣ во время отлива, всегда служитъ рейдомъ, на которомъ становятся суда, ожидающія очереди входа въ гавань. Рѣки же, которыя обмелѣваютъ во время отлива, могутъ служить лишь передовыми гаванями для мелкихъ судовъ, такъ

какъ суда эти будутъ во время отлива садиться на илистое дно рѣки. При этомъ большія суда входятъ въ приливныя гавани, поднимаясь по рѣкѣ только во время прилива, и то въ такомъ числѣ, которое въ теченіи одного прилива можетъ быть введено въ гавани черезъ шлюзы; остальные суда должны выждать слѣдующаго прилива въ морѣ или на рейдѣ, расположенномъ внѣ устья рѣки. Такъ какъ входъ съ моря въ рѣку, въ особенности въ нашихъ моряхъ, въ которыхъ нѣтъ приливовъ, въ значительной степени затрудненъ баромъ, то для возможности обращенія части рѣки въ портъ, необходимо озаботиться сначала объ обезпеченіи глубины воды при входѣ соотвѣтственнымъ углубленіемъ бара. Какъ уже выше было замѣчено, обходъ бара достигается иногда устройствомъ обводнаго канала, но можно также устроить глубокой входъ въ рѣку, прорѣзавъ черезъ баръ каналъ; какъ въ томъ такъ и въ другомъ случаѣ выходъ въ море устраивается при помощи двухъ параллельныхъ дамбъ или моловъ, называемыхъ для отличія ихъ отъ другихъ портовыхъ и рейдовыхъ моловъ, парными молами или жете.

Парные молы, устраиваемые въ устьѣ обводнаго канала, служатъ главнымъ образомъ для вывода устья канала на достаточную, для судоходства, глубину и для защиты этой части канала отъ береговыхъ наносовъ. Удалять же рѣчные наносы при обводномъ каналѣ не приходится, такъ какъ каналъ устраивается: или на рѣкахъ, не влекущихъ вовсе или незначительное количество наносовъ, или отдѣляютъ его отъ рѣки шлюзомъ, не допускающимъ входъ рѣчныхъ наносовъ въ каналъ. Парные молы въ устьяхъ рѣкъ, какъ бы продолжая берега и прорѣзая между ними глубокой каналъ черезъ баръ, служатъ не только для защиты канала отъ наносовъ, приходящихъ извнѣ, но главнымъ образомъ для стѣсненія русла рѣки и увеличенія этимъ скорости протока воды, способствующей прорытію канала на барѣ. Наносы, влекомые рѣкою, проносимые усиленнымъ теченіемъ между парными молами, встрѣчая у устья канала стоячую морскую воду, будутъ здѣсь отлагаться, образуя новый баръ; чтобы этотъ послѣдній не могъ по возможности составить препятствія судоходству, необходимо дамбы выдвинуть до той глубины, при которой, независимо отъ глубины, требующейся для судовъ, получился бы достаточный запасъ ея для образованія новаго бара, безопаснаго для судоходства. Опредѣляя ширину портоваго канала въ зависимости

отъ необходимаго увеличенія скорости протока воды, слѣдуетъ сдѣлать ее достаточною и для свободнаго прохода судовъ, а ось его направить, помимо удобнаго протока воды, соотвѣтственно наиболѣе удобному ходу по каналу судовъ. Входъ долженъ имѣть такое расположеніе, чтобы суда съ моря по возможности во всякое время имѣли свободный доступъ къ порту. Изъ этого видно, что для расположенія парныхъ моловъ слѣдуетъ руководствоваться не только характеромъ рѣки и движеніемъ наносовъ, но также и условіями удобнаго движенія по каналу и входа и выхода судовъ изъ порта, обстоятельства, которымъ одновременно удовлетворить весьма трудно; ибо, устраивая парные молы, руководствуясь лишь одними условіями теченія воды и движенія наносовъ, они могутъ вовсе не соотвѣтствовать условіямъ, требующимся для судоходства и наоборотъ; кромѣ того, независимо отъ рѣчныхъ наносовъ, существуютъ еще наносы береговые (морскіе), вѣтры и волненіе, относительно которыхъ молы должны имѣть наивыгоднѣйшее для удобства порта направленіе.

Парные молы могутъ быть направлены другъ относительно друга: параллельно, сходящимися или расходящимися: черт. 117. Сходящіяся молы представляютъ слѣдующія удобства: 1) суживая живое сѣченіе рѣки, именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ рѣчная вода встрѣчаетъ стоячую морскую воду, они удаляютъ мѣсто складыванія наносовъ и образованія новаго бара отъ устья канала, и 2) морское волненіе, входя въ портовый каналъ, переходя постепенно въ болѣе широкія части его, не можетъ распространиться далеко по каналу и беспокоить суда, въ немъ стоящія; но за то вызываются при этомъ слѣдующія неудобства: 1) затрудняется значительно входъ судовъ съ моря и 2) усиленное теченіе, развивающееся при самомъ устьѣ канала, можетъ значительно затруднить входъ судамъ, въ особенности паруснымъ, которымъ приходится идти противъ этого теченія. Молы расходящіяся, представляя большее удобство входящимъ въ портъ судамъ, будутъ въ значительной степени способствовать распространенію морскаго волненія вверхъ по портовому каналу, которое, входя какъ-бы въ воронку, будетъ усиливаться по мѣрѣ движенія по каналу, и при расположеніи портовыхъ набережныхъ непосредственно за каналомъ или въ самомъ каналѣ, волненіе это можетъ сильно беспокоить суда, грузящіяся у набережныхъ. Что-же касается до дѣйствія рѣчнаго теченія при расходящихся молахъ, то оно, встрѣ-

чая въ портовомъ каналѣ все большее и большее живое сѣченіе, будетъ постепенно замедляться, способствуя этимъ отложенію наносовъ въ самомъ каналѣ; это обстоятельство, хотя по первому взгляду и представляется невыгоднымъ, но, принимая во вниманіе, что препятствовать отложенію наносовъ вообще невозможно, и что при отлаганіи ихъ на большей глубинѣ настанетъ несомнѣнно то время, когда они, поднявшись, будутъ препятствовать судоходству и потребуютъ дальнѣйшее удлиненіе моловъ для ихъ удаленія, оказывается болѣе выгоднымъ дать наносамъ сложиться въ каналѣ, откуда подъ защитою моловъ есть возможность, постепенными землечерпательными работами, удалить ихъ и такимъ образомъ продлить время до необходимости удлиненія моловъ для достиженія требуемой для судоходства глубины входа.

Параллельное расположеніе моловъ, какъ по удобствамъ такъ и по недостаткамъ, занимаетъ среднее мѣсто между двумя предъидущими направленіями, и поэтому должно быть вообще предпочтительно. Оно вообщемъ признается наилучшимъ направленіемъ для парныхъ моловъ. Хагенъ совѣтуетъ, для уменьшенія волненія въ портовомъ каналѣ, загигать концы моловъ во внутрь канала, уменьшая этимъ ширину входа, черт. 118; хотя это средство и способствуетъ уменьшенію распространенія волненія въ портовомъ каналѣ, но оно влечетъ за собою или суженіе входа, неудобство сходящихся моловъ или расширеніе портового канала, т. е. увеличеніе расхода на его устройство.

Въ отношеніи удобства входа и возможности постепеннаго землечерпанія при устьѣ канала подъ защитою моловъ, слѣдуетъ признать устройство, показанное на черт. 119 и примѣненное въ Англійскомъ портѣ Лоуэстофтѣ, наилучшимъ; опредѣливъ необходимую для портового канала ширину и выдвигая молы до требуемой судоходствомъ глубины, на концѣ дѣлаютъ уширеніе на подобіе портового бассейна, входъ въ который, со стороны моря можетъ быть значительно уширенъ противъ ширины портового канала. Взявъ ширину бассейна B и входа b , можно опредѣлить длину бассейна D , пользуясь эмпирическою формулою Стевенсона:

$$\frac{X}{H} = \sqrt{\frac{b}{B}} - \frac{1}{50} \left(1 + \sqrt{\frac{b}{B}} \right)^4 \sqrt{D},$$

при которой морское волненіе при подходѣ къ портовому каналу будетъ на столько уменьшено, что, поднимаясь далѣе по каналу, не въ состояніи будетъ беспокоить суда, въ немъ находящіяся.

Наносы, влекомые рѣкою и проходящіе по портовому каналу, будутъ складываться главнымъ образомъ въ передовомъ портѣ, изъ котораго удаленіе ихъ землечерпаніемъ всегда возможно подъ прикрытіемъ портовыхъ моловъ. Кромѣ того, входящія суда могутъ въ передовомъ бассейнѣ, какъ на рейдѣ, убрать свои паруса и подготовиться ко входу въ портъ; суда-же, выходящія изъ порта, могутъ въ передовомъ бассейнѣ дожидаться благоприятнаго времени для выхода въ море.

Устройство это требуетъ, однако, большихъ расходовъ и по этому рѣдко примѣняется, размѣры передоваго порта выходятъ довольно значительными, даже при незначительномъ морскомъ волненіи, въ чемъ легко убѣдиться изъ вышеприведенной формулы, если подставить въ нее:

вмѣсто H	—	6	фут.
„ X	—	2	„
„ b	—	400	„
„ B	—	1200	„

получимъ

$$D = 585 \text{ сажениамъ.}$$

Ось портоваго канала должна быть направлена такъ, чтобы парусныя суда, при всѣхъ господствующихъ вѣтрахъ, могли не только входить и выходить изъ канала, но также идти по самому каналу, а потому необходимо, чтобы ось канала (при прямомъ его направленіи) составляла съ направлениемъ господствующаго вѣтра уголъ отъ $67\frac{1}{2}$ до $112\frac{1}{2}$ *) черт. 120; но такъ какъ господствующій вѣтеръ не всегда имѣетъ постоянное направленіе, а заключается въ нѣкоторомъ углѣ, величина котораго почти всегда превышаетъ 45° , то этому условію удовлетворить не всегда возможно, а потому ось канала направляютъ такъ, чтобы дать большее облегченіе входящимъ чѣмъ выходящимъ въ море судамъ. Минарь совѣтуетъ направлять ось канала такъ, чтобы она образовала уголъ, обращенный

*) См. выше: направленіе оси входа въ портъ стр. 197.

къ морю, съ направлѣнiемъ господствующаго вѣтра, отъ 12 до 90° или 100°. Это основано на томъ, что суда при выходѣ изъ порта рѣдко идутъ по каналу на парусахъ, а тянутся обыкновенно на бичевѣ, буксиромъ или на верпѣ по бакенамъ, и по этому могутъ быть выведены при всякомъ вѣтрѣ, между тѣмъ какъ суда, идущія съ моря, всегда должны имѣть возможность входить въ портъ на парусахъ. Направлять входъ прямо противъ вѣтра неудобно, въ виду того, что суда, приобретаемая попутнымъ вѣтромъ очень большую скорость, не могутъ остановиться во время при входѣ въ портовой каналъ и могутъ легко столкнуться съ другими судами, находящимися въ каналѣ. Направляя молы соотвѣтственно господствующимъ вѣтрамъ, при направлѣнiи послѣднихъ наклонно или перпендикулярно къ берегу пришлось бы, сохраняя прямизну канала, направить молы наклонно къ берегу. Кромѣ того для сохраненiя, по возможности, въ каналѣ направлѣнiя теченiя рѣчки, корни моловъ должны всегда имѣть это послѣднее направлѣнiе или направлѣнiе почти перпендикулярное къ берегу, а потому приходится давать моламъ криволинейное направлѣнiе такимъ образомъ, чтобы ось канала, при входѣ съ моря, имѣла направлѣнiе, соотвѣтствующее господствующимъ вѣтрамъ, указанное выше, черт. 121. Криволинейное очертанiе моловъ можетъ быть сдѣлано по плавной кривой или по ломанной линiи. Первый видъ канала лучше въ томъ отношенiи, что теченiе рѣчки направляется по каналу плавнѣе и менѣе вызываетъ отраженiе волнъ входящихъ въ портовой каналъ, но за то волны эти могутъ подниматься по каналу, скользя вдоль моловъ. Ломанная же линiя, черт. 122, представляетъ нѣкоторыя удобства въ отношенiи производства работъ, но за то морская волна, входя въ портовой каналъ, можетъ, отражаясь отъ прямолинейныхъ моловъ, подниматься вверхъ по каналу, образуя въ немъ вредную для судовъ толчею.

При криволинейномъ направлѣнiи портоваго канала, рѣчное теченiе будетъ всегда держаться ближе къ вогнутому со стороны канала молу, почему у другаго, выпуклаго мола, могутъ складываться наносы, уменьшающiе ширину ходовой линiи канала, а потому криволинейное направлѣнiе требуетъ нѣкотораго упиренiя канала противу ширины, необходимой для свободнаго хода судовъ. Это упиренiе, однако, не желательно въ виду того, что оно можетъ умень-

шить скорость протока воды, а вмѣстѣ съ тѣмъ вызвать отложеніе большаго количества наносовъ въ самомъ каналѣ. Вслѣдствіе этихъ недостатковъ криволинейныхъ моловъ, многіе инженеры предпочитаютъ сохранить прямолинейное направленіе ихъ, облегчая входъ судамъ съ моря выдвиганіемъ одного изъ моловъ дальше въ море. При этомъ возникаетъ вопросъ, какой изъ моловъ долженъ быть выдвинуть, надвѣтренный или подвѣтренный? Если выдвинуть надвѣтренный моль, суда, при входѣ въ портъ, огибая голову этого выступающаго мола, могутъ подъ защитою его подойти спокойно ко входу и быть далѣе втянутыми въ портъ на троссѣ черт. 123. Морское волненіе, задержанное надвѣтреннымъ моломъ, не будетъ входить въ портовой каналъ, что несомнѣнно составляетъ большую выгоду для порта. Это обстоятельство составляетъ причину, почему вообще предпочитаютъ удлинненіе надвѣтреннаго мола. Удлинненіе надвѣтреннаго мола имѣетъ, однако, весьма важное неудобство, заключающееся въ томъ, что суда, подходящія къ головѣ его, могутъ, при мелководности берега за подвѣтреннымъ моломъ, легко быть оттянуты береговымъ теченіемъ и поступательнымъ движеніемъ воды, развивающимся у этого берега при сильномъ волненіи, и, вмѣсто того, чтобы попасть въ защищенное надвѣтреннымъ моломъ пространство, очутятся за предѣлами подвѣтреннаго мола и могутъ быть выкинуты на пологій берегъ и подвергнуться неминуемой гибели. Это обстоятельство, а еще иногда и особыя мѣстныя условія, заставляютъ удлиннять подвѣтренный моль. Такъ, напримѣръ, въ Шербургскомъ коммерческомъ портѣ, черт. 124, восточный, подвѣтренный моль удлинненъ значительно противъ западнаго надвѣтреннаго. Это сдѣлано въ виду того, что парусныя суда, выходя въ океанъ, встрѣчаютъ постоянно противный западный, весьма сильный, господствующій вѣтеръ, не позволяющій имъ выйти во всякое время изъ Ламанша. Поэтому они собираются въ Шербургѣ, гдѣ, устанавливаясь вдоль выступающей части подвѣтреннаго мола, выжидаютъ попутнаго восточнаго вѣтра, когда всѣ одновременно поднимаютъ паруса и выходятъ вмѣстѣ въ открытый океанъ.

Другія условія, какъ напримѣръ береговыя теченія и движеніе береговыхъ наносовъ, принуждаютъ иногда также выдвигать подвѣтренный моль, черт. 125. При выдвинутомъ подвѣтренномъ молѣ суда, входя въ портъ, должны сначала попасть противъ удлинненной

части мола съ навѣтренной его стороны, что хотя и предохраняеть ихъ отъ возможности быть выброшенными на пологіи берегъ, но за то они могутъ быть навалены вѣтромъ и волненіемъ и удариться о самый молъ. Входъ въ каналъ съ моря представляеть, однако, при этомъ большее удобство, чѣмъ при удлиннномъ надвѣтrenomъ молѣ, но за то волненіе, входя прямо въ портовой каналъ, черт. 126, ударяясь о подвѣтренный молъ, отразится отъ него и можетъ распространиться, отражаясь попеременно то отъ одного, то отъ другаго мола, вверхъ по портовому каналу. Волненіе это можетъ также подняться вверхъ по каналу, идя вдоль одного подвѣтренного мола (продольнымъ распространіемъ волны).

Отраженіе волнъ внутри портоваго канала происходитъ особенно сильно при вертикальныхъ стѣнкахъ портовыхъ моловъ и, распространяясь быстро вверхъ, можетъ сильно беспокоить суда, грузящіяся въ гавани порта.

Для уничтоженія отраженія волнъ, входящихъ въ портовой каналъ, устраиваются пологія наклонныя плоскости, имѣющія въ планѣ видъ мѣшковъ *a* и *o*, черт. 126. Подошвы ихъ распалагають у уровня низкихъ водъ (у уровня отлива), а верхній гребень поднимають до уровня высокихъ водъ или до уровня средняго прилива. Волна, ударяясь по всей своей длинѣ *o* въ подвѣтренный молъ, встрѣчая наклонную плоскость вкатывается частью по ней, не отражаясь отъ мола; часть-же волны ниже подошвы наклонной плоскости, отразившаяся отъ мола, и направленная къ противоположной сторонѣ портоваго канала, можетъ быть уничтожена подобною-же плоскостью *d* *c*, устроенною при другомъ, надвѣтrenomъ, молѣ.

Всю наклонную плоскость обносятъ каменной стѣной, поднятой до высоты портоваго мола. Черт. 127 показываетъ продольный разрѣзъ наклонной плоскости по линіи *A B*.

При выборѣ направленія портоваго канала и расположенія входа въ него съ моря, слѣдуетъ руководствоваться не только господствующими вѣтрами, но и очертаніемъ берега и дна, а также береговыми теченіями и направленіемъ движенія наносовъ.

Въ виду возможнаго сокращенія длины моловъ, а слѣдовательно и стоимости ихъ устройства, входъ въ портовой каналъ стараются расположить тамъ, гдѣ горизонталь, требующейся для входа судовъ, глубины наиболѣе приближена къ устью рѣки или къ тому мѣсту,

гдѣ молы должны быть примкнуты къ берегу. Берегъ, у котораго устраиваются парные молы, бываетъ почти всегда очень мелкій, почему молы приходится выдвигать на значительную длину для достиженія ими требующейся для судоходства глубины; длина эта должна быть часто еще увеличена, принимая во вниманіе условіе занесенія порта наносами и поддержанія при входѣ по возможности постоянной глубины.

Устраивая парные молы при устьяхъ рѣкъ, необходимо различать слѣдующія четыре случая:

- 1) Отсутствие рѣчныхъ и береговыхъ наносовъ.
- 2) Присутствіе рѣчныхъ, но отсутствіе береговыхъ наносовъ.
- 3) Отсутствие рѣчныхъ и присутствіе береговыхъ наносовъ.
- и 4) Присутствіе какъ рѣчныхъ такъ и береговыхъ наносовъ.

Такъ какъ полного отсутствія наносовъ въ дѣйствительности не бываетъ, то подъ словомъ „отсутствіе“ слѣдуетъ разумѣть присутствіе ихъ въ количествѣ безвредномъ для сохраненія постоянной глубины порта; „присутствіе“ же наносовъ означаетъ большое ихъ количество, могущее въ короткій промежутокъ времени уменьшить глубину порта на столько, что явится препятствіе судоходству.

Первый случай встрѣчаемый весьма рѣдко, даетъ возможность при опредѣленіи направленія портовыхъ моловъ и оси канала руководствоваться одними господствующими вѣтрами. С.-Петербургскій Морской каналъ, по которому не проносятся рѣчныхъ наносовъ и который расположенъ съ той стороны главнаго (корабельнаго) фарватера р. Невы, гдѣ почти не существуетъ береговыхъ наносовъ, представляетъ примѣръ такого портоваго канала. Направленіе его опредѣлено, впрочемъ, не только по отношенію господствующихъ вѣтровъ, но также соображаясь съ главнымъ направленіемъ приходящихъ съ моря (Кронштадта) судовъ. Сюда же относятся парные молы, устраиваемые въ устьяхъ обходящихъ дельты рѣкъ каналовъ, такъ какъ выходъ такого канала въ море располагается съ той стороны устья рѣки, гдѣ меньше береговыхъ наносовъ.

Каналъ St. Louis при устьѣ р. Роны и Нейфарвассеръ у Данцига представляютъ примѣры такихъ каналовъ.

Когда рѣка влечетъ наносы, а количество береговыхъ наносовъ незначительно, обстоятельство, встрѣчаемое также весьма рѣдко, то, выводя устье портоваго канала на глубину, достаточную не только для

судоходства, но и для безопаснаго отлаганія рѣчныхъ наносовъ, можно въ отношеніе направленія оси канала руководствоваться лишь господствующими вѣтрами, причѣмъ полезно, однако, повернуть устье канала по направленію береговаго теченія (или господствующаго волненія) чтобы этимъ удалить нѣсколько мѣсто складыванія рѣчныхъ наносовъ отъ устья портоваго канала, черт. 128.

Подъ дѣйствіемъ вѣтровъ и обратнаго теченія, образующагося за моломъ ниже по береговому теченію, рѣчные наносы будутъ складываться какъ бы на продолженіи этого мола ближе къ берегу, оставляя сообщеніе канала съ моремъ всегда свободнымъ. Примѣромъ этого можетъ до нѣкоторой степени служить Сулинскій рукавъ р. Дуная, гдѣ наносы, влекомые рѣкою, уносятся къ югу, оставляя проходъ въ портъ всегда открытымъ при глубинѣ не менѣе 16 фѣт., достигающей при благопріятныхъ условіяхъ до 23 фѣт. Въ самомъ портовомъ каналѣ наносы складываются лишь при сильныхъ восточныхъ вѣтрахъ, задерживающихъ теченіе воды въ рѣкѣ. Береговые наносы хотя и существуютъ, но количество ихъ не значительно по сравненію съ количествомъ наносовъ, приносимыхъ рѣкою.

Третій случай, т. е. когда рѣка безъ наносовъ вытекаетъ въ море съ сильными береговыми наносами, имѣетъ мѣсто почти при всѣхъ лиманахъ.

Какъ уже выше было замѣчено, рѣчная вода, оставляя почти всѣ наносы въ лиманѣ, вытекаетъ въ море очищенною. Для защиты портоваго канала отъ обмелѣнія отложеніемъ въ немъ или при устьѣ его береговыхъ наносовъ, портовые молы и ось канала поворачиваются по направленію береговаго теченія, причѣмъ чистая рѣчная вода, выходя изъ канала въ море, увлекая съ собою и береговое теченіе, а тѣмъ вмѣстѣ и наносы, удаляетъ ихъ отъ устья канала, черт. 129.

Подходъ береговыхъ наносовъ къ устью канала произойдетъ тогда, когда уголъ между моломъ, обращеннымъ противъ береговаго теченія, и берегомъ занесется вполнѣ наносами; послѣдніе, не будучи болѣе удерживаемы моломъ, пройдутъ вдоль него и, подходя къ устью, сложатся въ нѣкоторомъ отъ него разстояніи.

За другимъ моломъ образуется, подъ вліяніемъ береговаго и рѣчнаго теченій, обратное теченіе, нагоняющее береговые наносы къ молу. При совпаденіи направленій сильныхъ вѣтровъ и сильнаго вол-

ненія съ направленіемъ береговаго теченія, наносы, складываемые у устья, будутъ еще далѣе отнесены отъ него; при направленіи-же сильнаго, хотя можетъ быть и рѣдкаго вѣтра *аб*, показаннаго на черт. 129, наносы, сложенные у устья морскаго канала, перенесутся къ берегу, а иногда и въ портовой каналъ; послѣднее имѣеть мѣсто тогда, когда по спадѣ воды въ рѣкѣ будетъ ослаблено рѣчное теченіе. Во избѣжаніе этого полезно выдвинуть надвѣтренный молъ настолько, чтобы наносы бара, передвигаемые вѣтромъ къ берегу, сложились въ углу между берегомъ и подвѣтреннымъ моломъ. Порты Балтійскаго моря: Пиллау, Мемель и другіе представляютъ примѣры подобныхъ портовъ, расположенныхъ у лимановъ.

Либава, хотя и расположена также при лиманѣ, но находится въ нѣсколько другихъ, значительно худшихъ, условіяхъ, такъ какъ сила протока воды изъ Лимана въ море столь незначительна, что она не въ состояніи отклонить складываніе у входа въ портъ береговыхъ наносовъ, которые подъ дѣйствіемъ сѣверо-западныхъ вѣтровъ не рѣдко вгоняются въ портовой каналъ, уменьшая въ немъ глубину. Удлиненіе надвѣтреннаго мола, хотя-бы и защитило, быть можетъ, каналъ отъ наносовъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ въ значительной степени затруднило-бы входъ судовъ въ портъ, заставляя ихъ при входѣ подходить весьма близко къ пологому песчаному берегу и подвергнуться, при свѣжемъ вѣтрѣ и сильномъ волненіи, опасности быть выброшенными на берегъ *).

Свинемюнде у Штеттинеръ-гаффа при устьѣ р. Одера въ отношеніи чистоты рѣчной воды и береговыхъ наносовъ, находится въ подобныхъ-же условіяхъ какъ Мемель и Пиллау, но портовые молы повернуты здѣсь противъ береговаго теченія и движенія наносовъ, черт. 130.

Это сдѣлано въ виду того, чтобы защитить входъ въ портъ и портовой каналъ отъ сильныхъ сѣверо-восточныхъ вѣтровъ. Выбранное направленіе моловъ оказываетъ, впрочемъ, весьма благотворное вліяніе на состояніе порта, такъ какъ находящаяся здѣсь особенно сильная струя воды, протекая по портовому каналу и держась около вогнутаго къ каналу мола, поддерживаетъ около него большую

*) Нынѣ при устройствѣ Либавскаго порта по новому плану это неудобство входа устранено.

глубину, доходящую у головы до 30 футовъ. Теченіе это, сохраняя свое направленіе у выхода въ море, усиленное дѣйствіемъ сѣверо-восточныхъ вѣтровъ, отбрасываетъ береговое западное теченіе и влекомые имъ наносы къ берегу, не позволяя послѣднимъ складываться при входѣ въ портовой каналъ.

Наносы эти, ища себѣ выхода и мѣста для отложенія, входятъ частью въ портовой каналъ, образуютъ у выпуклаго мола отмель, которая значительно уменьшаетъ ширину канала (до $\frac{1}{3}$ первоначальной ширины). Благодаря большій ширинѣ (1092 ф.) приданной каналу, остается всетаки около 300 фут. для прохода судовъ, ширина хотя и не особенно большая, но всетаки достаточная для потребностей свинемюндскаго порта. Загибомъ конца надвѣтреннаго мола къ берегу способствуется отбрасываніе наносовъ къ берегу, чѣмъ и объясняется большая глубина воды при входѣ въ портъ.

Послѣдній случай — присутствіе наносовъ какъ рѣчныхъ, такъ и береговыхъ — есть наиболѣе невыгодный, ибо онъ не даетъ вовсе возможность защитить портъ отъ обмелѣнія, какимъ-бы то ни было направленіемъ оси и выхода портоваго канала. Располагая ось входа по направленію движенія береговыхъ наносовъ, возможно лишь немного увеличить площадь, на которой наносы будутъ складываться, но при малѣйшемъ дуновеніи вѣтра противъ берегового и портоваго теченій наносы тотчасъ-же сложатся разомъ въ большомъ количествѣ у самаго устья канала.

Парные молы представляются вообще единственнымъ средствомъ для поддержанія глубины, необходимой для судоходства при устьяхъ рѣкъ; а потому, принимая въ соображеніе, что направленіе господствующихъ вѣтровъ въ большинствѣ случаевъ составляетъ съ направленіемъ движенія наносовъ острый уголъ, т. е. идетъ по береговому теченію, такъ какъ это движеніе вызывается главнымъ образомъ волненіемъ и господствующимъ вѣтромъ, парные молы, расположенные по направленію вѣтровъ, вмѣстѣ съ тѣмъ будутъ направлены соотвѣтственно движенію наносовъ, предохраняя портъ до нѣкоторой степени отъ вреднаго ихъ вліянія. Парными молами нельзя, однако, вполне обезпечить портъ; почему средство это слѣдуетъ разсматривать какъ паліативъ, дѣйствующій лишь нѣкоторое время, послѣ чего молы должны быть продолжены для удаленія сложившихся наносовъ, или послѣд-

ніе должны быть удаляемы инымъ какимъ нибудь, можетъ быть болѣе цѣлесообразнымъ, способомъ.

Порты, расположенные на рѣкахъ съ приливами и отливами, вообще мало страдаютъ отъ бара, такъ какъ глубина воды на немъ, какъ объ этомъ выше было сказано, вообще бываетъ достаточна для судоходства не только во время прилива, но иногда и при отливѣ.

Устья подобныхъ рѣкъ улучшаютъ парными молами лишь тогда, когда глубина воды при отливѣ недостаточна для судоходства, хотя этимъ и не всегда достигается углубленіе устья до тѣхъ размѣровъ, какіе требуются для прохода во время отлива глубоководныхъ судовъ; но парные молы способствуютъ отчасти поддержанію въ портѣ постоянной глубины, направляя во время отлива по портовому каналу струю воды, уносящую сложившійся въ каналѣ во время прилива илъ.

Такъ какъ береговые наносы, находясь подъ вліяніемъ приливовъ и отливовъ, движутся то въ ту, то въ другую сторону, и нельзя поэтому особымъ направленіемъ моловъ предупредить входъ наносовъ въ портовую каналъ, то направленіе моловъ опредѣляется только господствующими вѣтрами и удобствомъ входа въ портъ судовъ съ моря.

Для уменьшенія-же наносовъ, нагоняемыхъ въ каналъ во время приливовъ, морской берегъ на нѣкоторомъ протяженіи по обѣ стороны устья канала укрѣпляютъ бунами или другими сооруженіями, которыя задерживаютъ наносы до подхода ихъ къ портовому каналу, черт. 131.

Многіе порты Франціи, Бельгіи и Голландіи, расположенные не на рѣкахъ, и обмелѣвающие во время отлива, также сообщаются съ моремъ посредствомъ парныхъ моловъ. Протокъ воды въ портовомъ каналѣ, необходимый для поддержанія постоянной въ немъ глубины, достигается выпускомъ изъ приливныхъ гаваней, или изъ особо для этого устроенныхъ бассейновъ, воды во время отлива, которая, направляясь по портовому каналу, смываетъ илъ, сложившійся во время прилива. Устройство это, называемое *быстротоками*, изложено подробно ниже.

Ширина портового канала должна быть такова, чтобы суда свободно встрѣчались, не задѣвая другъ за друга и не ударяясь о молы. Принимая при этомъ во вниманіе то, что не всѣ суда мо-

гутъ быть направляемы точно по одной и той-же линіи, необходимо ширину дѣлать не уже 200 футовъ или 30 саж.

Различная ширина въ существующихъ портовыхъ каналахъ обусловлена особыми мѣстными обстоятельствами. Если парные молы ограничиваются со стороны канала откосами, то ширина канала должна считаться между подошвами откосовъ; при устройствѣ-же у этихъ подошвъ бермъ на естественномъ днѣ, съ углубленіемъ канала по срединѣ для прохода судовъ *), ширина канала должна считаться въ углубленной его части.

При существованіи прилива, ширина канала считается между тѣми точками откосовъ моловъ, надъ которыми глубина при приливѣ достаточна для прохода судовъ. Границы канала должны быть обозначаемы вѣхами, бакенами или другими знаками, а такъ какъ суда часто втягиваются на бичевѣ, то вмѣсто этихъ знаковъ устраиваютъ сквозныя деревянныя эстакады (Gördungswände), поднимающіяся выше уровня воды, поверхъ которыхъ дѣлается помость, служащій бичевникомъ. Черт. 132.

При существованіи приливовъ сплошныя части парныхъ моловъ поднимаются часто лишь немного выше уровня отлива и служатъ для направленія проточной во время отлива воды, почему во время прилива, когда входятъ суда, необходимо, чтобы мѣста расположенія этихъ моловъ были обозначены на поверхности воды. Это достигается обыкновенно сквозными надстройками съ помостомъ по верху, для бичевой тяги и для сообщенія съ маякомъ, располагаемымъ всегда на концѣ мола, Черт. 133. При такомъ устройствѣ парныхъ моловъ волненіе, входя въ портовой каналъ, можетъ свободно проходить, не направляясь исключительно по каналу.

Поддержаніе нѣкотораго волненія въ портовомъ каналѣ и въ портѣ вообще полезно въ томъ отношеніи, что муть, находящаяся въ водѣ, главная причина обмелѣнія порта, не можетъ осѣсть, уменьшая его глубину. Въ виду этого, портовые молы располагаютъ иногда умышленно такъ, чтобы въ портѣ поддерживалось нѣкоторое волненіе, способствующее удержанію мути въ водѣ, не давая ей осѣсть, съ тѣмъ, однако, условіемъ, чтобы волненіе это не беспокоило стоянку судовъ

*) Каналы Петербургскій, Амстердамскій и др.

въ портѣ и не препятствовало свободному проходу ихъ по портовому каналу.

Устраивая порты въ рѣкахъ, необходимо у насъ на сѣверѣ принять мѣры противъ вреднаго дѣйствія ледохода, какъ морскаго, такъ и рѣчнаго. Противъ перваго слѣдуетъ принять мѣры къ тому, чтобы ледъ, нагромождаясь у порта, не входилъ въ морской каналъ и, замерзая въ немъ, не закрылъ бы судоходство на болѣе или менѣе продолжительное время. Рѣчной ледъ, помимо закрытія имъ судоходства, производитъ еще вредное дѣйствіе какъ на суда, стоящія въ портѣ, такъ и на сооруженія. Осенній свѣже-образовавшійся ледъ, обладая большею вязкостью, особенно вреденъ, ибо онъ при проходѣ внизъ по рѣкѣ во время ледохода, ударяясь въ деревянные части сооруженія и въ суда, перетираетъ ихъ какъ бы пилою; бывали нерѣдко случаи перепиливанія свай и перерѣзыванія деревянныхъ судовъ льдомъ во время осенняго ледохода. Зимой же ледъ примерзая къ сваямъ пристаней и набережныхъ и къ паламъ, поднимаясь при колебаніи уровня воды, выдергиваетъ ихъ. Въ предупрежденіе этого необходимо вездѣ около такихъ мѣстъ окалывать ледъ; тогда онъ, поднимаясь, не будетъ увлекать съ собою сваи. Для защиты же судовъ отъ дѣйствія льда во время ледохода устраиваются зимнія гавани, для чего пользуются по возможности естественнымъ уширеніемъ рѣки или заливомъ, которые ограждаютъ отъ рѣки палами и заплывами. Черт. 134.

На зимнее время всѣ суда, остающіяся въ портѣ, помѣщаются въ зимней гавани, гдѣ, заложивъ пространства между палами заплывами, не даютъ проходящему по рѣкѣ, во время ледохода, льду входить въ гавань.

Въ заключеніе приведенныхъ здѣсь общихъ соображеній для устройства портовъ слѣдуетъ указать на то, что условія береговыхъ теченій, наносовъ, вѣтровъ, волненія, ледохода, а также конфигурацій берега и морскаго дна, бываютъ столь разнообразны, что при устройствѣ почти cadaго порта необходимо прилагать новые приемы и руководствоваться иными, каждый разъ новыми соображеніями, вызванными чисто мѣстными условіями. Поэтому, случая выстроенные по сіе время порты между собою, трудно найти два порта совершенно одинаково устроенные. Такъ какъ мѣстныя условія играютъ главную роль при выборѣ той или другой системы расположенія

портовыхъ сооруженій, то необходимо, до составленія проекта порта, собрать какъ можно больше точныхъ свѣдѣній не только о всѣхъ явленіяхъ моря и атмосферы даннаго мѣста, но также о видѣ его и о всѣхъ особенностяхъ, могущихъ имѣть хотя бы малѣйшее вліяніе на устройство портовыхъ сооруженій.

Устройствомъ метеорологическихъ и физическихъ станцій, а также производствомъ постоянныхъ наблюденій надъ моремъ, не только въ мѣстахъ, гдѣ предполагается устройство портовъ, но и въ портахъ существующихъ, получается весьма цѣнный матеріаль, которымъ всегда приходится пользоваться; и чѣмъ больше будетъ устроено подобныхъ наблюдательныхъ постовъ, и чѣмъ точнѣе и послѣдовательнѣе будутъ на нихъ производиться наблюденія, тѣмъ болѣе мы будемъ въ состояніи, пользуясь результатами этихъ наблюденій, составлять проекты портовъ, удовлетворяющихъ всѣмъ условіямъ удобнаго и безопаснаго судоходства и спокойной стоянки въ нихъ судовъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ надо замѣтить, что порты въ томъ или другомъ мѣстѣ морскаго берега рѣдко возникаютъ сразу, во всемъ ихъ составѣ. Сначала появляется на берегу поселокъ, часто образуемый мѣстными рыбаками, которые, имѣя свободное сообщеніе съ моремъ, ищутъ также сношеніе съ внутренними селеніями, для сбыта продуктовъ своего промысла; происходитъ поэтому мѣновая торговля, вызывающая скоро потребность въ продуктахъ и не мѣстнаго производства. Возникаютъ сношенія съ мѣстами болѣе удаленными, какъ со стороны суши, такъ и со стороны моря, мѣста на берегу будутъ поэтому скорѣе посѣщаемы судами дальняго плаванія, число которыхъ мало по малу будетъ увеличиваться, вызывая вмѣстѣ съ тѣмъ увеличеніе размѣровъ судовъ.

При такихъ условіяхъ естественное состояніе берега и тѣ продукты, которые онъ производитъ, не будутъ уже удовлетворять увеличеннымъ потребностямъ жизни и торговаго движенія; явится необходимость въ устройствѣ пристаней, болѣе удобныхъ дорогъ и сухопутныхъ сообщеній, мѣстъ для склада товаровъ и, наконецъ, сооруженій для защиты судовъ отъ бурь и непогоды. Образование такимъ образомъ порта на рѣкѣ весьма естественно потому, что люди вообще селятся вблизи прѣсной воды, безъ которой существованіе ихъ не мыслимо; а такъ какъ рѣки всѣ прѣсноводны и, кромѣ того, облегчаютъ сношеніе съ другими селами, расположенными выше по

рѣкъ, и въ началѣ, при мелкихъ судахъ, представляютъ естественную, укрытую отъ морскаго волненія, гавань, не представляя препятствія въ мелководномъ барѣ, то становится яснымъ, почему устья рѣкъ предпочитаютъ для населеній передъ другими мѣстами морскаго побережья. Такова исторія почти всѣхъ портовъ, существующихъ по настоящее время, и лишь въ новѣйшее время, вслѣдствіе паровой силы, дающей возможность устраивать очень хорошіе пути сообщенія, стали возникать порты въ мѣстахъ прежде вовсе необитаемыхъ.



Часть III.

Внѣшнія портовья сооруженія.

Часть III.

Внѣшнія портовые сооруженія.

ГЛАВА XIV.

Морскіе молы.—Деревянные: свайные и ряжевые, сквозные, полусквозные и сплошные. — Фашинные молы: прикрѣпленные ко дну сваями, нагруженные камнемъ и землею. — Молы смѣшанные изъ свай, ряжей, камня, фашинной кладки и земли. — Профиль и размѣры этихъ моловъ въ Россіи и за границей.

Портовые молы устраиваются изъ дерева, фашинь, камня и металла (жельза и чугуна).

Употребленіе того или другаго матеріала для устройства моловъ находится въ зависимости отъ обилія его на мѣстѣ работъ, отъ присутствія или отсутствія морскаго шашня, истребляющаго дерево, отъ грунта дна и степени волненія въ данномъ для постройки порта мѣстѣ и ледохода. Употребленіе лишь одного изъ указанныхъ выше матеріаловъ при постройкѣ моловъ встрѣчается только при каменныхъ молахъ, но и въ нихъ для связи камней между собою употребляются добавочные матеріалы, какъ на примѣръ растворы; въ большинствѣ-же случаевъ, для полученія большей устойчивости, непроницаемости, и въ виду экономическихъ соображеній, употребляются всѣ или нѣсколько различныхъ матеріаловъ вмѣстѣ, располагая ихъ соотвѣтственно дѣйствующимъ на сооруженіе силамъ.

Названія моловъ, указывающія на матеріалы, изъ которыхъ они воздвигнуты, относятся собственно до того матеріала, изъ котораго сдѣланы главныя части ихъ, придающія имъ устойчивость и способность сопротивляться дѣйствию морскаго волненія. Поэтому подъ названіемъ: деревянныхъ, фашинныхъ, каменныхъ и металлическихъ

моловъ, слѣдуетъ понимать мола, составленные изъ разнородныхъ матеріаловъ, въ которыхъ лишь главныя части устроены изъ матеріаловъ, обусловливающихъ ихъ названія.

Деревянные мола устраиваются изъ свай или ряжей, причемъ послѣдніе заполняются всегда камнемъ для приданія имъ большей устойчивости.

Мола, составленные изъ однѣхъ свай, представляютъ видъ сквозныхъ сооружений, почему не могутъ служить для защиты отъ волненія, а устраиваются съ цѣлью образованія бычеваго моста для втягиванія судовъ въ портовой каналъ, для сообщенія между берегомъ и головою мола, на которой поставленъ обыкновенно маякъ, для указанія положенія сплошныхъ, заливаемыхъ высокими водами, частей парныхъ молловъ, или для предохраненія отъ удара идущихъ по портовому каналу судовъ о внутренній откосъ мола, или наконецъ какъ временное сооруженіе, или подмости, для производства работъ при устройствѣ молловъ. Если хотять, чтобы ограждаемая этими молами часть моря была хотя-бы до нѣкоторой степени защищена отъ морскаго волненія, то мола составляются изъ сплошныхъ рядовъ свай, или подводную часть мола, до уровня воды, обсыпаютъ откосами изъ накиднаго камня.

Общихъ правилъ для устройства молловъ не существуетъ, и встрѣчается поэтому много различныхъ типовъ. Типы эти могутъ быть однако подраздѣлены на двѣ главныя группы: къ первой можно отнести мола, состоящіе изъ свай, забитыхъ непосредственно въ грунтъ и связанныхъ продольными и поперечными связями между собою, выше уровня воды, а ко второй мола, составленные изъ отдѣльныхъ фермъ, утвержденныхъ у уровня низкихъ водъ къ постоянной свайной части сооружения и связанныхъ между собою продольными связями. Сами фермы, составленные изъ стоекъ съ горизонтальными и діагональными связями и устанавливаемыя въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, перпендикулярно къ оси мола, представляютъ достаточное сопротивленіе боковымъ, опрокидывающимъ ихъ, усиліямъ.

Верхняя грань этихъ молловъ поднимается на столько выше уровня высокихъ водъ, чтобы люди при сильномъ волненіи были внѣ опасности; обыкновенная высота ихъ бываетъ отъ 1 до 2-хъ саж.

Помость, устраиваемый наверху, дѣлаютъ обыкновенно изъ

толстыхъ 4-хъ дюймовыхъ досокъ, съ оставленіемъ между ними промежутковъ въ 1 дюймъ, для того, чтобы волны, ударяющіяся снизу, не такъ легко могли отрывать доски настила.

Ширину помоста дѣлають въ зависимости отъ назначенія его: если онъ служить лишь для сообщенія между головою мола и берегомъ или для прохода одного человѣка и проноски матеріаловъ для маяка, то достаточна 1 сажень; если по немъ производится бичевая тиа, то ширину увеличиваютъ до 3-хъ саженей.

Типами сквозныхъ свайныхъ моловъ могутъ служить:

а) перваго вида: молы въ Готенбургѣ и Копенгагенѣ, старые Потійскіе (Шаврова), Сулинскіе молы и Одесскій волноломъ (проектъ Гартлея).

б) втораго вида: молы въ Дюнкирхенѣ, Остенде, Діепшѣ, Ст.-Назерѣ и Гаврѣ.

Готенбургскіе и Копенгагенскіе молы, черт. 135, состоятъ изъ трехъ сплошныхъ рядовъ свай, забитыхъ въ дно непосредственно другъ возлѣ друга и связанныхъ продольными схватками, стянутыми болтами. Молы эти составляютъ отчасти сплошную стѣнку и потому защищаютъ до нѣкоторой степени отъ волненія.

По примѣру этихъ моловъ выстроены небольшой молъ при входѣ въ новую гавань *Ревельскаго* порта, черт. 136, который состоитъ изъ двухъ въ разстояніи 8'-ми футовъ другъ отъ друга вертикально забитыхъ сплошныхъ рядовъ свай. Верхушки свай спилены на 5 футовъ выше уровня воды, схвачены продольными схватками и притянуты болтами къ среднему между ними забитому ряду свай, въ которомъ свай отстоятъ другъ отъ друга на 7'. Свайные ряды, получившіе при стягиваніи ихъ болтами наклонное положеніе, имѣютъ большую устойчивость. На днѣ съ обѣихъ сторонъ сдѣланы каменные отсыпи для предохраненія отъ подмывовъ, на головѣ мола поставленъ портовый огонь, къ которому ведетъ досчатый помостъ, шириною въ 5' футовъ, укрѣпленный къ поперечинамъ, положеннымъ на схваткахъ сплошныхъ свайныхъ рядовъ.

Сулинскіе свайные молы, черт. 137, служившіе собственно подмостками для устройства существующихъ нынѣ каменныхъ моловъ, составлены были изъ пяти рядовъ свай, изъ коихъ второй со стороны моря сплошной, а остальные состоятъ изъ свай, забитыхъ по оси мола въ разстояніи 1-й сажени другъ отъ друга; отъ средняго

вертикальнаго ряда свай крайніе ряды, наклонно забитые (для большей устойчивости), удалены также на разстояніи по 1-й сажени, такъ что вся ширина мола по верху составляетъ 2 сажени. Сплошной рядъ свай и симметрически съ нимъ расположенный, скрѣплены продольными схватками, по-верхъ которыхъ положены поперечныя схватки, стягивающія всѣ ряды свай между собою. Поверхъ схватокъ уложены продольные брусья съ рельсами и между ними по-мостъ изъ досокъ.

Главное назначеніе этихъ моловъ было—служить подмостями, а такъ какъ во время производства работъ необходимо было также за-щитить портовой каналъ отъ волненія, то забить былъ сказанный сплошной рядъ свай, который немедленно обсыпанъ былъ каменными отсыпями съ обѣихъ сторонъ, изъ материала, назначеннаго для основанія подъ каменнымъ моломъ.

Въ настоящее время молы устроены вполне изъ камня, чертежъ 138 *), приче-мъ сваи отъ помоста остались внутри сооруженія; верхняя-же часть была предварительно снята и замѣнена каменною кладкою.

По примѣру Сулинскихъ свайныхъ моловъ были, инженеромъ Шавровымъ, построены молы въ *Поти* въ устьѣ сѣвернаго рукава р. Ріона, черт. 139. Здѣсь, подобно сулинскимъ моламъ, забиты 5 рядовъ свай, изъ коихъ одинъ, второй со стороны рѣки, сплошной; средніе три ряда забиты вертикально, а крайніе, для приданія сооруженію большей устойчивости, забиты наклонно. Продольныя и поперечныя схватки расположены здѣсь у уровня воды и поверху на 1 сажень выше этого уровня. Сверху сдѣланъ по-мостъ, а крайніе ряды свай подняты и покрыты продольными насадками, служащими перилами. Ширина мола поверху 1,5 саж. Сплошной рядъ свай обсыпанъ каменными отсыпями.

Назначеніе этихъ моловъ было также служить подмостями для дальнѣйшихъ работъ, но вслѣдствіе измѣнившихся обстоятельствъ, мѣстоположеніе порта было выбрано въ другомъ мѣстѣ, и молы эти были оставлены; они къ тому-же были проточены пашнемъ и вскорѣ совершенно разрушились. Отъ нихъ осталось въ настоящее время небольшое количество свай, верхушки которыхъ видны надъ поверхностью воды.

*) См. ниже глав. XVI.

Англійскому инженеру Гартлею, строителю Сулинскаго порта, поручено было составить проект волнолома для *Одессы*.

Первоначальное устройство его Гартлей, по примѣру Сулины, спроектировалъ также изъ свай, черт. 140, съ обыскою камнемъ, назначеннымъ для основанія будущаго каменнаго волнолома. Изъ пяти рядовъ свай второй со стороны моря сплошной. Верхній помость шириною въ 22 фута поднять на 6 футовъ выше уровня воды. Проектъ этотъ остался неисполненнымъ.

При устройствѣ существующаго нынѣ волнолома въ Одессѣ работа исполнялась болѣе новыми усовершенствованными способами *).

Дюнкирхенскіе парные молы, черт. 141, состоятъ изъ двухъ частей: нижней сплошной и верхней сквозной. Эта верхняя часть состоятъ изъ отдѣльныхъ деревянныхъ фермъ, установленныхъ въ разстояніи около одной сажени. другъ отъ друга и связанныхъ въ одно цѣлое продольными брусьями и верхнимъ помостомъ.

Каждая ферма составлена изъ двухъ наклонныхъ стоекъ, связанныхъ тремя парами горизонтальныхъ схватокъ, и приведена въ треугольную систему раскосами, расположенными крестомъ. Нижніе концы стоекъ и діагоналей зажаты между схватками вертикально забитыхъ свай, нижней постоянной части мола. Для приданія фермамъ болѣе устойчивости среднія сваи подняты и пропущены между нижней парой схватокъ фермъ.

На верхнихъ схваткахъ сдѣланъ помость шириною въ 8 футовъ, наклонныя стойки подняты вверхъ и покрыты продольными насадками, образующими перила.

Внизу стойки раздвинуты на разстояніи около 30 футовъ другъ отъ друга. Подъемъ уровня прилива около 16 футовъ, а помость мола поднять выше этого уровня на 10 футовъ, или всего на 26 футовъ выше уровня отлива.

Нижняя сплошная часть мола устроена изъ фашинной кладки съ загрузкой камнемъ.

Остендскіе портовые молы, черт. 142, составленные также изъ сплошной фашинной кладки и верхней сквозной надстройки, имѣютъ послѣднюю устроенную изъ свай, схваченныхъ въ двухъ плоскостяхъ горизонтальными связями, состоящими изъ продольныхъ и

*) О чемъ изложено ниже,

поперечныхъ полусхватокъ, укрѣпленныхъ на болтахъ и усиленныхъ противъ боковаго давленія раскосами. Помость, расположенный на 7 футовъ выше уровня прилива, имѣеть ширину всего въ 5 футовъ. Сваи, обращенныя къ портовому каналу, подняты вверхъ и покрыты насадками для образованія перилъ, съ другой стороны перила устроены особо. Мола эти представляютъ примѣръ весьма легкой постройки такого рода и служатъ специально для указанія положенія сплошныхъ частей парныхъ моловъ во время прилива, помость-же служить только для сообщенія съ головою мола, на которой поставленъ портовый огонь.

Сквозные мола въ *Диеппѣ*, черт. 143, составленные также изъ фермъ и поставленные на верхнихъ поверхностяхъ наклонныхъ плоскостей, служатъ для уничтоженія отраженія волненія въ портовомъ каналѣ.

Каждая ферма состоитъ изъ двухъ стоекъ и цѣлой системы подкосовъ и горизонтальныхъ схватокъ, придающихъ фермѣ устойчивость и достаточное сопротивленіе усилю, ударяющей въ наклонную плоскость волны. Фермы, разставленные въ разстояніи 12 фут. другъ отъ друга, утверждены на наклонной плоскости болтами, пропущенными сквозь нижнія схватки, которымъ данъ уклонъ, соответствующій уклону наклонной плоскости. Между собою фермы связаны продольными балками, и сверху сдѣланъ помость шириною въ 17 футовъ. Со стороны портоваго канала, для защиты фермъ отъ удара судовъ, вся вертикальная плоскость покрыта стойками, разставленными въ разстояніи 3-хъ футовъ другъ отъ друга.

Перила по сторонамъ помоста устроены независимо отъ стоекъ фермъ. Помость поднять на 36 футовъ выше уровня отлива, а приливъ поднимается на 27 футовъ, такъ что помость возвышается надъ уровнемъ прилива на 9 футовъ. Подошва фермъ расположена на уровнѣ отлива.

Мола въ *Ст.-Назерѣ*, черт. 144, отличаются отъ вышеописанныхъ тѣмъ, что нижняя постоянная часть ихъ сдѣлана изъ каменныхъ опускныхъ колодцевъ квадратной формы, къ которымъ утверждены верхнія фермы. Вертикальная поверхность мола со стороны канала покрыта стойками такъ-же какъ и въ Диеппѣ, для защиты мола отъ ударовъ судовъ. Ширина помоста 13 фут., онъ поднять надъ уровнемъ отлива на 24 фут., подъемъ прилива составляетъ

около 20 фут. Каменные колодцы подняты на 7 футовъ выше уровня отлива и заложены на глубинѣ, доходящей до 6 саженьей. Такая система устройства основанія подь молами была принята въ виду илистаго грунта, залегающаго здѣсь слоємъ большой толщины, въ которомъ сваи, непосредственно забитыя, не могли найти достаточной опоры.

Мола въ *Гавръ*, черт. 145, сходные по конструкціи фермъ съ Діепскими молами, а по способу укрѣпленія ихъ ко дну съ Дюнкирхенскими, отличаются отъ нихъ тѣмъ, что поверхъ помоста сдѣлана каменная мостовая съ тротуаромъ съ одной, обращенной къ портовому каналу, стороны. Поверхность, обращенная къ каналу, одѣта стойками для защиты отъ ударовъ судовъ; перила устроены независимо отъ стоекъ фермъ.

Ширина помоста 20 фут., онъ поднятъ на 37,5 футовъ выше уровня отлива. Фермы прикрѣплены къ сваямъ нижней постоянной части мола на 3 фута ниже отлива.

Всѣ деревянныя части моловъ, устроенныхъ въ моряхъ съ приливами и отливами, предохранены креозотомъ и другими средствами отъ дѣйствія морскаго червя; но такъ какъ средство это не предохраняетъ вполнѣ отъ гніенія, то, для возможности замѣны сгнившихъ частей, мола устраиваются, какъ показано на чертежахъ, изъ двухъ независимыхъ другъ отъ друга, но связанныхъ между собою, частей. Верхнія части могутъ поэтому быть замѣняемы новыми, не трогая и не разстраивая нижнія постоянныя части моловъ.

Свайные сквозные мола, не представляющіе сплошной стѣнки, не могутъ, какъ сказано выше, служить защитою отъ волненія, почему, если хотятъ, чтобы они удовлетворяли и этому условію, ихъ дѣлаютъ со сплошнымъ ядромъ изъ камня или другаго неразмываемаго матеріала, поднятаго до уровня среднихъ водъ или выше. Такимъ образомъ получаютъ деревянные мола полусквозные или сплошные.

Типъ устройства деревянныхъ частей такихъ моловъ такой же, какой выше былъ описанъ, съ тою лишь разницею, что для удержанія камня, служащаго сплошнымъ ядромъ, дѣлается боковая обшивка. Обшивку эту располагаютъ или внутри, или снаружи боковыхъ стоекъ мола, смотря по уклону ихъ и смотря потому, съ какой стороны будетъ происходить давленіе на эту обшивку. По-

нятно, что при крутыхъ поверхностяхъ давленіе камня будетъ сильнѣе давленія воды, почему необходимо обшивку расположить со внутренней стороны; при наклонныхъ же поверхностяхъ камень будетъ давить значительно меньше и можетъ даже держаться безъ поддержки, почему обшивку въ такомъ случаѣ слѣдуетъ расположить съ наружной стороны.

Если назовемъ напоръ камня на стѣну черезъ G , то наибольшее значеніе этого давленія будетъ при вертикальной стѣнѣ, которое назовемъ черезъ T . Наклоняя же стѣну, величина G будетъ уменьшаться и обратится въ нуль при уклонѣ, соответствующемъ естественному уклону каменной наброски. Уменьшеніе этого давленія выразится слѣдующимъ образомъ:

При вертикальной стѣнѣ	$G = T$
„ уклонѣ	въ $\frac{1}{8}$ $G = 0,76 T$
„ „	„ $\frac{1}{4}$ $G = 0,56 T$
„ „	„ $\frac{1}{2}$ $G = 0,28 T$

Типами полусквозныхъ моловъ могутъ служить: корневая часть моловъ въ *Дюнкирхенъ* и молы въ *Хулль*.

Корневая часть моловъ въ *Дюнкирхенъ*, черт. 146, состоятъ также, какъ и остальные части этихъ моловъ, изъ двухъ частей, причемъ верхняя часть заполнена каменной наброской до уровня среднихъ водъ, и досчатая обшивка для удержанія камня сдѣлана со внутренней стороны стоекъ верхнихъ фермъ мола. Въ остальномъ молы эти одинаковы съ вышеописанными молами *Дюнкирхена*.

Молы, выстроенные въ *Хулль*, имѣютъ почти такую же конструкцію, черт. 147. Они составлены также изъ двухъ частей, постоянной свайной, до уровня низкихъ водъ, и верхней изъ фермъ. Каменная засыпка въ нижней постоянной части мола выступаетъ по обѣимъ сторонамъ ниже фермъ и образуетъ у основанія отсыпи, предохраняющія отъ подмыва. Каменное ядро между фермами, поднятое до уровня высокихъ водъ, удерживается досчатой обшивкой, расположенной съ внутреннихъ сторонъ стоекъ. Выше уровня воды моль сквозной.

Верхній помость, шириною въ $1\frac{1}{2}$ саж., поднять на 1 саж. выше уровня высокихъ водъ. Перила образованы поднятыми концами стоекъ фермъ.

Другой типъ мола, выстроеннаго также въ *Хулль*, представленъ на черт. 148; онъ состоитъ изъ свай, забитыхъ въ грунтъ, связанныхъ между собою продольными и поперечными связями. Для предупрежденія подмыва грунта забиты шпунтовые стѣнки съ обѣихъ сторонъ мола, а для удержанія камня сдѣлана внутренняя обшивка до уровня высокыхъ водъ, камень же, насыпанный внутри мола, поднять лишь до уровня среднихъ водъ.

Верхній помость, шириною въ $2\frac{1}{2}$ саж., поднять на 0,85 саж. выше уровня высокыхъ водъ и огражденъ перилами, расположенными съ одной морской стороны.

Такъ какъ къ этому молу пристають корабли, то, во избѣжаніе порчи стоекъ отъ ударовъ судовъ, боковыя поверхности обшиты толстыми досками.

Примѣрами свайныхъ деревянныхъ моловъ со сплошнымъ ядромъ могутъ служить старые молы въ *Кале*. Черт. 149 и 150. Здѣсь представлены два типа, одинъ съ наружной, другой со внутренней досчатой обшивкой. Помосты, шириною въ 8 футовъ, подняты на 0,5 саж. выше уровня самыхъ высокыхъ водъ, перила образованы поднятыми концами стоекъ фермъ. Составъ этихъ моловъ въ общемъ сходенъ съ молами въ *Дюнкирхенѣ*.

Къ моламъ этого же типа можно отнести старые, нынѣ отчасти перестроенные, *Одесскіе* молы, составленные изъ свай съ заполненіемъ ядра камнемъ и землею. Черт. 151, 152 и 153 представляютъ поперечные разрѣзы моловъ *Карантиннаго, практической гавани* и *Андросовскаго*. Они состоятъ изъ свайныхъ и шпунтовыхъ рядовъ съ сплошнымъ заполненіемъ середины каменной наброской, плитной кладкой и землею; для защиты отъ ударовъ судовъ забиты по обѣимъ сторонамъ наклонно отбойныя сваи. Молы эти безъ периль, такъ какъ они служатъ набережными; верхнія поверхности подняты на $1\frac{1}{2}$ и 1 саж. выше уровня высокыхъ водъ и покрыты мостовою.

Карантинный молъ прежняго устройства, чер. 151, шириною въ 140 футовъ, имѣеть три продольныхъ, сплошныхъ со шпунтами, ряда свай, два со стороны моря и одинъ со стороны гавани. Для приданія бѣльшей устойчивости всему сооруженію забиты внутри сваи и все связано въ одно цѣлое деревянными поперечными связями на шипахъ и болтахъ.

Внутреннее ядро заполнено: у шпунтовых рядовъ камнемъ, а середина землею. Камень здѣсь необходимъ для избѣжанія вымыва земли въ щеляхъ шпунтовыхъ линій. Для защиты отъ переливающихся черезъ молъ морскихъ волнъ устроена со стороны моря охранныя каменная стѣнка, поднятая на $2\frac{1}{2}$ сажени выше уровня воды.

Мола, устроенные въ *Манитолъ* и *Ритъ* (Динамюнде) по примѣру раньше выстроенныхъ моловъ въ *Пуллау* и *Свинемюнде*, представляютъ также типы деревянныхъ свайныхъ моловъ со сплошнымъ каменнымъ ядромъ. Они, чер. 154, 155, 156 и 157, состоятъ изъ двухъ наклонно забитыхъ сплошныхъ рядовъ свай, связанныхъ между собою немного ниже уровня воды продольными схватками и стянутыхъ деревянными двойными поперечинами или желѣзными со стяжными муфтами болтами, расположенными въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга.

Пространство между этими свайными рядами заполнено камнемъ, на которомъ выше уровня воды сдѣланы надстройки изъ каменной кладки на цементѣ.

Деревянные части этихъ сооружений, ограничивая мола почти вертикальными плоскостями, уменьшаютъ въ значительной степени объемъ накиднаго камня въ подводныхъ частяхъ ихъ. Размѣры показаны на чертежахъ.

Внутреннее ядро деревянныхъ моловъ дѣлается, какъ видно выше, преимущественно изъ каменной накидной кладки; для уменьшенія же количества дорого-стоющаго камня, часть его въ широкихъ молахъ замѣняютъ землею, которою заполняютъ среднюю часть, образуя внутреннее земляное ядро. За неимѣніемъ же камня, его иногда замѣняютъ фашинною кладкою.

На чер. 158 представленъ типъ деревяннаго съ фашиннымъ ядромъ мола, выстроеннаго въ мѣстечкѣ *Хельветслейзъ* близъ *Роттердама*. Молъ этотъ состоитъ изъ двухъ, наклонно забитыхъ почти сплошныхъ рядовъ свай, пространство между которыми заполнено фашинами, сквозь которыя забиты еще по оси мола, вертикально, свая. Выше уровня воды насыпанъ камень и сдѣлана каменная мостовая. Сплошные ряды притянуты другъ къ другу деревянными анкерными схватками. Ширина мола по верху 23 ф. и онъ поднятъ на 5 футовъ выше высокаго уровня воды. Подобные мола, не имѣя

большаго вѣса, представляютъ большую упругость и потому сопротивляются хорошо ударамъ судовъ, но, имѣя незначительный вѣсъ, не могутъ быть выстраиваемы въ открытыхъ, подверженныхъ полному дѣйствию волненія, мѣстахъ. Шкипера, рассчитывая на упругость такихъ моловъ, не оберегаютъ ихъ отъ ударовъ судовъ, напротивъ, направляютъ часто судно умышленно на моль, съ цѣлью уменьшенія скорости хода его, отчего молы сильно повреждаются.

Въ мѣстахъ, изобилующихъ лѣсомъ, и во избѣжаніе забивки свай въ открытомъ морѣ, а также въ мѣстахъ со скалистымъ грунтомъ. деревянные части моловъ дѣлаются изъ ряжей, т. е. изъ прямоугольныхъ или трапецидалныхъ деревянныхъ ящичковъ, устанавливаемыхъ на дно моря и загружаемыхъ булыжнымъ или рванымъ камнемъ. Чер. 159 и 160. Ряжи рубятся изъ брусевъ или бревенъ, у насъ въ Россіи по преимуществу изъ бревенъ, причемъ вѣнцы прирубаются другъ къ другу или съ промежутками или сплошь.

Вязка брусевъ между собою дѣлается всегда замкомъ, бревна же прирубаются другъ къ другу или въ чашку или замкомъ. У насъ принято обыкновенно за правило врубки дѣлать: по угламъ и въ пересѣченіяхъ съ наружными стѣнками — замкомъ, а въ остальныхъ мѣстахъ, въ пересѣченіяхъ внутреннихъ стѣнъ между собою, въ чашку. Для большей же прочности ряжевого ящика всѣ врубки слѣдуетъ дѣлать въ замокъ.

Для удержанія камня, необходимаго для заполнения ряжей, врубается между вторымъ и третьимъ вѣнцами снизу полъ изъ бревенъ или пластинъ. Для укрѣпленія вѣнцовъ между собою, чтобы они не могли всплыть при погруженіи ряжа, употребляются обыкновенно вертикальные сжимы, располагаемые или на наружныхъ стѣнахъ ряжа, черт. 161, или чаще всего на остаткахъ, т. е. на выступающихъ концахъ бревенъ поперечныхъ стѣнъ, черт. 162. Для болѣе прочной связи вѣнцовъ между собою они соединяются еще заершенными гвоздями, вбиваемыми въ каждый вѣнецъ поочередно въ шахматномъ порядкѣ. Черт. 163.

Для этой же цѣли могутъ быть употребляемы болты или деревянные нагели которые, хотя и крѣпче связываютъ вѣнцы, рѣдко употребляются вслѣдствіе болѣе высокой стоимости и сложности устройства.

Молы, составленные цѣликомъ изъ ряжевыхъ ящичковъ, имѣютъ

въ поперечномъ сѣченіи, какъ замѣчено выше, видъ трапецій или прямоугольника. Первый видъ болѣе устойчивъ, но представляетъ неудобство въ томъ, что внутренніе острые углы у наружныхъ стѣнъ трудно заполняются камнемъ. Поперечныя стѣны ящиковъ дѣлають иногда несплошными, а съ перерывами, располагая невысокія стѣнки въ шахматномъ порядкѣ. Черт. 164. Это нѣсколько лучше связываетъ продольныя стѣны, но неудобно тѣмъ, что, въ случаѣ заполнения ряжа крупнымъ камнемъ, одинъ такой камень можетъ засѣсть между стѣнками до заполнения пространства ниже находящагося, и тогда не весь ряжъ будетъ заполненъ камнемъ, а въ немъ останутся пустоты, вредно вліяющія на устойчивость ряжа. Такія пустоты въ ряжахъ были, между прочимъ, замѣчены при разборкѣ старыхъ ряжевыхъ больверковъ Ревельскаго порта.

Поперечныя стѣнки можно расположить наклонно, причемъ нѣтъ надобности вездѣ устраивать полъ. Черт. 165. Части ряжа, представляющія видъ воронки, уширенной къ верху, загруженныя камнемъ, будутъ придавлены вѣсомъ этого камня, дѣйствующимъ на наклонныя стѣны, но за то другія части, представляющія видъ опрокинутой воронки, должны быть необходимо снабжены днищами, чтобы камень изъ нихъ не вываливался; въ этихъ мѣстахъ встрѣчается, то-же неудобство, что и въ трапециoidalныхъ ящикахъ, въ отношеніи заполнения острыхъ угловъ ряжа камнемъ.

Продольныя и поперечныя стѣнки располагаются не болѣе какъ на 1 саж. другъ отъ друга, такъ что каждый ряжъ будетъ ими разбитъ на ящички почти квадратной формы въ планѣ.

Размѣры ряжей находятся въ зависимости отъ глубины моря и отъ силы дѣйствія волненія, такъ какъ этому усилію ряжъ сопротивляется лишь своимъ вѣсомъ. Если молъ устраивается изъ одного ряда ряжей, то эти послѣдніе примыкають, по длинѣ мола, въ притыкъ другъ къ другу, и образующіеся промежутки засыпаются, по возможности, болѣе крупнымъ камнемъ. Поперекъ же мола ряжъ дѣлается сплошнымъ.

Высота ряжевыхъ моловъ обыкновенно на 1 — 2 фута ниже уровня воды, выше котораго они надстраиваются каменной стѣной или каменной призмой, облицованной притесанными или плотно пригнанными другъ къ другу камнями. Это дѣлается въ виду того, что стѣнки ряжевыхъ ящиковъ, сгнивая выше уровня воды, требуютъ

частаго ремонта, приче́мъ для замѣны сгнившихъ частей новыми необходимо сначала вынуть весь внутри находящійся камень, работа весьма мѣшкотная и трудная.

Встрѣчаются, впрочемъ, и ряжевыя надстройки, что дѣлается въ виду экономическихъ соображеній при первоначальныхъ затратахъ на устройство мола.

При устройствѣ болѣе широкихъ ряжевыхъ моловъ, ряжи располагаются обыкновенно въ два ряда, въ такомъ состояніи между собою, какое требуется шириною мола, и пространство между ними заполняется землею. Это устройство ряжевыхъ моловъ особенно удобно тогда, когда мола служатъ огражденіемъ морскаго канала или гавани, углубленіе которыхъ производится землечерпаніемъ съ примѣненіемъ грязеотводныхъ трубъ и мутпомпы, (mudpumps), когда вынutoю землечерпательными машинами землею можно засыпать пространство между ряжами, не производя тачешной или иной дорого стоющей работы для удаленія земли.

Общіе типы ряжей представлены на чертежахъ 159, 160, 164 и 165.

Первый, черт. 159, представляетъ прямоугольный брусчатый ряжь, со врубкою вѣнцовъ замкомъ вплотную.

Второй, черт. 160, представляетъ трапецидальный брусчатый ящикъ съ промежутками между вѣнцами.

Третій, черт. 164, представляетъ ряжевой ящикъ съ поперечными стѣнками, расположенными въ перевязку.

и Четвертый, черт. 165, ряжевой ящикъ съ наклонными поперечными стѣнками.

Ряжевые мола устраиваются по преимуществу въ Балтійскомъ морѣ, въ озерахъ и на рѣкахъ. Между ними наиболѣе замѣчательны мола: въ *Петербургѣ*, *Кронштадтѣ*, *Ревель*, *Виндавѣ* и *Гангѣ*; въ *Мариуполѣ* головныя части моловъ устроены также изъ ряжей.

Мола, ограждающіе С.-Петербургскій морской каналъ, черт. 166, составлены изъ двухъ рядовъ ряжей: одинъ въ два ящика со стороны канала, другой въ три, со стороны моря, загруженные камнемъ и съ заполненіемъ пространства между ними землею.

Ряжевые ящики подняты до высоты 2-хъ футовъ ниже уровня воды и надъ ними сдѣланы каменныя призмы, въ которыя упираются земляные откосы, вымощенные крупнымъ камнемъ. Со сто-

роны моря сдѣлана у подошвы землянаго откоса фашинная кладка, нагруженная камнемъ для лучшей защиты откоса отъ разрушительнаго дѣйствія волнъ.

Головы этихъ моловъ, ограниченные также откосами, облицованы правильно притесаннымъ камнемъ.

Земля, которою заполнено пространство между ряжами, вынута землечерпаніемъ при углубленіи портоваго канала и завалена за ряжи, большею частью, при помощи грязеотводныхъ трубъ. При этомъ она, разжиженная водою, отлагалась за ряжами постепенно слоями представляетъ совершенно плотную массу, не давшую вовсе осадки послѣ окончанія устройства моловъ. Размѣры этихъ моловъ показаны на чертежѣ.

Кронштадтскіе портовые молы, черт. 167, составлены изъ прямоугольныхъ ряжей, со стѣнками, расположенными въ шахматномъ порядкѣ. Каменная надстройка уложена на ростверкѣ на 2 фута ниже уровня воды. Ростверкѣ этотъ составляетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ днища понтонныхъ ящиковъ, въ которыхъ произведена каменная кладка. Для защиты отъ сильныхъ перекатывающихся черезъ молъ морскихъ волнъ, выведена стѣнка, поднятая на $1\frac{1}{2}$ саж. выше уровня высокихъ водъ. Со стороны гавани устроены двѣ горизонтальныя площадки, шириною въ 2 саж. каждая, одна у уровня высокихъ водъ, другая на высотѣ 6 фут. надъ этимъ уровнемъ.

Для болѣе надежнаго укрѣпленія ряжей ко дну и для передачи давленія отъ каменной кладки грунту, забиты внутри ряжей сваи въ деревянныхъ, предварительно установленныхъ въ ряжахъ, трубахъ. Глубина воды 28 фут. отъ уровня высокихъ водъ, ширина ряжа $6\frac{1}{2}$ саж.

(*Ревельскіе* больверки) устроены также изъ ряжей, причемъ сѣверный, черт. 168, имѣетъ наибольшіе размѣры. Глубина воды 35 фут., ширина ряжа: по верху 8,2 саж., по низу — 10,7 саж., внутреннія стѣнки расположены въ шахматномъ порядкѣ, какъ и въ Кронштадтѣ. Верхняя часть со стороны гавани сдѣлана изъ ряжевыхъ ящиковъ, заполненныхъ каменной плитной кладкой, съ морской стороны устроенъ былъ прежде деревянный ряжевой брустверъ съ амбразурами, который въ настоящее время снять и замѣненъ деревянной же, ряжевой, стѣнкой трапецидальной формы,

поднимающейся выше внутренней верхней поверхности бойверка, для защиты отъ морскихъ волнъ и всплесковъ. Размѣры показаны всѣ на чертежѣ. Другіе бойверки *Ревельскаго* порта надстроены выше уровня воды также ряжами, но безъ стѣнокъ со стороны моря, такъ какъ эти бойверки находятся внѣ дѣйствія большаго морскаго волненія.

Эти бойверки представляютъ весьма замѣчательный примѣръ ряжей, исполненныхъ при большой глубинѣ; они были первоначально устроены Петромъ Великимъ и возобновлены въ 40-хъ годахъ съ приданіемъ имъ бастионнаго начертанія; въ настоящее время они снова реставрированы согласно требованіямъ торговаго порта.

Виндавскіе молы, черт. 169, представляютъ видъ прямоугольныхъ ряжевыхъ ящичковъ, нагруженныхъ камнемъ и надстроенныхъ выше уровня каменной призмы. Ширина ряжа 35 ф., глубина воды 12 футовъ. Верхняя грань ряжа ниже уровня воды на 2 фута.

Каменная призма имѣетъ ширину поверху 11 фут. и одиночные откосы съ обѣихъ сторонъ. Высота гребня 6 фут. надъ уровнемъ воды. Съ наружной стороны сдѣлана каменная отсыпь, для защиты дна у подошвы ряжей отъ подмыва.

Весьма оригинальный видъ ряжей представляетъ часть *Виндавскихъ* моловъ, перестроенныхъ въ 50-хъ годахъ. Ряжи эти, черт. 170, ограничены были съ наружной стороны криволинейною поверхностью, въ надеждѣ дать волнѣ возможность свободно подняться по молу, не производя подмыва дна у подошвы. Верхняя надстройка сдѣлана на сваяхъ, забитыхъ сквозь ряжи, которые на высотѣ 1,75 саж. надъ водою связаны поперечными насадками, на которыхъ устроены помосты. Внутри ряжа были кромѣ того помѣщены стойки, заостренные въ нижнихъ концахъ, для лучшаго укрѣпленія ряжа къ грунту.

Ряжь, шириною поверху въ $3\frac{1}{2}$ саж., поднять на $\frac{1}{2}$ саж. выше уровня воды.

Этотъ по первому взгляду весьма рационально составленный ряжь не оправдалъ однако ожиданій: онъ вскорѣ былъ поврежденъ, особенно сильно съ морской стороны, и для защиты его отъ окончательнаго разрушенія сдѣлана сзади каменная отсыпь, укрѣпленная

бетонными массивами и забиты, кромѣ того, какъ съ внутренней такъ и съ внѣшней стороны сплошные ряды свай.

При устройствѣ *Мариупольскаго* порта, въ началѣ работъ, для образованія острова, съ котораго можно было бы вести работы по забивкѣ свай, часть моловъ была сдѣлана изъ ряжей.

Профиль этихъ ряжей, черт. 171, соответствуетъ профилю свайнаго мола, поперечныя стѣнки въ немъ сдѣланы наклонно, попеременно то въ одну, то въ другую сторону, для лучшаго прижатія ряжа къ грунту камнемъ. Изъ такихъ же ряжей устроены головы *Мариупольскихъ* моловъ; это сдѣлано въ виду лучшей защиты отъ разрушительнаго дѣйствія наноснаго льда.

Ряжевые молы устроенные въ *Гамзѣ*, имѣютъ трапецидальную форму, съ заполненіемъ крайнихъ ящичковъ ряжей бетономъ, (подъ каменными надстройками), остальные же ящички, равно какъ и пространство между ряжами, завалено рванымъ камнемъ изъ каменоломень, расположенныхъ недалеко отъ порта. Подъ ряжами сдѣлана каменная наброска съ бермами и откосами по обѣимъ сторонамъ мола. Всѣ размѣры показаны на черт. 172.

Ряжевые молы, хорошо срубленные и надлежащимъ образомъ укрѣпленные сжимами, ершами, нагелями или болтами, представляютъ весьма солидную конструкцію и надежное основаніе для надстройки изъ каменной на растворѣ кладки. Но вслѣдствіе свойства самаго матеріала и примѣра, бывшаго въ *Виндавѣ*, нельзя сооруженію со стороны моря дать пологій откосъ, защищающій отъ подмыва дна донною волною, развивающеюся при сильномъ вѣтрѣ и такъ какъ ряжи вообще возводятся при относительно небольшой глубинѣ, то при крутой, почти вертикальной стѣнкѣ образуется всегда донная волна, стремящаяся подмыть дно и, подкапывая ряжь, разрушить моль.

Для защиты отъ этого дѣлаютъ со стороны моря у подошвы ряжа каменные отсыпи, принимающія данную волну, какъ это, между прочимъ, сдѣлано въ *Виндавѣ*, черт. 169; или можно у подошвы мола погрузить невысокіе ряжи, заполненные камнемъ въ родѣ ризбермы, принимающіе также на себя дѣйствіе донной волны.

Для болѣе надежнаго укрѣпленія ряжей къ грунту можно внутри ихъ забить сваи, установивъ для нихъ, предварительно, деревянные трубы. Если же требуется существующій уже моль укрѣ-

пить, то забиваются сваи вплотную къ молу со стороны противоположной дѣйствию опрокидывающаго усилія, (со стороны гавани) или еще лучше съ обѣихъ сторонъ. Если ряжи при этомъ будутъ срѣзаны ниже уровня воды, то, связавъ забитыя по сторонамъ ряжа сваи поперечными и продольными связями, получится прочное и хорошее укрѣпленіе ряжей къ грунту.

Свайные молы, представляющіе также вертикальную стѣнку при относительно неглубокой водѣ, подвергаются, какъ и ряжи, разрушительному дѣйствию донной волны; но, съ одной стороны, молы эти почти всегда пристраиваются къ другимъ моламъ съ пологими откосами, которые сами по себѣ укрѣпляютъ и защищаютъ дно отъ подмыва, а съ другой, сваи, забитыя глубоко въ грунтъ, не будутъ еще разрушаться отъ подмыва дна съ наружной стороны, да кромѣ того, какъ уже выше было замѣчено, молы изъ сплошныхъ рядовъ свай устраиваются лишь въ рѣкахъ и въ мѣстахъ болѣе укрытыхъ отъ морскаго волненія, а слѣдовательно тамъ, гдѣ сильныхъ донныхъ волнъ, производящихъ опасный подмывъ дна, не существуетъ.

Послѣдній видъ деревянныхъ моловъ, *фашинные молы* представляютъ переходъ отъ деревянныхъ къ каменнымъ моламъ и относятся одинаково къ обоимъ видамъ. Молы эти устанавливаются преимущественно при песчаныхъ грунтахъ, въ которыхъ камни зарываются, и въ мѣстахъ, изобилующихъ матеріаломъ для вязки фашинь.

Молы состояются изъ фашинныхъ, погружаемыхъ камнемъ на дно моря, тюфяковъ въ нѣсколько рядовъ, причемъ нижніе ряды дѣлаются шире верхнихъ, такъ что все сооруженіе получаетъ въ поперечномъ сѣченіи видъ трапеціи. Кладку фашинныхъ тюфяковъ доводятъ до уровня низкихъ водъ, а выше этого уровня моль достраиваютъ изъ каменной наброски съ правильной укладкой камней на верхней поверхности его (на гребнѣ), или надстраиваютъ его каменной на растворѣ стѣнкой.

Въ портахъ, подверженныхъ приливу и отливу, фашинный моль надстраиваютъ иногда лишь сквозною деревянною эстакадою.

Наружные откосы обсыпаютъ также камнемъ, придавая откосу, обращенному къ морю, большую отлогость для лучшаго сопротивленія волненію.

Такъ какъ фашины сами по себѣ не имѣютъ вѣса, достаточнаго для приданія сооруженію требуемой устойчивости, и такъ какъ воз-

можно фашинную кладку производить правильно лишь при относительно небольшой глубинѣ воды, то тюфяки должны быть загружаемы тяжелымъ неразмываемымъ матеріаломъ, т. е. камнемъ.

Въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, какъ напримѣръ въ укрытыхъ отъ волненія мѣстахъ и въ рѣкахъ, фашинныя дамбы могутъ быть устраиваемы съ загрузкою ихъ землею, покрывая однако сооруженіе каменной наброской и вымосткой выше уровня воды.

При возведеніи широкихъ моловъ можно составить ихъ изъ двухъ фашинныхъ, загруженныхъ камнемъ, дамбъ, съ заполненіемъ пространства между ними землею, подобно тому, какъ устраиваются широкіе ряжевые портовые молы.

Типами фашинныхъ моловъ могутъ служить молы: въ Дюнкирхенѣ, Остенде, Роттердамѣ (Hock van Holland), Амстердамѣ (Schellingswoud), въ Свинемюнде, Рюгенвальдермюнде, Данцигѣ (Нейфарвассерѣ) и у насъ въ Перновѣ и Ригѣ.

Въ *Дюнкирхенъ* и *Остенде*, черт. 141 и 142, какъ уже выше было сказано, портовые молы составлены изъ двухъ частей, нижней сплошной и верхней сквозной. Нижняя часть, имѣющая видъ трапеціи, устроена изъ фашинныхъ тюфяковъ, загруженныхъ камнемъ и покрытыхъ сверху каменной наброской съ укладкою на верхней поверхности камней, съ плотной пригонкой ихъ другъ къ другу.

Верхній гребень закругленъ и поднятъ на 10 футовъ выше уровня отлива (до средняго уровня воды). Откосъ, обращенный къ морю, имѣетъ уклонъ въ 1 : 4, а къ портовому каналу 1 : 3.

Остендскіе молы составлены также изъ фашинныхъ тюфяковъ, но съ болѣе крутыми откосами.

(Въ устьѣ р. Мааса, неподалеку отъ *Роттердама*, въ мѣстечкѣ Нокъ-ванъ Holland, сдѣланъ въ обходъ устья рѣки каналъ, выходящій въ море парными молами. Молы эти устроены изъ фашинныхъ тюфяковъ, загруженныхъ камнемъ (базальтомъ), съ обсыпкою этимъ же матеріаломъ. Форма моловъ, черт. 173, трапециoidalная, съ округленіемъ верхней поверхности.

Гребень поднятъ почти до уровня высокихъ водъ, ширина мола у уровня низкихъ водъ 12,5 метровъ, у подошвы 40 метровъ. Боковые откосы 1 : 3 съ небольшими бермами у подошвѣ.

Мола эти заливаются приливными водами, почему для сообщенія между головою южнаго мола и берегомъ сдѣлана деревянная эстакада на сваяхъ съ помостомъ, шириною въ 8 метровъ и поднятымъ на 1,2 м. выше уровня прилива. Эстакада эта замѣнена нынѣ каменной стѣнкой, поднятой выше уровня прилива, черт. 174. Головы уширены до 25 метр. у уровня отлива, но имѣютъ, въ общемъ, ту-же конструкцію, какъ и самые мола, черт. 175. Размѣры видны всѣ на чертежахъ.

Въ *Амстердамъ* заливъ Эй отдѣленъ отъ Зюйдерзе дамбой (Schellingswoud), которая, хотя въ строгомъ смыслѣ и не представляетъ собою мола, но, подверженная морскому волненію, иногда весьма значительному, должна быть разсматриваема какъ морское сооруженіе. Дамба эта, черт. 176, состоитъ изъ двухъ фашинныхъ, нагруженныхъ базальтомъ, дамбъ трапецидальной формы, шириною поверху каждая въ 3 метра, а понизу около 8 метровъ, поднятая на 0,75 м. выше низкаго отлива (до уровня Амстердамскаго ординара). Подъ всей дамбой уложены сплошь фашинные тюфяки, и пространство между дамбами (ядро) засыпано землею, поднятою трапецидальной призмой на 3,65 метра выше уровня ординара. Ширина гребня 4 метра. Откосы имѣютъ уклоны: а) со стороны Зюйдерзе 1 : 3¹/₂, б) со стороны залива Эй 1 : 2. У подошвъ этихъ откосовъ, въ уровнѣ + 0,50 метр., устроены бермы шириною соотвѣтственно откосамъ въ 3 и 5 метровъ. Откосы фашинныхъ дамбъ обсыпаны камнемъ, а откосы земляной дамбы, выше воды, вымощены базальтомъ на слоѣ щебня.

Мола въ *Свинемюнде*, черт. 177, имѣютъ также трапецидальную форму. Нижняя подводная часть устроена изъ фашинныхъ тюфяковъ, нагруженныхъ и обсыпанныхъ камнемъ. Откосы имѣютъ уклоны: наружный 1 : 3, внутренний 1 : 2; верхняя площадка, шириною въ 8 метровъ, расположена на 2 метра выше ординара. Для защиты мола отъ перекатывающихся волнъ устроена на верхнемъ гребнѣ наружнаго откоса каменная, на цементномъ растворѣ, стѣнка, высотой въ 5 и шириною въ 3 метра, съ кривою вогнутою поверхностью со стороны моря, для отбрасыванія вкатывающихся по наружному откосу волнъ. Наружный откосъ покрытъ наброскою изъ большихъ глыбъ, для уничтоженія горизонтальнаго прибоа.

Почти такой же видъ имѣютъ мола въ *Рюенвальдермюнде*,

черт. 178, и въ *Данцигъ* (Нейфарвассерѣ); верхняя поверхность поднята на 6 футовъ выше ординара и закруглена. Со стороны портового канала устроены эстакады съ помостомъ, служащія бичевымъ мостомъ и для предохраненія отъ ударовъ о подводный откосъ мола проходящихъ по каналу судовъ.

Черновскіе молы, устроенные собственно изъ накиднаго камня, черт. 179, основаны на двухъ рядахъ фашинныхъ тюфяковъ, выступающихъ по обѣимъ сторонамъ подошвъ откосовъ мола, образуя бермы, защищающія отъ подмывовъ дна непосредственно у мола. Гребень мола поднять на $3\frac{1}{2}$ фута выше уровня воды и ширина его 7 фут. Откосы: со стороны моря 1 : 3, со стороны канала 1 : $1\frac{1}{2}$. Верхнія поверхности, какъ гребня, такъ и откосовъ, покрыты плотно пригнанными другъ къ другу булыжными камнями большихъ размѣровъ.

Фашинныя дамбы, устроенныя въ *Ригѣ*, сдѣланы за небольшимъ исключеніемъ изъ обыкновенной фашинной кладки, загруженной землею и покрытой сверху каменной вымосткой въ плетневыхъ корзинахъ, черт. 180. Дамбы эти, составляющія сооруженія для урегулированія рѣки Западной Двины въ предѣлахъ Рижскаго порта, относятся собственно къ рѣчнымъ сооруженіямъ, а не къ морскимъ, но упоминаются здѣсь какъ принадлежности, въ данномъ случаѣ, порта.

Фашинная кладка (тюфяки) употребляется иногда въ морскихъ работахъ для укрѣпленія основанія моловъ. Выше было сказано, что камни, лежащіе на песчанномъ днѣ морскаго побережья, зарываются въ песокъ и по прошествіи нѣкотораго времени совершенно исчезаютъ. Поэтому, при возведеніи каменныхъ моловъ на мелкомъ пескѣ, какъ на примѣръ на дюнныхъ берегахъ, полезно предварительно уложить на поверхность дна рядъ фашинныхъ тюфяковъ подъ все основаніе сооруженія. Такіе фашинные тюфяки, уложенные подъ молами *Либавскаго* порта, оказались весьма полезными. Подобные же фашинные тюфяки могутъ быть уложены возлѣ моловъ съ вертикальными стѣнками, для предохраненія грунта отъ разрушающаго дѣйствія донныхъ волнъ.

Молы деревянные всѣхъ типовъ пригодны преимущественно въ мѣстахъ, изобилующихъ лѣсомъ, гдѣ камень дорогъ и гдѣ нѣтъ морскаго червя; съ другой стороны, относительная легкость матеріала

не позволяет употреблять его въ мѣстахъ, подверженныхъ очень сильному волненію, для сплошныхъ самостоятельныхъ сооруженій, а лишь какъ добавочныя части къ сплошнымъ молямъ, въ видѣ сквозныхъ пристроекъ. Моля эти встрѣчаются поэтому преимущественно въ Балтійскомъ морѣ, въ озерахъ и на рѣкахъ. Для устройства же морскихъ моловъ большаго сопротивленія, необходимо сооружать ихъ изъ камня, изъ какого матеріала и выведены почти всѣ морскіе моля портовъ Океана и въ мѣстахъ, подверженныхъ дѣйствию морскаго червя.

Г Л А В А XV.

Мола изъ каменной наброски при малыхъ и большихъ глубинахъ.—Профиль и размѣры этихъ размѣровъ.—Уклонъ откосовъ, берма.—Мола изъ наброски массивовъ.—Основанія, опредѣляющія профиль мола изъ наброски, при постоянномъ и переменномъ уровнѣ воды.—Укладка камней на гребнѣ мола и на откосахъ выше уровня воды.—Средство для уменьшенія прибоа волны.—Примѣры подобныхъ моловъ въ Россіи и заграничѣй.

Наиболѣе употребительный матеріалъ для морскихъ моловъ есть камень, употребляемый въ дѣло въ видѣ наброски, или кладки, или въ томъ и другомъ видѣ вмѣстѣ.

Поэтому каменные мола могутъ быть вообще подраздѣляемы на три главныхъ типа: 1) Мола изъ одной наброски, 2) мола изъ наброски съ надстройкою стѣны изъ кладки на растворѣ или на сухо и 3) мола изъ одной кладки.

По качеству самаго матеріала наброска должна ограничиваться болѣе или менѣе пологими откосами, и потому сооруженіе будетъ имѣть въ поперечномъ сѣченіи видѣ трапеціи, тогда какъ кладка можетъ быть выведена вертикально или съ очень крутыми откосами, и сооруженіе будетъ подходить къ виду прямоугольника. При одинаковой ширинѣ этихъ моловъ *поверху наибольшее количество матеріала потребуется для наброски, тогда какъ наименьшее количество его потребуется для мола изъ одной кладки, а потому второй видѣ каменнаго мола, изъ наброски съ надстройкою изъ кладки, по отношенію къ количеству необходимаго матеріала, занимаетъ среднее мѣсто.*

Эта зависимость между количествами матеріаловъ будетъ вѣрна въ случаѣ глубокой воды, когда волна не производитъ горизонтальнаго удара на сооруженіе и когда размѣръ мола въ толщину можетъ быть доведенъ до *minimum*'а; при мелкой-же водѣ, когда вер-

тикальная стѣнка будетъ подвержена полной силѣ горизонтальнаго прибоя, толщина ея должна быть увеличена, и количество матеріала, потребнаго на ея устройство, можетъ быть больше, чѣмъ при наброскѣ, такъ какъ послѣдняя, при пологомъ наружномъ, обращенномъ къ морю, откосѣ, не будетъ вовсе подвержена дѣйствию этого прибоя, такъ какъ волна будетъ свободно перекатываться черезъ молъ и ширина гребня можетъ быть доведена до нуля, обращая этимъ поперечное сѣченіе мола изъ трапеціи въ треугольникъ.

Способы производства работъ бываютъ, кромѣ того, весьма разнообразны и опредѣляются часто мѣстными условіями, а потому общая стоимость мола, при употребленіи большаго количества матеріала, независимо вовсе отъ вида мола, бываетъ иногда ниже стоимости мола, требующаго наименьшаго количества камня.

Во всякомъ случаѣ при выборѣ очертанія того или другаго типа каменнаго мола слѣдуетъ всегда имѣть въ виду, чтобы при наименьшемъ объемѣ, т. е. при употребленіи наименьшаго количества камня, получилась полная устойчивость и обезпеченіе сооруженія противъ разрушительнаго дѣйствія морскаго волненія.

Выше было сказано, что волненіе, развивающееся при глубокой водѣ, не производитъ горизонтальнаго прибоя, тогда какъ при незначительной глубинѣ моря этотъ прибой достигаетъ весьма большихъ размѣровъ. Эти всѣ обстоятельства указываютъ а-ргюгі на то, что молы при глубокой водѣ должны имѣть очертаніе вертикальной стѣнки, тогда какъ при водѣ мелкой очертаніе это должно имѣть видъ пологого откоса, дабы дать возможность водѣ вкатываться и переливаться черезъ молъ, не производя на него горизонтальнаго удара.

Перекатываніе волны черезъ молъ можетъ быть, однако, допущено только тогда, когда моломъ не предполагается пользоваться для склада товаровъ или помѣщенія какихъ либо построекъ и если нѣтъ особой надобности въ томъ, чтобы въ огражденномъ моломъ водномъ пространствѣ не развивалось зыби отъ переливающейся черезъ молъ волны. Это можетъ, однако, имѣть мѣсто лишь при обширныхъ рейдахъ, отдѣленныхъ отъ моря волноломомъ, который въ этомъ случаѣ будетъ воздвигнутъ не при мелкой, а при большой глубинѣ моря, какъ напримѣръ въ *Плимутѣ*, *Портландѣ*, *Делаварѣ* и въ другихъ портахъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что молы, сооружаемые при мелкой водѣ,

для огражденія гаваней, не всегда могутъ быть устраиваемы въ видѣ пологой каменной отсыпи, а приходится имъ давать часто видъ вертикальной стѣнки; при глубокой-же водѣ, въ виду трудности кладки вертикальной стѣнки подъ водою, въ особенности при волненіи, развивающемся въ открытомъ морѣ, молы устраиваются часто изъ наброски съ откосами, обращенными какъ къ гавани, такъ и къ морю.

Молы изъ одной наброски, какъ уже выше было замѣчено, должны по свойству самаго матеріала имѣть трапецидальную форму съ болѣе или менѣе пологими откосами, уклонъ которыхъ со стороны гавани, не подверженной вовсе волненію, опредѣляется крупностью матеріала (камня) и видомъ его, тогда какъ со стороны моря уклонъ долженъ быть такой, чтобы волненіемъ камни не могли быть сдвигаемы со своихъ мѣстъ.

На этомъ основаніи очертаніе мола со стороны моря при глубокой водѣ должно быть: въ предѣлахъ разрушительнаго дѣйствія волны, т. е. отъ уровня до глубины вреднаго дѣйствія ея, въ видѣ пологого откоса съ уклономъ, смотря по качеству камня и силѣ волненія, отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{14}$; ниже, до дна, откосъ можетъ быть круче, смотря по качеству камня, въ 1:2 до 1:1, такъ какъ вредное дѣйствіе волны на этой глубинѣ не распространяется. Такой-же уклонъ (отъ 1:1 до 1:2) можно дать откосу мола съ внутренней стороны (со стороны гавани), такъ какъ онъ здѣсь волненію вовсе не подвергается.

Выше уровня воды молъ можно очертить приведенными выше откосами, продолжая ихъ до высоты, требующейся для мола, обыкновенно не менѣе 1 сажени выше уровня воды, ограничивая верхній гребень горизонтальной площадкой, шириною смотря по надобности, однако, не менѣе также одной сажени, черт. 181.

Для удержанія перекатывающихся черезъ молъ волнъ, наружный откосъ выше уровня воды дѣлають круче, уклономъ въ 1:2 или 1:1 $\frac{1}{2}$, причемъ переходъ можетъ быть сдѣланъ прямо переломомъ, черт. 182, или постепеннымъ закругленіемъ, черт. 183.

Какъ то, такъ и другое очертаніе, хотя и отбрасываетъ волны назадъ, не давая имъ свободно перекатываться черезъ молъ, но, принимая полный ударъ горизонтальнаго прибоа, развивающагося на наружномъ пологомъ откосѣ, требуетъ уширенія гребня и устройства верхней части мола изъ болѣе крупныхъ камней, со тщательнымъ прилаживаніемъ, а иногда и притеской ихъ другъ къ другу.

Даже и при этомъ вода, ударяя съ полною силою въ верхнюю часть мола, проникаетъ во всѣ пустоты между камнями, и при обратномъ движеніи, высасывая болѣе мелкіе камни, заполняющіе эти пустоты, разстраиываетъ сооруженіе.

Зависимость между качествомъ камня и крутизною откосовъ та, что болѣе мелкій и округленный камень (крупныя булыги) требуетъ болѣе пологого откоса, тогда какъ крупный и къ тому-же рваный, угловатый камень (добываемый взрывными работами въ каменоломняхъ) допускаетъ болѣе крутые откосы, представляя ту-же, даже большую устойчивость, чѣмъ округленный камень при пологомъ откосѣ.

Такъ какъ описанное очертаніе мола вызываетъ при глубокой водѣ горизонтальный приборъ, и такъ какъ нельзя молу, устроенному изъ наброски, дать очертаніе вертикальной стѣнки, то слѣдуетъ озаботиться о возможно большемъ уменьшеніи вреднаго дѣйствія этого прибора. Чѣмъ глаже пологій наружный откосъ мола, тѣмъ волна свободнѣе вкатывается и развиваетъ болѣе сильный горизонтальный приборъ, почему необходимо откосъ этотъ дѣлать изъ неправильной наброски возможно болѣе крупныхъ камней, которая, представляя весьма неровную поверхность, оказываетъ большое сопротивленіе движущейся вверхъ по откосу водѣ и этимъ ослабляетъ въ значительной степени силу прибора.

Въ случаѣ отсутствія крупныхъ камней, наружный пологій откосъ покрываютъ наброскою изъ бетонныхъ массивовъ *).

Покрытіе наружнаго пологого откоса крупными камнями или бетонными массивами полезно еще въ томъ отношеніи, что они, представляя большое сопротивленіе дѣйствию волнъ, не передвигаются ими вдоль мола, подобно гравію вдоль пологого берега, и не перебрасываются черезъ молъ въ гавань, какъ это происходитъ съ мелкимъ камнемъ во время сильнаго волненія.

Другое средство для уменьшенія горизонтальнаго прибора заключается въ устройствѣ горизонтальной бермы въ точкѣ перехода отъ пологого откоса къ крутому, въ верхней, надводной части мола, т. е. у уровня воды или нѣсколько выше, черт. 184. Волна, поднимаясь вверхъ по откосу, доходя до верхней его бровки и сохраняя пріобрѣтенную скорость, поднимается выше по тому-же направленію, но, не

*) Объ устройствѣ моговъ изъ массивовъ смотри ниже.

имѣя далѣе опоры, падаетъ внизъ подѣ дѣйствіемъ силы тяжести и, разливаясь по бермѣ, теряетъ приобрѣтенную на откосѣ скорость, чѣмъ вмѣстѣ ослабляется въ значительной степени и сила прибоа.

Само собою разумѣется, что чѣмъ выше расположена берма и чѣмъ она шире, тѣмъ больше ея полезное дѣйствіе, но вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается, въ значительной степени, объемъ мола и камня, потребнаго на его устройство.

По сравненію его съ моломъ со сплошнымъ пологимъ откосомъ, идущимъ отъ гребня до глубины вреднаго дѣйствія волны, черт. 181, казалось бы при первомъ взглядѣ возможнымъ сдѣлать нѣкоторую экономію въ матеріалѣ, устраивая на наружномъ откосѣ берму. Такъ напримѣръ, черт. 185, на молѣ съ откосомъ въ $\frac{1}{4}$ и поднятомъ на 2 саж. выше уровня воды, можетъ быть сдѣлана берма шириною въ 3 саж. у уровня воды; ограничивъ при этомъ верхнюю часть мола откосомъ съ уклономъ въ $1:1\frac{1}{2}$ и оставляя откосъ ниже уровня воды въ $\frac{1}{4}$, получится нѣкоторое сбереженіе въ камнѣ со стороны моря. При этомъ необходимо, однако, верхнюю надводную часть мола выстроить изъ болѣе крупныхъ камней и съ болѣею тщательностью, чѣмъ то требуется при сплошномъ пологомъ откосѣ. Сбереженіе матеріала, однако, не достигается, ибо при бермѣ необходимо увеличить ширину гребня мола и съ тѣмъ вмѣстѣ увеличить объемъ наброски камня со стороны гавани.

Все сказанное, относящееся до морей безъ приливовъ и отливовъ, въ предположеніи постояннаго уровня воды, одинаково примѣнимо къ морямъ съ приливами и отливами, причемъ глубину вреднаго дѣйствія волны слѣдуетъ считать отъ уровня низкаго отлива; берма должна быть расположена у уровня среднихъ водъ или у уровня наиболѣе высокаго отлива, и гребень мола долженъ быть поднять выше уровня прилива, черт. 186.

Наружный откосъ мола выше бермы, равно какъ и гребень, слѣдуетъ покрыть крупными камнями, плотно прилаженными другъ къ другу, полезно даже связывать ихъ между собою притескою, а иногда и цементнымъ растворомъ. Употребленіе желѣзныхъ связей невыгодно тѣмъ, что желѣзо, ржавѣя, въ особенности въ соленой водѣ, быстро разрушается, и кромѣ того въ гнѣздахъ, заливаемыхъ сѣрой, свинцомъ или цементомъ, эти связи скоро расшатываются отъ перемѣннаго дѣйствія температуры.

Поэтому вся верхняя часть должна быть составлена из одних крупных камней, по возможности без расщепки, и если даже один облицовочный камень будет вымыт из своего мѣста, то его слѣдует немедленно замѣнить новымъ, ибо всякая неровность, а въ особенности отверстіе, въ облицовкѣ мола повлечетъ за собою усиленное разрушительное дѣйствіе волнъ въ этомъ мѣстѣ, послѣдствіемъ чего будетъ быстрое разрушеніе всего мола. Это относится также и до наброски, покрывающей наружный пологій откосъ, которая въ случаѣ поврежденія должна быть немедленно восстановлена, дабы заблаговременно предупредить дальнѣйшее разрушеніе откоса. Въ виду сего необходимо имѣть въ портѣ постоянный запасъ ремонтнаго матеріала и артель рабочихъ, для надзора за молотомъ и немедленнаго исправленія происходящихъ въ немъ поврежденій.

При малыхъ глубинахъ, гдѣ волна, разбившись о дно моря, придаетъ водѣ поступательное движеніе, вредное дѣйствіе ея слѣдуетъ считать со дна моря, почему, ограничивая молъ со стороны моря пологимъ откосомъ, его слѣдуетъ вести отъ уровня воды непрерывно до дна. Въ остальномъ, очертаніе мола при малой глубинѣ совершенно сходно съ очертаніемъ его при большой глубинѣ моря. Такъ какъ при мелкой водѣ, въ особенности у дюнныхъ береговъ, дно моря состоитъ изъ песка, то, во избѣжаніе зарыванія камней въ грунтъ, укладываютъ подъ основаніе мола фашинные тюфаки въ одинъ или два ряда, какъ объ этомъ сказано выше, причемъ для сбереженія камня дѣлаютъ, кромѣ того, часть ядра мола изъ фашинъ, переходя такимъ образомъ отъ типа каменнаго къ фашинному молу.

Каменные молы изъ наброски выгодно устраивать тогда, когда вблизи работъ имѣются залежи камня въ видѣ валуновъ и булыгъ, или гдѣ вблизи работъ возможно открыть карьеры для добычи камня взрывными работами и откуда доставка его къ мѣсту работъ можетъ быть достигнута дешевыми и легкими средствами.

Уклонъ откосовъ молотъ, какъ сказано выше, находится въ зависимости отъ крупности употребляемаго камня, причемъ болѣе крупный и угловатый камень допускаетъ болѣе крутые уклоны. Это обстоятельство имѣетъ немаловажное значеніе въ отношеніи объема, а слѣдовательно стоимости сооруженія, поэтому, имѣя въ распоряженіи камни различныхъ величинъ, укладываютъ ихъ въ молѣ такимъ образомъ, чтобы болѣе мелкій камень составлялъ ядро, а обо-

лочка, въ особенности-же на наружномъ откосѣ, составлена была изъ камней болѣе крупныхъ. Эти послѣдніе камни должны быть, кромѣ того, уложены такъ, чтобы размѣры ихъ увеличивались постепенно къ вершинѣ сооруженія. Вслѣдствіе затруднительности сортировки камня и невозможности иногда имѣть естественные камни достаточно большихъ размѣровъ, крупные камни замѣняютъ бетонными массивами, объемомъ доходящими до 1 куб. саж. и болѣе.

Массивы эти въ наброскѣ принимаютъ уклонъ въ 1:1, представляющій вполне надежное сопротивленіе морскому волненію. Такой крутой уклонъ, не вызывая, при глубокой водѣ, поступательнаго движенія воды и горизонтальнаго прибоя, какъ это имѣетъ мѣсто при длинныхъ пологихъ откосахъ, не можетъ подвергнуться большому разрушительному дѣйствию волненія.

При мелкой-же водѣ, гдѣ волна, уже разбившись, подходит къ молу, послѣдній, хотя и подвергается дѣйствию прибоя, но, будучи составленъ изъ массивовъ значительнаго вѣса, которые въ отдѣльности не могутъ быть передвигаемы, выдерживаетъ этотъ напоръ, не повреждаясь.

Изъ многочисленныхъ существующихъ портовыхъ моловъ, возведенныхъ изъ одной наброски, наиболѣе выдающимися типами могутъ служить: *Волноломы въ Шербурѣ* (первоначальный видъ), *Плимутъ*, *Портландъ*, *Брестъ*, *Делаваръ*, *Бердянскъ*, *Александріи*, и молы въ *Кингстаунѣ*, *Либавѣ*, *Петровскѣ*, *Біаррицѣ* и *Алжирѣ*.

Шербургскій волноломъ, длиною около 4-хъ верстъ, образующій обширный рейдъ для французскаго военнаго флота, хотя въ настоящемъ своемъ видѣ не составленъ изъ одной каменной наброски, а имѣетъ надстройку изъ кладки на растворѣ и изъ бетона, но исторіей устройства своего указываетъ, какое очертаніе слѣдуетъ придавать моламъ изъ наброски и какія средства наиболѣе предохраняють наброску отъ разрушительнаго дѣйствия волненія.

Начало мысли о постройкѣ этого волнолома относится къ 1665 году, когда предположено было въ Шербургской бухтѣ, по направленію между мысомъ Керкевиль и островомъ Пелѣ. Черт. 187, на протяженіи около 7 верстъ, устроить волноломъ длиною почти въ 4 версты, оставляя входы: съ восточной стороны, шириною въ одну версту, и съ западной—въ двѣ. Къ исполненію этого предположенія не было, однако, приступлено раньше 1783-го года, когда принято было Француз-

скимъ правительствомъ предложеніе инженера де-Сессара, которое, хотя и ни въ какомъ случаѣ не достойно подражанія, но представляетъ интересъ въ томъ отношеніи, что составляло первую попытку возведенія волнолома громадныхъ размѣровъ въ открытомъ морѣ; попытка, которая дала цѣнныя указанія на то, какимъ образомъ дѣйствіе морскаго волненія распространяется на каменную наброску и какую форму слѣдуетъ придать этой наброскѣ, чтобы она сохранила по возможности свой видъ и наименѣе измѣнялась отъ волненія.

Де-Сессаръ предложилъ устроить волноломъ изъ ряда деревянныхъ, на подобіе бочки, конусовъ, черт. 187—188, наполненныхъ камнемъ, діаметромъ у основанія въ 149 футовъ и вверху въ 64 фута, высотой до 64 футовъ. Конуса эти предположено было установить на днѣ моря, въ одинъ рядъ такъ, чтобы основанія ихъ касались между собою; нагрузку ихъ крупными камнями предположено было довести до уровня низкихъ водъ, а выше сдѣлать надстройку изъ кладки на цементномъ растворѣ и изъ бетона, выводя ее выше уровня прилива. Первый конусъ былъ собранъ, сплавленъ на бочкахъ и погруженъ на мѣсто въ іюнѣ 1784 г., а второй, рядомъ съ нимъ, въ слѣдующемъ мѣсяцѣ того же года.

До окончанія наполненія втораго конуса камнемъ, верхняя, деревянная, незаполненная часть его была бурю разрушена. Это указало на то, что верхнія деревянные части конусовъ не могутъ сопротивляться дѣйствію осеннихъ бурь, почему признано было необходимымъ число конусовъ уменьшить, разставляя ихъ на 183 фута центръ отъ центра, а пространство между ними завалить каменной наброской до уровня отлива. Восемнадцать такихъ конусовъ было затѣмъ установлено въ различное время, но такъ какъ они постоянно подвергались сильному разрушенію, то верхушки ихъ были въ 1789 году срѣзаны до уровня низкихъ водъ, за исключеніемъ одного конуса на западномъ концѣ волнолома. Этотъ оставленный конусъ былъ, однако, также разрушенъ въ 1799 году, несмотря на то, что онъ былъ надстроенъ кладкой на растворѣ и бетономъ.

Послѣ этихъ неудачъ съ конусами продолжали наброску камня между ними, и въ 1790 году наброска эта была выведена въ видѣ трапеціи, съ уклонами откосовъ: съ внутренней стороны въ 1 : 1 и со стороны моря въ 1 : 3, и съ гребнемъ, поднятымъ до уровня низкихъ водъ, черт. 189. Профиль эта была однако вскорѣ затѣмъ

измѣнена волненіемъ, которое разбросало наброску на большую площадь и частью перебросило камень черезъ молъ съ морской стороны во внутрь рейда. Съ наружной стороны наброска приняла уклонъ до 1 : 10 отъ гребня до глубины 15 футовъ ниже уровня отлива, ниже-же этой глубины до дна и со внутренней стороны откосы остались неизмѣненными, т. е. со стороны моря въ 1 : 3, а со стороны рейда въ 1 : 1. Наброска вся вмѣстѣ съ тѣмъ опустилась ниже уровня отлива и не представляла уже той защиты, которая требовалась для спокойной стоянки судовъ на рейдѣ, а потому рѣшено было поднять всю наброску на 8 футовъ выше уровня прилива. Черт. 190.

Совершенно бесполезнымъ оказалось поднятіе мола мелкими камнями, до того употребляемыми; но такъ какъ части морскаго откоса, которыя были раньше, для опыта, покрыты крупными камнями, мало измѣнились подѣ дѣйствіемъ волненія, то рѣшено было достроить молъ и защитить фундаментъ батареи, по срединѣ волнолома расположенной, крупными камнями. Наброска подѣ этой батареей была начата въ 1802 году укладкою большихъ каменныхъ глыбъ на наружномъ откосѣ волнолома, которыя, покрывая мелкій камень, приостанавливали движеніе его вдоль волнолома и перебрасываніе его волненіемъ на внутренній откосъ. До этого происходило постоянное передвиженіе камня вдоль волнолома, преимущественно въ сторону направленія вѣтра, и камень этотъ накоплялся постоянно у концовъ волнолома. Послѣ укладки и въ этихъ мѣстахъ большихъ глыбъ передвиженіе камня было прекращено. Окончательное устройство батареи и вооруженіе ея послѣдовало въ 1803 году, но вслѣдъ затѣмъ она, при различныхъ случаяхъ, снова была разрушена, послѣ чего рѣшено было основаніе ея опустить до уровня низкихъ водъ и устроить ее изъ кладки на цементѣ съ облицовкою изъ гранита. Въ томъ же году уложено было на наружномъ откосѣ волнолома, взамѣнъ снесеннаго въ разное время, до 1400 куб. саж. крупнаго камня.

Работы по устройству волнолома были тогда же, въ 1813 году, приостановлены на 11 лѣтъ до окончательнаго исправленія батареи, и дальнѣйшая отстройка мола была опять начата въ 1830 г., такъ что сооруженіе это находилось безъ всякаго ремонта подѣ воду, подѣ дѣйствіемъ морскаго волненія, въ теченіе болѣе 40 лѣтъ.

Прежнее предположеніе поднять наброску волнолома на 8 футовъ выше уровня прилива было оставлено, и, принимая во вниманіе то, что вновь отстроенная батарея устояла хорошо, безъ дальнѣйшихъ поврежденій, рѣшено было вмѣсто поднятія наброски на 8 футовъ выше уровня прилива, окончательно отстроить молъ стѣнкой изъ каменной кладки на цементномъ растворѣ и изъ бетона и одновременно съ этимъ покрыть наружный морской откосъ крупными камнями до глубины 16 футовъ отъ уровня низкаго отлива, съ уклономъ въ 1 : 5, поднимая откосъ до основанія стѣны и покрывая имъ нижній рядъ каменной кладки. Это предположеніе было тогда же приведено въ исполненіе, и Шербургскій волноломъ имѣетъ теперь надстройку изъ кладки и видъ, описанный въ слѣдующей главѣ.

Плимутскій волноломъ, начатый постройкою въ 1811 году, сдѣланъ по типу Шербургскаго, черт. 191. Верхній гребень, шириною въ 50 футовъ, поднять на 2 фута выше уровня высокаго прилива. Откосы имѣютъ уклоны: внутренній 1 + 1 $\frac{1}{2}$ съ небольшою бермою у уровня низкихъ водъ; съ наружной стороны откосъ идетъ отъ гребня до уровня низкихъ водъ уклономъ въ 1 : 5, затѣмъ идетъ почти горизонтальная берма шириною въ 8 саж. въ уровнѣ низкихъ водъ, переходящая откосами съ постепенно увеличивающимися уклонами до дна, гдѣ уклонъ составляетъ 1 : 1 $\frac{1}{2}$, начиная съ глубины 6 фут. ниже низкаго отлива. Во время постройки этого волнолома сдѣланы были непосредственные опыты для опредѣленія уклона наброски съ морской стороны, при чемъ оказалось, что раньше спроектированный уклонъ въ 1 : 3 необходимо было уменьшить до 1 : 5, съ покрытіемъ его крупными камнями, вѣсомъ не менѣе 1 $\frac{1}{2}$ тонны, а выше уровня отлива, камнями вѣсомъ до 12 тоннъ, съ притескою ихъ въ лапу, для лучшей связи камней между собою, черт. 192. Соединеніе камней, покрывающихъ наброску, притескою оказалось весьма полезнымъ еще при постройкѣ Шербургскаго волнолома въ различныхъ случаяхъ разрушенія его; части, облицованныя притесанными другъ къ другу камнями, оказывались всегда менѣе поврежденными, чѣмъ другія части сооруженія. Берма, расположенная со внутренней стороны въ уровнѣ отлива, устроена лишь для поддержанія облицовочныхъ камней откоса; у подошвы наружнаго откоса, у уровня низкихъ водъ, устроена для этой же цѣли небольшая каменная стѣнка изъ кладки на цементномъ растворѣ. Облицовочные камни

связаны также въ различныхъ мѣстахъ цементнымъ растворомъ, который, впрочемъ, до окончательной осадки мола не приносить особой пользы.

Волноломъ этотъ, защищающій Плимутскую бухту отъ волнъ океана, имѣеть длину въ 5100 футовъ (730 саж.), не считая откосовъ головъ. На послѣднихъ расположены: на западной—гранитный маякъ, а на восточной портовой знакъ съ фонаремъ.

Портландскій волноломъ, черт. 193, составляетъ собственно продолженіе береговаго мола, сомкнутаго съ Портландскимъ полуостровомъ, отъ котораго онъ отдѣленъ пролетомъ въ 400 фут.

Волноломъ этотъ, длиною въ 6400 фут. (916 саж.) и защищающій водную площадь въ 2130 экровъ (1,891,440 кв. с.), устроенъ въ пятидесятихъ годахъ изъ наброски по предположенному, но не исполненному, типу Шербургскаго волнолома. Гребень шириною въ 50 футовъ поднять на 12 фут. выше уровня отлива (4 фута выше уровня высокихъ водъ). Наружный откосъ безъ бермы, идетъ отъ гребня до глубины 22 фут. ниже уровня отлива и продолжается далѣе до дна уклономъ въ $1 : 1\frac{1}{2}$.

Откосъ съ внутренней стороны имѣеть уклонъ въ $1 : 1$ и идетъ непрерывно отъ гребня до дна.

Верхняя поверхность и наружный откосъ волнолома выложены крупными, плотно пригнанными другъ къ другу камнями, а внутренній камнями на цементномъ растворѣ. Головы, выведенныя изъ кладки, основаны на глубинѣ 24 футовъ на каменной наброскѣ, которая вокругъ головъ покрыта крупными камнями.

Волноломъ въ Брестѣ, черт. 194, длиною въ 3117 футовъ устроенъ изъ наброски съ наружнымъ откосомъ въ $1 : 7$, покрытымъ плотно уложенными камнями большихъ размѣровъ, начиная отъ уровня отлива до верху. Верхній гребень, шириною въ 40 футовъ, покрытъ мостовою и поднять надъ уровнемъ высокихъ водъ на 7 футовъ. Со стороны моря, на верхнемъ гребнѣ откоса, устроена легкая стѣнка изъ кладки, для защиты отъ вкатывающихся по наружному откосу волнъ. Внутренній откосъ съ уклономъ въ $1 : 1$ правильно вымощенъ до уровня низкихъ водъ, гдѣ расположена небольшая берма, для поддержанія этой вымостки.

Волноломъ въ Делаварѣ, черт. 195 (Сѣв. Америкѣ), расположенный въ бухтѣ того-же названія, образуетъ рейдъ у устья рѣки Де-

лаваръ при Делаварскомъ портѣ. Сооруженіе это состоитъ собственно изъ двухъ частей, изъ которыхъ одна служить для защиты рейда отъ морскаго волненія, а другая для защиты отъ льда, идущаго изъ рѣки, а потому эти части названы соотвѣтственно: *Волноломомъ* и *ледоломомъ* (breakwater и Ice-breaker); длина ихъ по верху 2556 и 1350 футовъ. Оба эти сооруженія устроены изъ наброски камней вѣсомъ отъ $\frac{1}{4}$ до 1 тонны. Ядро и подошва устроены изъ камней меньшихъ размѣровъ. Гребень, шириною въ 36 футовъ, поднять на 3 фута надъ уровнемъ прилива (14 ф. надъ отливомъ). Общій видъ совершенно сходенъ съ Портландскимъ волноломомъ. Откосы имѣютъ уклоны: наружный въ 1 : 3 отъ гребня до глубины 16 футовъ ниже уровня отлива, далѣе до дна уклонъ откоса полуторный; съ внутренней стороны откосъ идетъ отъ гребня до дна уклономъ въ 1 : 1.

Верхняя поверхность волнолома, выше уровня низкихъ водъ, вымощена крупными камнями, пригнанными плотно другъ къ другу, безъ разщепенки.

Отверстіе между приведенными двумя частями, волноломомъ и ледоломомъ, шириною около 200 саж., какъ способствующее накопленію наносовъ на рейдѣ, предполагено было задѣлать наброскою съ надстройкою изъ бетона, отлитаго на мѣстѣ, въ желѣзныхъ бездонныхъ ящикахъ, какъ показано пунктиромъ на черт. 195. Въ виду же экономическихъ соображеній и малой опытности въ производствѣ бетонныхъ работъ въ Сѣверной Америкѣ, задѣлка отверстій между этими сооруженіями исполнена изъ каменной наброски по профилю одинаковому съ прежними частями сооруженія.

Волноломъ въ Бердянскѣ, черт. 196, длиною въ 300 саж. выстроенъ при глубинѣ воды въ 14 футовъ и поднять на 7 футовъ выше уровня воды. Очертаніе его сходно съ предъидущими сооруженіями. Ширина гребня $10\frac{1}{2}$ футовъ, откосы: внутренній идетъ безъ перерыва отъ гребня до дна съ уклономъ въ 1 : 1, наружный имѣетъ уклонъ 1 : 1 отъ гребня до уровня воды, гдѣ устроена берма, шириною въ 6 фут., съ весьма пологимъ уклономъ къ морю; далѣе откосъ продолжается до глубины 7 фут. съ уклономъ въ 1 : 3, а затѣмъ далѣе до дна въ 1 : 1.

Верхняя поверхность и откосы выше уровня воды, а также берма, вымощены крупными, плотно пригнанными другъ къ другу камнями.

Волноломъ этотъ, хотя по своему очертанію и представляетъ

весьма хорошій образецъ мола изъ наброски, страдаетъ весьма сильно отъ льда, который, примерзая къ камнямъ, выдергиваетъ ихъ изъ кладки и разстраиваетъ такимъ образомъ сооруженіе. Исправленіе волнолома сдѣлано устройствомъ наружной бермы и наружнаго откоса выше воды изъ крупныхъ камней, вѣсомъ не менѣе 60 пудовъ, которые, притесанные и уложенные на цементномъ растворѣ, представляютъ болѣе гладкую поверхность, къ которой ледъ, примерзая, не такъ крѣпко пристаётъ, и есть поэтому надежда, что такая кладка представитъ большее сопротивленіе разрушающему дѣйствию льда, чѣмъ прежняя кладка волнолома.

Волноломъ въ Александріи, черт. 197, начатый постройкой въ 1870 году и оконченный въ теченіи двухъ послѣдующихъ затѣмъ лѣтъ, защищаетъ водное пространство Александрійскаго рейда площадью въ 1400 акровъ (1,155,000 кв. с.). Длина волнолома 9675 футовъ (1382 саж.). Онъ устроенъ изъ наброски бетонныхъ массивовъ въ смѣси съ камнемъ такимъ образомъ, что массивы составляютъ наружную (морскую) оболочку волнолома, а камень внутреннюю; ядро составлено изъ массивовъ, пустоты между которыми заполнены камнемъ. Наброска изъ камня ограничена со внутренней стороны одиночнымъ откосомъ и покрыта крупными камнями. Массивы, составляющіе наружную часть волнолома, вѣсомъ въ 20 тоннъ ($11\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2} \times 5$ куб. фут.) дали возможность сдѣлать наброску съ уклономъ нѣсколько круче одиночнаго. Хотя глубина Александрійскаго рейда составляетъ 10 саженой, но, такъ какъ для устройства волнолома воспользовались песчаною отмелью, расположенной поперекъ входа въ бухту, то глубина воды, при которой сооруженіе это исполнено, не превышаетъ 4-хъ саженой. Гребень шириною въ 35 футовъ поднять на 10 футовъ выше уровня воды.

Наиболѣе замѣчательные молы, связанные съ берегомъ, могущіе служить образцами и указывающіе на то, какое очертаніе слѣдуетъ придавать подобнымъ сооруженіямъ изъ наброски, суть между прочими молы: въ Кингстаунѣ, Либавѣ, Петровскѣ, Алжирѣ, Портъ-Саидѣ и Біаррицѣ. Такіе молы, связанные съ берегомъ, отличаются отъ волноломовъ главнымъ образомъ тѣмъ, что, будучи, хотя бы частью, сооружаемы при мелкой водѣ, принимаютъ ударъ отъ разбившейся раньше о дно моря волны, доходящій иногда до весьма значительныхъ размѣровъ, между тѣмъ какъ волноломы, сооружаемы

мые почти всегда при значительной глубинѣ, претерпѣваютъ прибой, развивающійся лишь на пологомъ наружномъ откосѣ сооруженія.

Портъ Кингстаунъ, расположенный недалеко къ югу отъ Дублина, служитъ ему собственно передовымъ портомъ. Площадь его въ 250 акровъ (222000 кв. саж.) ограждена двумя почти симметрически расположенными молами, длиною въ 4280 и 5160 футовъ, образующими входъ шириною въ 750 футовъ. Мола эти, черт. 198, состоятъ изъ наброски гранитныхъ камней, вѣсомъ отъ $\frac{1}{4}$ до 10 тоннъ. Наружный откосъ съ среднимъ уклономъ въ $1:5\frac{1}{4}$ поднять выше внутренней площадки мола на 8 фут. и имѣетъ нѣсколько вогнутую форму, для отбрасыванія вкатывающихся вверхъ по молу волнъ. Со внутренней стороны устроена наклонная набережная изъ крупныхъ камней, поднятая на 7 фут. выше уровня прилива. Вся верхняя поверхность вымощена и выложена крупными, слегка притесанными камнями.

Ширина гребня поверху 25 фут., и онъ поднять на 15 фут. выше уровня высокихъ водъ; ширина внутренней площадки мола 38 фут. и она примыкаетъ къ стѣнкѣ, поддерживающей гребень мола.

Вогнутая форма наружнаго откоса хотя и отбрасываетъ волны, но, принимая полный ударъ прибоа, способствуетъ сильному поврежденію мола, въ особенности во время осеннихъ бурь. Этимъ бурямъ наиболѣе подверженъ южный моль, почему откосъ его нынѣ выравненъ въ прямую линію грубой наброской изъ крупныхъ гранитныхъ камней, которая, представляя весьма неровную поверхность, уменьшаетъ значительно силу горизонтальнаго прибоа. На верхнемъ гребнѣ откоса устроена небольшая стѣнка изъ кладки на растворѣ, которая, находясь высоко надъ водою и подъ защитою грубой, неровной поверхности наружнаго откоса мола, не подвергается сильному дѣйствию прибоа и представляетъ прекрасную защиту отъ брызгъ, необходимую здѣсь въ виду того, что южный моль служить мѣстомъ прогулки публики; съѣзжающей сюда на морскія купанія.

Либавскіе парные мола, черт. 199, ограждающіе входъ въ Либавскій портъ, устроены на песчаномъ днѣ моря также изъ каменной наброски. Во избѣжаніе зарыванія камня въ песокъ, подложены подъ всю наброску фашиныные тюфяки. Наброска, поднятая на 10 футовъ выше уровня воды, имѣетъ закругленный гребень шириною въ 1 сажень; внутренній откосъ, съ уклономъ въ $1:2$, идетъ отъ

гребня до дна, наружный же идет по ломанной линии и имѣть различные уклоны: отъ гребня до уровня воды въ $1 : 1\frac{1}{2}$, отъ уровня воды до глубины 9 ф. въ $1 : 3$ и далѣе до дна въ $1 : 1\frac{1}{2}$. Прежде предположено было наружный пологій откосъ отъ уровня воды до глубины 9 фут. сдѣлать въ $1 : 7$, но, въ виду экономическихъ соображеній, уклонъ этотъ былъ увеличенъ до $1 : 3$. Вся верхняя (выше уровня воды) поверхность мола вымощена крупнымъ камнемъ съ плотной разщепенкой.

Наружное очертаніе мола, представляющее прямой переходъ отъ пологого откоса къ крутому, безъ бермы у уровня воды въ томъ мѣстѣ, гдѣ прибой наиболѣе разрушительно дѣйствуетъ на моль, оказывается на дѣлѣ весьма вреднымъ, ибо волны, вкатываясь по пологому откосу мола, разбившись раньше на песчаной отмели берега, производятъ полный ударъ прибоя въ подошву крутого откоса. При откатѣ волны вода, выходя между камнями, высасываетъ всю разщепенку, и крупные камни у подошвы откоса, теряя связь, приходятъ въ движеніе, увлекая съ собою камни, лежащіе выше по откосу.

Для защиты откоса были уложены на немъ бетонные массивы въ $4' \times 5' \times 6' = 120$ куб. фут., которые, однако, оказались недостаточными и были всѣ снесены бурей въ 1885 году. Послѣ укладки другихъ болѣе крупныхъ массивовъ (въ $6 \times 6 \times 8$ фут.), откосъ сохранился и сопротивляется довольно хорошо разрушающему дѣйствію прибоя *). Это постоянное разрушеніе Либавскихъ моловъ, а также недостатокъ камня для наброски, принудили дать совершенно иное очертаніе продолженію этихъ моловъ, о чемъ изложено ниже въ слѣдующей главѣ.

Внутренніе откосы этихъ моловъ у корней ихъ, въ виду образованія набережныхъ, замѣнены вертикальными стѣнками, составленными, ниже уровня воды, изъ сплошнаго ряда свай, усиленныхъ анкерами. Внутренній откосъ верхней надводной части мола упирается въ схватки и въ шапочный брусъ сплошнаго ряда свай. Черт. 200.

Петровскіе молы, черт. 201, составлены также изъ наброски трапецидальнаго сѣченія съ двойнымъ откосомъ, обращеннымъ къ морю, и одиночнымъ со стороны гавани. Гребень шириною въ 3 саж.

*) См. выше, стр. 28.

поднять надъ уровнемъ воды на 9 фут. Наружный откосъ покрыть неправильной наброской изъ крупныхъ рваныхъ камней, поднятыхъ нѣсколько выше верхняго гребня мола. Въ томъ мѣстѣ южнаго мола, гдѣ устроена набережная (у корня), молъ уширенъ особой наброской рванаго камня, поддержанной со стороны гавани вертикальной стѣнкой изъ сплошнаго ряда свай съ анкерами, и верхняя площадь набережной, шириною въ 35 фут., поднята на пять футовъ выше уровня воды. Гребень главной части мола отдѣленъ отъ этой площади небольшою вертикальною каменною стѣнкой. По гребню мола уложенъ рельсовый путь для доставки къ молу ремонтнаго матеріала.

Мола въ *Алжирѣ*, *Портъ-Саидѣ* и *Біаррицѣ* представляютъ типы изъ наброски бетонныхъ массивовъ, причемъ сооруженія въ Алжирѣ, возведенныя въ началѣ нынѣшняго столѣтія инженеромъ Пуарелемъ, представляютъ первый образецъ ихъ; позднѣйшія постройки суть подражанія съ нѣкоторыми усовершенствованіями.

Моль въ *Алжирѣ*, черт. 202, устроенный при глубинѣ воды въ 12 саж., имѣетъ въ поперечномъ сѣченіи трапецидальную форму и составленъ изъ наброски рванаго камня, поднятой отъ дна на высоту $7\frac{1}{2}$ саж., т. е. до глубины въ 32 фута; ширина гребня этой наброски 80 футъ, откосы: со стороны гавани круче одиночнаго, именно въ 5:4, а со стороны моря въ 1:1. Наброска эта составлена изъ рваныхъ камней: мелкихъ, расположенныхъ въ ядрѣ и обсыпанныхъ все болѣе и болѣе крупными камнями. На этой наброскѣ, до уровня воды, и съ морской стороны сверху до низу, сдѣлана наброска изъ массивовъ, съ откосами: со стороны гавани съ уклономъ въ 5:4, а со стороны моря въ 1:1. Всѣ массивовъ былъ въ началѣ опредѣленъ въ 40 тоннъ, позже было однако найдено достаточнымъ употреблять массивы всѣмъ въ 20 тоннъ (около 1 куб. саж.). Ширина гребня мола 46 футъ, и онъ покрытъ массивомъ, сформованнымъ на мѣстѣ въ бездонныхъ деревянныхъ ящикахъ.

Такъ какъ сооруженія Пуареля дали весьма хорошіе результаты въ отношеніи употребленія бетонныхъ массивовъ, то послѣдовали многія подражанія изъ коихъ мола въ Портъ-Саидѣ и Біаррицѣ, а также описанный выше волноломъ въ Александріи, представляются лучшими образцами.

Мола въ *Портъ-Саидѣ*, черт. 203 а, б и в, трапецидальной формы, съ одиночными откосами, собственно трехъ видовъ. Корне-

выя части *a* составлены изъ каменнаго ядра, обсыпаннаго массивами; среднія части *b* изъ однихъ массивовъ, и оконечности *c* изъ массивовъ, наваленныхъ на основаніе изъ каменной наброски. Поверхъ массивовъ, подобно тому какъ и въ Алжирѣ, сдѣлана заливка бетона на мѣстѣ для образованія площадокъ, необходимыхъ для прохода людей къ портовымъ огнямъ, находящимся на головахъ молвъ. Откосы одиночные какъ со стороны порта, такъ и со стороны моря.

Въ *Біаррицѣ* молъ, черт. 204, составленъ изъ наброски каменной и бетонныхъ массивовъ въ перемежку, причемъ часть выше уровня воды сдѣлана изъ наброски камней съ вымосткою крупными, плотно пригнанными другъ къ другу камнями, а подводная часть изъ массивовъ.

Гребень шириною въ 20 футъ поднять на 19 футъ выше уровня воды, откосы имѣютъ уклоны: со стороны гавани въ 1:1, а со стороны моря въ 1:1¹/₄.

Составляя молы изъ одной каменной наброски, приходится давать сооруженію громадныя размѣры, и количество камня возрастаетъ весьма быстро съ увеличеніемъ глубины моря; это возрастаніе почти пропорціонально квадрату глубины, почему необходимо дать моламъ такое очертаніе, чтобы при наименьшей площади поперечнаго сѣченія получить наибольшую устойчивость сооруженія. Дабы возможно было употребить въ дѣло весь камень, получаемый изъ каменоломенъ, необходимо болѣе мелкій камень помѣстить внутри сооруженія (въ ядрѣ) и окружить его болѣе крупнымъ, который, какъ видно изъ выше приведеннаго, можетъ быть, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, съ большимъ успѣхомъ замѣненъ бетонными массивами, которые, имѣя болѣе вѣсъ, допускаютъ болѣе крутые уклоны, а слѣдовательно, уменьшаютъ значительно объемъ наброски. Употребленіе въ различныхъ частяхъ сооруженія отдѣльно мелкаго и крупнаго камня приводитъ къ необходимости въ сортировкѣ камней, о чемъ будетъ подробно изложено ниже.

ГЛАВА XVI.

Мола изъ каменной наброски съ надстройкой стѣны изъ кладки на растворѣ.—Профиль и размѣры такихъ моловъ, при малыхъ и большихъ глубинахъ, при постоянномъ и переменномъ уровнѣ воды. — Глубина заложения основанія верхней надстройки (стѣны).—Высота гребня мола надъ уровнемъ воды.—Широкіе мола съ набережными.—Средства для уменьшенія прибоя на стѣну; берма; наброска крупныхъ камней и массивовъ. — Примѣры подобныхъ моловъ въ Россіи и заграницю.

Мола изъ одной наброски, какъ видно изъ предъидущей главы, съ одною лишь обдѣлкою верхней поверхности и гребня, даютъ волнѣ возможность перекатываться черезъ молъ въ гавань, причемъ нельзя пользоваться моломъ для какихъ бы то ни было торговыхъ цѣлей, и камни наружнаго пологаго откоса, подъ влияніемъ горизонтальнаго прибоя, нерѣдко перебрасываются черезъ сооруженіе, засоряя гавань, не говоря уже о томъ, что переливающаяся черезъ молъ волна производитъ въ гавани зыбь, безпокоющую стоянку судовъ въ ней.

Изъ двухъ вышеприведенныхъ примѣровъ мола въ Кингстаунѣ и волнолома въ Брестѣ видно, что для защиты внутренней части этихъ сооруженій отъ волнъ поставлены небольшія стѣнки на верхнихъ гребняхъ наружныхъ откосовъ. Эти стѣнки, вполне соотвѣтствуя своему назначенію, будучи выведены послѣ окончанія наброски, въ видѣ прибавочныхъ частей къ вполне отстроеннымъ сооруженіямъ, не даютъ вовсе экономіи въ матеріалѣ, какъ это имѣло бы мѣсто при заложении ихъ на большей глубинѣ, когда стѣнки замѣняютъ часть наброски.

При устройствѣ моловъ подобнаго типа, т. е. изъ каменной наброски съ надстройкою изъ кладки на растворѣ, при условіи замѣны части наброски стѣною рождаются вопросы: на какой глубинѣ

слѣдуетъ заложить основаніе стѣны и какую слѣдуетъ ей придать толщину?

Для рѣшенія перваго вопроса, для моловъ, возводимыхъ на большихъ глубинахъ, слѣдуетъ запомнить, что при большой глубинѣ волненіе не вызываетъ поступательнаго движенія массы воды и не даетъ поэтому горизонтальнаго прибоя, и что глубина, при которой волна разбивается, нѣсколько больше глубины вреднаго дѣйствія волны. При закладкѣ основанія стѣны ниже той глубины, при которой волна разбивается, нижняя наброска не въ состояніи вызвать поступательнаго движенія воды, какъ это имѣетъ мѣсто при молахъ изъ одной наброски съ пологими морскими откосами, а потому стѣнка не будетъ претерпѣвать горизонтальнаго удара волны, превышающаго статическое давленіе, развивающееся отъ колебанія уровня воды во время сильнаго волненія; подсыпка, не доведенная при этомъ до глубины вреднаго дѣйствія волны, не будетъ разстраиваться ею. При этомъ слѣдуетъ однако замѣтить, что глубина вреднаго дѣйствія волны находится въ зависимости отъ размѣровъ камней, употребляемыхъ для наброски, а глубина, при которой волна разбивается, не выведена въ зависимости отъ нея *), а потому, употребляя даже мелкій камень на подсыпку, при которомъ глубина вреднаго дѣйствія волны будетъ увеличена, нельзя быть все-таки вполнѣ увѣреннымъ въ томъ, что подсыпка не вызоветъ горизонтальнаго прибоя, а потому, для защиты подсыпки отъ могущей при этомъ развиться донной волны, необходимо наружную берму у основанія стѣны и откосъ подсыпки покрывать крупнымъ камнемъ. Ширина стѣнки должна быть такова, чтобы она могла противустоять давленію волны, но такъ какъ это давленіе нельзя съ точностью опредѣлить, а извѣстно лишь, что при большой глубинѣ (когда нѣтъ горизонтальнаго прибоя) давленіе это незначительно, то ширина стѣны опредѣляется въ зависимости отъ того, должна-ли верхняя поверхность служить лишь для прохода людей къ маяку, или вмѣстѣ съ тѣмъ и набережной.

На основаніи этого при опредѣленіи ширины стѣны слѣдуетъ всегда руководствоваться существующими сооруженіями, оказавшимися вполнѣ устойчивыми при условіяхъ одинаковыхъ съ условіями

*) См. стр. 22.

вновь проектируемаго сооруженія, приче́мъ ширину ея слѣдуетъ дѣлать не меньше глубины заложения основанія ея. При малой глубинѣ, когда волна уже раньше разбившаяся о дно моря, подходит къ молу, заложение основанія стѣны ниже уровня, при которомъ волна не разбивается, невозможно; если же расположить основаніе у дна, на небольшой подсыпкѣ, стѣна будетъ претерпѣвать полный ударъ горизонтальнаго прибоя, а развивающаяся при этомъ донная волна будетъ подмывать основаніе стѣны. Во избѣжаніе сего подсыпку подъ стѣною слѣдуетъ поднять до уровня воды или нѣсколько выше, и на этой высотѣ заложить основаніе стѣны, принимая всѣ мѣры къ тому, чтобы по возможности уменьшить силу горизонтальнаго прибоя, т. е. устраивая за стѣною берму и покрывая наружный пологій откосъ наброскою изъ крупныхъ камней или бетонныхъ массивовъ. Толщина стѣны можетъ быть при этомъ опредѣляема по силѣ горизонтальнаго прибоя, которую можно измѣрить или при помощи динамометра, или по сдвигу крупныхъ камней или массивовъ, укладываемыхъ на гребнѣ каменной наброски, до устройства стѣны. При этомъ слѣдуетъ также руководствоваться тѣмъ, чтобы ширина мола была достаточна для торговыхъ цѣлей, — при устройствѣ съ другой стороны набережной, или лишь для прохода людей, для втягиванія судовъ въ портъ или для сообщенія съ портовымъ маякомъ, расположенномъ на головѣ мола. Высота стѣнки надъ уровнемъ воды должна быть съ морской стороны такова, чтобы волны не могли перебрасываться черезъ нее, со внутренней же стороны (т. е. со стороны гавани) высота опредѣляется въ зависимости отъ того, будетъ-ли молъ служить набережной или нѣтъ и требуется ли сообщеніе по горизонтальному направленію между верхнею поверхностью мола и палубою судна.

Такъ какъ волна достигаетъ иногда весьма большихъ размѣровъ, а высота палубы надъ уровнемъ воды измѣняется отъ 4-хъ до 14 футовъ, приче́мъ высоту набережной около одной сажени можно признать нормальною, высота мола съ морской стороны и со стороны гавани будетъ не одинакова, а потому, поднявши молъ на высоту, требующуюся для набережной, ограничиваютъ его сверху горизонтальною площадкою, помѣщая съ морской стороны парапетъ, достаточно высокій для защиты набережной отъ перебрасывающихся черезъ молъ морскихъ волнъ.

Высота парапета бываетъ обыкновенно около 10 фут., при ширинѣ его въ 1 сажень и болѣе, смотря по тому, будетъ ли онъ служить мѣстомъ прогулки публики или нѣтъ. Черт. 205. Отведение верхней поверхности парапета для прогулки публики полезно въ томъ отношеніи, что она, гуляя по молу, не будетъ мѣшать работѣ на немъ по выгрузкѣ и нагрузкѣ товаровъ, пользуясь вмѣстѣ съ тѣмъ морскимъ воздухомъ и открытымъ видомъ на море. Въ этомъ случаѣ устанавливаются по краямъ парапета желѣзные перила.

Если сооруженіе служить для огражденія рейда и не предполагаютъ устраивать со внутренней стороны набережной, то стѣну мола поднимаютъ на высоту, соответствующую высотѣ волнъ (до 20 фут. и болѣе), а для безопасной ходьбы людей по молу устраиваютъ съ морской стороны невысокій парапетъ, не болѣе роста человека или даже нѣсколько ниже для того, чтобы съ мола можно было имѣть свободный видъ на море. Черт. 206.

Устройство мола съ заложениемъ основанія верхней надстройки ниже уровня вреднаго дѣйствія волнъ теоретически совершенно вѣрно, но, принимая во вниманіе невозможность производства каменной кладки на растворѣ подъ водою, приходится по неволѣ отказаться отъ этого типа. Типъ этотъ можетъ быть примѣняемъ лишь при употребленіи для стѣны массивовъ, о чемъ будетъ изложено ниже.

На основаніи этого, надстройку мола закладываютъ на томъ уровнѣ, который допускаетъ кладку на растворѣ, именно: въ моряхъ съ приливами и отливами — не ниже уровня низкаго отлива, а въ моряхъ безъ приливовъ — у уровня низкихъ водъ. Устройство этихъ стѣнъ за перемычками или въ понтоновыхъ ящикахъ, при морскомъ волненіи и большой глубинѣ, немислимо.

Закладывая основаніе стѣны на уровнѣ низкихъ водъ, подсыпку слѣдуетъ предварительно поднять до этого уровня, причемъ необходимо ограничить ее съ морской стороны пологимъ откосомъ и передъ стѣнкой оставить берму; со внутренней стороны оставляется также небольшая берма для образованія болѣе прочнаго основанія подъ стѣною, и наброску ограничиваютъ крутымъ откосомъ (обыкновенно въ 1:1), идущимъ до дна, черт. 207.

Для большаго сопротивленія стѣны напору волнъ и уменьшенія вмѣстѣ съ тѣмъ объема кладки, наброску со внутренней стороны

поднимаютъ выше наружной бермы, иногда даже до гребня стѣны, и ограничиваютъ ее или откосомъ, черт. 208, или набережной, черт. 209, смотря по надобности, закладывая послѣднюю на глубинѣ, соответствующей осадкѣ судовъ, причемъ верхнюю поверхность набережной поднимаютъ на высоту, для нея требующуюся (отъ 4 до 14 футовъ).

Въ случаѣ устройства широкихъ моловъ съ набережными, молъ и набережную устраиваютъ отдѣльно, располагая ихъ параллельно между собою на такомъ разстояніи, какое требуется для ширины площади набережной, и пространство между ними заповняютъ камнемъ, а иногда и землею. Черт. 210.

Земля можетъ быть употребляема тогда, когда нѣтъ опасенія вымыванія ея подъ дѣйствіемъ волненія сквозь наброску мола и сквозь подводную часть набережной, которая въ этомъ случаѣ должна представлять совершенно сплошную стѣнку, не пропускающую сквозь себя частицъ земли. Въ противномъ случаѣ, при замѣнѣ камня въ ядрѣ мола болѣе дешевымъ матеріаломъ, землею, слѣдуетъ наброску мола со внутренней стороны покрыть предварительно достаточнымъ слоемъ мелкаго камня и за стѣною набережной сдѣлать отсыпь изъ такого же мелкаго камня, или сдѣлать ее иными средствами непроницаемою для частицъ земли.

При употребленіи бетонныхъ массивовъ для устройства верхней стѣнки мола, надъ каменной наброской, основаніе можетъ быть заложено на значительной глубинѣ, производя укладку массивовъ при помощи водолазовъ.

Основаніе кладки массивовъ, соответствующее верхней поверхности подсыпки, закладываютъ поэтому ниже уровня вреднаго дѣйствія волненія, на такой глубинѣ, при которой волна не разбивается, и массивы поднимаютъ до того уровня, отъ котораго можно производить кладку на растворѣ надводной части мола. Уровень этотъ будетъ соответствовать уровню низкихъ водъ или будетъ нѣсколько выше, смотря по высотѣ всплесковъ при обыкновенной зыби, чтобы они не мѣшали укладкѣ первыхъ рядовъ надстройки мола. Надстройка мола кладкою на растворѣ необходима въ виду того, что массивы, не будучи связаны между собою растворомъ, осѣдая неравномѣрно, отъ сжатія и ухода въ грунтъ каменной наброски, не будутъ принимать въ кладкѣ совершенно правильное положеніе,

почему верхняя поверхность мола не образуетъ горизонтальной плоскости; каменная-же кладка на растворѣ, представляя собою монолитъ, связываетъ отчасти массивы верхняго ряда между собою, и если въ ней произойдутъ осадки и трещины, то онѣ могутъ быть легко исправляемы добавленіемъ кладки по верху мола, выравниваніемъ ея опять въ горизонтальную плоскость. Во избѣжаніе образованія трещинъ въ кладкѣ отъ неравномѣрной осадки мола, ее устраиваютъ не сплошь по всей длинѣ, а оставляютъ въ ней, поперекъ, на разстояніи отъ 5 до 10 саж. другъ отъ друга, сквозныя щели, которыя задѣлываютъ послѣ осадки мола.

Англійская комиссія, обсуждавшая вопросы о наивыгоднѣйшемъ устройствѣ портовъ убѣжищъ, пришла къ заключенію, что наилучшій типъ моловъ тотъ, который представляетъ молъ внутренней стороны изъ наброски камня съ надстройкою стѣны изъ кладки, при положеніи основанія на 3,65 до 4,6 метр. (отъ 12 до 15 фут.) ниже уровня отлива. Эта глубина оказывается однако въ нашихъ моряхъ недостаточною, такъ какъ волна при этой глубинѣ бываетъ уже разбита и производитъ поэтому сильный, горизонтальный прибой и донную волну, вредно дѣйствующіе на сооруженіе. Въ океанахъ же глубина воды надъ основаніемъ рѣдко бываетъ предѣльною отъ 12 до 15 футовъ (только во время отливовъ), и то въ теченіи весьма короткаго времени (два раза въ сутки), въ остальное же время, вслѣдствіе поднятія уровня воды, глубина эта значительно больше.

Сдѣлавъ очертаніе каменной подсыпки, какъ описано выше, берму со стороны моря покрываютъ массивами, для защиты отъ могущихъ развиться донныхъ волнъ; покрываютъ, для этой же цѣли, наброскою изъ крупныхъ камней или такими же массивами, укладывая ихъ сплошь или наброскою.

Ширина бермы опредѣляется по существующимъ сооруженіямъ и по силѣ дѣйствія волны, но не слѣдуетъ ее дѣлать уже 14 футовъ. Ширина мола опредѣляется также по существующимъ сооруженіямъ, какъ указано выше. Черт. 211.

Подсыпку со внутренней стороны ограничиваютъ также бермой и откосомъ, для большаго сопротивленія давленію стѣнки, причѣмъ ширину бермы дѣлаютъ не меньше 5 футовъ, а откосъ не круче 1:1 $\frac{1}{2}$. Для большаго устойчивости стѣнки мола, а также, для лучшаго соблюденія перевязки между массивами, послѣдніе уклады-

ваются съ уступами какъ съ наружной, такъ и со внутренней стороны мола.

Если внутренняя сторона мола служить набережной, то уступы въ рядахъ массивовъ, а равно и берма каменной подсыпки, должны быть расположены такъ, чтобы судно, стоящее у набережной, нигдѣ не задѣвало о нихъ; поэтому, при расположеніи уступовъ и очертаніи бермы слѣдуетъ руководствоваться габаритомъ наиболѣе глубоко сидящаго судна. Черт. 212. Съ наружной стороны уступы въ рядахъ массивовъ могутъ быть расположены произвольно, руководствуясь лишь перевязкою швовъ кладки и устойчивостью сооруженія.

Для полученія болѣе широкой набережной, стѣнку послѣдней устраиваютъ отдѣльно отъ мола и пространство между ними засыпаютъ землею. Чтобы послѣдняя не могла быть вымыта волненіемъ въ щеляхъ между массивами мола и въ подводной части набережной, дѣлаютъ сзади этихъ стѣнокъ отсыпи изъ болѣе мелкаго камня, черезъ которыя земля не могла-бы проходить. Эти отсыпи должны покрывать массивы и сверху, въ мѣстахъ не покрытыхъ кладкою надстройки, которая будетъ имѣть ширину значительно меньшую противъ ширины верхней части стѣны изъ массивовъ, черт. 213. Для соблюденія нѣкоторой экономіи въ мелкомъ камнѣ, засыпаемомъ между стѣнами мола и набережной, можно до засыпки этого камня образовать ядро *a b c d e*, черт. 213, изъ земли. Это ядро, находящееся внутри сооруженія, уменьшая объемъ камня, не будетъ вымываться волненіемъ.

Массивы слѣдуетъ располагать по возможности тычкомъ, ибо при этомъ каждый массивъ будетъ представлять наибольшую устойчивость противъ дѣйствія на него удара волнъ. Если для точнаго соблюденія перевязки окажется необходимымъ массивы укладывать ложкомъ, то это можетъ быть допускаемо лишь внутри стѣны, или со стороны гавани, но отнюдь не со стороны моря.

Верхнюю надстройку полезно облицовывать со стороны моря притесаннымъ камнемъ, съ расшивкою швовъ цементомъ, отступя отъ наружнаго края массивовъ на 1 футъ и образуя у уровня воды уступъ со стороны моря.

До укладки массивовъ необходимо наброску выровнять въ горизонтальную плоскость, что дѣлается присыпкою небольшого слоя (не толще 1 фута) мелкаго рванаго или колотаго камня (дресвы или

щепня). Употребленіе гравія, кругляка не должно быть допускаемо, такъ какъ онъ, вслѣдствіе округленности частицъ, легко входитъ въ промежутки между камнями наброски и совершенно въ нее погружается.

Хорошими примѣрами моловъ изъ наброски съ надстройкою стѣны изъ кладки на растворѣ и изъ массивовъ могутъ служить слѣдующія сооруженія:

Волноломъ въ Шербургѣ. Черт. 214. Послѣ всѣхъ неудачъ при устройствѣ Шербургскаго волнолома, описанныхъ въ предыдущей главѣ, и послѣ устройства средней батареи, которая, наконецъ, оказалась достаточно устойчивою и сопротивляющейся дѣйствию морскаго волненія, мысль о досыпкѣ мола выше уровня высокыхъ водъ была оставлена, и рѣшено было сдѣлать надстройку мола изъ стѣны, сложенной на растворѣ, заложеной на уровнѣ низкихъ водъ и поднятой на 10 футовъ выше уровня высокаго прилива, а наружный откосъ покрыть крупными камнями и массивами, объемомъ въ 212 куб. фут. Къ работамъ было приступлено въ 1830 году, и онѣ окончены, вмѣстѣ съ устройствомъ фортовъ по концамъ, въ 1853 году.

Работы производились слѣдующимъ образомъ: снявши каменную наброску выше уровня отлива, приступили къ устройству каменной стѣнки, для чего размѣщены были по краямъ сооруженія два ряда деревянныхъ ящичковъ, въ которыхъ былъ налить бетонъ, для образованія массивовъ. Пространство между массивами также было заполнено бетономъ, который наливали постепенно слоями съ надлежащею утрамбовкою. Поднявши бетонную кладку на высоту, при которой всплески волнъ при отливѣ не могли заливать верхнюю поверхность отстроенной части мола, работу продолжали бутовою кладкою, съ облицовкою изъ тесаннаго камня, швы между которымъ надлежащимъ образомъ расшиты и залиты цементомъ. Такъ какъ въ теченіи одного лѣта нельзя было вывести отдѣльныя части стѣны во всю высоту, то для защиты неоконченныхъ работъ во время зимнихъ буръ верхнюю часть кладки покрывали сводами, черт. 215, которые разбирались до дальнѣйшей отстройки верхней части волнолома.

Вскорѣ послѣ окончанія устройства этого сооруженія въ немъ стали появляться трещины, происшедшія отъ неравномѣрной осадки каменной наброски, исполненной въ разное время и не успѣвшей

окончательно осѣсть до начала постройки стѣны. Черт. 302. Трещины эти залиты бетономъ и вполне задѣланы, и стѣна представляется въ настоящее время вполне прочною безъ какихъ-либо поврежденій. Наружная берма и откосъ покрыты были массивами и крупными камнями, которые, разбитые и разбросанные волненіемъ, образовали съ наружной стороны широкую берму и пологій откосъ.

На головахъ мола возведены батареи по тому-же типу; у нихъ наружныя бермы и откосы покрыты массивами, набросанными на откосъ и уложенными въ нѣсколько рядовъ на бермѣ, черт. 216. Ширина мола поверху 29 фут., парапетъ высотой въ 5 фут. имѣть ширину въ 8 фут., бермы наброски съ обѣихъ сторонъ стѣны, у уровня низкихъ водъ, имѣють различную ширину, доходящую до 56 фут. Наружный пологій откосъ (отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{10}$) идетъ до глубины 13 фут. ниже уровня отлива, далѣе идетъ уклонъ въ $1:1\frac{1}{2}$; со внутренней стороны откосъ одиночный.

Моля въ Голихэдъ. Черт. 217. Портъ убѣжище въ Голихэдъ на островѣ Англезіи защищенъ съ запада молотъ, длиною въ 78602 фута, соединеннымъ съ берегомъ. Очертаніе этого мола, въ планѣ представляющее ломанную линію съ вогнутостью, обращенною къ морю, обусловлено тѣмъ, что постройка его производилась въ разное время, а именно: въ 1847 году рѣшено было устроить молъ длиною въ 5360 футовъ, соединенный съ берегомъ, для образованія рейда (порта убѣжища) площадью въ 267 акровъ (237096 кв. саж.), но въ 1854 году, когда наброска основанія мола была исполнена на протяженіи 4150 фут. отъ берега, количество судовъ, искавшихъ убѣжища въ этомъ портѣ, до того увеличилось, что необходимо было увеличить площадь его, что и достигнуто дальнѣйшимъ удлиненіемъ мола по другому, болѣе сѣверному направленію, отчего и образовался входящій уголъ мола со стороны моря.

Для почтового и пассажирскаго движенія между Англіею и Ирландіею устроена пристань съ восточной стороны мыса Saltisland, къ которой проведены рельсовые пути Сѣверозападной желѣзной дороги (North-Western railway).

Моля устроены изъ наброски поднятой выше уровня высокыхъ водъ, съ надстройкой изъ каменныхъ стѣнъ, сложенныхъ на растворѣ и заложанныхъ у уровня низкихъ водъ.

Стѣна со стороны моря устроена изъ большихъ каменныхъ глыбъ

и поднята на $21\frac{3}{4}$ фута выше уровня высоких водъ, образуя парапетъ для защиты отъ морскихъ волнъ набережной, поднятой на $11\frac{1}{2}$ фут. выше того-же уровня. Верхняя поверхность этой стѣны шириною въ $17\frac{1}{2}$ фут. служить мѣстомъ прогулки; для защиты гуляющихъ отъ всплесковъ волнъ устроенъ небольшой парапетъ, высотой въ 3 и шириною въ 4 фута. Ширина внутренней площадки у набережной 40 фут. Очертаніе каменной наброски, возведенной при средней глубинѣ въ 40 и наибольшей въ 55 фут. отъ уровня отлива, слѣдующее: отъ уровня высокихъ водъ (нѣсколько выше) до уровня отлива идетъ пологій откосъ въ 1:12. Отъ уровня отлива до глубины 12 футовъ ниже этого уровня наброска имѣетъ уклонъ въ 1:5 и далѣе до дна уклонъ идетъ въ 1:2. Со стороны гавани уклонъ идетъ въ $1:1\frac{1}{4}$, съ небольшою бермою у основанія стѣны набережной. Голова мола представляетъ собою стѣнку длиною въ 150 фут. и шириною въ 50 фут., заложенную на глубинѣ 20 фут. ниже уровня низкихъ водъ, связанную съ моломъ въ видѣ костыля, выступающаго одинаково какъ со стороны моря, такъ и со стороны гавани.

Наброска была начата въ 1849 году, а верхняя надстройка въ 1860 г., съ цѣлью дать наброскѣ время для полной осадки. Въ 1873 году все сооруженіе этого громаднаго мола было окончено.

Камни наружнаго пологого откоса находятся въ этомъ молѣ въ постоянномъ движеніи: они подъ дѣйствіемъ волненія перебрасываются черезъ молъ и двигаются вдоль него къ головѣ, обходя которую попадаютъ въ гавань, засоряя ее. Для предупрежденія этого были приняты различныя мѣры; пробовали покрыть откосъ бутовыми массивами, сформованными на морской стѣнкѣ мола, но массивы эти, за отсутствіемъ механическихъ приспособленій для ихъ укладки, были сбрасываемы непосредственно на откосъ, причѣмъ они разбивались, не представляя вовсе защиты для камней откоса. Позже покрыли часть откоса старыми якорными цѣпями, вѣсомъ до 1000 тонъ, развернутыми во всю ширину откоса, но и это средство не оказалось вполне дѣйствительнымъ, такъ что молъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ нынѣ находится, подвергается постоянному разрушенію, что будетъ имѣть мѣсто до тѣхъ поръ, пока наружный откосъ не покроютъ камнями вѣсомъ и объемомъ достаточными для сопротивленія разрушающему дѣйствию волненія.

Портландскій молъ (береговая часть), черт. 218, имѣть почти такое-же очертаніе, какъ и Голихэдскій, легко объясняемое тѣмъ, что молы эти устроены одновременно, при почти одинаковыхъ естественныхъ условіяхъ и однимъ и тѣмъ-же строителемъ, инженеромъ Ренделемъ. Главное отличіе ихъ заключается въ томъ, что высота прилива въ Портландѣ 7 футовъ, тогда какъ она въ Голихэдѣ доходитъ до 17 футовъ, а слѣдовательно урѣзы воды на Портландскомъ молѣ при всѣхъ уровняхъ будутъ находиться ближе къ верхней стѣнѣ, почему волненіе дѣйствуетъ на эту стѣну съ болѣею силою, чѣмъ то имѣеть мѣсто въ Голихэдѣ. На основаніи этого наружная стѣна устроена съ контрфорсами, которые покрыты сводами и образуютъ со внутренней стороны помѣщенія для торговыхъ цѣлей, поверхъ-же этихъ сводовъ устроена площадка, шириною въ 18 футовъ, для прогулки публики. На этой площадкѣ устроенъ со стороны моря парапетъ, высотой въ 5, шириною въ 3 фута. Площадка эта поднята на $21\frac{1}{2}$ фута выше уровня прилива, а набережная съ внутренней стороны, шириною въ 40 футовъ, поднята на 5 футовъ выше того-же уровня воды. Для лучшей защиты стѣны отъ прибоя, наружный пологій откосъ въ $\frac{1}{7}$ поднять на 6 фут. выше прилива. Онъ идетъ до 2 футовъ надъ отливомъ и продолжается далѣе до глубины 18 футовъ уклономъ въ 1:2, а далѣе до дна идетъ одиночнымъ откосомъ. Эти относительно крутые уклоны откосовъ возможно было допустить вслѣдствіе менѣе сильнаго дѣйствія волненія въ Портландѣ противу Голихэда и вслѣдствіе болѣе крупныхъ камней, которые возможно было добыть въ Портландскихъ ломкахъ. Съ внутренней стороны откосъ уклономъ въ 1:1 идетъ отъ уровня отлива до дна, съ небольшою бермою у основанія набережной. Береговую часть портландскаго мола пользуются въ настоящее время для механической нагрузки судовъ каменнымъ углемъ, складъ котораго находится на берегу. Камень изъ этого склада подается въ вагонахъ по рельсовымъ путямъ, уложеннымъ на верхней площадкѣ парапета (надъ сводами контр-форсовъ), и каменный уголь, высыпаясь изъ вагоновъ, подается къ судамъ въ подвижныхъ желобахъ, устанавливаемыхъ въ различныхъ мѣстахъ поперекъ всего мола.)

Марсельскій волноломъ, черт. 219, отдѣляющій новый портъ отъ моря, снабженъ съ внутренней стороны набережной и связанъ съ берегомъ нѣсколькими поворотными мостами. Онъ направленъ по

двумъ прямымъ, образующимъ при встрѣчѣ внѣшній входящій уголъ; это очертаніе дано волнолому въ виду того, что онъ направленъ параллельно берегу, вдоль котораго устроены также набережныя. Внутренніе молы, примыкающіе къ берегу, подраздѣляютъ всю водную площадь, защищенную волноломомъ, на отдѣльные бассейны. Между внутренними молами и волноломомъ оставлены для сообщенія бассейновъ между собою проходы, черезъ которые перекинута поворотные мосты.

Концы волнолома выступаютъ за послѣдніе внутренніе молы, образуя передовые бассейны (рейды), въ которыхъ суда могутъ оставаться и приготавливаться ко входу въ бассейны.

Постройка волнолома начата была въ 1845 году съ южнаго конца и постепенно удлиняется по мѣрѣ требованія торговли. Полная длина волнолома 11930 фут. (1740 саж.).

Глубина воды на мѣстѣ постройки волнолома измѣняется отъ $6\frac{1}{2}$ до 12 морскихъ саж. *), ширина его поверху (набережной) противъ Жюлиетскаго бассейна (въ началѣ), оконченнаго въ 1852 г., 59 фут., въ остальной части, противъ другихъ бассейновъ (Лазаретнаго, Аранъ, Норскаго и Национальнаго, строившихся: первые три съ 1856 по 1863 г., а послѣдній съ 1866 по 1881 г.), ширина увеличена до 92 футовъ.

Система устройства волнолома по всей его длинѣ одинакова: онъ состоитъ изъ наброски, поднятой до уровня воды, съ надстройкой стѣны изъ кладки, основанной на этомъ уровнѣ и поднятой на 22 фута выше уровня моря. Ширина стѣны по верху 1 саж.; съ внутренней стороны устроены на консоляхъ, составляющихъ карнизъ стѣны со стороны гавани, парапеты. Со внутренней стороны волнолома сдѣлана набережная на бетонныхъ массивахъ, основанная на глубинѣ 22 футовъ на каменной наброскѣ; набережная эта, поднятая на 7 фут. выше уровня воды, сдѣлана въ надводной части изъ каменной кладки на цементномъ растворѣ.

Каменная наброска, служащая основаніемъ для сооруженія, ограничена съ морской стороны откосомъ въ 1:1, что возможно было достигнуть благодаря покрытію каменной наброски бетонными массивами, которые противъ Жюлиетской гавани покрываютъ весь

*) 1 морская сажень = 6 фут.

откосъ, начиная отъ дна моря, а въ болѣе глубокихъ мѣстахъ лишь отъ глубины 28 футовъ, т. е. отъ уровня ниже вреднаго дѣйствія волнъ, гдѣ наброска массивовъ лежитъ на бермѣ, шириною въ 14 фут. Ниже откосъ сдѣланъ изъ крупныхъ рваныхъ камней съ уклономъ въ 1:1. Берма у уровня воды сдѣлана: противъ Жоліетской гавани — въ 14 футовъ, а на остальной части волнолома въ $6\frac{1}{2}$ фут. Вся наброска подъ этимъ волноломомъ имѣетъ ту особенность, что она составлена изъ сортированнаго камня; приче́мъ болѣе мелкій составляетъ ядро мола, которое обсыпано все болѣе и болѣе крупными камнями. При сортировкѣ камня онъ былъ подраздѣленъ на 4 категоріи, изъ коихъ къ первой относились камни, вѣсомъ до 100 килограммовъ (до 6 пудовъ), ко второй — камни отъ 100 до 1300 килограммовъ (отъ 6 до 80 пудовъ), къ третьей — отъ 1300 до 4000 килограммовъ (отъ 80 до 240 пудовъ) и къ четвертой — камни вѣсомъ свыше 4000 килогр. — При распредѣленіи камня въ наброскѣ сообразовывались съ тѣмъ количествомъ камня каждой категоріи, какое получалось въ каменоломняхъ; количество это составляло: для I категоріи — $\frac{2}{9}$ -хъ всего объема, для II — $\frac{3}{9}$ -хъ, и для остальныхъ двухъ категорій (III и IV) по $\frac{2}{9}$ на каждую. Камни IV категоріи составляютъ наброску наружнаго откоса подъ массивами и подъ стѣнкой мола.

Подобная сортировка камня, принятая во Франціи и сокращающая количество камня до 25% *) всего объема, представляется въ экономическомъ отношеніи весьма выгодною; но крупные камни, находясь въ наброскѣ съ большими пустотами, ничѣмъ не заполненными, по мнѣнію англійскихъ инженеровъ не представляютъ достаточной устойчивости, такъ какъ опираются лишь на острия свои ребра, которыя, отламываясь, даютъ сооруженію большую осадку. Мелкій же камень, заполняя промежутки между большими, дѣлаетъ сооруженіе болѣе компактнымъ, и каждый камень, опираясь всею своею поверхностью на постель изъ мелкаго камня, лежитъ болѣе устойчиво.

Какъ та такъ и другая система наброски примѣняется одинаково и нельзя дать преимущество одной изъ нихъ передъ другой. Одно не-

*) 25% есть тахімумъ, для мелкаго камня это сбереженіе составляетъ отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{10}$ всего объема, т. е. отъ 10 до 17%.

удобство сортированного камня, имѣющее впрочемъ небольшое значеніе, заключается въ томъ, что воздухъ, находящійся выше уровня воды въ промежуткахъ между камнями, сжимается подѣ дѣйствіемъ сильнаго волненія и выпираетъ мостовую набережной, разстраивая ее. Такого рода разрушеніе мостовой изъ тесаннаго гранита было замѣчено на Жюлиетскомъ волноломѣ въ Марсели, но послѣ устройства въ различныхъ мѣстахъ отдушинъ около стѣнки мола, подѣ тротуаромъ, воздухъ, спертый подѣ мостовую, имѣетъ свободный выходъ, и мостовая съ тѣхъ поръ болѣе не повреждается.

Массивы, покрывающіе наружный откосъ и образующіе защиту стѣны мола отъ прибоя, имѣютъ 22 тонны вѣса ($11 \times 6,5 \times 5 = 357,5$ куб. фут.).

Волноломъ въ *Триестѣ*, черт. 220, устроенный противъ желѣзнодорожныхъ портовыхъ бассейновъ, имѣетъ большое сходство съ Марсельскимъ волноломомъ. Онъ также составленъ изъ наброски сортированного камня, болѣе мелкаго въ ядрѣ и болѣе крупнаго снаружи. Каменная стѣнка, основанная на уровнѣ воды и высотой въ 15 фут., защищаетъ внутреннюю набережную отъ перекатывающихся черезъ молъ волнъ. Эта набережная устроена изъ массивовъ, уложенныхъ на выровненной наброскѣ на 20 фут. ниже уровня воды; площадь набережной, шириною въ $39\frac{6}{11}$ фута, поднята на 7 фут. выше уровня воды и покрыта мостовою.

Единственная разница между Марсельскимъ и Триестскимъ волноломами заключается въ размѣрахъ и въ покрытіи наружнаго откоса, которое здѣсь сдѣлано изъ крупныхъ камней вмѣсто массивовъ, почему откосу данъ уклонъ въ $1:1\frac{1}{2}$, и наброска поднята до гребня стѣнки. Со внутренней стороны, у подошвы набережной, сдѣлана берма, шириною въ 7 футовъ, а далѣе до дна идетъ откосъ въ $1:1\frac{1}{2}$.

Относительно болѣе широкое основаніе наброски въ Триестскомъ волноломѣ необходимо было сдѣлать въ виду того, что грунтъ дна илистый, болѣе слабый, чѣмъ въ Марсели; длина волнолома 3576 фут., глубина воды въ среднемъ 54 фута. Постройка волнолома начата была въ 1868 году и окончена въ 1874. Мягкое илистое дно Триестской бухты, со слоемъ ила толщиной въ 26 футовъ противъ середины волнолома, заставило для образованія набережной, шириною въ $39\frac{1}{2}$ футовъ, основаніе уширить съ 200, какъ прежде было предположено, до 330 футовъ. Волноломъ этотъ далѣе, не смотря на

это, значительныя осадки, которыя теперь все еще продолжаются, почему предвидится въ скоромъ необходимость на немъ перестроить всю набережную.

Старый западный молъ въ *Генуэ*, черт. 221, устроенъ при глубинѣ воды, достигающей 50 футовъ. Онъ состоитъ изъ наброски сортированнаго камня, приче́мъ камни въсомъ менѣе 20 тоннъ положены въ ядро, а въ 20 тоннъ и больше—вокругъ ядра и на откосахъ, а наружный откосъ покрытъ кромѣ того камнями въсомъ до 70 тоннъ, доставленными къ мѣсту работъ при помощи особыхъ баржъ.

Верхняя надстройка, основанная на уровнѣ низкихъ водъ, имѣетъ въ ширину 100 футовъ, и самое основаніе ея устроено изъ бетона, положеннаго на наброскѣ слое́мъ толщиною въ 8 футовъ. Набережная мола поднята на $10\frac{1}{2}$ футовъ выше уровня воды; она имѣетъ въ ширину всего 11 футовъ. Все остальное пространство набережной застроено магазинами, образованными морской стѣной и сводами на контрфорсахъ, къ ней пристроенными. Своды по верху выровнены горизонтальной площадкой, шириною въ 39 футовъ, на которой съ морской стороны поставленъ парапетъ. Высота надстройки надъ уровнемъ воды $32\frac{2}{3}$ фута, у подошвы стѣны, со стороны моря, сдѣлана берма изъ кладки, шириною въ 40 футовъ, на одномъ уровнѣ съ набережной. Массивы и большія каменные глыбы, покрывающія морской откосъ мола, подняты наброскою на 7 футовъ выше этой бермы и образуютъ сами берму, шириною въ 50 футовъ, отъ которой наброска идетъ далѣе до дна однимъ непрерывнымъ уклономъ въ 1:2.

Набережная мола со стороны гавани заложена на глубинѣ 10 фут., откуда идетъ откосъ въ 1:2 до дна.

Волноломъ въ *Ливорно*, черт. 222. По своей конструкціи волноломъ этотъ напоминаетъ болѣе всего молы и волноломы въ Алжирѣ, Портъ-Саидѣ и Александріи, описанные выше; онъ имѣетъ въ планѣ видъ дуги круга, длиною въ 3610 футовъ (515,7 саж.), описаннаго радіусомъ въ 2500 фут. Постройка его начата была въ 1853 и окончена въ 1866 году; глубина воды измѣняется отъ 24 до $38\frac{1}{2}$ футовъ.

Нижняя подводная часть состоитъ изъ наброски массивовъ объемомъ каждый въ 341 куб. ф. (около 1 куб. саж.). Массивы были

здѣсь выбраны въ виду того, что въ карьерахъ нельзя было добыть камня годнаго для образованія изъ него наброски.

Надстройка основана на бетонѣ, налитомъ поверхъ наброски, въ уровень высокихъ водъ, на ширину 50 футовъ. Самая надстройка состоитъ изъ набережной шириною въ 20 футовъ, со стороны гавани, поднятой на $6\frac{1}{2}$ футовъ выше уровня воды, основаніе которой заложено на глубинѣ 7 футовъ, и стѣны со стороны моря, поднятой на 30 футовъ выше уровня воды, шириною: у подошвы въ $16\frac{1}{2}$, а въ верху въ $7\frac{1}{2}$ футовъ. Стѣна эта защищаетъ набережную отъ дѣйствія развивающихся здѣсь очень сильныхъ морскихъ волнъ. Съ наружной стороны сдѣлана изъ кладки, на уровнѣ набережной, берма, шириною въ 13 футовъ, на которой уложены правильно массивы объемомъ каждый почти въ 2 куб. саж. (682 куб. фут.). Наброска массивовъ выступаетъ далѣе въ море, образуя у уровня воды берму шириною въ 4,5 саж., а затѣмъ спускается откосомъ круче одиночнаго ($1\frac{1}{4}:1$) ко дну моря. Со внутренней стороны идетъ откосъ также круче одиночнаго съ бермою въ 1 саж. у подошвы набережной.

Головы волнолома упилены и устроены изъ правильно уложенныхъ по кругу массивовъ; на нихъ поставлены портовые маяки.

Примѣненіе здѣсь бетонныхъ массивовъ вмѣсто камня дало возможность значительно уменьшить объемъ наброски; давая откосамъ уклоны, превышающіе 45° , достигли полной устойчивости сооруженія при небольшой площади поперечнаго сѣченія, не говоря уже о томъ, что промежутки между массивами даютъ сбереженіе въ матеріалѣ до 25% всего объема сооруженія.

Строителемъ этого сооруженія былъ инженеръ Пуарель, который въ первый разъ примѣнилъ бетонъ въ большихъ размѣрахъ для устройства морскихъ молвъ въ Алжирѣ въ 1833 году.

По типу этихъ послѣднихъ четырехъ сооруженій выстроены молвъ въ *Булонь*, представленный на чертежѣ 223.

Всѣ вышеприведенныя сооруженія имѣютъ надстройки, основанныя на уровнѣ воды, и поэтому выведены непосредственно на мѣстѣ изъ кладки на растворѣ.

Перейдемъ теперь къ моламъ и волноломамъ этого же типа, верхнія надстройки которыхъ основаны ниже уровня низкихъ водъ.

Альдернейскій молъ, черт. 224. Портъ Альдерней, принадлежащій

Англии, расположенъ въ Ламаншѣ на островѣ Джерзей, не далеко отъ Шербурга. Портъ этотъ, подъ видомъ порта убѣжища, сооруженъ былъ собственно для того, чтобы имѣть военный наблюдательный постъ, откуда можно было бы слѣдить за всѣми движеніями французскаго флота въ Шербургѣ.

Моль, образующій гавань порта, длиною въ 2700 фут. возведенъ при глубинѣ доходящей до 70 футовъ отъ уровня отлива; онъ связанъ съ берегомъ и составленъ изъ наброски твердаго песчанника по профилю трапеціи, поднятой не доходя 12 футовъ до уровня низкаго отлива (высотой до 58 футовъ отъ дна). Ширина наброски по верху 18 саж., уклоны откосовъ: со стороны гавани 4:5' отъ верхней бровки до дна, со стороны моря 1:5 отъ верхней бровки до глубины 18 футовъ, и далѣе 1:1½ до дна. На этой наброскѣ сдѣлана верхняя надстройка мола, составленная изъ двухъ стѣнокъ, выведенныхъ изъ сухой кладки, отъ верхней поверхности наброски до уровня низкихъ водъ; стѣнка со стороны гавани отстоитъ отъ ребра наброски на 2 сажени, а стѣнка со стороны моря отстоитъ отъ края наброски на 6 саж.; пространство между этими стѣнами заполнено простой наброской. Бермы по обѣимъ сторонамъ надстройки покрыты также наброской изъ крупныхъ камней, поднятой до уровня низкихъ водъ, съ уклонами: въ 1:5 съ наружной морской стороны и въ 1:1½ со стороны гавани. Надстройка выше уровня воды выведена, какъ и подводная часть, двумя стѣнами: внѣшней (морской), шириною у основанія въ 14 футовъ и съ уклономъ наружной поверхности въ 9 дюймовъ на каждый футъ высоты (т. е. 4:3), и внутренней (со стороны гавани), шириною въ 12 футовъ и съ уклономъ наружной поверхности въ 4 дюйма на каждый 1 футъ высоты (т. е. 3:1). Стѣна поднята со стороны гавани на 6 футовъ выше самаго высокаго прилива, или на 23 фута надъ уровнемъ низкаго отлива (суточная разность 17 футовъ). На верхней поверхности мола, ширина которой 42 фута, устроенъ съ морской стороны парапетъ, высотой и шириною по 15 футовъ, защищающій внутреннюю часть мола отъ волнъ; на верхней поверхности этого парапета устроена площадка для публики, шириною 10 футовъ, вдоль наружнаго края которой (со стороны моря) устроенъ также небольшой парапетъ, высотой въ 3½ фута.

Во время производства работъ оказалось необходимымъ увели-

чить размѣры верхней надстройки мола противъ первоначальнаго предположенія, и наружной стѣны придана была у основанія ширина въ 33 фута вмѣсто 14, а внутренней 14 вмѣсто 12; соответственно съ этимъ увеличены размѣры верхнихъ частей стѣны.

Кладка стѣнъ мола выведена съ облицовкою наружныхъ поверхностей изъ гранита на хорошемъ цементномъ растворѣ, а пространство между ними (ядро) заполнено бетономъ.

Одновременно съ увеличеніемъ размѣровъ стѣнъ былъ измѣненъ также уклонъ наружной поверхности стѣны со стороны моря, а именно: вмѣсто уклона въ 4:3, который исполненъ былъ уже ниже уровня воды, приданъ уклонъ въ 2:1. Вся верхняя поверхность нижней наброски мола покрыта крупнымъ камнемъ; на площадкахъ надстройки уложены рельсовые пути: на верхней для подвозки ремонтнаго матеріала, а на нижней для облегченія высадки и перевозки войска.

Мола при устьѣ р. *Tainz* (Tynemouth), черт. 225. Эти сооруженія, служащія для образованія порта убѣжища при устьѣ рѣки Тайнъ, по конструкціи весьма похожи на молъ въ Альдернеѣ.

Надстройка изъ кладки, заложенная на глубинѣ, доходящей до 19 футовъ ниже уровня отлива, основана на каменной наброскѣ относительно небольшой толщины, но разбросанной широко по обѣ стороны мола. почти горизонтально. Эта большая ширина наброски образовалась не по волѣ строителя, а отъ волненія во время сильныхъ бурь, свирѣпствовавшихъ въ разное время, причемъ наброска, поднятая прежде до уровня низкихъ водъ, понизилась до 17 футовъ ниже уровня отлива. Это обстоятельство дало поводъ къ тому, чтобы основать стѣну на сказанной выше глубинѣ, и для возведенія ея примѣнена была система постройки мола въ Альдернеѣ, оказавшаяся вполне удовлетворительною. До уровня среднихъ водъ возведены сначала двѣ стѣны изъ сухой кладки, съ заполненіемъ промежутковъ между камнями бетономъ, опущеннымъ въ воду въ бадьяхъ, пространство же между стѣнами заполнено наброскою до уровня среднихъ водъ, съ заполненіемъ промежутковъ между камнями также бетономъ, такъ что все ядро представляетъ какъ бы сплошную бетонную массу.

Выше уровня воды стѣны сдѣланы изъ кладки съ облицовкою изъ тесаннаго камня, съ заполненіемъ пространства между ними бетономъ.

Со стороны гавани сдѣлана площадка, шириною въ 18 футовъ, поднятая на 10 футовъ выше уровня прилива, защищенная со стороны моря стѣною, высотой въ 10 и шириною въ 17 футовъ, на верхней горизонтальной поверхности которой устроенъ парпетъ для защиты отъ всплесковъ морскихъ волнъ.

Площадка на парпетѣ назначена для прогулки публики. Наружныя поверхности стѣнъ имѣютъ уклоны въ 4:1. Наброска со стороны моря защищена отъ подмыва бетонными массивами, вѣсомъ въ 24 тонны, уложенными у самой подошвы стѣны.

Мола, устроенные при устьѣ рѣки Тайнъ, имѣютъ собственно двоякое назначеніе: образовать портъ убѣжище и, стѣсня живое сѣченіе рѣки, способствовать промывкѣ бара при устьѣ. Первое обстоятельство указываетъ на необходимость выдвинуть мола до глубины въ 30 футовъ, начиная ихъ не у самаго устья, а въ нѣкоторомъ отъ него разстояніи по обѣимъ сторонамъ, сводя концы моловъ такъ, чтобы образовалась водная площадь достаточной величины для стоянки судовъ, и отверстіе для удобнаго входа судовъ во всякое время и при всякой погодѣ. На этомъ основаніи необходимо было сдѣлать мола, длиною: сѣверный въ 2900 футовъ, а южный въ 5400 футовъ, и оставить отверстіе для входа не менѣе 1100 футовъ. Въ началѣ же, при первомъ предположеніи устройства здѣсь порта, въ 1813 году, предположено было сдѣлать отверстіе въ 1100 футовъ, при длинѣ моловъ въ 2100 и 4200 фут., выдвигая ихъ до глубины всего 13 фут. отъ уровня низкихъ водъ.

Мола въ настоящее время не приведены еще къ концу, и для изслѣдованія дѣйствія ихъ на приливъ и отливъ, явленія, имѣющія большое значеніе для судоходства вверхъ по рѣкѣ до Ньюкэстля и выше, рѣшено оставить работы на нѣкоторое время, послѣ чего мола будутъ сдвинуты настолько, чтобы образовать ширину входа въ 1800 футовъ.

Вслѣдствіе трудности производства кладки подъ водою, въ особенности если требуется связать камни между собою растворомъ, какъ это сдѣлано въ Тайнмутѣ, вмѣсто естественныхъ камней употребляются бетонные или бутовые массивы правильной параллелопипедальной формы большихъ размѣровъ (около 1 куб. саж. и больше), которые помощью механическихъ приспособленій укладываются подъ водою правильными рядами, образуя стѣнку мола.

Этотъ способъ устройства моловъ даетъ возможность закладывать основаніе стѣны на большой, почти произвольной глубинѣ, какъ объ этомъ сказано выше, и не ставить строителей въ затрудненіе въ случаѣ неимѣнія крупныхъ естественныхъ камней, ибо массивы могутъ быть заготавливаемы почти произвольной величины изъ бетона, составленнаго изъ цементнаго раствора съ камнемъ или изъ цемента съ однимъ пескомъ, въ случаѣ неимѣнія на мѣстѣ вовсе камня.

Примѣрами такихъ моловъ могутъ служить слѣдующія сооруженія:

Парные молы въ *Манорѣ*, черт. 226, образующіе портъ Курраджи въ Аравійскомъ заливѣ.

Западный молъ, составляющій собственно защиту входа въ портъ отъ югозападныхъ вѣтровъ, начинается у мыса Манора и идетъ до глубины 30 фут. по прямому направленію, длиною въ 1503 фут. Молъ этотъ состоитъ изъ подсыпки, выровненной въ горизонтальную плоскость, приходящейся на 15 фут. ниже уровня отлива, на которой возведена изъ массивовъ стѣнка, шириною и высотой въ 24 фута. Каждый массивъ объемомъ въ $12 \times 8 \times 4\frac{1}{2} = 432$ куб. фут. вѣситъ 27 тоннъ. Стѣнка составлена изъ двухъ, не связанныхъ ничѣмъ между собою, рядовъ массивовъ, а каждый рядъ составленъ по высотѣ изъ трехъ массивовъ, уложенныхъ наклонно подъ угломъ около 60° въ сторону берега, такъ что каждый уложенный массивъ упирается въ наклонную поверхность прежде уложенныхъ массивовъ, получая благодаря этому вполне устойчивое положеніе, черт. 227. Ширина подсыпки сдѣлана въ 180 футовъ, и ось стѣны расположена на $\frac{1}{3}$ этой ширины, считая отъ гавани.

Этотъ способъ укладки массивовъ, предложенный Паркеромъ, имѣетъ то удобство, что облегчаетъ укладку массивовъ краномъ (Титаномъ), выдвигаемымъ на готовой, устойчивой части сооружения, а главное то, что при неравномѣрной осадкѣ ряды массивовъ могутъ осѣсть, не давая въ стѣнѣ вовсе трещинъ, которыя, хотя и могутъ образоваться въ надстройкѣ изъ кладки на растворѣ, возводимой для выравниванія верхней поверхности массивовъ, но трещины эти могутъ быть легко исправляемы.

Описанный молъ былъ начатъ постройкой (наброскою) въ 1869 году, укладка массивовъ начата была въ 1870 году и все сооруженіе было вполне окончено въ февралѣ 1873 года; при этомъ надо замѣтить,

что рабочее время въ Курраджи продолжается всего съ октября по мартъ мѣсяцы, такъ какъ въ остальное время года Муссоны развиваютъ такое волненіе, что всякая работа въ морѣ немыслима.

Осадки, происшедшія въ молѣ, величиною отъ 3-хъ до 4-хъ футовъ, были постепенно заполняемы бетономъ, уложеннымъ поверхъ мола; тѣмъ же матеріаломъ выровнена вся его верхняя поверхность.

Мола въ *Мадрасъ* (въ Индіи). Портъ Мадрасъ напоминаетъ по своему очертанію Кингстаунъ (въ Ирландіи): онъ также составленъ изъ двухъ моловъ, выступающихъ перпендикулярно отъ берега на разстояніи 3000 футовъ другъ отъ друга и сведенныхъ у входа, ширина котораго 550 фут., на разстояніи 3000 футовъ отъ берега.

Мола, черт. 228, построенные Паркеромъ, имѣютъ такое же поперечное сѣченіе какъ и молъ въ Курраджи, описанный выше, съ тою лишь разницею, что постель наброски расположена на 22 фута ниже уровня воды и выровнена водолазами въ горизонтальную плоскость; наброска имѣла по верху ширину въ 78 футовъ съ откосами въ 1 : 1. Наибольшая глубина воды достигала 47 футовъ, такъ что наибольшая толщина наброски 25 футовъ. Массивы вѣсомъ до 27 тоннъ уложены, какъ и въ Курраджи, наклонно въ два параллельныхъ ряда, по четыре массива въ каждомъ ряду по высотѣ мола. Нижніе массивы сформованы такъ, что представляютъ сплошную горизонтальную подошву, при ширинѣ стѣны: у основанія въ 28 фут., а наверху въ 24 фута; высота стѣны около 30 футовъ. Черт. 228—а.

Для лучшей связи массивовъ между собою они всѣ снабжены на верхнихъ своихъ граняхъ шпунтами, а на нижнихъ пазами, которые, входя другъ въ друга, лучше связываютъ массивы между собою, придавая всему сооруженію большую солидность и связь въ поперечномъ сѣченіи. Верхняя грань массивовъ поднята на 3½ фута выше уровня прилива.

Нижніе массивы, какъ выше было замѣчено, срезаны горизонтально, а не оставлены, какъ въ Курраджи, съ острыми ребрами. Это сдѣлано для болѣе плотнаго соприкасанія ихъ къ горизонтальной поверхности наброски. Глубина воды у головъ достигаетъ 45 футовъ, и основаніе стѣны въ этихъ мѣстахъ опущено до 31½ фута ниже уровня отлива, съ соответственнымъ уширеніемъ ея. Сѣверный молъ имѣетъ длину въ 3866, а южный въ 3976 футовъ. Работы начаты были въ 1876 и окончены въ началѣ 1881 года.

Во время циклона въ ноябрѣ 1881 года наружныя оконечности моловъ были болѣе или менѣе разрушены подмывомъ каменной наброски и опрокидываніемъ массивовъ во внутрь гавани.

Для исправленія этихъ поврежденій были предложены различныя способы, изъ коихъ принято было предложеніе перестройки ихъ по типу, показанному на черт. 229. Здѣсь молъ составленъ изъ массивовъ, связанныхъ не только пазами и шпунтами, но и перевязкою швовъ въ каждомъ наклонномъ ряду; кромѣ того массивы верхняго ряда связаны между собою цѣпями, залитыми въ бетонъ монолитной надстройки мола, толщина которой 6 фѳут., причеиъ самая надстройка поднята 14 фѳут. выше уровня воды. Сзади этой стѣны сдѣлана отсыпь изъ массивовъ, поднятая выше уровня прилива, а со внутренней стороны, на бермѣ подсыпки, положены мѣшки наполненные бетономъ.

По примѣру моловъ въ Курраджи и Мадрасѣ сооруженъ молъ въ *Murmagao*, расположенномъ въ 600 верстахъ къ сѣверу отъ Бомбея въ Индіи. Длина этого мола 1800 фѳутовъ; онъ защищаетъ водную площадь въ 370 акровъ (328360 кв. с.), при глубинѣ воды отъ 18 до 26 фѳутовъ.

Система укладки массивовъ та же, что въ Мадрасѣ, съ перевязкою швовъ и со шпунтами и пазами въ массивахъ; уклонъ каждаго ряда сдѣланъ однако въ 70° и вѣсь массивовъ нижняго ряда доходить до 37 тоннъ, тогда какъ остальные сдѣланы въ 27 тоннъ; верхніе массивы связаны между собою желѣзными скобами, залитыми въ бетонъ верхней надстройки, которая устроена здѣсь съ парпетной стѣнкой, черт. 230.

Ширина мола по верху 30 фѳут., и стѣнка поднята надъ уровнемъ прилива на 16 фѳут., тогда какъ сторона обращенная къ порту поднята всего на $9\frac{1}{2}$ фѳутовъ, до высоты береговыхъ набережныхъ, продолженіе которыхъ она составляетъ.

Парапетъ шириною въ 12 фѳут. служитъ мѣстомъ прогулки. Со стороны моря сдѣлана отсыпь изъ массивовъ, прикрывающая наброску основанія, расположеннаго на глубинѣ 16 фѳутовъ ниже отлива. Съ внутренней стороны сдѣлана берма, шириною въ 10 фѳ.; откосы съ обѣихъ сторонъ имѣють уклоны въ $1:1\frac{1}{2}$; берма со стороны моря, шириною въ 50 фѳутовъ, покрыта на $\frac{2}{3}$ своей ширины наброскою

изъ массивовъ. Выступающіе углы нижнихъ массивовъ сръзаны въ горизонтальную плоскость, какъ показано на чертежѣ 230—а.

Парные молы въ *Сулинѣ*, черт. 138, описанные частью выше, въ окончательномъ своемъ видѣ составлены изъ наброски съ надстройкой изъ бетонныхъ массивовъ и каменной кладки.

Для этой цѣли выровнена сначала въ горизонтальную плоскость наброска около сплошнаго ряда свай со стороны канала, затѣмъ погружены массивы, расположенные между сваями подмостей, черт. 231, и пространство между массивами заполнено бетономъ, залитомъ на мѣстѣ. По окончаніи этой работы сръзаны всѣ сваи у уровня воды, и надъ массивами сдѣлана надстройка, составленная изъ кладки двухъ лицевыхъ стѣнъ изъ тесанныхъ камней, съ заполненіемъ пространства между ними бутовой кладкой, все на растворѣ изъ портландскаго цемента.

Стѣны сверху покрыты этимъ же растворомъ и обдѣланы въ гладкую слегка выпуклую поверхность.

На наружномъ откосѣ сдѣлана наброска изъ массивовъ, а на бермѣ наброски со стороны канала, вдоль сѣвернаго мола, уложены правильно массивы, для защиты отъ размыва волнами, входящими въ портовую каналъ при югозападныхъ вѣтрахъ.

Въ томъ мѣстѣ сѣвернаго мола, гдѣ ударяетъ эта волна непосредственно, надстройка сдѣлана изъ двухъ рядовъ массивовъ съ заложеніемъ основанія ихъ на 12 фут. ниже уровня воды. Откосъ наброски со стороны канала имѣетъ уклонъ въ 1:2.

Молы эти, весьма легкой конструкціи, оказываютъ очень хорошее сопротивленіе дѣйствующему въ этомъ мѣстѣ морскому волненію и потому могутъ служить весьма хорошимъ образцомъ парныхъ моловъ.

Въ нашихъ портахъ Балтійскаго и Чернаго морей выстроены и строятся въ настоящее время портовые молы изъ наброски съ надстройкой стѣны изъ массивовъ и каменной кладки, устройство которыхъ въ общемъ сходно съ описанными выше сооружениями.

Карантинный молъ въ *Одессѣ* состоитъ изъ двухъ частей: широкой корневой, снабженной набережной, и узкой рейдовой, состоящей изъ одной стѣны, безъ приспособленій для пришвартовливанія судовъ. Первая часть составлена изъ двухъ стѣнъ, выведенныхъ изъ бетонныхъ массивовъ на каменной наброскѣ, съ надстройками изъ каменной кладки, пространство между которыми засыпано землею; верхняя поверхность мола покрыта мостовой.

Внутренняя, обращенная къ гавани стѣна, черт. 232, образующая набережную. заложена на глубинѣ 19 ф., верхній край ея поднять на 8 фут. выше уровня воды. Каменная подсыпка имѣетъ берму, шириною въ 5 фут., и нижній массивъ выступаетъ впередъ на 2 фута а слѣдующій затѣмъ на 1 футъ, для образованія болѣе широкаго основанія стѣны. За бетонной стѣнкой сдѣлана отсыпь изъ камня для защиты земли въ ядрѣ мола отъ размыва.

Морская стѣнка составлена также изъ массивовъ, отъ уровня воды до глубины 22½ футовъ, шириною въ 15 футовъ по верху, и идетъ книзу уступами со стороны моря, достигая внизу ширины 25 футовъ. Надстройка поднята на 14 фут. выше уровня и составлена изъ бутовой кладки съ облицовкою изъ тесаннаго гранита. Подсыпка идетъ отъ подошвы массивовъ пологимъ откосомъ (около 1/6) до дна и покрыта крупными камнями.

Для предупрежденія вымыванія земли, въ щеляхъ между массивами, сдѣлана сзади каменная отсыпь. Ширина мола со стороны набережной 140 фут., а парапета 6 фут.

Въ началѣ при устройствѣ этого мола положено было заложить основаніе морской стѣнки на глубинѣ 18 футовъ, такъ какъ эта глубина составляетъ собственно предѣлъ, при которомъ волна не разбивается; но на дѣлѣ оказывается, что морское волненіе, разбивается ранѣе о песчанья отмели и вода, получая при этомъ поступательное движеніе, дѣйствуетъ на молъ горизонтальнымъ прибоемъ и подмываетъ наброску на этой глубинѣ, такъ что принуждены были увеличить глубину заложения массивовъ до 22½ фут., при каковой глубинѣ наброска остается неповрежденной.

Дальнѣйшее продолженіе карантиннаго мола, служащее для защиты рейда и называемое по этому Рейдовымъ моломъ, черт. 233, составлено изъ каменной наброски до глубины 22,5 фут., на которой устроена стѣнка изъ бетонныхъ массивовъ, шириною по верху въ 21, а по низу въ 30 фут. Уширеніе книзу сдѣлано уступами со стороны моря во всѣхъ рядахъ массивовъ, а со стороны гавани только въ двухъ нижнихъ. Надстройка выше уровня воды сдѣлана изъ каменной кладки въ которой вмазаны массивы, кладка эта поднята на 14 футовъ выше уровня воды, въ видѣ стѣны, образующей небольшую площадку со внутренней стороны мола, назначаемой для прохода людей къ маяку, расположенному на головѣ мола.

Подсыпка имѣть со внутренней стороны берму шириною въ 10 фут. и откосъ съ уклономъ 1 : 1, а съ наружной сторны пологій откосъ, покрытый крупными камнями.

Въ послѣднее время выстроены въ Одессѣ волноломъ, длиною около одной версты, для защиты другихъ гаваней порта, расположенныхъ у берега, отъ восточныхъ и сѣверовосточныхъ вѣтровъ, безпokoющихъ стоянку судовъ въ практической гавани, черт. 234. Система устройства этого волнолома та-же, что и карантиннаго мола; верхняя площадка сдѣлана однако шире и защищена отъ волнъ небольшимъ парпетомъ; на волноломѣ расположены кромѣ того тумбы и рымы для пришвартовливанія судовъ.

Моль въ *Ялтѣ*, какъ и карантинный моль въ Одессѣ, спроектированъ изъ двухъ частей: широкой и узкой *). Система устройства та-же, что и въ Одессѣ, съ тою только разницею, что ширина широкой части, черт. 235, всего 10 саж., и середина заполнена гравіемъ, а не землею, для предохраненія ея отъ размыва волнами, перекатывающимися черезъ стѣнку мола. Парпетная стѣнка, шириною въ 7 фут., приспособлена для прогулокъ, для чего снабжена желѣзными перилами. Узкая часть должна была имѣть площадку, шириною въ 2,3 саж., черт. 286, на этой части со внутренней стороны устроена набережная съ тумбами и рымами для пришвартовливанія судовъ; съ наружной стороны берма подсыпки покрыта массивами, уложенными сплошь въ одинъ рядъ, а откосъ ея покрытъ крупными камнями. Внутренняя берма имѣть ширину въ 5 фут. и откосъ 1 : 1½. Набережная поднята на 1 саж. выше уровня воды, а парпетъ поднять еще на 8 футовъ выше набережной или на 15 фут. выше уровня воды.

Всѣ размѣры показаны на чертежахъ.

Моль въ *Новороссійскѣ*, черт. 237, составленный по типу Ялтинскаго, сдѣланъ шире въ виду того, что онъ предназначается не только для одной стоянки судовъ, но и въ случаѣ надобности также для выгрузки и нагрузки ихъ. Корневая часть этого мола имѣть широкую площадку съ набережными. Часть морской стѣнки, у самаго начала ея, сдѣлана изъ бетона, отлитаго на мѣстѣ. наброска сдѣлана изъ двухъ сортовъ

*) Въ настоящее время въ Ялтѣ выстроена одна лишь широкая часть; узкая, предполагаемая въ проектѣ, не приведена въ исполненіе.

камня: глинистаго сланца, расположеннаго въ ядрѣ, и песчаника, составляющаго наружную оболочку. Наружная берма покрыта массивами, а откосъ крупными камнями. Со внутренней стороны берма сдѣлана шириною въ 5 фут. и откосъ имѣетъ уклонъ въ $1:1\frac{1}{2}$. Всѣ остальные размѣры видны на чертежѣ. Употребленіе глинистаго сланца для наброски слѣдуетъ по возможности избѣгать, такъ какъ камень этотъ, даже и очень плотный, можетъ въ водѣ размягчиться и не обеспечиваетъ солидность сооруженія.—Въ сооруженіяхъ Новороссійскаго порта замѣчаются и теперь неравномѣрные осадки, происходящія вѣроятно отъ этого.

Моль въ *Батумъ*, черт. 238, устроенъ по всей своей длинѣ по типу широкой части карантиннаго мола въ Одессѣ, съ покрытіемъ бермы подсыпки со стороны моря массивами. Размѣры этого мола показаны всѣ на чертежѣ. Онъ по своей конструкціи никакихъ особенностей не представляетъ.

Моль въ *Поти*, черт. 239, устроенный по типу Одесскаго рейдоваго мола, имѣетъ стѣнку, заложенную на глубинѣ до 32 фут. Каменная наброска, выступающая далеко за стѣнку, покрыта бетонными массивами въ нѣсколько рядовъ для защиты ея отъ подмыва. Со внутренней стороны южнаго мола уложены также массивы, для предохраненія подсыпки отъ подмыва входящими въ портъ волнами при дѣйствіи сѣверозападныхъ вѣтровъ.

Отъ уровня воды и выше, надстройка мола сдѣлана изъ каменной кладки, бетона и массивовъ, съ парапетомъ, поднятымъ на 22 фута выше уровня воды. Непосредственно надъ массивами, составляющими подводную часть мола, уложены были по краямъ надстройки массивы, черт. 240, которые служили основаніемъ для крана, посредствомъ котораго устраивался моль. Эти массивы уложены попеременно тычкомъ и ложкомъ, причемъ имъ дана такая форма, чтобы ложки не могли быть сдвинуты со своихъ мѣстъ, не тронувъ тычковъ, а послѣдніе сдѣланы кромѣ того ласточкиными хвостами, для удержанія ихъ въ бетонѣ, которымъ заполнено внутреннее пространство между этими рядами массивовъ. Такъ какъ во время работъ происходило неоднократно разрушеніе молонъ, въ особенности въ верхнихъ частяхъ ихъ, составленныхъ изъ массивовъ, уложенныхъ выше уровня воды, которое вполнѣ доказало невозможность связи готовыхъ массивовъ со свѣжимъ бетономъ, то надстройку сдѣлали позже изъ одной кладки,

выведенной на 16 футовъ выше уровня воды; на ней же со стороны моря устроенъ парапеть.

Чрезвычайно сильное волненіе, развивающееся въ Поті, ставитъ этотъ портъ въ совершенно исключительныя условія: несмотря на то, что основаніе мола заложено на глубинѣ не менѣе 24 футовъ, происходили постоянные подмывы каменной наброски съ южной стороны южнаго мола. Наброска сѣвернаго мола устояла относительно лучше и не подвергалась такимъ сильнымъ разрушеніямъ. Причина разрушенія основанія южнаго мола кроется, вѣроятно, въ томъ, что юго-западные вѣтры, развивающіе наиболѣе сильное волненіе, заставляють волны, до подхода къ портовому молу, проходить по бару южнаго рукава рѣки Ріона, гдѣ волна по причинѣ малой глубины, достигающей всего 6 фут., разбивается и придаетъ поступательное движеніе водѣ, которая при подходѣ къ южному молу порта дѣйствуетъ на него съ полною силою горизонтальнаго прибоа.

Образцомъ для Потійскихъ моловъ служили молы въ Амстердамѣ (Эймейденѣ), которые описаны въ слѣдующей главѣ.

Размѣры Потійскихъ моловъ показаны на чертежахъ.

Нѣкоторое отличіе отъ описанныхъ моловъ представляетъ профиль южнаго мола въ *Либавѣ*, черт. 241. Составленный, въ общемъ, по типу моловъ вышеописанныхъ, онъ отличается тѣмъ, что подъ наброскою положены фашинные тюфяки для предупрежденія ухода въ песчаный грунтъ камней наброски. Верхняя надстройка, черт. 242, подобно тому, что было сначала сдѣлано въ Поті, составлена изъ двухъ рядовъ массивовъ, уложенныхъ ложкомъ и тычкомъ, съ заполненіемъ пространства между ними бутовою кладкою. Кромѣ того положены въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга поперекъ мола массивы, образующіе ящики, которые заполнены бутовою кладкою. Щели между массивами залиты цементомъ. Поверхъ этой надстройки устроенъ парапеть изъ кладки на растворѣ, предназначенный для защиты внутренней части портоваго канала отъ большихъ волнъ и для прогулки публики.

Эта система надстройки оказывается совершенно непригодною, вслѣдствіе невозможности связыванія кладки, сдѣланной на мѣстѣ, съ массивами; равнымъ образомъ, нельзя связать массивы между собою цементомъ, и потому, вслѣдствіе неравномѣрной осадки мола, раскрываются всѣ швы, что угрожаетъ разрушеніемъ всей верхней

надстройки сооруженія. Верхняя надстройка, какъ объ этомъ выше было замѣчено, должна представлять собою, поперекъ всего мола, одно неразрывное цѣлое и состоять: или изъ бетона, отлитаго на мѣстѣ, или изъ сплошной каменной кладки съ поперечными, во всю ширину мола и во всю толщину кладки, вертикальными швами въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, по длинѣ мола, для предупрежденія разрушенія надстройки въ случаѣ неравномѣрной осадки; кромѣ того, для облегченія производства кладки на растворѣ и для возможности исполненія ея при зыби, необходимо кладку массивовъ поднять настолько выше уровня воды, чтобы волны при обыкновенной погодѣ не захлестывали нижнюю постель и первые слои кладки. Равнымъ образомъ слѣдуетъ верхнюю надстройку сдѣлать въ разстояніи не менѣе одного фута отъ края массивовъ для того, чтобы также защитить ее отъ волнъ, и чтобы выровнять кладку въ одну правильную линію, что было-бы невозможно, если-бы кладку примкнули къ наружному краю массивовъ, такъ какъ послѣдніе, какъ-бы тщательно ни была произведена ихъ укладка, невозможно выровнить по прямой или по плавной кривой линіи.

ГЛАВА XVII.

Мола выведенные со дна моря изъ правильной кладки или изъ кладки на растворѣ при малой и большой глубинахъ.—Мола изъ бетонныхъ массивовъ и отлитые на мѣстѣ изъ бетона или составленные изъ кѣшкѣвъ, наполненныхъ бетономъ.—Профиль и размѣры этихъ молвъ.—Составъ широкихъ молвъ съ набережными.—Засыпка ядра мола камнемъ и землею.—Верхняя надстройка мола, составленнаго изъ бетонныхъ массивовъ.—Каменные мола на свайныхъ основаніяхъ.—Средства для защиты мола отъ донной волны.—Ризбермы.—Покрытіе наружной бермы каменной подсыпки, массивами или крупными камнями.—Мола металлическіе и плавучіе.—Головы молвъ, профиль, очертаніе ихъ въ плавѣ и размѣры.—Примѣры подобныхъ молвъ въ Россіи и заграничѣй.

Устройство молвъ въ видѣ вертикальной стѣнки, поднимающейся со дна моря, безъ каменной подсыпки, представляется иногда выгоднымъ при твердомъ неразмываемомъ грунтѣ дна. Мола эти, какъ уже выше было указано, требуютъ значительно меньшее количество матеріала (камня), противу молвъ другихъ системъ; а за неимѣніемъ его вовсе, или если онъ имѣется лишь въ видѣ мелкихъ кусковъ, мола могутъ быть, при большой глубинѣ моря, устраиваемы изъ бетонныхъ массивовъ, искусственно приготовленныхъ, величина которыхъ можетъ быть доведена до весьма большихъ размѣровъ. Но такъ какъ для постройки такихъ сооруженийъ требуется работа водолазовъ и примѣненіе сильныхъ механическихъ приспособленій, а эти послѣднія, приводимыя въ дѣйствіе паромъ, могли развиваться лишь въ нынѣшнемъ столѣтіи, то становится понятнымъ, почему мола этой системы могутъ получить лишь теперь болѣе обширное распространеніе.

Въ портахъ, значительно обмелѣвающихъ во время отлива, мы встрѣчаемъ весьма часто мола въ видѣ вертикальныхъ стѣнъ, поднятыхъ прямо со дна моря; это объясняется тѣмъ, что во время отлива, когда морское дно или совершенно обнажается, или бываетъ покрыто лишь небольшимъ слоемъ воды, есть возможность произво-

Это, однако, не увѣнчалось желаемымъ успѣхомъ; приходится при этой работѣ вполне довѣряться добросовѣстности водолазовъ, такъ такъ всякая повѣрка работъ подь водою и освидѣтельствованіе доброкачественности ихъ исполненія дѣлается почти невозможнымъ. Бутовые и бетонные массивы большихъ размѣровъ, укладываемые правильными рядами, съ соблюденіемъ надлежащей перевязки швовъ, даютъ сооруженію нѣкоторую солидность, хотя и здѣсь желательно было-бы имѣть болѣе прочную связь между массивами, чѣмъ то достигается одною перевязкою швовъ.

Въ виду этого стали въ послѣднее время замѣнять массивы мѣшками, наполненными неокрѣпшимъ бетономъ. Мѣшки, погружаемые еще мягкими, плотно ложатся на дно или на готовую часть сооруженія, соприкасаясь по всей поверхности и не образуя вовсе щелей или пустотъ въ кладкѣ. Кладка мѣшкова дала вообще довольно удовлетворительные результаты тамъ, гдѣ отвердѣваніе бетона послѣдовало вскорѣ послѣ погруженія его и безъ разрыва мѣшковъ; въ послѣднемъ-же случаѣ неокрѣпшій еще бетонъ размывается водою и въ кладкѣ остается одинъ щебень, несвязанный вовсе растворомъ, что и способствуетъ образованію кавернъ и быстрому разрушенію сооруженія. Мѣшки особенно хороши для покрытія наружныхъ бермъ и откосовъ каменныхъ набросокъ, но укладка ихъ нѣсколько затруднительна, такъ какъ они должны быть погружаемы совершенно плавно до самаго дна и поддерживаемы при этомъ подь всею нижнею ихъ поверхностью *), ибо при паденіи мѣшка съ высоты, равно какъ и при подвѣскѣ его или неподдержаніи подь всею нижнею поверхностью, онъ, свѣсиваясь, можетъ разорваться до погруженія на мѣсто.

Для устраненія этихъ недостатковъ въ мѣшкахъ, а также для полученія подь водою совершенно монолитнаго сооруженія, молы отливаютъ иногда цѣликомъ изъ бетона, устанавливая предварительно на днѣ моря деревянныя или металлическія формы, которыя послѣ окончательнаго отвердѣнія бетона разбираются.

Этотъ способъ устройства портовыхъ моловъ, примѣняемый лишь въ послѣднее время, оказывается удовлетворительнымъ при надлежащей тщательности исполненія работъ и употребленіи портландскаго цемента самаго высокаго качества.

*) Способъ погруженія мѣшковъ помѣщенъ ниже.

дить кладку, какъ на сушѣ, связывая камни растворомъ, съ принятіемъ, однако, надлежащихъ мѣръ къ тому, чтобы незаконченная часть сооруженія не могла быть разрушена водою во время прилива.

Въ отношеніи дѣйствія волненія на такое сооруженіе надо припомнить, что при значительной глубинѣ моря, глубинѣ, превышающей ту, при которой волна разбивается и при которой вода получаетъ поступательное движеніе во всей своей массѣ, вертикальная стѣнка не претерпѣваетъ большаго горизонтальнаго прибоа, и для устойчивости ея можно ограничиться относительно небольшими размѣрами, а потому эта система и представляется, при большой глубинѣ моря, вполне рациональною.

При малыхъ-же глубинахъ или въ мѣстахъ, гдѣ дно моря обнажается во время отлива, или гдѣ въ это время глубина дѣлается весьма незначительною, дѣйствіе горизонтальнаго прибоа неизбежно, а потому вертикальная стѣнка должна имѣть, для полной своей устойчивости, относительно большіе размѣры и, во избѣжаніе подмыва дна, необходимо, чтобы оно было скалистое, или вообще плотное, неразмываемое, или-же надо искусственно укрѣпить его устройствомъ какъ называемой ризбермы.

Въ этомъ случаѣ бываетъ иногда необходимо укрѣпить дно и подъ самымъ моломъ, что можетъ быть сдѣлано помощью свай и ростверка, или же небольшою подсыпкою камня и фашинными тюфяками; примѣненіе этого послѣдняго способа укрѣпленія дна моря и подсыпка камня составляютъ переходъ отъ описываемаго типа каменныхъ моловъ къ предъидущему, т. е. къ типу изъ каменной наброски съ надстройкою стѣны изъ правильной кладки.

Независимо отъ устройства основанія подъ моломъ и ризбермы, самый молъ составляется обыкновенно: изъ кладки насухо большихъ рваныхъ камней или изъ бетонныхъ, или бутовыхъ массивовъ, отъ дна до уровня низкихъ водъ или до того уровня, отъ котораго возможна кладка на растворѣ, которою и достраиваютъ всю верхнюю часть мола.

Нижняя подводная часть мола представляется въ этомъ случаѣ не вполне солидною, такъ какъ камни или массивы ничѣмъ не связаны между собою, почему были сдѣланы попытки опускать въ воду въ мѣшкахъ густой цементный растворъ, которымъ при помощи водолазовъ заполняли промежутки между камнями и массивами кладки.

Это, однако, не увѣнчалось желаемымъ успѣхомъ; приходится при этой работѣ вполне довѣряться добросовѣстности водолазовъ, такъ такъ всякая повѣрка работъ подъ водою и освидѣтельствованіе доброкачественности ихъ исполненія дѣлается почти невозможнымъ. Буттовые и бетонные массивы большихъ размѣровъ, укладываемые правильными рядами, съ соблюденіемъ надлежащей перевязки швовъ, даютъ сооруженію нѣкоторую солидность, хотя и здѣсь желательно было-бы имѣть болѣе прочную связь между массивами, чѣмъ то достигается одною перевязкою швовъ.

Въ виду этого стали въ послѣднее время замѣнять массивы мѣшками, наполненными неокрѣпшимъ бетономъ. Мѣшки, погружаемые еще мягкими, плотно ложатся на дно или на готовую часть сооруженія, соприкасаясь по всей поверхности и не образуя вовсе щелей или пустотъ въ кладкѣ. Кладка мѣшковая дала вообще довольно удовлетворительные результаты тамъ, гдѣ отвердѣваніе бетона послѣдовало вскорѣ послѣ погруженія его и безъ разрыва мѣшковь; въ послѣднемъ-же случаѣ неокрѣпшій еще бетонъ размывается водою и въ кладкѣ остается одинъ щебень, несвязанный вовсе растворомъ, что и способствуетъ образованію кавернъ и быстрому разрушенію сооруженія. Мѣшки особенно хороши для покрытія наружныхъ бермъ и откосовъ каменныхъ набросокъ, но укладка ихъ нѣсколько затруднительна, такъ какъ они должны быть погружаемы совершенно плавно до самаго дна и поддерживаемы при этомъ подъ всею нижнею ихъ поверхностью *), ибо при паденіи мѣшка съ высоты, равно какъ и при подвѣскѣ его или неподдержаніи подъ всею нижнею поверхностью, онъ, свѣсиваясь, можетъ разорваться до погруженія на мѣсто.

Для устраненія этихъ недостатковъ въ мѣшкахъ, а также для полученія подъ водою совершенно монолитнаго сооруженія, молы отливаютъ иногда цѣликомъ изъ бетона, устанавливая предварительно на днѣ моря деревянныя или металлическія формы, которыя послѣ окончательнаго отвердѣнія бетона разбираются.

Этотъ способъ устройства портовыхъ моловъ, примѣняемый лишь въ послѣднее время, оказывается удовлетворительнымъ при надлежащей тщательности исполненія работъ и употребленіи портландскаго цемента самаго высокаго качества.

*) Способъ погруженія мѣшковь помѣщенъ ниже.

Изъ этого видно, что молы въ видѣ вертикальныхъ стѣнь, выведенныхъ со дна моря, въ отношеніи дѣйствія на нихъ волненія представляются наиболѣе цѣлесообразными при большихъ глубинахъ, при которыхъ нельзя ожидать горизонтальнаго прибоя, въ отношеніи-же производства работъ наименьшая трудность встрѣчается при малыхъ глубинахъ, при которыхъ вода, во время волненія, получаетъ поступательное движеніе и производитъ горизонтальный ударъ на сооруженіе.

Эти два обстоятельства, одинаково важныя, приводятъ къ тому, что встрѣчаются молы этого типа, какъ при большихъ, такъ и при малыхъ глубинахъ, точно также, какъ мы видѣли выше, строятся молы изъ каменной наброски какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ.

Примѣрами моловъ, возведенныхъ со дна моря вертикальной стѣной, могутъ служить:

А) При большой глубинѣ моря:

- 1) Въ Дуврѣ.
- 2) — Амстердамъ (Эймейденъ).
- и 3) — Абердинъ.

Б) При малой глубинѣ моря, или когда дно моря почти осушается во время отлива:

- 1) Въ Уэйтхэвенѣ.
- 2) — Скарборо.
- 3) — Рамстейтъ.
- 4) — Фокстонъ.
- 5) — Фразебургъ (старые).
- и 5) — Бервикъ.

В) Молы со свайными основаніями и ризбермами:

- 1) Въ Гаврѣ.
- 2) — Сабль-д'Олоннъ (Sable d'Olonne).
- и 3) — Ширнесъ.

Г) Молы, устроенные изъ мѣшковъ, наполненныхъ бетономъ, и изъ литаго бетона, монолитомъ:

- 1) Въ Ньюхэвенѣ.
- 2) — Букки.
- 3) — Фразебургъ (новые).
- и 4) — Абердинъ.

Дуврскій молъ, черт. 243 и 244. Въ 1844 г. англійское правительство рѣшило устроить въ Дуврѣ портъ убѣжище, для каковой цѣли пришлось вывести каменный молъ длиною около 300 сажень (640 метровъ) къ западу отъ коммерческаго порта; молъ этотъ почти перпендикуляренъ къ берегу, и направленъ по пологой кривой, для защиты рейда передъ портомъ, площадью въ 31.100 к. с. (35 акровъ) отъ дѣйствія господствующихъ югозападныхъ вѣтровъ.

Молъ этотъ служитъ нынѣ одновременно и защитою отъ занесенія коммерческаго порта гравіемъ, который подъ дѣйствіемъ волненія и приливнаго теченія, громадными массами передвигается вдоль южнаго берега Англии съ запада на востокъ.

За неимѣніемъ вблизи камня, годнаго для наброски, рѣшено было устроить молъ изъ массивовъ правильной формы, пользуясь для ихъ приготовленія граветомъ, находящимся въ изобиліи на берегу и, придавая сооруженію очертаніе съ почти вертикальными стѣнками, довести количество потребнаго на сооруженіе матеріала до минимума.

Массивы уложены непосредственно на днѣ моря, предварительно выравненномъ водолазами подъ горизонтальную плоскость. Глубина воды у головы доходить до 49 футовъ (15 метровъ), считая отъ уровня низкаго отлива; обыкновенная суточная разность 14 футовъ (4,15 метра), а равноденственная доходитъ до 23 ф. (7,32 метра).

Массивы, погруженные въ воду съ подмостей и уложенные на мѣсто при помощи водолазныхъ колоколовъ, имѣютъ наибольшую толщину у дна въ 4,60 фут. (1,4 метра); толщина эта постепенно уменьшается къ верху до $1\frac{3}{4}$ фут. (0,53 м.), причемъ каждый рядъ уложенъ на нижележащемъ, отступя отъ края на $\frac{1}{4}$ толщины послѣдняго, такъ что боковыя стѣны мола имѣютъ прямые уступы съ общимъ уклономъ въ 4 : 1.

Ниже уровня сизигійнаго отлива массивы положены на сухо, а выше на растворѣ изъ поргландскаго цемента, изъ каковаго цемента приготовлены также и самые массивы. Кладка массивовъ сдѣлана сплошною во всю толщину сооруженія до уровня обыкновеннаго прилива, а выше молъ устроенъ изъ двухъ стѣнокъ, пространство между которыми залито бетономъ (черт. 243).

Въ началѣ предположено было сдѣлать все сооруженіе изъ двухъ стѣнъ, съ заполненіемъ середины бетономъ (черт. 244), но, послѣ

устройства такимъ образомъ небольшой части отъ берега, рѣшено было, для приданія сооруженію большей устойчивости и солидности, сдѣлать кладку массивовъ сплошною до уровня обыкновеннаго прилива.

Верхняя поверхность мола поднята на 29 фѳт. (8,84 метра) выше ординара или на 10 фѳт. (3,03 метра) выше обыкновеннаго сизигійнаго прилива; съ морской стороны устроена охранная стѣнка высотой въ $10\frac{1}{4}$ фѳ. (3,12 м.) и шириною въ 18 фѳ. (5,51 м.), предназначенная для защиты отъ всплесковъ волнъ и вмѣстѣ съ тѣмъ для прогулки публики. Стѣнка эта ограничена вертикальною плоскостью со стороны порта, а со стороны моря вогнутою кривою поверхностью, для отраженія ударяющихся въ молъ и поднимающихся вверхъ всплесковъ волнъ: надъ этою стѣнкою сдѣланъ небольшой парапетъ, высотой въ 3,5 фѳ. (1,07 м.). Ширина всего мола по верху ~~45~~ фѳ. (13,72 м.) съ небольшимъ уменьшеніемъ этого размѣра къ корню.

Молъ, независимо отъ образованія порта убѣжища и защиты коммерческаго порта отъ занесенія гравіемъ, приспособленъ для причала почтово-пассажирскихъ пароходовъ, для чего по молу уложены рельсовые пути, дающіе возможность имѣть непрерывное сообщеніе между пароходами и желѣзной дорогой.

При незначительной ширинѣ площади мола и при быстромъ развитіи почтоваго и пассажирскаго движенія черезъ Кале и Дувръ, необходимо было увеличить линію причала судовъ и дать возможность имъ приставать къ молу при всѣхъ направленіяхъ вѣтра, почему устроена съ наветренной стороны плавучая пристань, связанная съ моломъ сходнями и проемами, сдѣланными въ верхней стѣнкѣ мола. Къ этой пристани пароходы пристають во время восточныхъ вѣтровъ.

Пристань эта, оставаясь всегда на своемъ мѣстѣ, наилучшимъ образомъ доказываетъ отсутствіе прибоя волны у вертикальной стѣнки при глубокой водѣ, такъ какъ, подвергаясь полному дѣйствию морского волненія, она не была еще разрушена.

Кривое очертаніе верхней стѣнки мола нельзя считать удачнымъ, ибо оно, хотя и отбрасываетъ брызги волнъ, но, принимая большую часть удара вертикальнаго прибоя, требуетъ для устойчивости большаго уширенія стѣнки. Эта стѣнка близъ головы мола, гдѣ она была

утонена для прокладки развѣзда рельсовыхъ путей, была разрушена бурей въ 1877 году. Вся видимая часть мола, т. е. надводная, облицована гранитомъ, изъ этого же камня сдѣланы верхняя стѣнка и парапетъ надъ нею; все остальное, какъ замѣчено выше, устроено изъ массивовъ и литаго бетона, приготовленнаго изъ раствора лучшемъ порландскомъ цементѣ и изъ мѣстнаго наноснаго гравія.

Мола Амстердамскаго порта (Эймейденъ). Черт. 245 и 246. Портъ Эймейденъ, устроенный при выходѣ Амстердамскаго канала въ Нѣмецкое море, составленъ изъ двухъ моловъ, выведенныхъ изъ правильной кладки бетонныхъ массивовъ, перпендикулярно къ берегу, и постепенно сведенныхъ головами для образованія входа шириною въ 656 фут. (200 метр.), при глубинѣ воды въ $26\frac{1}{4}$ фут. (8 м.) ниже уровня низкихъ водъ; на разстояніи около 700 саж. (1500 м.) отъ берега глубина воды, отъ уровня обыкновеннаго прилива, составляетъ 30,16 ф. (9,5 метр.). Площадь порта составляетъ около 288000 кв. саж. (120 гектаровъ), но лишь небольшая средняя, эллиптической формы, часть углублена до вышеприведенной глубины входа, такъ какъ части площади, прилегающія непосредственно къ моламъ, заносятся быстро пескомъ, входящимъ въ портъ при приливахъ, чему не въ малой степени способствуетъ криволинейное, обращенное выпуклостью къ морю, очертаніе моловъ.

Мола, черт. 245, составлены изъ сплошной кладки бетонныхъ массивовъ, съ уклонами наружныхъ стѣнъ въ 7 : 1 (уступами); подняты они на 9 ф. (2,75 метр.) выше Амстердамскаго ординара и имѣютъ надстроенный парапетъ со стороны моря, шириною въ 5 ф. (1,5 метр.) и поднятый до вышины 13,5 ф. (4,10 м.) надъ ординаромъ. Ширина мола по верху 22,37 ф. (6,82 метр.). Головные части подняты до 13,83 ф. (4,20 м.) и уширены до 26 ф. (7,96 м.), но устроены безъ парапета, который здѣсь замѣненъ причальными трубами для возможности втягиванія судовъ на троссѣ, черт. 246.

Отличіе этихъ моловъ отъ Дуврскаго мола заключается главнымъ образомъ въ томъ, что массивы, употребленные здѣсь были значительно большихъ размѣровъ, именно начиная съ 5 куб. метровъ, и что эти массивы въ надводной части связаны между собою металлическими скобами и пиронами, независимо отъ употребленнаго для этой-же цѣли цементнаго раствора. Кромѣ того, помимо необходимости увеличенія размѣровъ массивовъ, оказалось

необходимымъ, во избѣжаніе подмыва песчаного дна, сдѣлать небольшую подсыпку изъ базальтоваго камня, толщиною въ $3\frac{1}{2}$ ф. и шириною по обѣимъ сторонамъ мола въ 33 ф. (10 метр.); наброска эта, кромѣ того, утолщена съ морской стороны на высоту нижняго ряда массивовъ.

Вслѣдствіе существованія здѣсь каменной наброски подъ основаніемъ сооруженія, казалось-бы болѣе правильнымъ отнести эти мола къ типу, описанному въ предыдущей главѣ; но такъ какъ подсыпка играетъ здѣсь роль лишь защиты дна отъ подмыва и не поднята сообразно съ глубиною вреднаго дѣйствія волненія, то она, по справедливости, можетъ быть разсматриваема, какъ принадлежность дна, на которомъ поставлены непосредственно массивы мола. Эти мола, сооруженные по примѣру Дуврскаго, не дали, однако, тѣхъ-же результатовъ, и мелкое песчаное дно, будучи подмыто во время работъ, неоднократно причиняло разрушеніе строящихся сооруженій.

Дно, состоящее здѣсь изъ мелкаго дюннаго песка, не только подвергается подмыву волненіемъ, но уносится большими массами приливнымъ теченіемъ, такъ что каменная наброска быстро уходитъ въ грунтъ, обнажая подошву стѣны мола. Подмывъ песка и наброски особенно силенъ въ головныхъ частяхъ молонъ, почему оказалось необходимымъ сдѣлать въ этихъ частяхъ съ морской стороны, огибая головы, отсыпи изъ массивовъ, съ откосами въ 1:1, поднятыми на 8,20 фут. (+ 2,50 метр.) выше ординара. Черт. 246. Эти отсыпи, принимая всю ярость морского волненія, защищаютъ подсыпку и удерживаютъ отчасти песокъ, уносимый волненіемъ и теченіемъ, не давая ему въ большомъ количествѣ входить въ портъ и производить тамъ обмеленіе.

Мола въ Абердинѣ. Черт. 247. Рѣка Ди въ Шотландіи (Dee), впадающая въ Нѣмецкое море, образуетъ абердинскій портъ, входъ въ который огражденъ отъ развивающагося здѣсь очень сильнаго морского волненія двумя молами; изъ нихъ одинъ, сѣверный, направленъ по продолженію берега рѣки, до глубины 17 ф. отъ ординара (низкаго отлива), а южный начинается на нѣкоторомъ разстояніи отъ устья и идетъ почти перпендикулярно къ берегу до глубины 22 ф. отъ этого-же уровня. Этотъ молъ предназначенъ для защиты входа отъ сильныхъ юговосточныхъ вѣтровъ. Суточная разность составляетъ здѣсь обыкновенно $12\frac{3}{4}$ фута. Мола устроены изъ кладки мѣшковъ,

наполненных бетономъ, изъ массивовъ и частью изъ отлитаго на мѣстѣ бетона. Черт. 247 представляетъ поперечное сѣченіе южнаго мола. Основаніе выровнено сначала во всю ширину мола, на 55 футовъ, рядомъ мѣшковъ, поверхъ которыхъ положено шесть рядовъ массивовъ правильными рядами на высоту 21,5 фута, т. е. нѣсколько выше уровня отлива, а верхняя часть отлита цѣликомъ изъ бетона, высоту въ 18 ф., или поднята на 10 футовъ выше уровня прилива. Ширина мола по верху 35 футовъ, а у основанія (массивовъ) 50 футовъ, что при совершенно симметрическомъ профилѣ сооруженія и высотѣ почти въ 40 футовъ даетъ уклонъ наружныхъ стѣнъ въ 5,33 : 1.

Со стороны моря дно у подошвы сооруженія покрыто большими бетонными мѣшками, для предупрежденія подмыва.

Таковыми-же мѣшками покрыто дно вокругъ головы, причемъ они положены здѣсь въ нѣсколько рядовъ, образуя широкую ризберму.

Сѣверный молъ, черт. 248, составленъ изъ широкаго основанія въ 85 футовъ, изъ двухъ рядовъ мѣшковъ по 50 тоннъ; сверху сдѣлана вертикальная стѣнка также изъ мѣшковъ, но меньшихъ размѣровъ, шириною въ 40 ф., поднятая нѣсколько выше уровня низкихъ водъ, поверхъ которой сдѣлана надстройка до высоты 24' и шириною по верху въ 30' изъ литаго бетона. Выше со стороны моря, возведена также изъ бетона парашетная стѣнка.

Широкое основаніе изъ большихъ бетонныхъ мѣшковъ выступаетъ по обѣимъ сторонамъ мола: съ морской стороны на 27 футовъ, а со стороны рѣки на 13 футовъ, образуя прочныя ризбермы для защиты дна противъ подмыва.

Мола, возводимые съ вертикальными стѣнками при незначительной глубинѣ моря, или въ мѣстахъ, въ которыхъ во время отлива дно моря или совершенно обнажается, или покрыто лишь незначительнымъ слоемъ воды, устраиваются большею частью изъ двухъ параллельныхъ стѣнъ, пространство между которыми заполняется: или наброской изъ большихъ рваныхъ камней, или грубой бутовой кладкой, или бетономъ.

Примѣрами такихъ моловъ могутъ служить слѣдующія сооруженія.

Мола въ Уэйтхэвенѣ. Дно моря обнажается здѣсь почти совершенно при отливѣ; остается незначительный слой воды средней глу-

бины не болѣе 3 футовъ. Приливъ поднимается на 26 футовъ, а волны могутъ имѣть высоту, доходящую до 40 футовъ. Мола составлены изъ двухъ стѣнокъ, сложенныхъ циклопской кладкой изъ притесанныхъ камней на цементномъ растворѣ; причемъ, для большей устойчивости, основанія ихъ сдѣланы наклонными, и какъ наружная, такъ и внутренняя поверхности ихъ очерчены по кривой. Черт. 249.

Пространство между этими стѣнами заполнено наброскою рваного камня, уложеннаго по возможности плотно безъ раствора.

Ширина мола по низу 80 футовъ, по верху 56 футовъ; верхняя площадка поднята на 10 футовъ выше уровня прилива и снабжена, съ морской стороны, парапетной стѣнкой высотой въ 10 фут. Такъ какъ молъ этотъ служитъ набережной, то верхняя поверхность покрыта мостовой и снабжена тумбами и рымами для пришвартовливанія судовъ.

Другія части моловъ, составленныя также изъ двухъ стѣнокъ съ заполненіемъ пространства между ними наброскою, отличаются тѣмъ, что стѣны имѣютъ такую-же конструкцію, какъ набережныя порта, черт. 250.—Здѣсь стѣны изъ кладки съ вертикальными колодцами, залитыми бетономъ, основаны на слоѣ бетона, опущеннаго нѣсколько въ грунтъ дна.

Новѣйшія удлиненія моловъ въ Уэйтхэвенѣ сдѣланы изъ литаго бетона, о чемъ будетъ сказано ниже.

Мола въ Скарборо. Черт. 251.

Небольшой портъ Скарборо въ Шотландіи образованъ молами, имѣющими почти такую-же конструкцію, какъ и старыя мола въ Уэйтхэвенѣ. Стѣны, сложенные изъ кладки съ притескою камней, на цементномъ растворѣ, ограничены со стороны воды кривою, а съ внутренней стороны вертикальною поверхностью. Основаніе стѣнъ для большей ихъ устойчивости наклонно.

Суточная разность въ портѣ 18,5 фут., глубина воды при отливѣ 5 фут.; верхняя поверхность мола, которая вымощена камнемъ, поднята надъ уровнемъ прилива на 5 фут., ширина мола: наверху 42 фута, а у подошвы 51 футъ, со стороны моря поставлена небольшая парапетная стѣнка.

Мола въ Рамсгейтѣ. Черт. 252.

Портъ Рамсгейтъ, расположенный къ сѣверу отъ Сэндвича, на сѣверномъ берегу устья Темзы, находится подъ вліяніемъ наноснаго

песка, передвигающагося здѣсь вѣтрами и приливнымъ теченіемъ; песокъ этотъ превративъ портъ Сэндвичъ въ небольшую деревню, расположенную нынѣ на нѣкоторомъ разстояніи отъ берега, складывается также въ Ремстейтъ и засоряетъ его. Мола въ Рамстейтъ образующіе портовую гавань въ 41300 кв. саж. ($46\frac{1}{2}$ акровъ), устроены слѣдующимъ образомъ. Восточный, изъ сплошной кладки, черт. 252, съ почти вертикальными наружными поверхностями, высотой всего въ 35 футовъ, шириною: по верху 25 футовъ, по низу 38 фут. Глубина воды при отливѣ 9 футовъ и суточная разность 18 футовъ; съ морской стороны сдѣланъ на выступающемъ концѣ мола небольшой парапетъ. Западный молъ устроенъ такимъ-же образомъ, какъ и восточный; корневая его часть была однако оставлена въ началѣ открытою, съ задѣлкою сквозною деревянною частью, съ цѣлю дать входящей въ портъ волнѣ выходъ, устраняя этимъ толчею въ портовомъ бассейнѣ, а также для поддержанія въ портѣ сквознаго теченія, дабы этимъ способствовать унесенію наносовъ. Но такъ какъ этотъ интервалъ не оказывалъ вовсе ожидаемаго дѣйствія, то онъ впоследствии былъ задѣланъ сплошною кладкою, по профилю остальной части мола.

Моль въ Фокстонъ (называемый *Норн*, рогъ), черт. 253.

Портъ Фокстонъ, лежащій на южномъ берегу Англіи, образованъ двумя молами: южнымъ и восточнымъ, которые вмѣстѣ съ берегомъ образуютъ портовой бассейнъ.

Для защиты порта отъ гравія, идущаго съ запада вдоль берега, пристроена къ южному молу шпора, или какъ она на мѣстѣ называется „Рогъ“ (Horn) изъ сухой кладки правильно притесанныхъ камней. Кладка эта, черт. 253, сдѣлана изъ рядовъ, наклоненныхъ подъ угломъ въ 60° въ сторону корня мола; камни, каждаго ряда спущены внизъ по наклонной поверхности предыдущаго ряда крапомъ, установленнымъ на концѣ готовой части сооруженія и уложены на свои мѣста водолазами; нижніе камни, прикасающіеся ко дну, обтесаны согласно виду дна.

Моль шириною по верху въ 23 фута имѣетъ трапецидальный профиль, съ уклонами боковыхъ поверхностей въ 7:2.

Суточная разность воды при высокихъ приливахъ 22 фута, высота мола надъ уровнемъ высокаго прилива 6 футовъ. Верхняя поверхность выравнена въ горизонтальную плоскость обыкновенной кладкой и имѣетъ со стороны моря желѣзные перила.

Восточный молъ и нѣкоторыя набережныя этого порта имѣютъ такую-же конструкцію.

Этотъ способъ кладки имѣетъ многія преимущества передъ кладками циклопской и правильной.

Укладка камней наклонными рядами возможна и незатруднительна даже при большихъ глубинахъ воды, производство работъ очень простое, и при неравномѣрной осадкѣ каждый рядъ можетъ осѣсть совершенно самостоятельно, производя при этомъ разстройство лишь въ верхней кладкѣ, которую легко исправить. Невыгоды-же заключаются въ томъ, что необходимо имѣть правильно притесанные камни—что должно значительно повысить стоимость сооруженія; въ большинствѣ случаевъ вовсе нѣтъ возможности имѣть такихъ камней.

Во избѣжаніе этой излишней стоимости, соблюдая выгоду въ производствѣ работъ, устраиваютъ молы по этой системѣ лишь отъ дна до того уровня, отъ котораго можно класть камни на растворѣ горизонтальными рядами. Примѣрами чего могутъ служить старыя молы въ Фразебургѣ (въ сѣверо-восточной части Шотландіи), черт. 254, и молы небольшого также шотландскаго порта Бервикъ. Черт. 254 а.

Эти молы по конструкціи почти совершенно одинаковы и сходны съ молами въ Уэйтхэвенѣ и Скарборо; они составлены также изъ двухъ стѣнъ съ заполненіемъ пространства между ними наброскою рванаго камня. Стѣны устроены здѣсь: ниже уровня отлива изъ кладки наклонныхъ рядовъ на сухо, а выше изъ горизонтальныхъ рядовъ на растворѣ.

Стѣны эти кромѣ того усилены контрфорсами: въ Фразебургѣ съ одной морской стороны, а въ Бервикѣ какъ съ морской, такъ и съ портовой сторонѣ.

Со стороны моря устроены парапетныя стѣнки.

Способъ кладки камней наклонными рядами хотя и не получилъ значительнаго распространенія при устройствѣ моловъ изъ естественнаго камня, но за то, какъ мы это видѣли выше, этотъ способъ съ большою выгодною можетъ быть примѣняемъ для моловъ, устраиваемыхъ изъ массивовъ.

Молы съ основаніями или ризбермами изъ свай могутъ быть устраиваемы лишь въ томъ случаѣ, когда дно моря совершенно обнажается при отливѣ или въ тѣхъ рѣдкихъ случаяхъ, когда работу можно производить за перемычками. Въ виду этихъ условій устрой-

ство каменныхъ молвъ на свайныхъ основаніяхъ встрѣчается весьма рѣдко: примѣрами ихъ могутъ служить слѣдующія сооруженія.

Южный молъ въ Гавръ, черт. 255.

Каменный молъ трапецидальной формы основанъ здѣсь на поверхности грунта между двумя шпунтовыми рядами, а дно моря, по обѣимъ сторонамъ мола, укрѣплено каменною наброской и сваями, образующими ризбермы. Незначительная глубина воды при отливѣ дала возможность устроить ризбермы на сваяхъ, причѣмъ главное назначеніе ихъ удерживать на мѣстѣ каменную наброску и не дать ей быть размытой волненіемъ. Ширина деревянныхъ частей ризбермъ 24,5 ф. (7,5 метр.), каменные наброски сдѣланы болѣе чѣмъ вдвое шире. Суточная разность воды $14\frac{3}{4}$ фута, ширина мола по верху 24,5 фут., а у подошвы между шпунтовыми рядами почти 40 фут. (12 метр.), такъ что при высотѣ мола въ 32,8 фут. (10 метр.) уклонъ боковыхъ поверхностей составляетъ $10:2\frac{3}{4}$. Верхняя поверхность мола поднимается надъ уровнемъ высокихъ водъ на 7,5 фут. (2,30 метр.), и по обѣимъ сторонамъ выведены каменные парапетныя стѣнки.

Молы въ Сабль-д'Олоннъ, черт. 256.

Молы, подобно южному Гаврскому и другимъ вышеприведеннымъ моламъ, устроены изъ каменной кладки, въ видѣ двухъ стѣнъ съ заполненіемъ середины бетономъ. Основаніе заложено на сваяхъ и ростверкѣ, причѣмъ со стороны портового канала сдѣлана каменная берма съ уклономъ въ 1 : 10, укрѣпленная у подошвы двумя шпунтовыми рядами, пространство между которыми залито бетономъ. Ширина мола по верху 26 футовъ (7,6 метр.), по низу 36 фут. (11 метр.). Высота его 21,65 фут. (6,6 метр.), такъ что боковыя поверхности имѣютъ уклоны въ 4,33 : 1; форма мола правильно-трапецидальная; верхняя поверхность, поднятая надъ уровнемъ высокихъ водъ на 6 футовъ (1,8 метр.), вымощена подъ выпуклый профилъ. У внутренняго края сдѣлана небольшая парапетная стѣнка. Наибольшая суточная разность 20,35 фут. (5,90 метр.), такъ что ростверкъ основанія расположенъ нѣсколько выше уровня самаго низкаго отлива—но всетаки ниже уровня обыкновеннаго сизигійнаго отлива. Ширина бермы 19,68 фут. (6 метр.).

Молъ въ Ширнесъ, черт. 257.

Этотъ молъ выведенъ за перемычкой, изъ кирпичной, съ гра-

нитной облицовкой, кладки и отдѣляетъ небольшую портовую гавань отъ рѣки Темзы. Молъ, основанный на сваяхъ, забитыхъ по серединѣ вертикально, а по краямъ (подъ стѣнами) наклонно, составлень изъ двухъ лицевыхъ, криволинейныхъ стѣнъ, связанныхъ между собою поперечными стѣнами, образованные такимъ образомъ колодцы заполнены тощимъ бетономъ. Верхняя поверхность выложена плитами. Ширина мола: по верху 40 футовъ, по низу (на глубинѣ 27') 58 футовъ. Толщина продольныхъ стѣнъ вверху 10 фут., внизу 12 футовъ; верхній край мола поднять надъ ординаромъ на 23 фута. Суточная разность 18 футовъ.

Толщина поперечныхъ стѣнъ 4 фута, а разстояніе между ними (середина отъ середины) 20 футовъ. Продольныя стѣны обдѣланы противъ колодцевъ въ видѣ сводовъ, а дно колодцевъ обратнымъ сводомъ, сливающимся съ кривизною заднихъ поверхностей продольныхъ стѣнъ.

Мола изъ литаго бетона существуютъ въ нѣкоторыхъ портахъ Англіи; примѣровъ ихъ, однако, пока еще немного. какъ вслѣдствіе новизны этой системы, такъ и вслѣдствіе того, что бетонъ, погруженный въ воду, не всегда представляетъ достаточную надежность противъ размыва и разрушенія его водою и волненіемъ.

Между молами этого типа можно указать на слѣдующіе:

Мола въ Нью-Хэвентъ. черт. 258.

Портъ Нью-Хэвентъ находится въ каналѣ Ла-Маншь и есть ближайшій въ Каналѣ портъ къ Лондону, находясь при этомъ на ближайшемъ пути между Лондономъ и Парижемъ черезъ Діепшъ. Портъ самъ по себѣ весьма незначителенъ, но въ виду его географическаго положенія появилась необходимость въ постройкѣ солидныхъ портовыхъ сооружений для обезпеченія почтоваго движенія между столицами Франціи и Англіи.

Мола, устроенные въ послѣднее время, отлиты цѣликомъ изъ бетона, въ деревянныхъ ящикахъ, установленныхъ и укрѣпленныхъ на основаніи, сдѣланномъ изъ двухъ рядовъ мѣшковъ вѣсомъ каждый въ 104 тонны, поверхъ которыхъ налить предварительно слой бетона. Мѣшки подняты выше уровня обыкновеннаго отлива. Система устройства моловъ здѣсь та-же, что въ Абердинѣ, черт. 247 и 248, съ тою разницею, что мѣшки тяжелѣе, и боковыя рамы ящиковъ не имѣли внутреннихъ сквозныхъ укрѣпленій, а усилены шпренгелями

снаружи, что значительно облегчило разборку ящиков послѣ отвердѣнія бетона.

Ширина мола по верху 30 фут., уклоны боковыхъ поверхностей 8:1, верхняя поверхность мола поднята надъ уровнемъ высокихъ водъ на 10 футовъ, и суточная разность 20 футовъ. Съ морской стороны сдѣлана бетонная-же парапетная стѣнка, съ аркадами, обращенными къ порту, надъ которыми устроена площадка шириною въ 6 футовъ съ желѣзными перилами, для прогулки публики.

Мола въ Букки (Buckie). Черт. 259.

Незначительный портъ Букки въ Шотландіи, предназначенный специально для укрытія рыбацкихъ лодокъ, составленъ изъ молонъ цѣликомъ изъ бетона, отлитаго при помощи деревянныхъ ящиковъ, одѣтыхъ внутри парусиной. Общее очертаніе этихъ молонъ такое же, какъ и въ Нью-Хэвенѣ и Абердинѣ, но устройство рамъ было нѣсколько иное. Боковыя стѣнки стянуты здѣсь между собою болтами, пропущенными сквозь бетонъ въ деревянныхъ досчатыхъ трубахъ, такъ что они могли быть, послѣ отвердѣнія бетона, легко выдернуты. Здѣсь бетонъ налить, кромѣ того, прямо на дно моря, безъ предварительнаго устройства основанія изъ мѣшковъ, вслѣдствіе чего и ящики внутри были снабжены холщевыми днищами.

Нижняя часть мола до уровня отлива, равно какъ и наружныя поверхности, сдѣланы изъ жирнаго бетона (1:4), тогда какъ середина выше уровня воды сдѣлана изъ бетона тощаго (1:12) съ утробовкой слоями. Поверхъ мола, съ морской стороны, сдѣланъ парапетъ съ аркадами, подобно тому какъ въ Нью-Хэвенѣ. Ширина мола по верху 40 футовъ, у подошвы 50 футовъ, такъ что при высотѣ мола въ 38 фут. средний уклонъ боковыхъ поверхностей выходитъ въ 7,2:1; уклоны, впрочемъ, не одинаковы: наружная поверхность отложе, именно 5,43:1, тогда какъ уклонъ со стороны гавани 12,7:1.

Суточная разность 11 фут., и молъ поднять надъ уровнемъ прилива на 10 футовъ.

Новые мола въ Фрэзебургѣ, черт. 260.

Новые мола въ Фрэзебургѣ, выведенные при значительно большей глубинѣ, чѣмъ предъидущіе, устроены по типу Абердинскихъ и Нью-Хэвена. Нижняя часть до уровня отлива и нѣсколько выше сдѣлана изъ мѣшковъ, наполненныхъ бетономъ, а верхняя надводная часть съ парапетомъ—изъ бетона, отлитаго сплошной массой на мѣстѣ.

Ширина мола по верху 31 футъ, высота сплошной надводной части 20 футовъ, ширина этой части по низу 35 футовъ, такъ что средній уклонъ боковыхъ поверхностей мола составляетъ 5:1; съ морской стороны уклонъ этотъ сдѣланъ нѣсколько положе, именно 4:1, а со стороны гавани въ 7:1. Парашеть сдѣланъ высокою въ 6 фут. и шириною въ 8 футовъ, онъ предназначенъ какъ для защиты отъ волнъ, такъ и для прогулки публики, для чего снабженъ выше еще небольшою охраной стѣнкой.

Суточная разность здѣсь 12 футовъ, а верхняя поверхность мола поднята надъ уровнемъ высокихъ водъ еще на 10 футовъ.

Молы въ Абердинѣ, черт: 247 и 248, должны быть отнесены также къ этой категоріи моловъ, такъ какъ верхнія части ихъ сдѣланы изъ литаго бетона.

Молы изъ литаго бетона, какъ уже раньше было замѣчено, требуютъ весьма тщательной работы и жирнаго бетона, приготовленнаго на цементѣ самаго высокаго качества. Не смотря на соблюденіе этого требованія, нельзя всетаки быть увѣреннымъ въ томъ, что погруженный въ воду бетонъ не будетъ размытъ и что щебень, лишится вслѣдствіе этого размыва, цемента раньше, чѣмъ онъ успѣетъ съ нимъ схватиться; а также вслѣдствіе растворенія цемента морскою водою, щебень не удерживаясь въ сооруженіи, будетъ обсыпаться, образуя подъ водою пещеры, которыя вода ударами во время волненія мало-по-малу будетъ увеличивать, до полного разрушенія сооруженія. Подобныя разрушенія происходятъ болѣе или менѣе во всѣхъ отлитыхъ изъ бетона молахъ; наибольшія-же замѣчены были въ Абердинѣ и особенно во Фрззбургѣ. Въ послѣднемъ мѣстѣ разрушеніе не ограничивалось образованіемъ однихъ углубленій и пещеръ, но волна, пробивая насквозь все сооруженіе, образовала въ немъ сквозное отверстіе, черт. 261.

Начало разрушенія проявлялось обыкновенно въ литой бетонной массѣ у основанія ея, т. е. у линіи соединенія съ мѣшками, затѣмъ образовавшіяся углубленія все болѣе и болѣе увеличивались причѣмъ вымывались мѣшки верхняго ряда и наконецъ, при значительномъ утоненіи мола, онъ пробивался насквозь волною, получившею въ пещерѣ мола очень большую силу.

Исправленіе подобныхъ поврежденій заключается въ томъ, что пробитое углубленіе въ молѣ или пещеру углубляли еще нѣсколько,

вынимая всю рыхлую и непрочную поверхность бетона, уширяя при этомъ пещеру внутри, послѣ чего она заполнялась свѣжимъ жирнымъ бетономъ. Въ мѣстахъ, покрытыхъ водою, работа исполняется водолазами, и бетонъ въ совершенно свѣжемъ, мягкомъ, еще неотвердѣвшемъ видѣ опускають въ холщевыхъ мѣшкахъ, вмѣстѣ съ которыми онъ плотно забивается въ углубленіе мола.

Ненадежность бетонныхъ молонъ, а также и трудность исправленія поврежденій ихъ приводитъ къ тому, что слѣдуетъ отдать предпочтеніе моламъ, выстроеннымъ изъ такихъ матеріаловъ, которые не могли бы подвергнуться измѣненію отъ дѣйствія морской воды и волненія, каковыми являются естественные камни, дерево и массивы, бетонные или бутовые, приготовленные на берегу и получившіе до погруженія ихъ въ воду полную твердость.

Сверхъ вышеприведенныхъ типовъ молонъ встрѣчаются еще разныя другіе типы, составляющіе, болѣе или менѣе, сочетаніе главныхъ съ различными видоизмѣненіями, возникающими въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, характера волненія и отъ исправленія поврежденій и прибавленія матеріаловъ въ различныхъ мѣстахъ молонъ, гдѣ морское волненіе оказываетъ наиболѣе разрушительное дѣйствіе.

Къ такимъ моламъ, между прочимъ, можно отнести нѣкоторыя молы портовъ Средиземнаго моря, изъ которыхъ молы въ портахъ: *Бастія* въ Сардиніи и *Ницца* на сѣверномъ берегу Средиземнаго моря представляютъ наибольшій интересъ.

Молы порта *Бастія*, черт. 262, составлены изъ двухъ бетонныхъ стѣнокъ, отлитыхъ между деревянными щитовыми рамами, съ надстройками изъ кладки на растворѣ. Бетонная стѣнка со стороны моря сдѣлана вдвое шире 16,5 ф. (5 метр.) противъ ширины стѣнки, обращенной къ гавани, въ 8,25 ф. (2,5 метр.), и пространство между ними на ширинѣ 17 ф. (5,20 метр.) засыпано камнемъ, который поднять до портовой площади на 6,56 ф. (2 метр.) надъ ординаромъ.

Надстройка, обращенная къ морю, имѣетъ трапецидальную форму шириною: вверху въ 8,84 ф. (3 метр.) и внизу, у уровня воды— 13,12 ф. (4 метр.); она поднята на 19,68 ф. (6 м.) выше уровня воды. Уклоны боковыхъ поверхностей этой стѣнки со стороны моря 5,5:1, а со стороны гавани 12:1. Со стороны моря сдѣлана каменная отсыпь до уровня воды съ уклономъ въ 1:1, покрытая сверху

наброскою изъ массивовъ толщиною въ 11,5 ф. (3,5 метр.), поднятой на 8,2 фут. (2,5 метр.) выше уровня воды и образующей на этой высотѣ берму шириною въ 13,12 фут. (4 метр.). Со стороны гавани молъ обдѣланъ набережною, поднятой на 6,56 ф. надъ уровнемъ воды. Поверхность вымощена тесаннымъ камнемъ, и такимъ же камнемъ облицована кладка стѣнъ надъ водою.

Щиты, образующіе ящики для бетона, оставлены въ кладкѣ мола неразобранными.

Этотъ молъ соединяетъ съ собою почти все роды кладокъ: накидную кладку на растворѣ, погружаемую бетонную и наброску массивовъ; недостаетъ здѣсь лишь правильной кладки массивовъ и кладки мѣшковъ.

Молъ въ *Ничцѣ*, черт. 263, выведенный при глубинѣ воды въ $21\frac{3}{4}$ фута (6,5 метр.), составленъ изъ бетонной стѣнки шириною въ 16,4 ф. (5 метр.) подъ водою, отлитой между двумя деревянными стѣнками, стянутыми другъ съ другомъ болтами. Выше сдѣлана стѣнка, шириною въ 16 ф. и высотой въ 10 футовъ, изъ кладки на растворѣ, съ облицовкою изъ тесанныхъ камней. Верхняя поверхность сдѣлана нѣсколько выпуклою, а боковыя поверхности съ уклономъ въ 10 : 1. По обѣимъ сторонамъ сдѣланы каменные отсыпи съ небольшими бермами у уровня воды; уклоны этихъ отсыпей: со стороны моря 1 : 2, а со стороны гавани 1 : 1.

Принимая во вниманіе значительную стоимость каменныхъ моловъ и громадную массу матеріала, потребнаго на ихъ устройство, а главное то, что сплошныя сооруженія, каковыми представляются все вышеприведенные типы моловъ, измѣняютъ совершенно весь характеръ морскихъ теченій и явленія отъ этого происходящія, дѣлались попытки устраивать молы съ нижнею сквозною частью и лишь верхнею сплошною, для удержанія волненія у поверхности воды. Англійскій инженеръ Кальверъ (Calver) предложилъ для этой цѣли устанавливать рядъ щитовъ, не доходящихъ до дна, укрѣпленныхъ сваями, съ подпертыми подкосами; но они, не представляя достаточнаго сопротивленія сильнымъ бурямъ и уступая немногимъ въ цѣнѣ сплошнымъ моламъ, не получили вовсе примѣненія. Другая система сквозныхъ металлическихъ моловъ, предложенная имъ же, Кальверомъ, заключалась въ установкѣ металлическихъ винтовыхъ свай

діаметромъ въ 2,5 фут., черт. 264, въ разстояніи трехъ діаметровъ центръ отъ центра. Каждая свая подперта двумя желѣзными же подкосами, вращающимися верхними своими концами около горизонтальных шарнировъ, которыми они связаны со сваями; къ нижнимъ концамъ подкосовъ прикрѣплены чугунные башмаки, которыми подкосы упираются въ дно моря. По мнѣнію Кальвера молы, устроенные подобнымъ образомъ, могутъ на столько умѣрить морское волненіе, что они пригодны для огражденія рейдовъ, для которыхъ не требуется совершенно спокойной воды. Мнѣніе Кальвера однако не оправдалось, и предложеніе его не получило примѣненія. Для этой же цѣли Беннетъ Хайсъ (Bennett Hays) предложилъ устроить металлическихъ сквозные молы, черт. 265, съ расположеніемъ системы наклонныхъ въ сторону гавани сплошныхъ щитовъ у уровня волненія. Вода во время волненія, не имѣя поступательнаго движенія, а лишь колебательное вверхъ и внизъ, распредѣляется въ промежуткахъ между щитами уступами и этимъ не даетъ волненію распространяться на другую сторону мола.

Моль этой системы былъ для опыта поставленъ въ портъ Аделаидѣ въ Австраліи и позже въ Бристольскомъ заливѣ въ Ньюпортѣ, въ Англіи, и хотя онъ повидимому даетъ хорошіе результаты, но на врядъ-ли можетъ получить примѣненіе, такъ какъ стоимость его весьма близко подходитъ къ стоимости каменнаго мола, а продолжительность его службы несравненно меньше и, подвергаясь случайнымъ ударамъ, онъ легко можетъ быть разрушенъ.

Система эта представляетъ большое преимущество въ томъ, что не задерживаетъ морского теченія и не измѣняетъ режима берега, движенія наносовъ и складыванія ихъ.

Представленный на чертежѣ 265 типъ мола состоитъ изъ 4-хъ рядовъ винтовыхъ свай, связанныхъ между собою въ неизмѣняемую треугольную систему. Средніе два ряда свай служатъ для укрѣпленія щитовъ, а крайніе для приданія всему сооруженію большей устойчивости.

Само собою разумѣется, что щиты должны быть расположены во всю высоту волненія и приливовъ и отливовъ — подняты выше самаго высокаго прилива и опущены ниже уровня равноденственнаго, сизигійнаго отлива.

Въ послѣднее время, при улучшеніи портовъ Сѣверной Франціи:

Діеппь, Кале, Дюнкирхень и другихъ, фермы сквозныхъ частей парныхъ моловъ устроены изъ желѣза. Черт. 266 представляетъ одну изъ фермъ, составленную изъ желѣзныхъ уголковъ, связанныхъ въ треугольную систему и поставленныхъ на наклонныхъ плоскостяхъ волноломовъ (Brise-lame) парныхъ моловъ Діеппскаго порта.

Въ Байоннѣ, въ устьѣ рѣки Адурѣ выстроены сквозные металлические молы значительныхъ размѣровъ, съ цѣлью углубленія бара передъ устьемъ рѣки, который, благодаря засоренію рѣки песками, заносимыми съ дюннаго берега Les Landes, постоянно увеличивается складываніемъ этихъ наносовъ и дѣйствіемъ теченія воды.

Уже давно принимались всевозможныя мѣры къ уменьшенію складыванія наносовъ на барѣ и углубленію его, но все безъ ожидаемаго успѣха.

Въ 1866 г. инженеръ Пронтъ (Prompt) предложилъ устроить парные сквозные молы изъ металлическихъ трубъ (колоннъ) діаметромъ въ 2 метра, раcтавленныхъ въ разстояніи 5 метровъ центръ отъ центра, черт. 267. Верхушки колоннъ подняты до уровня среднихъ водъ (+ 1,81 м.) и надстроены сквозною, изъ желѣзныхъ уголковъ, надстройкою, на верху которой сдѣланъ помостъ. Между колоннами опущены сквозные деревянные щиты, которые, замыкая до нѣкоторой степени пространство между сваями, направляютъ струю рѣчной воды; послѣдняя, проходя отчасти и между сваями, оставляетъ между ними часть влекомыхъ наносовъ и, подходя къ бару очищенною, промываетъ его, способствуя поддержанію на немъ требуемой для судоходства глубины. Одновременно съ этимъ береговое теченіе и волненіе, проходя между колоннами моловъ въ портовой каналъ, поддерживаетъ въ немъ нѣкоторое движеніе воды, не дающее наносамъ осѣсть въ каналѣ.

Съ устройствомъ этихъ сквозныхъ моловъ состояніе устья рѣки Адурѣ значительно улучшилось, но молы эти ни въ какомъ случаѣ не могутъ служить для защиты портоваго канала отъ волненія.

Были сдѣланы также попытки умѣрить морское волненіе плавучими сооруженіями.

Извѣстно, что большое морское судно съ большою осадкою, подвергаясь дѣйствію волненія съ навѣтренной стороны, удерживаетъ до нѣкоторой степени это волненіе, отчего послѣднее ощущается съ подвѣтренной стороны значительно слабѣе. Малыя суда и гребныя

лодки, подходя къ большому судну, держатся всегда съ подвѣтренной стороны, и съ этой-же стороны спускаются всегда трапы. Это обстоятельство навело на мысль устраивать плавучіе волноломы, въ надеждѣ сдѣлать большія сбереженія въ стоимости этихъ сооруженія.

Изъ испытанныхъ по настоящее время плавучихъ моловъ извѣстны молы въ Сіотати во Франціи, въ Брайтонѣ въ Англіи и у Лисьяго носа, близъ С.-Петербурга.

Взамѣнъ продолженія южнаго мола въ Сіотати, черт. 268, а также для защиты входа въ портъ отъ волненія и судовъ отъ находящейся здѣсь подводной скалы, рѣшено было въ 1848 г. поставить систему плавучихъ моловъ.

Молы эти, черт. 269, состояли изъ деревянныхъ ящиковъ призматической формы, шириною въ 5 метр., высоту 8 метр. и длиною 24,20 метр., прикрѣпленныхъ ко дну цѣпями и якорями. Ящики установлены были въ два ряда, въ шахматномъ порядкѣ, такимъ образомъ, чтобы интервалы одного ряда закрывались ящиками другого ряда.

При этомъ вся система ящиковъ представляла сплошную преграду волнамъ, направленнымъ ко входу въ портъ. Эти молы оказались, однако, совершенно ненадежными: ящики, приходя въ движеніе во время волненія, сталкивались между собою и разбивались; при этомъ прислуга, оставленная на ящикахъ для надзора, вся разбѣжалась, оставивъ все на произволь ярости морского волненія.

Почти одновременно съ этимъ англійскій инженеръ Тайлоръ устроилъ въ Брайтонѣ въ Англіи подобный-же волноломъ, который далъ нѣсколько лучше результаты относительно уничтоженія волненія, но и онъ въ концѣ концовъ былъ разбитъ и выброшенъ волнами на берегъ. До устройства Тайлоромъ плавучаго волнолома, пользовались часто въ англійскихъ военныхъ портахъ старыми военными судами для образованія подъ ихъ защитой болѣе спокойныхъ водныхъ пространствъ для стоянки гребнаго флота и маленькихъ канонерскихъ лодокъ.

Во время Крымской кампаніи въ 1854 — 1855 годахъ, для защиты нашихъ канонерскихъ лодокъ, была устроена на Лисьемъ Носу, близъ Петербурга, гавань, защищенная рядомъ плавучихъ моловъ. Молы эти, составленные на подобіе Сіотатскихъ изъ деревянныхъ призматическимъ ящиковъ, нагруженныхъ, для большей устойчивости,

каменнымъ балластомъ, установлены были въ одинъ рядъ; они связаны были концами между собою и съ дномъ цѣпями и якорями, помѣщенными у концовъ крайнихъ ящиковъ и, кромѣ того, по обѣимъ сторонамъ каждаго ящика.

Моль этотъ оказался вполне соответствующимъ своему назначенію, при направленіи вѣтра перпендикулярно къ оси мола, но при наклонномъ направленіи вѣтра ящики приходили въ движеніе, сталкивались между собою и вскорѣ были разбиты и вытащены, какъ совершенно негодные, на берегъ.

Всѣ эти опыты съ плавучими молами, давшіе неудовлетворительные результаты, привели къ тому общему убѣжденію, что подобныя сооруженія должны быть оставлены и, для образованія надежнаго порта, необходимо прибѣгнуть къ устройству постоянныхъ оградительныхъ морскихъ сооруженій.

Въ послѣднее время предложена, однако, инженеромъ путей сообщенія Саханскимъ новая система плавучихъ моловъ, которая существенно отличается отъ прежде испытанныхъ. Молы г. Саханскаго состоятъ изъ призматическихъ желѣзныхъ ящиковъ, черт. 270, прикрѣпленныхъ ко дну моря цѣпями и винтовыми якорями такимъ образомъ, чтобы цѣпи постоянно были туго натянуты, вслѣдствіе постояннаго стремленія ящика всплыть на поверхность воды. Этимъ достигается большая жесткость и ящики, подъ дѣйствіемъ волненія, могутъ лишь наклоняться въ сторону дѣйствія вѣтра, но не перемѣщаться какъ судно, укрѣпленное на двухъ якоряхъ слабо натянутыми цѣпями, какъ это имѣло мѣсто при прежнихъ деревянныхъ плавучихъ молахъ.

Система эта, имѣя повидимому многое, говорящее въ ея пользу, не была однако еще испытана, почему и нельзя дать о ней положительнаго заключенія; можно только сказать, что большая ея стоимость (не менѣе 2,000 р. на пог. саж.) наврядъ-ли дастъ ей возможность получить примѣненіе, не говоря уже о неопредѣленности напряженія постоянно натянутыхъ цѣпей, которое вызываетъ сомнѣніе въ возможности устойчиваго и надежнаго укрѣпленія моловъ ко дну моря во время сильнаго волненія и бури.

Части морскихъ моловъ, какъ-то: сопряженіе съ берегомъ—*корень*, и выступающая свободно въ море—*голова*, должны быть устроены особенно тщательно. Корень мола долженъ быть такъ связанъ съ берегомъ, чтобы онъ не могъ быть отмытъ и отдѣленъ отъ него, по-

чему при слабомъ грунтѣ берега необходимо, помимо принятія мѣръ къ предотвращенію размыва его, впустить корень мола въ берегъ на нѣкоторое протяженіе. *Голова*, подверженная наибольшему волненію, развивающемуся всегда при входѣ въ портъ, и устраиваемая при большей глубинѣ, такъ какъ глубина при входѣ дѣлается всегда, по возможности, нѣсколько больше глубины порта, должна имѣть ббльшіе противу мола размѣры. Сверхъ того помѣщаются обыкновенно на головѣ портовой огонь или маякъ, иногда и жилой домъ для прислуги при маякѣ, и часто также приспособленія для втяги- ванія судовъ въ портъ, какъ-то: кабестаны, тумбы; необходимо кромѣ того имѣть достаточное помѣщеніе для людей, собирающихся всегда на головѣ мола во время бури для подачи необходимой помощи входящимъ въ портъ судамъ. Все это дѣлаетъ необходимымъ увеличеніе размѣровъ головы. Сильное волненіе, развивающееся при входѣ въ портъ, тоже заставляетъ поднимать голову выше мола. Ширина головы дѣлается обыкновенно отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 разъ болѣе ширины мола, высота на 3'—4' до 1 сажени выше мола, а длина по направленію оси мола въ $1\frac{1}{2}$ до 2 разъ больше ширины головы; впрочемъ, эта длина можетъ быть и увеличена въ случаѣ необходимости имѣть на головѣ еще большую площадь.

Уширеніе головы, располагають различно, черт. 271; или симметрически а) относительно оси мола, уширяя голову въ обѣ стороны одинаково, или уширеніе дѣлають со стороны моря б), или со стороны гавани в).—Послѣднее очертаніе головы не позволяетъ морской волнѣ при входѣ въ портъ распространяться сильно вдоль мола, почему оно должно быть предпочтительно въ томъ случаѣ, когда вдоль мола происходитъ нагрузка судовъ и моль обдѣланъ съ внутренней стороны набережной. Уширеніе головы со стороны моря задерживаетъ волны, идущія ко входу вдоль наружной стороны мола, что при предъидущемъ очертаніи головы не имѣетъ мѣста; но зато, при направленіи волненія прямо ко входу, оно, входя въ портъ, можетъ развиться, скользя свободно вдоль внутренней стороны мола.

Симметрическое уширеніе головы въ обѣ стороны соединяетъ въ себѣ преимущества предъидущихъ расположеній по отношенію удержанія морскаго волненія, но обходится значительно дороже.

Видя несомнѣнную выгоду въ уширеніи головы со стороны порта, надо еще обратить вниманіе на необходимость имѣть у головы мола

сходъ къ поверхности воды и укрытое мѣсто для гребныхъ лодокъ, что совершенно неизбѣжно при волноломахъ, не имѣющихъ сухопутнаго сообщенія съ берегомъ. Въ виду всего этого даютъ головѣ мола въ большинствѣ случаевъ очертаніе съ уширеніемъ въ сторону порта. Въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ устраиваютъ голову мола въ видѣ однобочнаго или двубочнаго костыля черт. 272 а и б, что обуславливается желаніемъ большей защиты порта отъ волненія и удержанія наносовъ и камней на наружномъ откосѣ мола, при перемѣщеніи ихъ вдоль мола ко входу въ портъ во время сильнаго волненія. Наружное очертаніе головы мола зависитъ отъ матеріала, изъ котораго голова сдѣлана; при деревянныхъ молахъ, свайныхъ или ряжевыхъ очертаніе бываетъ прямолинейное, въ видѣ прямоугольника, квадрата или многоугольника; при каменныхъ-же молахъ головѣ даютъ большею частью криволинейное очертаніе въ видѣ полукруга, круга или эллипса.

Черт. 273 представляетъ общій видъ головы каменнаго мола изъ наброски съ надстройкой изъ массивовъ и каменной кладки.

Переходъ отъ поверхности мола къ поверхности головы дѣлается или лѣстницей, или пологою наклонною плоскостью (здѣсь представлена наклонная плоскость); парапетная стѣнка продолжается по краю головы мола и въ концѣ загиба оканчивается лѣстницей. Во входящемъ углѣ, между молотомъ и головою, устраиваютъ лѣстницу съ площадкою у уровня воды, для причаливанія гребныхъ лодокъ. На головѣ показанъ маякъ съ жилымъ домомъ для маячной прислуги.

Одежда бермы бетонными массивами или крупными камнями продолжается вокругъ головы до уступа со стороны гавани.

Наружная округленная поверхность головы мола покрывается иногда деревянной одеждой для того, чтобы суда, при входѣ въ портъ, при ударѣ о голову, что нерѣдко имѣетъ мѣсто при сильномъ волненіи, не разбивались; такая-же одежда нужна при головахъ, ограниченныхъ пологими откосами, чтобы входяція въ портъ суда не могли разбиться объ откосъ мола, а при деревянныхъ и фашинныхъ молахъ, чтобы головы отъ этихъ ударовъ не страдали.

ГЛАВА XVIII.

Производство работъ при устройствѣ моловъ и волноломовъ.—Забивка и завинчиваніе свай.—Забивка свай вбрызгиваніемъ воды.—Завинчиваніе свай по способу Куда.—Установка фермъ сквозныхъ моловъ.—Рубка и погруженіе ряжей, прикрѣпленіе ряжа въ дну моря.—Вязка и погруженіе, фасинныхъ тюфяковъ для устройства морскихъ моловъ.

Забивка и завинчиваніе свай при производствѣ морскихъ работъ сопряжены обыкновенно съ большими затрудненіями, чѣмъ это имѣетъ мѣсто при производствѣ работъ на сушѣ. Затруднительность разбивки сооруженія и производства самихъ работъ по створнымъ и другимъ знакамъ, установленнымъ на берегу, или по буйкамъ, вѣхамъ и бакенамъ, болѣе или менѣе подвижнымъ, а равно и большая глубина воды и волненіе, развивающееся всегда въ морѣ, заставляютъ обыкновенно прибѣгать къ такому способу исполненія этихъ работъ, при которомъ отстроенная часть сооруженія могла бы служить для указанія направленія послѣдующихъ работъ и подмостками для установки рабочихъ механизмовъ и приборовъ.

Наши сѣверныя моря, которыя зимою покрывается льдомъ, даютъ возможность въ это время производить разбивку работъ со льда, какъ на сушѣ, а равно и забивку свай, для чего пробиваютъ во льду дунки; при этомъ надо, однако, озаботиться о томъ, чтобы во время вскрытія и ледохода, ледъ не могъ-бы перетереть забитыя въ грунтъ свай, и чтобы зимою ледъ не могъ примерзнуть къ забитымъ уже сваямъ и такимъ образомъ, при поднятіи уровня воды, нагнанной морскими вѣтрами, выдернуть ихъ изъ грунта; въ предотвращеніе сего послѣдняго, ледъ вокругъ свай долженъ быть всегда околоть.

Порядокъ забивки свай при устройствѣ мола, сооруженія, имѣющаго большое продольное протяженіе, бываетъ обыкновенно такой, что работу начинаютъ у одного конца, у берега, и выдвигаютъ ее понемногу впередъ, пользуясь всегда забитыми сваями, какъ подмост-

ками, на которыхъ устанавливаются копры и другіе механизмы, необходимые для работъ. При такомъ единственно рациональномъ способѣ производства работъ, фронтъ ихъ будетъ очень малъ и работы могутъ подвигаться лишь медленно.

Если же хотять увеличить фронтъ работъ, чтобы производить забивку свай одновременно въ различныхъ мѣстахъ одного и того же мола, или же при устройствѣ волнолома, не имѣющаго связи съ берегомъ, то, опредѣливъ сначала начальные пункты работъ точнымъ указаніемъ ихъ створами и буйками, образуютъ въ этихъ мѣстахъ искусственно островки или изъ свай, или изъ ряжей, отъ которыхъ начинаютъ работу какъ отъ берега, одновременно выдвигая сооруженіе частями на встрѣчу другъ другу.

Независимо отъ главныхъ свай, входящихъ непосредственно въ составъ сооруженія, забиваются также и подмосточныя свай, количество которыхъ можетъ быть значительно сокращено, а самая забивка ихъ облегчена. Эти подмосточныя свай могутъ быть забиваемы съ плотовъ и баржъ, но болѣе надежно забивать ихъ при помощи особыхъ копровъ-піонеровъ, дающихъ возможность забивать свай на 7—9 футовъ впереди точки опоры копра. Такіе копры-піонеры употреблялись у насъ при работахъ Либавскаго, Мариупольскаго и Николаевскаго портовъ; причѣмъ ими могутъ быть забиваемы не только подмосточныя, но иногда и основныя свай сооруженія.

Общій ходъ забивки свай при этомъ слѣдующій, (черт. 274). На чертежѣ представленъ поперечный профиль и фасадъ деревянныхъ частей Мариупольскихъ моловъ. Главныя ряды свай сплошныя, наклонныя, между которыми забиты три ряда подмосточныхъ свай, состоятъ изъ двойныхъ направляющихъ свай, связанныхъ поперекъ мола брусомъ, сжатымъ между верхними концами ихъ; эти свай схвачены, кромѣ того, продольными схватками. Поперечныя брусья служатъ насадками для подмосточныхъ свай, забитыхъ между сплошными рядами. Сначала, начиная съ берега, тремя копрами-піонерами забиты подмосточныя свай (средніе три ряда), которыя временно схвачены поперечными схватками; на нихъ положены прогоны (вдоль сооруженія), по которымъ выдвигаются копры-піонеры до впереди забитыхъ свай.

Непосредственно за копрами-піонерами, выдвинуты, также на прогонахъ подмосточныхъ свай, два наклонныхъ боковыхъ машин-

ныхъ копра, при помощи которыхъ забиваютъ противъ подмосточныхъ свай двойныя направляющія (маячныя) сваи боковыхъ сплошныхъ рядовъ. Послѣ ихъ забивки, положены поперечные брусья, которые, служа насадками для подмосточныхъ свай и связанные съ ними на шипахъ, просунуты между верхними концами маячныхъ свай, и связаны съ ними врубкой и болтами. Одновременно съ этимъ положены горизонтальныя, продольныя схватки, связывающія маячныя сваи въ каждомъ ряду между собою. Окончивъ эту работу, копры выдвигаютъ впередъ къ слѣдующимъ подмосточнымъ сваямъ, а за ними на прогонахъ, уложенныхъ по насадкамъ помоста, выдвигаютъ двубочный наклонный пародѣйствующій коперъ, при помощи котораго забиваютъ одновременно съ обѣихъ сторонъ сплошные ряды свай, направляя ихъ продольными схватками и маячными сваями. Послѣднія при этомъ входятъ въ составъ свай сплошныхъ рядовъ. По мѣрѣ окончанія забивки сплошныхъ рядовъ свай, продольныя направляющія схватки снимаются и замѣняются предварительно другими, спущенными ниже уровня воды; по мѣрѣ загрузки пространства между сваями камнемъ, вмѣсто временныхъ деревянныхъ поперечныхъ связей кладутся желѣзные тяжи, пропущенные сквозь опущенныя ниже уровня воды схватки сплошныхъ рядовъ свай.

Такой способъ производства забивки свай безъ плавучихъ подмостей даетъ возможность работать даже при значительной зыби, что невысказимо при забивкѣ свай съ плотовъ или баржъ и вообще съ плавучихъ подмостей.

Въ плотныхъ песчаныхъ грунтахъ, каковыя встрѣчаются часто на дюнныхъ берегахъ, какъ по западному побережью Европы, такъ и у насъ въ Либавѣ, сваи при забивкѣ, входя сначала въ грунтъ, такъ сильно засасываются пескомъ, что при дальнѣйшей забивкѣ иногда измочаливаются.

Это измочаливаніе происходитъ часто въ забитой въ грунтѣ части сваи, такъ что оно совершенно скрыто отъ глаза и такія сваи, не представляя ни какого сопротивленія вертикально-дѣйствующему усилию, чрезвычайно вредны для сооруженія.

Во избѣжаніе этого стали во многихъ мѣстахъ сваи и даже шпунтовые ряды погружать не ударами, а лишь давленіемъ тяжелой бабы, положенной на верхушку сваи. Для того, чтобы свая при этомъ уходила въ землю, рядомъ съ нею положена

железная труба, которая, спущенная вниз по свае, вставлена в бапмакъ ея и выпущена у вершины послѣдняго, (черт. 274 а). Въ эту трубу при помощи насоса накачивается вода, которая, выходя струею изъ нижняго конца, у вершины бапмака, размываетъ грунтъ подъ сваей, отчего послѣдняя подъ вліяніемъ собственной тяжести и тяжести бабы уходитъ въ землю.

Этотъ способъ примѣнялся въ Либавѣ при забивкѣ свай для устройства небольшой временной гавани въ новомъ военномъ портѣ, гдѣ порядокъ производства работъ былъ тотъ-же, который примѣненъ былъ въ Мариуполѣ.

Подобный же способъ примѣнялся въ Дюнкирхенѣ для забивки шпунтовыхъ рядовъ вокругъ морскихъ шлюзовъ и сухихъ доковъ, и примѣняется почти исключительно въ Сѣверной Америкѣ вездѣ, гдѣ приходится сваи погружать въ чистый песчаный грунтъ. Въ Дюнкирхинѣ шпунтовые ряды погружались по прясламъ, на глубину $1\frac{1}{2}$ сажень. Одно прясло, длиною въ 1 саж., составлялось изъ двухъ направляющихъ свай (крайнихъ) (черт. 274 б), и заборки изъ шпунтовыхъ досокъ; оно связывалось вверху схватками, а внизу двумя болтами, пропущенными сквозь направляющія сваи и плотно прилаженными къ шпунтовымъ доскамъ. Вдоль каждой сваи и доски положены были желѣзныя трубы, оканчивавшіяся въ бапмакахъ; вверху трубы связаны были между собою одною общеою горизонтальною трубою, идущею къ паровому насосу.

Установивъ собранное прясло шпунтоваго ряда вертикально и положивъ поверху брусъ, прикрывающій все прясло, на него ставилась баба копра вѣсомъ въ 60 пудовъ. При накачиваніи затѣмъ воды въ трубы, все прясло, подъ давленіемъ бабы копра, уходило въ грунтъ на всю его высоту. Погрузивъ одно прясло возлѣ другого, ихъ смыкали между собою забивкою досокъ въ пазы смежныхъ направляющихъ свай.

Способъ этотъ, давшій вездѣ, при однородныхъ песчаныхъ грунтахъ, весьма хорошіе результаты, требуетъ, однако, нѣкоторой осторожности. Необходимо, послѣ полного погруженія сваи или прясла шпунтоваго ряда, немедленно вынуть трубы, иначе онѣ такъ сильно засасываются легко подвижнымъ грунтомъ, что нельзя ихъ послѣ выдернуть.

Подобный способъ забивки свай и шпунтовыхъ рядовъ при по-

мощи вбрызгиванія воды помимо простоты самаго производства работъ оказывается весьма выгоднымъ въ экономическомъ отношеніи. Свая 6-ти саженная, для забивки ея на глубину отъ 2-хъ до 3-хъ сажень, требуетъ отъ 200 до 300 ударовъ бабы вѣсомъ около одной тонны, для чего требуется отъ 1 до 2 часовъ времени. Примѣняя же гидравлическій способъ, какъ это исполняется въ настоящее время при всѣхъ морскихъ работахъ въ Сѣверной Америкѣ, 27 фунтовая свая діаметромъ въ 14" погружается въ грунтъ на глубину 17' давленіемъ бабы вѣсомъ въ 75 пудовъ въ теченіи нѣсколькихъ минутъ. Примѣняя кромѣ того поворотные копры, передвигаемые вдоль мола по рельсамъ, въ среднемъ на погруженіе каждой сваи требуется не болѣе 10 минутъ времени. Способъ этотъ возможенъ только при однородномъ мелко-песчаномъ грунтѣ и съ нѣкоторою примѣсью ила и мелкихъ ракушекъ; при грунтахъ же неоднородныхъ: глинистыхъ и содержащихъ крупныя камни способъ этотъ вовсе не пригоденъ.

Вмѣсто забивки подмосточныхъ или отдѣльныхъ свай, въ случаѣ мягкаго илистаго, глинистаго или песчанаго грунта, онѣ могутъ быть завинчиваемы.

Для этой цѣли обдѣлываютъ нижній конецъ сваи конусомъ, (черт. 275), на поверхности котораго по винтовой линіи выдалбливается пазъ, въ который вставляютъ дубовыя дощечки, образующія винтовую лопасть; дощечки связываются желѣзною полосой, изогнутой по винтовой линіи и наложенной на винтовой поверхности дощечекъ; полоса эта прикрѣплена къ нимъ винтами.

Завинчиваніе производится съ плотовъ или баржъ, установленныхъ на якоряхъ причемъ, установивъ сваю вертикально на дно, на верхушку ея надѣваютъ чугунную муфту со вставленными въ нее аншпугами, дѣйствуя на которые рабочими, завинчиваютъ сваю въ грунтъ.

Вмѣсто обдѣлки конца сваи деревянною винтовою лопастью, надѣваютъ на нее винтовой чугунный башмакъ (черт. 276); прикрѣпляютъ его горизонтальнымъ болтомъ, пропущеннымъ сквозь сваю, чтобы онъ не могъ вращаться отдѣльно отъ нея. Завинчиваніе производится такимъ же образомъ, какъ выше, т. е. аншпугами, вставленными въ чугунный наголовникъ сваи.

Завинчиваніе отдѣльныхъ свай съ плотовъ идетъ довольно мед-

ленно, почему въ случаѣ необходимости скорого хода работъ и одновременнаго завинчиванія нѣсколькихъ свай примѣняютъ способъ инженера Куды (Coood), производителя работъ по устройству Портландскаго волнолома (черт. 277).

Способъ этотъ, дающій возможность завинчивать сваи безъ особыхъ подмостей, пользуясь готовою частью сооруженія, заключается въ томъ, что, установивъ и укрѣпивъ вертикально сваю, на верхушку ея надѣваютъ наголовникъ съ аншпугами, на концахъ которыхъ сдѣланы вилкообразныя раздвоенія.

На берегу или на готовой части сооруженія устанавливается паровая лебедка, или другой какойнибудь приводъ, отъ вала котораго идетъ безконечный проволочный канатъ, снабженный узлами, расположенными приблизительно въ такомъ же разстояніи другъ отъ друга, въ какомъ находятся вилки смежныхъ аншпуговъ, считая по прямому направленію. Канатъ идетъ отъ лебедки къ свай и, направляясь подставленными катками, входитъ въ вилку ближайшаго аншпуга, далѣе ко второму аншпугу, также въ вилку его, и проходитъ такимъ же образомъ черезъ всѣ аншпуги, послѣ чего возвращается обратно къ лебедкѣ.

При дѣйствіи лебедки канатъ получаетъ поступательное движеніе и, направляясь въ вилки аншпуговъ, захватываетъ за нихъ своими узлами, вращая и завинчивая при этомъ въ грунтъ сваю.

Этотъ способъ, примѣненный въ первый разъ г. Кудомъ при устройствѣ подмостей Портландскаго волнолома, далъ чрезвычайно хорошіе результаты. Для завинчиванія обыкновеннымъ способомъ, непосредственно рабочими одной сваи, необходимо было въ день до 20 человекъ рабочихъ; примѣняя-же способъ Куды, возможно было при локобилѣ въ 20 силъ и 15 рабочихъ завинтить до 5 свай въ то-же время. Въ среднемъ-же при производствѣ этихъ работъ требовалось отъ 2¹/₂ до 3 часовъ на каждую сваю, что составляетъ въ 10 часовой рабочей день отъ 3 до 4 свай.

При устройствѣ сквозныхъ моловъ, составленныхъ изъ отдѣльныхъ фермъ, какъ напримѣръ въ Калѣ, Дюнкирхенѣ и въ другихъ вышеописанныхъ портахъ Франціи, каждую ферму собираютъ отдѣльно на берегу и, подводя ее, вполне собранною, на плотяхъ или баркахъ во время прилива, поднимаютъ и устанавливаютъ ее при помощи крана, выдвинутаго на готовую часть мола, черт. 278. Ожи-

дая отлива, до наступленія котораго баржу или плотъ отводятъ въ сторону, рабочіе спускаются на обнаженную подводную часть мола и укрѣпляютъ болтами ферму на своемъ мѣстѣ, причемъ ее немедленно связываютъ съ готовою частью мола продольными схватками и прогонами.

Рубка ряжей производится обыкновенно на берегу, причемъ, какъ уже выше было замѣчено, врубку бревенъ дѣлаютъ въ чашку, при пересѣченіи внутреннихъ стѣнъ между собою, и въ лапу, при пересѣченіи въ углахъ и съ наружными стѣнами; соединеніе вѣнцовъ между собою дѣлается при помощи сжимовъ, ершоновъ гвоздей, деревянныхъ нагелей или болтовъ, причемъ сжимы и ерши, какъ болѣе простые и менѣе дорогіе, употребляются всего чаще.

При совершенно горизонтальномъ и ровномъ днѣ того мѣста, гдѣ ящики должны быть погружаемы, они собираются на берегу въ такомъ видѣ, въ какомъ они должны быть на мѣстѣ; пронумеровавъ затѣмъ всѣ бревна, ящикъ разбираютъ, за исключеніемъ трехъ нижнихъ вѣнцовъ и днища. Это послѣднее, составленное изъ бревенъ или пластинъ, располагаютъ между вторымъ и третьимъ вѣнцами ящика. Спустивъ неразобранную часть ящика въ воду, для чего онъ долженъ быть собранъ на берегу на каткахъ (бревнахъ), лежащихъ на наклонной бревенчатой-же постели, черт. 279, его буксируютъ и устанавливаютъ надъ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ онъ долженъ быть погруженъ. Укрѣпивъ его какъ слѣдуетъ на якоряхъ, собираютъ верхнюю часть, скрѣпляя всѣ вѣнцы надлежащимъ образомъ между собою, послѣ чего приступаютъ къ загрузкѣ его камнемъ. Эта послѣдняя работа должна быть произведена съ большою осторожностью; необходимо камень класть въ ряжи возможно равномернѣе, дабы ряжь, при погруженіи въ воду, не могъ принять неправильное положеніе и даже опрокинуться; послѣднее можетъ имѣть мѣсто при большой глубинѣ и неравнобѣрной нагрузкѣ. Ряжевой ящикъ, во все время нагрузки его камнемъ удерживаютъ на канатахъ, которые по немногу травятъ, по мѣрѣ погруженія ящика.

Для болѣе правильной загрузки ящиковъ, камень размѣщаютъ сначала, равномерно, въ крайнихъ ящикахъ, оставляя средніе незагруженными до тѣхъ поръ, пока ящикъ не сядетъ совершенно на дно моря.

Подвозъ камня для нагрузки ряжей производится при помощи

открытыхъ баржъ и лодокъ, съ которыхъ рабочіе непосредственно руками бросаютъ камень въ ряжъ.

При очень высокихъ ряжахъ, загрузка ихъ камнями представляетъ большое затрудненіе, такъ какъ края вполне собраннаго на плаву и еще ненагруженнаго камнемъ ряжа лежатъ значительно выше бортовъ судовъ, подвозящихъ камень. Въ этомъ случаѣ помѣщаютъ на верхнемъ краѣ ящика, который долженъ быть поднятъ на столько, чтобы онъ выходилъ изъ воды при погруженіи ряжа, ручные краны, при помощи которыхъ камни изъ судовъ могутъ быть подняты въ желѣзныхъ корзинахъ или-же, собравъ ряжъ на плаву до той высоты, при которой загрузка его камнемъ не затруднительна, нагружаютъ его на столько, чтобы онъ, погружаясь въ воду, не ушелъбы еще на дно, а держался на плаву, поддерживаемый канатами; тогда его опять надстраиваютъ на столько-же, сколько раньше, и опять загружаютъ камнемъ.

Эту работу повторяютъ до тѣхъ поръ, пока наконецъ не будетъ положенъ послѣдній вѣнецъ, послѣ чего ряжъ окончательно догружаютъ камнемъ до полного его погруженія на дно.

Можно также, для загрузки высокихъ ряжей, оставлять въ боковыхъ стѣнахъ окна, черезъ которыя камень можетъ быть набрасываемъ въ ряжъ; но это значительно ослабляетъ стѣны ряжа, и окна, послѣ погруженія ряжа въ воду, трудно задѣлывать. Задѣлка-же оконъ необходима для того, чтобы камень не могъ изъ ряжа вывалиться. Вслѣдствіе какъ ослабленія стѣнъ, такъ и трудности задѣлки оконъ, способъ этотъ рѣдко примѣняется.

Ряжевые ящики, погружаемые на дно моря, ничѣмъ не связываются между собою; стараются лишь погружать ихъ какъ можно ближе другъ къ другу, и если случайно образуется между ними большой промежутокъ, то его заполняютъ наброскою изъ крупнаго камня. Съ дномъ моря ряжи также рѣдко связываются, они собственнымъ своимъ весомъ обыкновенно уходятъ на глубину двухъ нижнихъ вѣнцовъ, т. е. до днища.

Однако, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, въ особенности когда имѣется въ виду устроить надъ ряжемъ тяжелыя постройки, какъ-то: крепостныя форты, каменныя набережныя или стѣнки, забиваютъ внутри ряжей сваи, съ тѣмъ, чтобы онѣ, служа прикрѣпленіемъ ряжа ко дну моря, одновременно могли служить и основаніемъ для предполагаемыхъ на ряжѣ построекъ.

Для возможности забивки свай внутри ряжей, заполненных камнем, оставляют предварительно, до погруженія ихъ въ воду, мѣста, обдѣланныя досками въ видѣ вертикальныхъ трубъ, черт. 280, идущихъ сквозь весь ряжъ, въ которыя и забиваютъ сваи.

Если ряжевой ящикъ, уже погруженный и заполненный камнемъ, требуетъ прикрѣпленія ко дну, то это достигается тѣмъ, что, забивая по обѣимъ сторонамъ снаружи ряжа вплотную къ стѣнамъ его сваи, верхушки ихъ стягиваютъ поверхъ ряжа поперечными схватками или желѣзными тяжами, расположенными въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга (1 до 2 саж.) и связанными съ продольными схватками свай. Черт. 281.

При очень широкихъ ряжахъ и въ случаѣ невозможности укладки поперечныхъ схватокъ или тяжей довольствуются забивкою сплошного ряда свай, плотно къ стѣнѣ ряжа, съ той стороны, въ которую ряжъ имѣетъ стремленіе сдвинуться или опрокинуться.

У насъ на сѣверѣ рубку и погрузку ряжей можно производить со льда. Для этого, приготовивъ предварительно ряжъ на льду, окалываютъ ледъ вокругъ него и, нагружая ряжъ камнемъ, погружаютъ его на дно вмѣстѣ съ кускомъ льда подъ нимъ находящагося; или-же дѣлаютъ предварительно во льду прорубь и, очищая ея отъ льда, спускаютъ въ нее связанное на льду днище ряжа, послѣ чего ряжъ надстраиваютъ и погружаютъ на дно загрузкою камнемъ. При первомъ способѣ погруженія ряжа, оставляя подъ нимъ невынутый ледъ, можетъ произойти небольшая неправильность при окончательной установкѣ ряжа на днѣ, вслѣдствіе неравномѣрнаго таянія льда подъ нимъ. Принимая однако во вниманіе большую правильность погруженія его вполнѣ собраннаго на льду, а такъ-же и вѣроятность равномѣрности таянія льда на днѣ моря, этому первому способу надо отдать предпочтеніе.

Фашины, какъ уже выше было замѣчено, употребляются для морскихъ построекъ исключительно въ видѣ тюфяковъ, нагруженныхъ камнемъ, или въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ глиной. Вязка фашинныхъ тюфяковъ производится на берегу, на особо для этой цѣли устроенныхъ наклонныхъ къ водѣ платформахъ, черт. 282.

Платформы эти состоятъ изъ системы свай, на которыхъ положены поперечныя насадки и продольные наклонные брусья; на послѣднихъ

положены, параллельно урѣзу воды, круглыя бревна (катки), удерживаемыя при помощи временныхъ подпорокъ или заклинокъ, укрѣпленныхъ на крайнихъ продольныхъ брусьяхъ помоста. Поверхъ катковъ укладываются доски, по направленію уклона платформы, которыя своими верхними концами прикрѣпляются къ постоянной части платформы, т. е. къ насадкѣ верхняго ряда свай.

На такимъ образомъ устроенной платформѣ производится вязка тюфяковъ слѣдующимъ образомъ: сначала кладутъ фашинные канаты по двумъ взаимно перпендикулярнымъ (вдоль и поперекъ платформы) направленіямъ, сѣткою, въ разстояніи 1 метра или 3 футовъ канатъ отъ каната. Этимъ разстояніемъ между канатами опредѣляется разстояніе между досками платформы, такъ какъ послѣднія должны поддерживать канаты по всей ихъ длинѣ. Точки пересѣченія фашинныхъ канатовъ туго связываютъ крѣпкими пеньковыми бичевками, оба конца которыхъ обвиваютъ вокругъ кольевъ, забиваемыхъ вертикально въ этихъ узлахъ и къ верхнимъ концамъ которыхъ канаты окончателно укрѣпляются. Надъ сѣткою укладываютъ сплошь фашины, плотно другъ къ другу, покрывая ими всю сѣтку въ одинъ рядъ; поверхъ этого ряда кладутъ второй такой-же рядъ фашинъ, но перпендикулярно къ первому, а затѣмъ третій, совершенно такъ-же, какъ былъ уложенъ первый рядъ фашинъ. Поверхъ третьяго ряда кладутъ опять фашинную сѣтку такую-же, какая была уложена подъ тюфякомъ на платформѣ, пригоняя пересѣченія канатовъ противъ верхушекъ кольевъ. Связывая затѣмъ туго узлы верхней сѣтки бичевками, навитыми на кольца, послѣдніе выдергиваютъ. Такимъ образомъ связанный тюфякъ представляетъ сплошное гибкое тѣло, которое, погруженное на дно моря, принимаетъ всѣ неровности его, плотно къ нему прикасаясь. Для приданія тюфяку бѣльшей гибкости, можно вицы фашинъ въ каждомъ ряду перерѣзать и фашинникъ выравнять ровными слоями, или-же ограничиться лишь двумя рядами фашинъ.

Къ этому прибѣгаютъ, однако, только тогда, когда дно представляетъ особенныя неровности, что встрѣчается весьма рѣдко, и когда мѣсто погрузки тюфяка не подвержено большому волненію. Обыкновенно фашины оставляютъ въ тюфякѣ, не перѣрезывая вицы, и онѣ укладываются тремя рядами; въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, когда боятся разрыва тюфяка при буксировкѣ его

до мѣста погруженія, укладывають еще одинъ четвертый рядъ фашинь, до связки его верхней фашинной сѣткой.

Для удержанія камня или глины, служащихъ для загрузки тюфяка, устраиваютъ поверхъ его плетевыя карзины, забивая для этой цѣли кольца по канатамъ сѣтки и перевивая ихъ фашинникомъ. Высота этихъ колець зависитъ отъ толщины слоя необходимаго для погруженія тюфяка; обыкновенно дѣлаютъ ихъ высотой въ 2—2½ фута.

Такимъ образомъ связанный на платформѣ тюфякъ спускаютъ въ воду; для этой цѣли снимаютъ сначала всѣ заклинки и упорки, поддерживающія катки (бревна), затѣмъ отвязываютъ канаты, удерживающіе доски на помостѣ за исключеніемъ двухъ крайнихъ и одной или двухъ среднихъ и, затѣмъ одновременно по командѣ перерубаютъ эти послѣдніе канаты, и тюфякъ отъ собственной тяжести скатывается въ море, послѣ чего катки и доски вытягиваютъ изъ-подъ остающагося на плаву тюфяка. Платформу оканчиваютъ обыкновенно нѣсколько выше уровня воды, такъ что тюфякъ, сходя съ нея, нѣсколько перегибается при спускѣ въ воду. Перегибъ тюфяка не оказываетъ на него, вообще, вреднаго дѣйствія, развѣ только при очень толстыхъ и жесткихъ тюфякахъ; впрочемъ они вслѣдствіе жесткости менѣе перегибаются. Полезно, однако, въ этомъ случаѣ продолжить платформу до уровня воды и даже нѣсколько ниже подъ водою.

Иногда вмѣсто наклонной плоскости для вязки тюфяка, дѣлаютъ платформу, вращающуюся около горизонтальной оси, расположенной почти по срединѣ платформы параллельно урѣзу воды. Для связки тюфяка платформу утверждаютъ въ горизонтальномъ положеніи и, когда тюфякъ готовъ, то отцѣпляютъ платформу, которая отъ собственной тяжести и тяжести тюфяка наклоняется къ водѣ, и тюфякъ скатывается.

Въ мѣстахъ, подверженныхъ дѣйствию приливовъ и отливовъ, какъ напримѣръ въ Голландіи, платформъ для вязки тюфяковъ вовсе не устраиваютъ, а пользуются для этой цѣли пологимъ песчанымъ дюннымъ берегомъ, въ предѣлахъ между урѣзами прилива и отлива, ближе, однако, къ первому, съ такимъ расчетомъ, чтобы при приливномъ уровнѣ весь тюфякъ могъ всплыть и освободиться отъ своей постели; а также чтобы въ промежутокъ времени между наступленіями уровня воды, соотвѣтствующаго положенію тюфяка, возможно было связать и вполнѣ приготовить послѣдній.

Размѣры тюфяковъ бываютъ весьма различны и зависятъ отъ раз-

мѣровъ возводимаго при помощи ихъ сооруженія. При ширинѣ въ 5 и 7 саж., длину дѣлаютъ отъ 10 до 15 саж. Само собою разумѣется, что слѣдуетъ всегда стремиться къ ббльшимъ размѣрамъ, ибо при этомъ получается большая связь и большая солидность составныхъ частей сооруженія.

Мѣсто погруженія тюфяковъ должно быть точно обозначено голиками или вѣхами и створами; самое погруженіе ихъ слѣдуетъ производить по возможности равномерно, дабы они приняли назначенныя для нихъ мѣста и легли возможно плотноѣ другъ къ другу, не захватывая, однако, одинъ за другой. Желательно также погружать тюфяки по возможности одновременно. Если тюфяки будутъ захватывать другъ за друга или лягутъ не плотно, то въ сооруженіи могутъ образоваться сквозныя отверстія, сквозь которыя теченіе воды будетъ устремляться съ усиленною скоростью, что весьма вредно, если отверстіе это будетъ у дна, гдѣ вода можетъ подмыть грунтъ и причинить разрушеніе сооруженія.

Одновременная-же укладка тюфяковъ желательна главнымъ образомъ для перваго ряда, ибо каждый тюфякъ, погруженный на дно, дѣйствуетъ отчасти какъ полузапруда въ рѣкѣ и, образуя усиленное теченіе у конца, обращеннаго къ морю, содѣйствуетъ размыву дна въ этомъ мѣстѣ, вызывая этимъ увеличеніе въ расходѣ матеріала.

Погруженіе тюфяковъ начинаютъ всегда отъ берега, чтобы возможно было тотчасъ-же при началѣ работъ связать съ нимъ сооруженіе какъ можно крѣпче и предупредить подмывъ берега, что, несомнѣнно, имѣло-бы мѣсто, если-бы между сооруженіемъ и берегомъ былъ оставленъ промежутокъ. Отбуксировавъ пароходомъ тюфякъ на мѣсто, утверждаютъ его при помощи канатовъ къ баржамъ или къ бакенамъ, установленнымъ на якоряхъ, черт. 283, правильно по вѣшкамъ и голикамъ, дѣйствуя лебедками, находящимися на баржахъ. Въ это время подводятъ къ краямъ тюфяка лодки съ камнемъ, который набрасываютъ на тюфякъ, нагружая его по возможности равномерно. По мѣрѣ нагрузки тюфякъ начинаетъ опускаться, причемъ задержные канаты травятъ съ лебедокъ, дѣйствуя тормазами, на которыхъ во все это время должны держаться барабаны лебедокъ; когда тюфякъ погрузится на дно, то канаты перерубаютъ, и барки устанавливаютъ дальше впередъ для погруженія слѣдующаго тюфяка.

Погрузка тюфяковъ должна производиться при возможно бо-

лѣ спокойной водѣ; сильная зыбь и теченіе могутъ значительно помѣшать правильному погруженію ихъ, почему въ нашихъ портахъ, гдѣ вязка тюфяка производится выше уровня воды на платформахъ, есть всегда возможность выждать благопріятное для этого время.

На западномъ берегу Голландіи, который находится подъ дѣйствіемъ открытаго моря, и гдѣ тюфякъ, поднятый приливомъ, немедленно долженъ быть погруженъ, принимаютъ слѣдующую мѣру къ возможному обезпеченію правильности укладки его на дно моря.

Установивъ тюфякъ на плаву надъ мѣстомъ погруженія, его удерживаютъ не только канатами по угламъ, идущими къ установленнымъ на якоряхъ баржамъ, но помѣщаютъ кромѣ того два каната, которые, укрѣпленные одними концами, черт. 284, къ наружнымъ угламъ тюфяка, идутъ черезъ козлы или ножницы, поставленные у другихъ береговыхъ угловъ тюфяка, и дальше къ лебедкамъ, находящимся на берегу или на 5-ой баржѣ, поставленной тоже на якоряхъ.

При нагрузкѣ тюфяка камнемъ, нагруживаютъ болѣе конецъ выступающій въ море, и по мѣрѣ погруженія этого конца, натягивая длинные канаты, дѣйствуя слегка лебедками, погружаютъ и береговой конецъ его, послѣ чего весь тюфякъ нагружаютъ камнемъ, вынувъ предварительно козлы и перерубивъ канаты. При сильномъ теченіи, какъ напримѣръ въ устьяхъ рѣкъ, или при существованіи сильнаго береговаго теченія, какъ напримѣръ съ наступленіемъ полного отлива или прилива, неравномѣрное погруженіе тюфяка можетъ повлечь за собою его опрокидываніе, если не принять мѣръ къ тому, чтобы конецъ, обращенный противъ теченія, былъ-бы болѣе нагруженъ, когда этотъ конецъ, погружаясь раньше въ воду, даетъ водѣ, протекая поверхъ тюфяка, возможность прижать нижній конецъ его и способствовать его равномѣрному погруженію; тогда какъ если нижній конецъ будетъ раньше погруженъ, то верхній, неопущенный еще въ воду, можетъ, быть подхваченъ теченіемъ снизу, при чемъ, при дальнѣйшемъ погруженіи нижняго конца, весь тюфякъ можетъ быть опрокинутъ, черт. 285, и камень, сваливаясь съ тюфяка и падая на дно, освободить его совершенно, отчего онъ снова всплыветъ на поверхность воды.

ГЛАВА XIX.

Добываніе камня для морскихъ портовыхъ работъ.—Общее понятіе о взрывчатыхъ работахъ.—Большія и малыя мины; мины кислотныя въ известковыхъ породахъ.—Взрывчатые составы, употребляемые при этихъ работахъ: порохъ, динамитъ, нитроглицеринъ и пироксилинъ.—Сравнительное дѣйствіе этихъ составовъ.—Примѣры большихъ взрывныхъ работъ въ Марсели, Триежѣ и Голихэдѣ.—Доставка камня къ мѣсту работъ и валка его въ морѣ.—Пристани для нагрузки камня, высокіе помосты.—Обмѣръ камня.—Суда, употребляемыя для перевозки крупнаго и мелкаго камня.—Понтоны.—Опредѣленіе размѣра плавучаго каравана для перевозки камня и валки его въ море.—Наброска камня сортированнаго и несортированнаго.—Укладка большихъ каменныхъ глыбъ.—Осадка каменнаго мола изъ накидной кладки.

Камень, требующійся для устройства морскихъ моловъ, какъ уже выше было замѣчено, долженъ имѣть удѣльный вѣсъ не менѣе 2 и такіе размѣры, которые обезпечивали бы за каждымъ камнемъ достаточное сопротивленіе сдвигенію при дѣйствіи морскаго волненія. Кромѣ этихъ двухъ условій, въ видахъ достиженія устойчивости сооруженія, желательно, чтобы камень этотъ былъ угловатымъ, а не съ закругленными ребрами.

Затруднительность находенія въ природѣ камней, удовлетворяющихъ этимъ условіямъ, въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ и валуновъ, скопленныхъ въ одномъ мѣстѣ въ количествѣ, необходимомъ для производства портовыхъ работъ, заставляеть прибѣгать ко взрывнымъ работамъ, для добычи, такимъ образомъ, камня изъ сплошной скалы.

Въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, какъ на примѣръ въ Либавѣ, можно имѣть отдѣльные камни, лежащіе прямо на земной поверхности; но и здѣсь большая часть ихъ скрыта на днѣ Либавскаго и другихъ сосѣднихъ ему озеръ, откуда ихъ вынимають помощью крановъ и другихъ подъемныхъ машинъ, и на лодкахъ доставляютъ къ порту. Количество этихъ камней было пока достаточно для тѣхъ работъ, которыя тамъ по настоящее время исполнены; камень же

для облицовокъ кордона набережныхъ привозился съ Борнгольма и Гангэ.

Для исполненія послѣднихъ работъ въ Либавѣ камни (валуны) собирались съ полей, такъ какъ запасъ его на днѣ озеръ истощился, и количество камня было кромѣ того пополнено добычею его изъ ближайшихъ мѣстныхъ карьеръ, а также изъ Бронгольма и Гангэ.

Въ большинствѣ случаевъ приходится добывать камень при помощи взрывныхъ работъ, разбивая взрывчатыми составами скалы пригодной природы и устраивая въ нихъ такимъ образомъ карьеры. Выборъ мѣста для устройства карьера находится въ зависимости не только отъ качествъ породы, но въ большой степени и отъ мѣстныхъ условій; а именно, необходимо сообразоваться съ тѣмъ, чтобы выломанный камень могъ быть доставленъ къ мѣсту работъ наиболѣе дешевымъ и удобнымъ способомъ.

Работы по добыванію взрывчатыми составами камня для устройства моловъ значительно отличаются отъ работъ по добыванію такъ называемаго штучнаго камня въ карьерахъ и отъ работъ, производимыхъ при вынутіи грунта съ цѣлью образованія лишь выемки. При добычѣ камня для портовыхъ работъ, для образованія набросокъ, нѣтъ особой надобности въ томъ, чтобы камень добывался правильными кусками, но необходимо, однако, чтобы выломанный камень имѣлъ подобающіе размѣры, и посему работа должна быть исполнена такъ, чтобы получаемые камни были, по возможности, однообразныхъ размѣровъ, соответствующихъ требованіямъ постройки, а также, чтобы перевозка его возможна была простыми и дешевыми средствами.

Сверхъ того слѣдуетъ при добычѣ камня имѣть въ виду, чтобы образовалось возможно меньшее количество дресвы или мелкихъ выскокъ, и чтобы на единицу взрывчатаго состава получалось наибольшее количество годнаго для работы камня.

Для добыванія камня изъ скалъ устраиваютъ въ нихъ мины, въ которыя и закладываютъ взрывчатые заряды. Мины эти бываютъ двухъ родовъ: *большія* и *малыя*. Первыя, т. е. большія мины, примѣняются для отдѣленія большихъ массъ отъ сплошной скалы; вторыя, малыя мины, для разбивки полученныхъ первыми минами большихъ глыбъ на части болѣе мелкія.

Большія мины закладываются въ скалѣ, черт. 286, съ такимъ

расчетомъ, чтобы положеніе зарядной камеры A способствовало отдѣленію наибольшаго количества камня при взрывѣ. Определенныхъ указаній для этого не существуетъ, но стараются камеру расположить такъ, чтобы отношеніе глубины закладки камеры h къ горизонтальному разстоянію до поверхности утеса L измѣнялось въ предѣлахъ отъ 2 : 1 до 3 : 2. Выборъ отношенія между h и L зависитъ отъ рода камни, расположенія естественныхъ трещинъ и отъ способа устройства камеры: посредствомъ вертикальной шахты или же горизонтальной штольни. Въ виду экономическихъ соображеній, для уменьшенія длины шахты или штольни, для первой берутъ обыкновенно отношеніе $\frac{h}{L}$ ближе къ 3 : 2, а для второй ближе къ 2 : 1, какъ то, такъ и другое устройство камеры имѣетъ свои преимущества и недостатки.

Шахта болѣе доступна для работы при высокомъ утесѣ и легче задѣлывается послѣ заряжанія камеры; собственный вѣсъ задѣлки не мало способствуетъ болѣе интенсивному дѣйствію взрыва, представляя большее сопротивленіе выходу образующихся въ камерѣ газовъ; самый способъ задѣлки шахты легче, чѣмъ штольни, и, наконецъ; шахта, ослабляя скалу по вертикальному направленію, до нѣкоторой степени опредѣляетъ ту вертикальную плоскость, по которой долженъ произойти разрывъ скалы. Значительное удобство и то, что она естественно хорошо вентилируется. Неудобства же шахты заключаются въ томъ, что она открыта для дѣйствія дождевой воды, какъ падающей непосредственно, такъ и стекающей въ нее съ окружающихъ возвышенностей; въ предотвращеніе этого неудобства необходимо отводить воду въ сторону, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ затруднительно; въ шахту также будетъ попадать и грунтовая вода, просачивающаяся по трещинамъ скалы, для удаленія которой часто бываетъ необходимо ставить насосы. Кромѣ того, при веденіи мины шахтой, спускъ и подъемъ рабочихъ представляетъ значительное неудобство и не безопасны, и рабочіе, находящіеся въ шахтѣ, подвергаются, кромѣ того, еще опасности отъ могущихъ упасть въ шахту камней и другихъ предметовъ.

Штольня не представляетъ неудобствъ шахты: она защищена отъ дождевой воды и грунтовую воду изъ нея легко отвести; для входа и выхода рабочихъ, равно и для отвозки грунта изъ штольни,

могутъ быть примѣняемы вагонеты, движущіеся по рельсамъ, вмѣсто неудобныхъ и дорогихъ подъемныхъ машинъ, необходимыхъ при способѣ веденія мины шахтою; рабочіе также не будутъ находиться въ опасности отъ падающихъ камней. Но штольня за то представляетъ и слѣдующія большія неудобства: она хуже вентилируется, труднѣе задѣлывается, задѣлка представляетъ меньшее сопротивленіе взрыву, а самое главное — штольня трудно доступна при высокомъ утесѣ.

Величина зарядной камеры должна быть такова, чтобы въ ней помѣщался зарядъ, рассчитанный приблизительно на тотъ объемъ камня, который надѣются отдѣлить взрывомъ, причемъ необходимо обратить вниманіе на то количество воды, которое просачиваніемъ по щелямъ скалы можетъ накопиться въ камерѣ за время отъ момента положенія заряда и начала задѣлки камеры до момента взрыва.

При закладкѣ большихъ минъ, съ цѣлью однимъ взрывомъ отдѣлить большую массу камня, пробовали, пользуясь одной общей штольнею или шахтою, закладывать два или нѣсколько зарядовъ въ столькихъ-же камерахъ, какъ это показано на черт. 287; но трещины, образующіяся при взрывѣ перваго заряда, доходя часто до другихъ зарядныхъ камеръ, даютъ выйти взрывнымъ газамъ изъ этихъ послѣднихъ, не производя полезнаго дѣйствія для отдѣленія скалы. Одновременный же взрывъ всѣхъ зарядныхъ камеръ весьма рѣдко удается, даже примѣняя электрическія запалы.

Для производства взрывныхъ работъ употребляются большею частью такіе взрывчатые составы, какъ порохъ, нитроглицеринъ, динамитъ и пироксилинъ.

Относительное ихъ разрушительное дѣйствіе, принимая силу дѣйствія пороха за единицу и полагая, что взрывъ произведенъ посредствомъ гремучей ртути, выражается слѣдующими цифрами:

для пороха	1
„ нитроглицерина . . .	5,68
„ пироксилина	3,58

Динамитъ, состоящій изъ механической смѣси нитроглицерина и порошкообразнаго кремнистаго туфа въ пропорціи 75 : 25, имѣетъ силу дѣйствія въ $\frac{3}{4}$ силы дѣйствія нитроглицерина, а потому относительное дѣйствіе динамита выразится цифрой 4,26.

Эти цифры показываютъ, что для добыванія камня съ наименьшимъ количествомъ дресвы слѣдуетъ дать предпочтеніе пороху, какъ менѣе сильно дѣйствующему, т. е. мало раздробляющему камень и поэтому отдѣляющему при взрывѣ камень большими кусками. Динамитъ, нитроглицеринъ и пироксилинъ, дѣйствуя значительно сильнѣе, раздробляютъ скалу, а потому эти составы удобопримѣняемы при производствѣ выемокъ въ скалистомъ грунтѣ, безъ цѣли добычи камня; таковыми работами въ настоящемъ случаѣ являются: устройство штольнь, шахтъ и зарядныхъ камеръ.

Количество пороха, необходимаго на единицу объема камня, зависитъ, какъ замѣчено выше, главнымъ образомъ отъ породы камня и отъ количества имѣющихся въ скалѣ трещинъ.

Для сіенитовыхъ породъ средней крѣпости требуется для взрыва 1 куб. саж. камня около 0,3 пуда пороха, для плотнаго гранита— около 0,32 пуда.

При употребленіи другихъ взрывчатыхъ составовъ потребуется соотвѣтственно меньшее количество, а именно:

нитроглицерина .	отъ 0,053	до 0,056	пуда
динамита	„ 0,07	„ 0,075	„
пироксилина . .	„ 0,084	„ 0,09	„

При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что нитроглицеринъ, по своей легкой взрывчатости при сотрясеніяхъ, болѣе не употребляется, а его замѣняютъ, при желаніи имѣть болѣе сильное дѣйствіе, динамитомъ.

Употребляютъ также иногда, какъ взрывчатое вещество, особый грубый порохъ, медленно воспламеняющійся; въ нѣкоторыхъ случаяхъ его готовятъ даже на мѣстѣ, въ видѣ грубой смѣси, изъ составныхъ частей пороха. Такимъ образомъ для работъ въ Триестѣ и позже въ Фіуме употреблялся грубый порохъ различныхъ заводовъ: динамитъ же употреблялся только съ 1870 года и исключительно для малыхъ минъ и для прорытія штольнь и шахтъ, и то зарядами не свыше 6 фунтовъ. Въ Фіуме употребленъ былъ георексинъ инженера Панчера (Pancera). Георексинъ представляетъ грубую смѣсь толченаго древеснаго угля, селитры въ порошокъ и сѣрнаго цвѣта, къ чему прибавляютъ еще нѣсколько мелкаго кварцеваго песку. Этотъ составъ, по дешевизнѣ своей, представлялъ большія преимущества

передъ порохомя, хотя при употребленіи его нельзя получить такого количества камня, какъ при употребленіи пороха.

Кромѣ этихъ, наиболѣе употребительныхъ взрывчатыхъ составовъ существуютъ также и другіе, употребленіе которыхъ обусловлено всегда какими-нибудь особыми мѣстными условіями, а потому и составляетъ исключеніе.

Наиболѣе замѣчательныя взрывныя работы въ послѣднее время, начиная съ начала 50-хъ годовъ, были произведены въ карьерахъ порта Фріуль, возлѣ Марсея, при постройкѣ порта этого города; ~~въ карьерахъ Систіана, возлѣ Триеста, въ Фіуме и въ Галихедѣ,~~

Наибольшія мины въ Фріуль ~~взорваны были въ 1851 и 1857 годахъ въ присутствіи императора Наполеона III и Великаго Князя Константина Николаевича.~~ Мины эти заряжены были 32,470 килограммами пороха (2030 пуд. пороха) и дали 100,000 куб. м. или 10,000 куб. с. камня, что составляетъ на 1 килограммъ пороха 3,08 куб. метра камня, или на 1 пудъ пороха почти 5 куб. саж. камня (слѣд., на 1 куб. саж. камня израсходовано 0,2 пуда пороха). Изъ минъ, взорванныхъ въ Систіанѣ возлѣ Триеста наиболѣе замѣчательны слѣдующія: № 16 съ зарядомъ въ 13,100 килограммовъ пороха, № 18 въ 17,700 килограммъ и № 12 въ 30,000 килогр. Первая, № 16, дала 34,977 куб. метровъ камня, что составитъ на 1 килограммъ 2,67 куб. метр. или на 1 пудъ пороха 4 куб. саж. (слѣд., на 1 куб. саж. камня приходится 0,25 пудовъ пороха). Вторая № 18, дала около 50,000 куб. метр., но такъ какъ приходилось потомъ разбивать большія глыбы малыми минами, то въ общемъ получилось всего 2 куб. метра камня на 1 килограммъ пороха, или 3,2 куб. с. камня на 1 пудъ пороха (слѣд. на 1 куб. саж. камня—0,313 пудовъ пороха).

Это большое количество пороха необходимо было вслѣдствіе чрезвычайно глубокаго заложения мины, почему при взрывѣ скала не была разбита вся на мелкія части, а отдѣлила большую глыбу въ 15,000 куб. метровъ, которую необходимо было потомъ разбивать малыми минами, заряженными 150 килограммами пороха каждая.

Мина № 12, наибольшая изъ всѣхъ взорванныхъ въ Систіанѣ, была заложена по образцу Фріульской въ двѣ камеры съ зарядомъ въ 30,000 килогр. пороха, но не дала однако ожидаемаго результата. Расположеніе этой мины было весьма удобное. Скала представ-

ляла сплошную, почти безъ всякихъ трещинъ, массу, которая со стороны моря имѣла вертикальный, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ даже свѣшивающійся обрывъ. При значительной высотѣ утеса въ 45 метровъ, обѣ мины были расположены слѣдующимъ образомъ: со стороны моря была проведена горизонтальная штольня длиною въ 18 метровъ, которая въ концѣ раздѣлялась на двѣ боковыя вѣтви, въ 10 метр. каждая. Черт. 288. Правая вѣтвь имѣла направление подъ угломъ 90° къ штольнѣ, а лѣвая подъ угломъ въ 140° . На концахъ этихъ галлерей были расположены зарядныя камеры, объемомъ въ 21 кубич. метръ каждая, для зарядовъ въ 15,000 килограммовъ пороха. Заряжаніе камеръ производилось со всевозможною осторожностью, но все-таки взрывъ обѣихъ камеръ произошелъ не совершенно одновременно: взрывъ одной камеры послѣдовалъ на 2 секунды послѣ взрыва другой, и дѣйствіемъ его, нѣсколько ослабленнымъ вслѣдствіе неодновременности взрывовъ, отдѣлилась только одна сплошная громадная глыба, неразбившаяся на части, между тѣмъ какъ первый взрывъ раздробилъ всю ту часть скалы, на которую имѣлъ дѣйствіе. Все количество отдѣленнаго отъ скалы камня было 70,000 кубич. метровъ, что даетъ на 1 килограммъ пороха 2,33 куб. метра камня, или на 1 пудъ пороха—3,73 куб. саж., т. е. на 1 куб. саж. камня—почти 0,28 пудовъ пороха.

Для разбивки большой глыбы, были въ ней заложены двѣ малыя мины: одна въ 4,480 килогр., а другая въ 2,500 кил. пороха; такъ что, въ концѣ концовъ, для полученія камня изъ этой скалы, въ видѣ пригодномъ для производства работъ, необходимо было употребить всего 39,200 килогр. пороха, все же количество взорваннаго камня составляло 79,500 куб. метр., что составляетъ на 1 килограммъ пороха 2,02 куб. метр. камня, или на 1 пудъ пороха 2,23 куб. саж. камня, или на 1 куб. саж. камня—0,31 пуд. пороха.

Взрывныя работы, произведенныя въ Голихэдѣ при постройкѣ волнолома порта-убѣжища, велись по этому же образцу, причемъ производились взрывы какъ одиночныхъ, такъ и нѣсколькихъ камеръ заразъ. Результаты этихъ взрывовъ были слѣдующіе: мина № 1 съ зарядомъ въ 13,000 англ. фунтовъ пороха дала 60,000 тоннъ камня или на 1 англ. фунтъ пороха пришлось 5 тоннъ камня *),

*) 1 англ. фунтъ = 1,1 рус. фун., и 1 куб. саж. камня принята въ 1,200 пуд. въ плотномъ тѣлѣ, или, примѣрно, въ 20 тоннъ, или 1 куб. футъ въ 3,5 пуда.

что составляет на 1 пудъ пороха 8,5 куб саж. камня, или на 1 куб. саж. камня—0,12 пудовъ пороха.

Другія мины на 1 англ. фунтъ пороха дали:

Мина № 2—2 $\frac{1}{2}$ тоннъ камня, что на 1 пудъ пороха составляет 4,5 куб. саж., или на 1 куб. саж. камня—0,22 пуд. пороха.

Мина № 3. При взрывѣ выбита была забивка, которая, осыпая собравшуюся вокруг публику, такъ сильно ранила капитана Ходчинсона, производителя работъ по прорытію тоннеля въ Шекспировой скалѣ въ Дуверѣ, что онъ спустя нѣсколько часовъ скончался.

Мины № 4, 5, 6 и 7, которыя имѣли заряды пороха отъ 600 до 21,000 англ. фунт., дали подобныя же результаты, такъ что можно принять, что на 4 тонны камня, добытаго за время работъ въ Голихэдѣ, было истрачено по одному англ. фунту пороха, или 7 кубич. саж. потребовали 1 пуд. пороха, или на 1 куб. саж. камня употреблено было—0,145 пуда пороха.

При задѣлкѣ штольнь и шахтъ необходимо обратить вниманіе на то, чтобы она не могла быть выбита зарядомъ, и эту работу слѣдуетъ исполнять возможно аккуратно и внимательно; необходимо также предварительно тщательно задѣлать всѣ скважины, которыя могутъ оказаться въ скалѣ въ камерной части штольни или шахты, дабы пороховые газы, проникая въ нихъ, не теряли свое полезное дѣйствіе.

Въ случаѣ, если въ камерѣ собирается грунтовая вода, которая почему либо не можетъ быть удалена изъ нея, устраиваютъ на днѣ камеры деревянный ростверкъ, на который уже кладется зарядъ. Размѣръ резервуара, получаемаго такимъ образомъ подъ ростверкомъ, рассчитывается, смотря по скорости прибыванія воды въ камеру, такъ, чтобы за время задѣлки камеры, на что требуется обыкновенно около одного рабочаго дня, накопившаяся вода не могла бы подмочить заряда.

Заряжаніе и задѣлка мины должны производиться въ хорошую погоду и какъ можно быстрѣе, дабы случайнымъ дождемъ камера не могла быть залита водою. Нерѣдко бываетъ, что во время задѣлки мины выпадаетъ дождь; тогда, для удаленія воды, ее откачиваютъ насосомъ или насыпаютъ на дно камеры слой песку, а сверху устраиваютъ деревянную платформу, на которую кладутъ зарядъ. При такомъ устройствѣ вода, собираясь въ камерѣ, удерживается ниже

ростверка и не подмачиваетъ пороха. Порохъ насыпаютъ обыкновенно въ деревянные, хорошо сколоченные ящики.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ скопляется значительное количество воды, надо обратить особое вниманіе на защиту заряда отъ подмочки. Примѣромъ устройства и способа задѣлки шахты въ подобномъ случаѣ можетъ служить мина № 14 Сисіанскихъ ломокъ въ Триестѣ. Черт. 289.

Расположеніе мины было слѣдующее. Отъ камеры, надъ которой былъ выведенъ сводъ, шла вертикальная невысокая шахта, которая съ главною шахтою соединялась горизонтальной штольней. Вода, которая во время работъ стекала въ шахту, собиралась на днѣ горизонтальной штольни и, собираясь въ углубленіи *s*, не попадала въ зарядную камеру и не подмачивала пороха. Такимъ образомъ, зарядная камера оставалась совершенно сухою, и поэтому заряджаніе ея производилось непосредственною насыпкою пороха, что велось съ большою осторожностью; послѣ этого немедленно было приступлено къ задѣлкѣ шахты и штольни.

Невысокая шахта, идущая отъ камеры, была задѣлана кладкою на цементѣ; штольня же закладывалась простою кладкою насухо. Въ концѣ штольни на деревянномъ щитѣ положенъ былъ небольшой ящикъ съ порохомъ. Надъ этимъ ящикомъ положена была наклонная крышка *D*, и весь ящикъ съ крышкой были обсыпаны сухою известью и штольню совершенно задѣлали сухою кладкою.

Затѣмъ внизу главной шахты былъ выведенъ сводъ и надъ нимъ произведена кладка на цементномъ растворѣ, послѣ чего всю остальную часть шахты до верху заполнили всякимъ камнемъ и мусоромъ. Здѣсь мѣсто будетъ замѣтить, что иногда устраиваютъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ дна главной шахты обратный, на цементномъ растворѣ, сводъ; это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы доставить газамъ, образующимся при взрывѣ, большее сопротивленіе.

Сквозь кладку задѣлки проложена была въ Сисіанской минѣ квадратная досчатая труба, внутри которой помѣщена была свинцовая трубка діаметромъ въ 0,03 метра, наполненная порохомъ; эта трубка углублялась въ зарядѣ камеры на глубину около одного метра. Въ другой конецъ трубки, выходявшей на дневную поверхность, вставленъ былъ бикфордовъ шнуръ (стопиня), посредствомъ котораго, а не помощью электрическаго запала, какъ дѣлалось обыкновенно, производился взрывъ заряда въ камерѣ. Длина стопина (шнура) раз-

считывается такимъ образомъ, чтобы, принимая во вниманіе скорость его горѣнія, т. е. время отъ момента зажиганія его до момента взрыва, она была бы достаточна для того, чтобы дать людямъ возможность удалиться на безопасное разстояніе отъ мины.

Во избѣжаніе осѣчекъ, взрывъ пороха производятъ электричествомъ при помощи патрона гремучей ртути, который закладывается въ порохъ и соединяется съ электродами. Порохъ помѣщается при этомъ въ желѣзной герметически запааянной коробкѣ и электроды за дѣлываются въ свинцовой трубѣ, хорошо вмазанной въ кладку за дѣлки мины.

Отъ дѣйствія большихъ минъ отдѣляются часто очень большія глыбы, какъ это и было видно изъ примѣровъ, приведенныхъ выше; эти глыбы приходится разбивать на части, также иногда довольно значительными минами съ большими зарядами; но большею частью, эта добавочная работа, разбивка камня на части, требуемая условіями работъ, производится малыми зарядами.

Для этого пробиваютъ обыкновенно въ камнѣ скважины помощью ручнаго сверла и закладываютъ въ нихъ заряды около 1,5 килогр. ($3\frac{3}{4}$ фунта) пороха; для минъ же большихъ размѣровъ заряды доходятъ даже до 300 килогр. (до $18\frac{3}{4}$ пудовъ),—для чего необходимо въ концѣ скважины сдѣлать уширеніе для помѣщенія этого заряда. Въ гнейсовыхъ и кварцевыхъ породахъ это уширеніе можетъ быть получасемо взрывами небольшихъ динамитныхъ патроновъ, раздробляющихъ камень на днѣ скважины, въ породахъ же известковыхъ образование уширенія въ концѣ скважины можетъ быть достигнуто помощью такъ называемыхъ кислотныхъ минъ, т. е. дѣйствіемъ хлористоводородной кислоты, по способу Курбебеза (Courbebaize). Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ: сначала сверлятъ скважину діаметромъ въ 0,06 метр. (2,5 дюйм.) стальнымъ сверломъ длиною отъ 0,5 до 1,5 метровъ; когда скважина сдѣлана достаточной глубины, въ нее вставляютъ мѣдную или каучуковую трубку *a*, черт. 290, діаметромъ въ 0,03 метра (1,25 дюйма), не доводя ее до дна скважины проконопачиваютъ пенькой или за дѣлываютъ каучуковымъ кольцомъ *b*, и внутри вставляютъ мѣдную трубку *c*, діаметромъ въ 0,015 метр. (0,625 дюйм.), опуская ее почти до дна скважины. Вверху трубка *a* плотно проходитъ сквозь пробку; верхній же конецъ трубки *c* изогнуть внизъ сифономъ, а трубка *a* имѣетъ отростокъ,

опущенный вниз, ниже пробки *d*. Поворачивая конецъ трубки *c* вверхъ, ее наполняютъ при помощи воронки водою до тѣхъ поръ, пока вода не покажется въ отросткѣ трубы *a*; тогда, зажимая конецъ сифона, поворачиваютъ его и погружаютъ въ сосудъ съ растворомъ соляной кислоты (4 части воды на 1 часть соляной кислоты); при этомъ, очевидно, сифонъ будетъ высасывать жидкость изъ сосуда, которая, доходя до дна скважины и приходя въ соприкосновеніе съ камнемъ, будетъ его разъѣдать. Углекислый газъ, выдѣляющійся при этомъ, будетъ подниматься вмѣстѣ съ жидкостью по трубкѣ *a* и выходить наружу чрезъ отростокъ этой трубки. Выдѣленіе газовъ здѣсь столь сильно, что они, поднимаясь по трубкѣ *a*, увлекаютъ съ собою отработавшую кислоту съ растворомъ хлористаго кальция выше уровня кислоты въ сосудѣ *e*, такъ что эту жидкость можно выпускать прямо изъ трубки *a* въ этотъ же сосудъ, и если держать жидкость въ сосудѣ *e* на одномъ уровнѣ, то дѣйствіе прибора будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока постепенно ослабляющаяся кислота не перестанетъ дѣйствовать на камень и вслѣдствіе этого прекратится выдѣленіе углекислаго газа и тока жидкости.

Для болѣе продолжительнаго дѣйствія прибора надо или укрѣплять растворъ новымъ количествомъ кислоты, замѣняющимъ отработавшую, или, принявъ послѣднюю въ особый сосудъ, постоянно подливать въ первый сосудъ новый свѣже-приготовленный растворъ.

Когда на днѣ скважины образуется уширеніе достаточной величины, о чемъ судятъ по количеству израсходованнаго раствора, то вынимаютъ трубку, очищаютъ скважину паклей, наверху на палочку или на желѣзный стержень, и высушиваютъ.

Кислоты требуется при обыкновенныхъ известковыхъ породахъ отъ 8 до 10 килограммовъ для приготовленія помѣщенія на 1 килогр. пороха. Скважины дѣлаются обыкновенно отъ 0,8 до 1 метра глубиною.

Камень, добываемый въ карьерахъ, доставляется къ мѣсту работы, смотря по мѣсторасположенію карьеровъ, или на подводахъ, или въ вагонахъ по рельсовымъ путямъ, или водою, въ баржахъ, шаландахъ и на понтонахъ.

Выборъ того или другого способа доставки камня зависитъ какъ отъ того способа обмѣра камня, который въ данномъ случаѣ будетъ принятъ, такъ и отъ другихъ мѣстныхъ и экономическихъ условій производства работъ. Обмѣръ камня производится въ штабеляхъ, сло-

женныхъ въ карьерахъ или на мѣстѣ работъ. Штабеля складываются обыкновенно прямоугольниками, вмѣщающими круглое число куб. саж., напр. 100 или 200 и т. д., высотой въ $1\frac{1}{2}$ сажени и соотвѣтственнаго размѣра въ сторонѣ.

При условіи приѣма камня въ штабеляхъ на мѣстѣ работъ, доставка его изъ карьеровъ производится обыкновенно на подводахъ (на саняхъ зимою), или въ вагонахъ по временнымъ рельсовымъ путямъ или другими словами сухимъ путемъ. При условіи необходимости выгрузки камня на берегъ у мѣста работъ доставка его на судахъ невыгодна вслѣдствіе необходимости поднятія камня вверхъ при выгрузкѣ его. Когда же камень доставляется на судахъ для валки его въ море безъ предварительной выгрузки на берегъ, то обмѣръ и приѣмка его въ штабеляхъ являются невыгодными вслѣдствіе возможности обмѣра его по вѣсу до нагрузки въ суда или по объему по осадкѣ судовъ.

Вообще при передвиженіи камня отъ ломокъ къ мѣсту работъ слѣдуетъ, по возможности, избѣгать подъема его; а такъ какъ карьеры обыкновенно лежатъ значительно выше мѣста работъ, то иногда представляется возможнымъ доставлять камень, пользуясь естественнымъ уклономъ мѣстности и собственнымъ вѣсомъ камня. Въ этихъ случаяхъ спускъ его производится обыкновенно по рельсовымъ путямъ въ вагонахъ, ходъ которыхъ регулируется только тормазами. Иногда представляется даже возможнымъ не только спускать груженные вагоны, собственною тяжестью, но и поднимать порожніе, пользуясь для этой цѣли живою силою, развивающеюся при спускѣ груженныхъ вагоновъ.

Способъ этотъ, повидимому, весьма выгодный и экономный, требуетъ однако устройства подмостей и весьма затруднителенъ для валки камня непосредственно съ вагоновъ въ море, потому что устройство необходимыхъ для этого подмостей, которыя должны быть выдвинуты довольно далеко въ море, представляетъ большія и часто непреодолимыя затрудненія. Въ такихъ случаяхъ доставка камня на судахъ, шаландахъ и понтонахъ оказывается единственно возможною. При доставкѣ камня къ мѣсту работъ вагонами, при условіи валки его непосредственно въ море для возведенія мола, опредѣленіе количества камня можетъ быть предварительно произведено обмѣромъ объема его въ штабеляхъ, сложенныхъ въ карьерахъ; но такъ какъ укладка такихъ штабелей требуетъ особой работы и расхода, то рациональнѣе производить это опредѣленіе количества по вѣсу. Для этой цѣли

на мѣстѣ работъ устраиваютъ вѣсовую платформу, черезъ которую должны проходить всѣ вагоны поѣзда до своей разгрузки; взвѣшивая такимъ образомъ каждый вагонъ, можно, по имѣющейся уже тарѣ вагона, опредѣлить вѣсъ брошеннаго камня. Такой же способъ обмѣра камня можетъ быть принятъ при доставкѣ камня къ мѣсту работъ въ судахъ, такъ какъ для нагрузки судовъ камень подводится къ нимъ въ вагонахъ на рельсовыхъ путяхъ. Обмѣръ этотъ можетъ быть произведенъ также и по осадкѣ судна.

Но такъ какъ камень, брошенный въ сооруженіе занимаетъ большій объемъ чѣмъ сложенный плотно въ пробномъ штабелѣ, вѣсъ котораго опредѣляется непосредственно, то для точнаго перехода отъ вѣса къ объему необходимо принять въ соображеніе количество пустотъ между камнями въ наброскѣ, которое какъ указано выше составляетъ смотря по крупности камня отъ 6 до 25% полного объема наброски. Но такъ какъ требуется знать объемъ камня, а не вѣсъ его, то переходъ по извѣстному вѣсу къ объему можетъ быть произведенъ, зная вѣсъ опредѣленной единицы объема камня. Этотъ вѣсъ опредѣляется непосредственнымъ взвѣшиваніемъ опредѣленнаго, сложеннаго въ штабеляхъ, объема камня, примѣрно 20 кубическихъ саженой.

Для опредѣленія количества камня по осадкѣ судовъ необходимо имѣть предварительно вымѣренныя суда, которыя должны быть всѣ пронумерованы и снабжены рейками какъ въ носовой и кормовой частяхъ, такъ и внутри каждаго судна; послѣдняя необходима для опредѣленія находящагося въ немъ количества воды. Этотъ способъ обмѣра камня требуетъ особой постоянной флотиліи, назначаемой специально для перевозки камня. Имѣть эти специально устроенныя суда весьма желательно, а иногда необходимо, въ виду облегченія работъ по валкѣ камня въ море. Въ такомъ случаѣ суда, предназначенныя исключительно для этихъ работъ, могутъ быть сдѣланы одной и той-же вмѣстимости, что представляетъ большія удобства.

Обмѣръ камня въ самомъ сооруженіи производится промѣрами глубинъ до и послѣ работъ; но этотъ способъ можетъ имѣть мѣсто только при твердомъ грунтѣ дна, грунтъ несжимаемомъ отъ вѣса наброски. При грунтахъ же малой плотности, этотъ способъ обмѣра дастъ весьма неточные результаты, такъ какъ нѣтъ положительныхъ данныхъ относительно сжатія различныхъ грунтовъ отъ тяжести

каменной наброски, равно и нельзя опредѣлить точно сжатіе самой наброски.

При доставкѣ камня къ мѣсту работъ и валкѣ его въ море, камень иногда сортируютъ. Какимъ образомъ располагаютъ отдѣльные сорта камня въ сооруженіяхъ, было уже указано выше *).

Сортировка, по мнѣнію французскихъ инженеровъ, весьма выгодна, такъ какъ она даетъ большую экономію въ матеріалѣ, ибо пространства между камнями, ничѣмъ не заполненныя, даютъ вообще отъ 6 до 13% сбереженія матеріала, при крупныхъ же камняхъ это сбереженіе доходитъ до 25%. Невыгодныя стороны сортировки тѣ, что она требуетъ лишней работы; наброска даетъ большую осадку вслѣдствіе того, что острые углы камней легче отламываются отъ тяжести всей массы камня; волненіе, проходя свободнѣе сквозь наброску, можетъ развить нѣкоторую зыбь въ портѣ, и, кромѣ того, воздухъ, находящійся между камнями выше уровня воды, будучи сжимаемъ отъ дѣйствія волненія и ища выхода, будетъ дѣйствовать на мостовую мола и иногда съ такою силой, что можетъ ее разрушить **).

Хотя на сортировку камня, по мнѣнію французскихъ инженеровъ, не требуется особаго расхода, но выборка крупныхъ камней изъ карьера при нагрузкѣ ихъ на вагоны потребуетъ несомнѣнно предварительной очистки ихъ отъ болѣе мелкаго камня, что не можетъ быть исполнено безъ особыхъ хотя бы и незначительныхъ затратъ; поэтому общая экономія, ожидаемая при сортировкѣ камня, на которую указываютъ французскіе инженеры, выходитъ весьма сомнительною, почему англійскіе инженеры не признаютъ ее вовсе и производятъ валку несортированнаго камня, утверждая, что мелкій камень, лежа въ промежуткахъ между большими, заполняетъ эти промежутки, давая плотную постель крупнымъ камнямъ, чѣмъ несомнѣнно способствуетъ большей устойчивости ихъ, а равно и всего сооруженія.

Когда валка камня въ море производится непосредственно съ судовъ, то послѣднія, нагружаемая у пристаней при каменоломняхъ, буксируются къ мѣсту работъ.

*) Триестскіе и Марсельскіе молы.

**) Это имѣло мѣсто въ Марсели, см. выше.

Для этой цѣли необходимо имѣть, независимо отъ шаландъ, баржъ и понтоновъ, еще буксирные пароходы; все это вмѣстѣ, при большихъ работахъ, составляетъ значительный флотъ, для котораго слѣдуетъ имѣть гавань или укрытое мѣсто на случай непогоды, вѣтра и сильнаго волненія. Если нѣтъ вблизи работъ естественной, или искусственной гавани, въ которую можно было бы убрать всю эту флотилію, на случай непогоды, то необходимо устроить временную гавань, а затѣмъ, по мѣрѣ исполненія работъ, пользоваться для этой цѣли отстроенною частью порта.

При устройствѣ военнаго порта въ Либавѣ на совершенно открытомъ морскомъ берегу, необходимо было, для выгрузки и нагрузки матеріаловъ и для укрытія судовъ и пароходовъ отъ непогоды, выстроить временную гавань, которая устроена изъ свайныхъ загражденій, черт. 291 *).

Гавань эта посредствомъ рельсовыхъ путей сообщается съ заводомъ для приготовления бетонныхъ массивовъ **).

Въ гаванѣ устроены временныя пристани и всѣ необходимыя приспособленія для безостановочнаго производства работъ.

Количество шаландъ, баржъ, понтоновъ и пароходовъ опредѣляется обыкновенно въ зависимости отъ количества работъ, времени, въ которое надо окончить ихъ, и успѣха добычи для работъ камня.

Въ среднемъ принимаютъ обыкновенно, что буксирный пароходъ въ 30 дѣйствительныхъ силъ (около 100 индикаторныхъ) можетъ везти четыре 8-ми кубовыя шаланды со скоростью 4-хъ верстъ въ часъ; почему, принимая во вниманіе, что во время отвозки и выгрузки 4-хъ шаландъ, четыре другія могутъ быть нагружены, можно положить на 8 шаландъ одинъ буксирный пароходъ; этотъ плавучій подвижной составъ изъ 8 шаландъ, вмѣщающихъ вмѣстѣ 64 куб. саж. камня, и одного буксирнаго парохода, называется *караваномъ*, а число каравановъ должно быть опредѣлено въ зависимости отъ количества работъ и времени ихъ исполненія.

Если для примѣра предположить, что требуется въ 3 года набросать камня въ 120000 куб. саж., и карьеры расположены отъ порта

*) Черт. 291 долженъ быть въ масштабѣ $\frac{1}{6400}$ почему всѣ выставленные размѣры должны быть соответственно измѣнены.

**) Описаніе этого завода помѣщено ниже.

на разстояніи 10 верстъ, то, предполагая что въ теченіи года имѣется 150 рабочихъ дней по 10 часовъ и имѣя пароходы въ 30 дѣйствительныхъ силъ, могущіе вести четыре 8-ми кубовыя шаланды со скоростью 4 верстъ въ часъ, будемъ имѣть:

Для буксировки 4 шаландъ къ мѣсту работъ и обратно (20 верстъ) потребуется 5 часовъ времени, слѣдовательно одинъ пароходъ въ состояніи отвезти въ теченіи одного рабочаго дня (10 часовъ) 8 шаландъ или 64 куб. сажени камня, а за время производства работъ въ теченіи года $64 \times 150 = 9600$ куб. саж. Въ одинъ годъ требуется насыпать $\frac{1}{3}$ всего количество камня, т. е. 40000 кубовъ, слѣдовательно, необходимо для исполненія этой работы не менѣе $\frac{40000}{9600} = 4$ -хъ каравановъ, т. е. 4-хъ пароходовъ и 32 шаландъ. — Къ этому количеству прибавляютъ обыкновенно 10% шаландъ на случай починки, т. е. надо имѣть не менѣе 35 шаландъ. Въ данномъ случаѣ это прибавленіе шаландъ необходимо еще въ виду того, что для полнаго успѣха работъ требуется нѣсколько болѣе 4-хъ каравановъ, а именно 4,2.

Время на причалъ шаландъ и валку камня не принимается въ расчетъ, ибо валка камня въ море производится почти моментально и обратная доставка пустыхъ шаландъ къ карьерамъ производится быстрѣе, и такимъ образомъ покрывается время, не принятое во вниманіе при расчетѣ.

Высыпка камня изъ шаландъ должна производиться почти мгновенно, какъ для сокращенія времени, такъ и потому, что камень долженъ быть высыпанъ въ точно опредѣленное мѣсто; посему, установивъ шаланду надъ этимъ мѣстомъ, нельзя ее держать тамъ долгое время, такъ какъ случайное волненіе можетъ сдвинуть ее съ мѣста. Также желательно всю массу камня, находящуюся въ шаландѣ (8 куб. саж.), разомъ выбросить въ море, ибо при этомъ камень ложится плотнѣе и устойчивѣе на морскомъ днѣ.

Обыкновенныя открытыя баржи для валки камня въ море вовсе не способствуютъ исполненію этихъ условій, такъ какъ выгрузка камня изъ нихъ можетъ быть совершаема лишь непосредственно людьми, выбрасывая каждый камень отдѣльно, — работа мѣшкотная и дорогая.

Для вполне же успѣшнаго производства работъ необходимо имѣть специально устроенныя шаланды, удовлетворяющія слѣдующимъ требованіямъ: возможно большая вмѣстимость при наименьшей осадкѣ; невозможность ихъ потопленія даже при чрезмѣрной нагрузкѣ; воз-

возможность почти мгновеннаго разгрузенія ихъ и возможно легкая подвижность на водѣ.

Для выполненія этихъ требованій суда эти дѣлаютъ плоскодонными, съ заостренными или закругленными концами (кормою и носомъ); снабжаютъ воздушными ящиками, для болѣе легкаго удержанія ихъ на водѣ, и разгружаютъ собственнымъ вѣсомъ камня, дѣйствующимъ на створчатыя днища или бока, открывая ихъ или наклоняютъ судно въ одну сторону на столько, чтобы камень могъ самъ скатиться съ палубы въ воду.

Шаланды со створчатыми днищами, черт. 292, суть обыкновенныя плоскодонныя баржи болѣе прочной конструкціи, въ которыхъ устроены грузовые внутренніе трюмы, имѣющіе форму усѣченной пирамиды, обращенной меньшимъ основаніемъ внизъ. Эти трюмы сверху открыты для нагрузки камня; дно трюма, оно же, и дно судна, представляетъ собой родъ двустворчатыхъ, положенныхъ горизонтально, воротъ, поддерживаемыхъ цѣпями, идущими вверхъ къ брусу, положенному вдоль всего судна; здѣсь, при помощи отводныхъ блоковъ, цѣпи отводятся къ бортамъ судна, гдѣ удерживаются при помощи особыхъ клиньевъ; далѣе цѣпи идутъ къ лебедкамъ, расположеннымъ на палубѣ судна, и навиваются на ихъ барабаны. Пространство между боковыми стѣнками грузовыхъ трюмовъ, стѣнками и частью дна баржи, остается незаполняемымъ ничѣмъ и служитъ для удержанія шаланды на водѣ, когда она нагружена камнемъ. Размѣръ этихъ пространствъ долженъ быть рассчитанъ такъ, чтобы шаланда не могла быть потопленной даже при чрезмѣрной нагрузкѣ трюмовъ.

Отбуксировавъ шаланду къ мѣсту валки и установивъ ее надлежащимъ образомъ, выбиваютъ клинья, задерживающіе цѣпи, и камень, открывая собственнымъ вѣсомъ днище шаланды, вываливается въ море; послѣ этого днище снова закрываютъ, навивая цѣпи на барабаны лебедокъ.

Грузовые трюмы могутъ имѣть еще и слѣдующее устройство: они дѣлаются во всю ширину шаланды, при чемъ дно ихъ состоитъ изъ двухъ наклонныхъ плоскостей, черт. 293, сходящихся гребнемъ противъ оси судна. Пространство между дномъ трюма и днищемъ судна остается пустымъ и служитъ для удержанія нагруженной шаланды на водѣ. Бока судна, прилегающіе къ трюму, закрываются

дверьми, вращающимися у верхних ихъ реберъ около горизонтальныхъ осей, и удерживаются въ закрытомъ положеніи цѣпами, идущими подъ дномъ трюма къ барабанамъ, насаженнымъ на ось, помѣщенную въ нижней воздушной камерѣ шаланды.

Для высыпки камня стоитъ лишь освободить цѣпи; тогда камень, скользя по наклоннымъ плоскостямъ дна трюма, дѣйствіемъ собственной своей тяжести открываетъ боковыя дверцы и вываливается въ море.

Закрываніе стѣнокъ производится приводами, расположенными на палубѣ судна и дающими барабанамъ, насаженнымъ на ось, помѣщенную въ трюмѣ, движеніе, необходимое для навиванія на нихъ удерживающихъ цѣпей.

Подобнаго рода трюмовыя шаланды довольно сложны, требуютъ особыхъ механизмовъ и цѣпей, частей вообще довольно дорогихъ, но за то онѣ обладаютъ большою устойчивостью при перевозкѣ камня, въ особенности шаланды перваго типа, въ которыхъ грузъ расположенъ относительно низко.

Понтоны, или палубныя суда употребляются преимущественно для перевозки штучныхъ большихъ камней. Камни эти, производя большое сосредоточенное вертикальное давленіе, требуютъ прочнаго настила, чтобы они при нагрузкѣ не могли продавить палубу судна. На палубѣ судна, черт. 294, помѣщаютъ, обыкновенно по оси его, нѣсколько большихъ камней, составляющихъ полный грузъ, и судно, нагруженное такимъ образомъ, доставляется къ мѣсту работъ, гдѣ камни по одиночкѣ снимаются кранами и укладываются на молъ, какъ объ этомъ подробнѣе будетъ изложено ниже.

Для того, чтобы не имѣть особыхъ шаландъ для перевозки мелкаго, и понтоновъ для перевозки крупнаго камня, пользуются *судами, принадлежащими къ виду понтоновъ*, на которыхъ мелкій камень укладывается призмой на палубѣ. Палуба дѣлается, какъ и всегда, по срединѣ нѣсколько выпуклою, но безъ всякихъ ватервейсовъ (бортовыхъ брусевъ), совершенно гладкою, при чемъ поверхъ продольныхъ палубныхъ досокъ дѣлается другая поперечная сплошная досчатая настилка.

Вдоль одного борта, черт. 295, подъ палубою, помѣщается нѣсколько ящиковъ А, такимъ образомъ, чтобы верхнія грани ихъ, когда судно нагружено камнемъ, были ниже ватерлиніи, а нижнія, когда судно порожнее, были выше уровня воды. Ящички эти имѣютъ

у своихъ днищъ трубки съ наружными щитками, которыми они сообщаются съ воздухомъ или водою, смотря по тому, будетъ-ли понтонъ нагруженъ или порожній.

Когда понтонъ нагруженъ, то щитки при трубахъ должны быть закрыты, и онъ плаваетъ, совершенно горизонтально. Установивъ понтонъ надъ мѣстомъ валки камня, подѣзжаютъ на лодкѣ къ борту судна и открываютъ всѣ щитки при ящикахъ А; тогда вода устремляется въ ящики и, наполняя ихъ, наклоняетъ судно въ сторону ящиковъ, и вслѣдствіе этого весь камень скатывается съ палубы въ море. Верхняя поперечная опалубка служитъ здѣсь для болѣе легкого скатыванія камня. Понтонъ, освободившись отъ груза, поднимется вверхъ, такъ что часть ящиковъ А будетъ выше уровня воды, и вода изъ нихъ будетъ вытекаетъ до тѣхъ поръ, пока они совершенно не опорожнятся и разгрузившійся понтонъ станетъ опять въ горизонтальное положеніе. Тогда подѣзжаютъ снова на лодкѣ къ борту судна и закрываютъ всѣ щитки при трубахъ, въ виду опять предстоящей нагрузки понтона.

Всѣ эти суда употребляются почти безразлично, хотя слѣдуетъ отдать преимущество двумъ первымъ типамъ. Первый типъ представляетъ однако то неудобство, что допускаетъ валку камня только до глубины, соотвѣтствующей осадкѣ груженой шаланды съ прибавленіемъ ширины полотна створа и еще одного фута на запасъ. Другія суда допускаютъ валку камня на нѣсколько меньшую глубину, такъ какъ глубина осадки ихъ меньше.

Остальная достройка мола производится обыкновенно крупными штучными камнями, которые по одиночкѣ укладываются на свои мѣста. Для этой цѣли устанавливаютъ на якоряхъ вдоль мола, съ той стороны, гдѣ крупные камни должны быть положены, плавучіе поворотные краны, черт. 296. Понтоны, на которыхъ штучный камень подается къ работамъ, устанавливаютъ возлѣ крана; подъ камень подводятъ цѣпную петлю, которую прикрѣпляютъ при помощи особаго крюка къ подъемной цѣпи крана. Черт. 297. Этотъ послѣдній устроенъ такъ, что петля можетъ быть отцѣплена если дернуть за канатъ, какъ это ясно видно на чертежѣ, и камень, освобождаясь, падаетъ на назначенное для него мѣсто. Для этого необходимо, очевидно, предварительно повернуть стрѣлу крана въ надлежащее положеніе. До освобожденія камня, его опускаютъ до уровня воды и даже

нѣсколько ниже, спуская подъемную цѣпь крана, съ тою цѣлью, чтобы при паденіи камня не происходило слишкомъ сильнаго колебанія и всплесковъ воды.

Подвѣсные крюки, употребляемые для такихъ, крановъ бываютъ весьма разнообразнаго устройства, но всѣ должны удовлетворять тѣмъ условіямъ, чтобы прочно удерживали цѣпь при подвѣскѣ камня и легко отцѣплялись при спускѣ его въ воду.

Для валки камня съ судовъ примѣняютъ еще и другіе способы, но менѣе практичныя, почему они по возможности избѣгаются. Такъ, на примѣръ, при устройствѣ Шербургскаго волнолома примѣнялись двупалубныя суда, на нижней палубѣ которыхъ уложены были вдоль ея рельсы въ два пути, соединенныя у кормы и у носа стрѣлками. Въ концахъ судна (у носа и кормы) были устроены дверцы; первыя служили для ввода въ судно груженыхъ камнемъ вагоновъ съ пристани, а вторыя для вывалки камня въ море. Установивъ судно носомъ къ пристани и соединивъ рельсы судна съ рельсами пристани, вкатывали груженые вагоны съ пристани въ судно и устанавливали ихъ на обоихъ путяхъ.

Отбуксировавъ судно къ мѣсту работъ, его устанавливали кормою къ возводимому молю и, открывъ кормовыя дверцы, вываливали черезъ нихъ камень изъ вагоновъ, подводимыхъ поочередно къ кормѣ судна. Само собою разумѣется, что вагоны снабжены были опрокидывающимися кузовами.

Другой способъ, требующій одновременной валки крупнаго и мелкаго камня, заключается въ томъ, что на обыкновенномъ парусномъ суднѣ, черт. 298, кладутъ на палубѣ вдоль одного борта рядъ крупныхъ камней, а по другому борту насыпается гряда мелкихъ. Судно, такимъ образомъ нагруженное и уравновѣшенное, буксируется къ мѣсту производства работъ и устанавливается такъ, чтобы одинъ бортъ его, съ крупными камнями, приходился противъ той части мола, которая должна быть одѣта этими камнями, на примѣръ, подошва наружнаго откоса мола; другой бортъ будетъ при этомъ обращенъ къ средней части возводимаго мола. Тогда люди на суднѣ ломая сбрасываютъ одновременно всѣ крупные камни, и судно, оставаясь только подъ дѣйствіемъ тяжести гряды мелкаго камня, накренивается въ ея сторону, вслѣдствіе чего мелкій камень, по образовавшейся наклонной плоскости, самъ собою скатывается въ воду. Такъ какъ судно полу-

часть при этомъ сильную качку, и матросы могутъ быть сброшены въ воду, то во избѣжаніе этого они привязываются къ горизонтальному брусу, укрѣпленному вдоль судна. Этотъ способъ примѣняется въ Шербургѣ и у насъ при работахъ Севастопольскаго порта. Способъ этотъ неудобенъ тѣмъ, что судно, имѣя грузъ на палубѣ, неустойчиво и, подвергаясь волненію, въ особенности при буксировкѣ къ мѣсту работъ, можетъ раньше по дорогѣ сбросить камень въ воду, какъ это и имѣло мѣсто какъ въ Севастополѣ, такъ и въ Шербургѣ.

Для нагрузки судовъ и понтоновъ въ карьерахъ необходимо устроить соотвѣтствующія пристани. Добытый въ карьерахъ камень располагается грядами здѣсь же, у подошвы скалы, и подвергается сортировкѣ на столько, на сколько это требуется условіями работъ. Для этой цѣли укладываются вдоль этихъ грядъ временные рельсовые пути, на которыхъ устанавливаются подвижные поворотные краны, подъемной силой въ $1\frac{1}{2}$ до 2 тоннъ (соотвѣтственно въсу большихъ камней), черт. 299. При ихъ помощи выбираютъ изъ общей массы крупные камни и грузятъ ихъ въ вагоны. Параллельно этимъ путямъ укладываются по крайней мѣрѣ еще два другіе рельсовые пути, соединяемые между собою стрѣлками, для движенія по нимъ порожнихъ и грузящихся вагоновъ; послѣдніе ставятся возлѣ крановъ на первомъ пути, а порожніе вагоны на второмъ. По мѣрѣ нагрузки вагоновъ, они отодвигаются впередъ и подаются къ пристани для выгрузки на суда, а на ихъ мѣста доставляются по стрѣлкамъ другіе порожніе вагоны. Для этого необходимо, чтобы всѣ пути были сведены въ два главныхъ, идущихъ къ пристани.

Мелкій камень нагружается въ особые опрокидывающіеся вагоны, а крупный на платформы.

Груженные кузовные вагоны, при подходѣ къ пристани, проходятъ черезъ вѣсовую платформу, затѣмъ, подвинутые къ концу пристани, наклоняются и высыпалютъ въ подставленное судно мелкій камень, черт. 300. Опорожненный вагонъ отводится по стрѣлкѣ на другой путь и, минуя вѣсовую платформу, подается на второй грузовой путь у карьера.

Платформы съ крупными камнями подаются и взвѣшиваются такимъ же образомъ, но для разгрузки вагона нельзя камень прямо бросать въ судно, ибо онъ можетъ при паденіи пробить палубу и повредить все судно. Поэтому каждый камень снимаютъ отдѣльно съ

платформы при помощи лебедки А, движущейся по рельсамъ, уложеннымъ на высокихъ подмостяхъ. Эти подмости выступаютъ нѣсколько надъ водою, будучи поддерживаемы особыми стойками, поставленными на такомъ разстояніи отъ пристани, чтобы въ образовавшемся промежуткѣ можно было помѣстить понтонъ. Тогда, снявъ камень лебедкой съ платформы вагона, подвигаютъ и устанавливаютъ ее надъ понтономъ, и затѣмъ опускаютъ камень на палубу судна. Для устойчиваго положенія камня, его подклиниваютъ; а для того, чтобы можно было легко освободить отъ подъемной цѣпи, камень прикрѣпляется къ ней при помощи цѣпной петли, которую не трудно снять, поддерживая камень въ это время ломами.

Для защиты палубы отъ продавливанія, на ней укладывается постель изъ бревенъ, на которую кладутъ камни; удобство употребленія постели, и то, что ее можно устроить такъ, чтобы камень на ней держался въ равновѣсіи безъ подклиночекъ, и чтобы петлю можно было вытащить изъ-подъ камня, не поддерживая послѣдній ломами. При большихъ работахъ, гдѣ нагрузка шаландъ и понтоновъ идетъ очень дѣятельно и одновременно, слѣдуетъ распорядиться такъ, чтобы нагрузка однихъ не мѣшала работамъ на другихъ, почему устраиваются отдѣльныя пристани для мелкаго и для крупнаго камня. Расположеніе путей въ карьерахъ, вѣсовыхъ помостовъ и подвижныхъ крановъ должно быть все приноровлено къ мѣстнымъ условіямъ, почему нельзя начертить для всѣхъ отдѣльныхъ случаевъ одинъ общій планъ ихъ расположенія, а можно лишь указать на главный принципъ, на которомъ все это устройство должно быть основано.

Производя валку камня при устройствѣ морскихъ моловъ, слѣдуетъ набрасывать камень тонкими слоями во всю ширину сооруженія и лишь послѣ окончанія насыпки одного слоя приступать къ насыпкѣ слѣдующаго. Это необходимо въ виду того, что если насыпать гряду, составляющую ядро сооруженія, и постепенно обсыпать ее до проектнаго профиля мола, то, при наступленіи осеннихъ и зимнихъ бурь, когда необходимо прекратить работы, волны, разбиваясь о существующую каменную наброску, подмываютъ дно съ обѣихъ сторонъ; вслѣдствіе этого камень обсыпается и образуются на днѣ моря выемки, которыя приходится заполнять при дальнѣйшихъ работахъ, черт. 301. Это явленіе было замѣчено въ Сеттѣ, при устройствѣ наружнаго волнолома, середина котораго составлена

изъ мелкаго камня, обсыпаннаго постепенно камнями все большихъ размѣровъ.

При проектированіи каменнаго мола и при опредѣленіи количества потребнаго на него камня, необходимо, какъ уже было выше замѣчено, обратить вниманіе на то, что камень, производя давленіе на дно моря, сожметъ грунтъ и погрузится въ него, а также и на то, что сооруженіе само нѣсколько уменьшится въ своемъ объемѣ вслѣдствіе сжатія самой наброски. Обѣ эти причины въ значительной степени могутъ повліять на опредѣленіе количества камня, потребнаго для сооруженія.

Опредѣлить точно величину этой осадки невозможно, такъ какъ она находится главнымъ образомъ въ зависимости отъ качества грунта, истинную сжимаемость котораго возможно опредѣлить только по окончаніи работъ, если будетъ съ точностью извѣстно количество камня, положеннаго въ сооруженіе и если до приступа къ работамъ сдѣланы были точные промѣры морскаго дна. Величина осадки мола уже построеннаго, хотя и дастъ намъ до нѣкоторой степени понятіе о той осадкѣ, которую можно ожидать при возведеніи новаго сооруженія, но эти ожиданія оправдываются лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ.

Такъ какъ стоимость сооруженія находится въ прямой зависимости отъ количества камня, употребленнаго на наброску, то правильнѣе всего опредѣлить это количество или по вѣсу, или непосредственнымъ обмѣромъ въ судахъ или штабеляхъ, причемъ, само собою разумѣется, необходимо строго слѣдить за тѣмъ, чтобы обмѣренный и принятый камень былъ набросанъ въ сооруженіе, а не внѣ его.

Эта система производства работъ, требуя тщательнаго и надежнаго надзора, оказывается во многихъ случаяхъ неудобною, тогда прибѣгаютъ къ способу отдачи работъ съ подряда, причемъ подрядчикъ обязуется возвести сооруженіе по проектированному профилю. Количество камня, потребнаго на сооруженіе, опредѣляетъ стоимость подряда, а это количество опредѣляется по утвержденному профилю сооруженія, по измѣреннымъ глубинамъ моря и по длинѣ сооруженія, къ чему прибавляется еще нѣкоторый % на осадку послѣдняго; такимъ образомъ осадка сооруженія большая противъ принятой, предоставляется на рискъ подрядчика.

Имѣя подрядчиками опытныхъ техниковъ, этотъ способъ слѣдуетъ считать наиболѣе удобнымъ и болѣе всего обезпечивающимъ устойчивость и солидность сооруженія.

Англійскіе инженеры полагаали обыкновенно, что осадка мола измѣняется отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{10}$ глубины моря; но, понятно, что такое опредѣленіе этой величины осадки далеко не точно и не можетъ дать положительныхъ указаній относительно опредѣленія количества камня, необходимаго допустить на осадку. Осадка находится, несомнѣнно, также въ нѣкоторой зависимости отъ высоты сооруженія, а не только отъ качества грунта и породы камня.

Мягкій илистый грунтъ морскаго дна и мягкая порода камня угловатой формы даетъ ббльшую осадку, чѣмъ твердая порода камня округленной формы, при твердомъ грунтѣ дна. Камень, бросаемый въ море, лежитъ совершенно неправильно, почему острые углы и ребра отламываются и мелкіе камни, отъ этого образующіеся, съ бывшими раньше въ массѣ камня, заполняя пустыя пространства между крупными камнями, даютъ объемъ меньше первоначально опредѣленнаго; объемъ такой наброски подходитъ скорѣе къ тому объему, который имѣетъ камень въ плотно сложенномъ штабелѣ.

Вслѣдствіе движенія, которое всегда происходитъ въ наброскѣ, слѣдуетъ ей дать нѣкоторое время, не менѣе одного года, для принятія окончательной формы, и лишь по истеченіи этого времени приступать къ возведенію верхней надстройки; эти работы по возведенію верхней части мола производять не по всей длинѣ сразу, а отдѣльными участками, длиною каждый отъ 5 до 10 саж. между этими частями оставляются сквозныя поперегъ всего мола щели шириною около 1 дюйма; дѣлается это съ тою цѣлью, чтобы на случай неравномѣрной осадки верхняя надстройка, осѣдая также неравномѣрно, не получила отъ этого вредныхъ для устойчивости сооруженія трещинъ.

Какъ значительна бываетъ осадка каменной наброски, видно изъ слѣдующихъ примѣровъ:

Въ Алжирѣ осадка каменной наброски доходила до 1,6 метра при глубинѣ воды въ 70—80 фут.; въ Шербургѣ въ 1837 г. верхняя надстройка мола дала продольную трещину длиною около 47 саж., черт. 302, при чемъ оказалось, что половина стѣны (наружная часть) была выведена на старой наброскѣ, тогда какъ внутренняя на новой, которая дала осадку и причинила этимъ разрушеніе верхней надстройки. Трещина шла сверху до самаго низу; ширина ея по верху была 3 фута, а къ низу она дѣлалась еще

шире; при этомъ вся передняя часть осѣла на 1,3 фута. Такая же осадка замѣчалась въ головной части этого волнолома, такъ, что инженеры не рѣшались строить сразу оба этажа фортовъ, проектированныхъ на этихъ частяхъ волнолома, а, по устройствѣ первыхъ этажей, временно нагрузили ихъ въ размѣрѣ того вѣса, который составили бы вторые этажи; когда, подъ влияніемъ этой нагрузки, моль пересталъ давать осадку, тогда только приступлено было къ окончанію постройки.

При составленіи проекта Мариупольскаго порта, положено было на осадку камонной наброски 5 футъ; расчетъ количества камня, допущеннаго на осадку, производился по профилю, имѣющему видъ трапеціи, широкое основаніе которой равно было ширинѣ основанія мола, малое основаніе—ширинѣ наброски у уровня воды, и высота, слѣдовательно, равна 5 фут. Глубина воды доходила до 14 футовъ.

Количество этого добавочнаго камня было принято какъ запасъ въ смѣтѣ; контрагентамъ же уплата производилась частью по обмѣру камня до погруженія его въ море, частью по опредѣленію величины осадки пробныхъ участковъ за время производства работъ. Для этой цѣли забиты были въ нѣсколькихъ мѣстахъ между сплошными продольными рядами свай по два поперечныхъ сплошныхъ ряда въ разстояніи 5 саженой другъ отъ друга, и въ образовавшіеся такимъ образомъ ящички насыпанъ былъ камень до верху. По прошествіи нѣкотораго времени ящички эти были освидѣтельствованы, и осадка найдена самая незначительная; вслѣдствіе этого и по другимъ экономическимъ соображеніямъ контрагентовъ, окончательный обмѣръ камня произведенъ былъ по проектному профилю, безъ прибавленія какого-либо % на осадку, для всѣхъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ наброска камня производилась безъ предварительнаго его обмѣра на берегу, въ судахъ или въ вагонахъ.

При постройкѣ Ялтинскаго мола возникло также сомнѣніе въ томъ, какимъ образомъ правильно произвести обмѣръ камня, необходимаго для наброски фундамента подъ бетонные массивы. По проекту положено было обмѣръ камня произвести на берегу и, бросая его въ море до проектнаго профиля, опредѣлять все то количество, которое потребно на устройство мола. При составленіи проекта для примѣрнаго опредѣленія количества камня, необходимаго на наброску, положена была осадка въ 5 футовъ, основываясь на данныхъ Одесскаго порта.

Вслѣдствіе частныхъ соображеній контрагента, имъ было испрошено разрѣшеніе обмѣра камня на берегу не производить, а вычислить объемъ камня по промѣрамъ, принимая во вниманіе или проектную осадку, или ту, которая можетъ оказаться въ дѣйствительности, какъ отъ погруженія мола въ грунтъ, такъ и отъ сжатія самой наброски. По этому ходатайству постановлено было, производя наброску камня безъ обмѣра, опредѣлить объемъ его по промѣрамъ дна и по проектному профилю сооруженія, принимая во вниманіе могущую произойти осадку; для опредѣленія же послѣдней выбрать пробныя участки и произвести изслѣдованіе осадки кладки на этихъ послѣднихъ; за тѣмъ эту опредѣленную въ % осадку принять для всего мола, опредѣляя полную величину ея для каждой части сооруженія пропорціонально высотѣ слоя наброски. По исполненіи сооруженія и изслѣдованія пробныхъ участковъ осадки вовсе не оказалось, такъ какъ вездѣ найдено было дно скалистое, хотя мѣстами и покрыто иломъ, но послѣдній оказался перемѣшанный съ валунами.

Изъ произведенныхъ наблюденій по осадкѣ различныхъ частей сооруженій Одесскаго порта имѣются слѣдующія данныя, которыя принимались въ соображеніе при проектированіи Ялтинскаго мола и нѣкоторыхъ другихъ частей этого порта.

Названіе частей сооруженій.	Длина части сооруженія.	Глубина моря.	Толщина подошмы.	Глубина верхней поверхности подошмы.	Высота каждаго изъ массивовъ.	Осадка массивовъ выше (+) или ниже (-) уровня воды.	Полная осадка подсыпей.
	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.
1) По проекту удлиненія карантиннаго (рейдоваго) мола.	43,00	32,00	11,50	20,50	23,75	-1,5	4,75
Тоже	70,00	32,25	16,375	15,75	23,75	0	8,00
Тоже	57,00	33,75	13,25	20,50	28,50	+1,5	6,50
Тоже	369,00	35,34	15,34	19,00	28,5	+0,4	9,00
По всему рейдовому молу .	539,00	отъ 32,00 до 35,34	отъ 11,50 до 16,375	отъ 15,75 до 20,50	отъ 23,75 до 28,5	отъ +1,5 до -1,5	отъ 4,75 до 9,00

Название частей сооружений.	Длина части сооружения.	Глубина моря.	Толщина подсыпки.	Глубина верхней по-верхности подсыпки.	Высота владки изъ массивовъ.	Осадка массивовъ вы-ше (+) или ниже (-) уровня воды.	Полная осадка под-сыпки.
	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.	ФУТ.
2) Дальнѣйшее продолже- ніе рейдоваго мола	228	Принята осадка и уплот- неніе подсыпки					7,0
3) Проектъ волнолома, ут- вержденный 11 Января 1880 г.		Принято было по проекту					5,0
4) Послѣ исполненія по этому проекту головы, съ огрузкою ея оказалось	—	—	—	—	—	2,75	8,7
На основаніи этого, проектъ былъ пересоставленъ, при- чемъ принято было:							
I. Для постоянной части волнолома	275	а) на уходъ подсыпки въ землю — — — — —					3,7
		б) на сжатіе подсыпки					5
Всего	—	—	—	—	—	—	8,7
II. Для остальной части волнолома.	130	а) на уходъ подсыпки въ землю — — — — —					3,2
		б) на сжатіе подсыпки					5,0
Всего	—	—	—	—	—	—	8,2
Въ средней полная осад- ка былъ принята	—	—	—	—	—	—	8,45

Вопросъ объ осадкѣ каменнаго мола и сжатіи наброски, вслѣд-
ствіе весьма разнообразныхъ полученныхъ данныхъ, остается еще
не вполне выясненнымъ, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ прихо-
дится производить самостоятельныя наблюденія, во всякомъ случаѣ,
при составленіи проекта необходимо, независимо отъ принятаго спо-
соба обмѣра камня, оставлять всегда нѣкоторый запасъ его, опре-
дѣленіе количества котораго основывается на данныхъ выведенныхъ
изъ другихъ сооружений.

ГЛАВА XX.

Подвозъ камня къ мѣсту работъ въ вагонахъ по рельсовымъ путямъ.—Лѣса устраиваемые въ морѣ, при устройствѣ портовыхъ моловъ: деревянные и металлическіе.—Вагонеты для подвозки камня.—Составъ поѣздовъ, приспособленія для быстрой валки камня.—Опредѣленіе количества подвижнаго состава для подвозки и валки камня въ море, съ подмостей.—Описаніе устройства лѣсовъ въ Голихэдѣ, Портландѣ, Дуврѣ, Одессѣ, Ялтѣ и Портъ-Саидѣ.

Какъ уже замѣчено было въ предыдущей главѣ, подвозъ камня къ мѣсту работъ по рельсовымъ путямъ производится тогда, когда по мѣстнымъ условіямъ это представляется особенно удобнымъ или когда доставка моремъ невозможна, вслѣдствіе отсутствія укрытыхъ бухтъ и гаваней для защиты отъ бури перевозочныхъ судовъ.

Устройство рельсовыхъ путей бываетъ особенно выгодно тогда, когда камень изъ карьеръ можетъ быть по нимъ доставленъ прямо къ мѣсту работъ и, безъ предварительнаго складыванія его тамъ, вышпанъ въ море, въ сооруженіе.

Въ этомъ случаѣ необходимо устроить подмости такой высоты и длины, чтобы съ нихъ возможно было вывести все сооруженіе въ полный его профиль. Подмости эти, устраиваемыя въ открытомъ морѣ, должны имѣть достаточную прочность, какъ для безопаснаго передвиженія по нимъ груженыхъ камнемъ поѣздовъ, такъ и для сопротивленія дѣйствию на нихъ волнъ; конструкція ихъ должна быть такова, чтобы онѣ не представляли собой большой площади, на которую волны могли бы дѣйствовать.

Для удовлетворенія этимъ условіямъ, подмости устраиваются сквозными, изъ свай, и возводятся одновременно съ сооруженіемъ мола такимъ образомъ, чтобы устройство ихъ производилось всегда непосредственно передъ наброскою камня въ молъ. Наброска, охватывающая подмосточныя сваи, укрѣпляетъ ихъ, придавая подмостямъ большую устойчивость, такъ что лишь та незначительная часть ихъ, ко-

торая будетъ устроена впереди и, поэтому, еще не обсыпана камнемъ, представляетъ меньшее сопротивленіе дѣйствию волнь. Не имѣя опредѣленныхъ типовъ, по которымъ подмости должны быть устроены,—лучше всего ознакомится съ подмостями, устроенными при возведеніи наиболѣе замѣчательныхъ моловъ.

Такими примѣрами подмостей, устроенныхъ въ открытомъ морѣ, могутъ служить слѣдующія:

1) *Голихэдъ.*

Портъ Голихэдъ, расположенный на островѣ Англизи, въ Ирландскомъ морѣ, есть портъ-убѣжище для судовъ, плавающихъ между Ирландіею и Великобританіею.

Дно моря состоитъ здѣсь изъ глины и песку, лежащихъ слоемъ толщиною около 1 сажени на скалистой подпочвѣ. Молъ, какъ приведено выше, состоитъ изъ каменной наброски, доведенной до уровня низкихъ водъ (до уровня отлива), съ надстройкой стѣны изъ каменной кладки на цементномъ растворѣ, поднимающейся на 43 фута выше; при обыкновенномъ приливѣ стѣна эта выступаетъ изъ моря на 22½ фута.

Камень для наброски добытъ изъ карьеръ Голихэдской скалы, расположенной въ 1½ верстахъ отъ корня мола. Изъ карьеръ открытыхъ въ этой скалѣ, камень спускался въ вагонахъ по рельсовымъ путямъ къ молу.

Наибольшая глубина моря, при которой приходилось ставить подмости, была 12,2 сажени, и такъ какъ дно скалистое, съ небольшимъ лишь слоемъ наноснаго грунта, то нельзя было забивать свай, а онѣ замѣнены были стойками, установленными правильными продольными и поперечными рядами. Продольныхъ рядовъ стоекъ было пять, въ разстояніи 33 фут. рядъ отъ ряда: въ каждомъ ряду стойки разставлены на разстояніи 30 фут. другъ отъ друга и расположены такъ, что составляютъ правильные поперечные ряды, число которыхъ было 260. Полная ширина подмостей по верху была 148 фут. черт. 303. На стойкахъ положены поперечныя двойныя насадки, усиленныя противъ каждой стойки подбалками; вдоль подмостей, надъ каждымъ продольнымъ рядомъ стоекъ положены прогоны подъ рельсовые пути, составленные также изъ двойныхъ брусевъ съ подбалками, укрѣпленными раскосами и подпорками надъ каждымъ поперечнымъ рядомъ стоекъ, черт. 304.

Каждая стойка составлена из двухъ брусевъ квадратнаго сѣченія по 14 дюймовъ въ сторонѣ, сплоченныхъ и связанныхъ между собою болтами; середина ихъ усилена еще боковыми треугольными накладками, черт. 305, связанными также сквозными болтами.

Въ верхнихъ концахъ стоекъ, къ широкимъ ихъ сторонамъ, прибиты выступающія вверхъ доски, между которыми зажаты поперечныя насадки, и все связано прочно болтами.

Для того, чтобы стойки не уходили глубоко въ мягкій грунтъ, къ нижнимъ ихъ концамъ прикрѣплены были желѣзные уголки или деревянные кобылки, а для установки ихъ въ вертикальномъ положеніи, внизу были прибиты досчатые ящики, наполненные камнемъ.

Для постепеннаго устройства подмостей устанавливали одновременно всѣ пять стоекъ каждаго поперечнаго ряда, которыя тотчасъ же связывались съ готовою частью подмостей; исполнялось же это слѣдующимъ образомъ. Пять крановъ, по одному надъ каждымъ продольнымъ рядомъ стоекъ, придвигались на самый конецъ уже собранной части подмостей; краны эти и служили для установки стоекъ подмостей. Для этой цѣли стойки доставлялись къ концу готовой части подмостей пароходомъ и, подвѣшенные къ выдвинутымъ впередъ кранамъ, опускались одновременно на дно моря, черт. 303. Благодаря ящикамъ, наполненнымъ камнемъ и прикрѣпленнымъ къ нижнимъ концамъ стоекъ, эти послѣднія устанавливались, при опусканіи совершенно отвѣсно. Удерживая кранами стойки въ вертикальномъ положеніи, на нихъ тотчасъ же клали поперечныя насадки, доставляемые къ мѣсту работъ тѣмъ же пароходомъ и, по ихъ укрѣпленіи, выдвигались съ готовой части подмостей временные прогоны, для удержанія вновь установленныхъ стоекъ въ надлежащемъ разстояніи отъ конца готовой части подмостей.

Затѣмъ краны отодвигались назадъ и клались главные прогоны съ уложенными на нихъ рельсами, послѣ чего, укрѣпивъ все болтами, снова выдвигали краны для установки слѣдующаго ряда стоекъ.

Непосредственно послѣ устройства подмостей производилась валка камня, который изъ карьеръ подвозился поѣздами въ желѣзныхъ вагонетахъ емкостью въ десять тоннъ *) камня, черт. 306, съ опроки-

*) $13\frac{1}{2}$ куб. фут. камня вѣсятъ 1 тонну, что на 1 куб. саж. составляетъ 1612 пудовъ въ сплошномъ тѣлѣ, въ наброскѣ же промежутки между камнями составляютъ до 30%, такъ что вѣсъ 1 кубич. саж. въ наброскѣ выходитъ всего 1100 пуд.

дывающими кузовами. Поѣзда, составленные каждый изъ 4-хъ вагоновъ, спускались собственной тяжестью; во избѣжаніе же слишкомъ сильнаго раската, всѣ вагоны снабжены были тормазами, и поѣздъ удерживался, кромѣ того, паровозомъ-тендеромъ, который далѣе служилъ для подачи камня по подмостямъ до мѣста валки его въ море. Последняя операція совершалась выдергиваніемъ заклинокъ подъ кузовами, при чемъ послѣдніе, отъ тяжести камня, становились вертикально, и камень вываливался въ море. Ось вращенія кузова расположена была такимъ образомъ, чтобы кузовъ, наполненный камнемъ, стремился стать вертикально, т. е. открывался для вывалки камня, а порожній становился горизонтально и автоматически замыкался. При такомъ устройствѣ кузова вагонетовъ, поѣздъ, по высыпкѣ камня, можно было тотчасъ же отодвигать назадъ и отвозить обратно въ карьеры.

Устойчивость подмостей достигалась здѣсь, по направленію оси сооруженія, немедленнымъ соединеніемъ вновь поставленныхъ стоекъ съ готовою частью обсыпанной камнемъ, а по направленію перпендикулярному къ оси—обсыпкою стоекъ камнемъ немедленно послѣ ихъ установки; кромѣ того, устойчивости подмостей много способствовали двойныя стойки, на подобіе буквы Л, помѣщавшихся по одной въ каждомъ поперечномъ ряду. Достигая такимъ образомъ полной устойчивости этого сооруженія, вмѣстѣ съ тѣмъ не представлялось большихъ поверхностей дѣйствию волненія, и потому это волненіе и не оказывало здѣсь большаго разрушительнаго дѣйствія.

Приливъ поднимался здѣсь надъ отливомъ на 17 и даже на 20,5 фут., а рельсы были расположены еще на 20 футъ выше, такъ что волны до нихъ вовсе не доходили.

Ежедневно выгружалось около 450 вагоновъ, или около 4000 тоннъ камня, когда же работы были въ полномъ ходу, то количество это достигало 5220 тоннъ въ день. Наибольшее количество камня, которое было выгружено въ теченіе одного года, было въ 1856 году и составляло 1066900 тоннъ; средняя годовая нагрузка камня съ 1850 по 1858 г. составляла 714600 тоннъ. Все количество камня, ушедшаго въ сооруженіе, было 7000000 тоннъ, что составляетъ $7000000 \times 13\frac{1}{2} = 94500000$ куб. фут. въ плотномъ тѣлѣ, или въ наброскѣ около 125000000 куб. фут., или около 400000 куб. саж. Наибольшій успѣхъ работъ былъ въ 1853—54 годахъ, когда наброска исполнена была на 4190 пог. футовъ длины мола.

Наброска камня была окончена въ 1858 году, и только въ 1860 году было приступлено къ верхней надстройкѣ. Сдѣлано это было съ цѣлью дать наброскѣ время для полной осадки, но за то дальнѣйшія работы по окончанію сооруженія пошли чрезвычайно быстро, и весь молъ былъ оконченъ въ 1873 году. Полная стоимость этого мола, длина котораго 7,860 фут., составляетъ 1,283,000 ф. ст., что на одинъ пог. футъ составитъ 163,105 фунт. стерл., или на 1 пог. саж. около 10,000 рублей кредитныхъ. Верхняя надстройка стоила 36 ф. ст. за 1 пог. футъ, что составляетъ около 2,500 руб. кредитныхъ на 1 пог. саж.

Для возведенія верхней надстройки каменная наброска, доведенная почти до уровня прилива, была разобрана подъ главною стѣною до уровня средняго отлива, при чемъ камень этотъ былъ сложенъ валикомъ по обѣимъ сторонамъ и служилъ защитою отъ всплесковъ волнъ при кладкѣ первыхъ рядовъ стѣны. При разборкѣ этого камня внутренніе два ряда стоекъ подмостей были спилены, съ оставленной же части подмостей продолжали наброску камня на наружный пологій откосъ мола. Подошва стѣны находится на уровнѣ средняго отлива, или на 1 футъ выше уровня самыхъ низкихъ водъ. Черт. 307.

Работы по устройству верхней стѣны мола производились слѣдующимъ образомъ: сначала была сдѣлана выемка наброски до плоскости, лежащей на 7,5 фут. выше наибольшаго отлива, при помощи крана X, передвигавшаго по временному рельсовому пути, уложенному почти по оси стѣны; этому пути былъ данъ уклонъ въ $\frac{1}{30}$, что дало возможность отодвигать кранъ къ берегу при каждомъ приливѣ, и ставить его выше уровня воды.

Послѣ окончанія выемки наброски до плоскости основанія стѣны, была устроена на деревянныхъ подставкахъ широкая желѣзная дорога, въ 49 футъ между рельсами, такимъ образомъ, чтобы вся выемка наброски и стѣна помѣстились между этими рельсами. Между ними, ближе къ рельсу обращенному къ гавани, на общей съ нимъ деревянной подставкѣ, уложенъ узкій рельсовый путь G, по которому въ вагонетахъ и на платформахъ подавались матеріалы, потребные для устройства стѣны, какъ-то: тесовый камень, цементъ, известь и прочее.

По широкому рельсовому пути двигалась высокая платформа, на которой поставленъ былъ небольшой локомобиль, который, въ

свою очередь, имѣлъ движеніе по рельсамъ, уложеннымъ на платформѣ перпендикулярно рельсамъ нижнихъ путей. Этимъ локомотивомъ, названнымъ Голіаѳомъ, приводилась въ движеніе лебедка, посредствомъ которой укладывались крупные камни въ стѣну мола; тѣмъ же локомотивомъ приводился въ движеніе и приводъ, которымъ двигалась платформа.

Камни для стѣны брались очень большихъ размѣровъ, около 10 тоннъ вѣса (620 пуд.), отъ 0,2 до 0,5 куб. сажень, и укладывались безъ притески, только на растворѣ съ тщательной разщепенкой. Растворъ употреблялся трехъ родовъ. Для первыхъ полутора саженьей высоты кладки растворъ составленъ былъ изъ 1 части Кардиффской гидравлической извести, 1 часть итальянской пуццоланы и 5 частей песку; для слѣдующихъ 2 саж. высоты стѣны, т. е. на 12,30 футовъ выше самыхъ высокихъ водъ, растворъ состоялъ изъ 3 частей гидравлической извести, 1 части пуццоланы и 8 частей песку: для остальной, верхней части—изъ 1 части гидравлической извести и 3 частей песку. Цементы для этой работы вовсе не употребляли.

При первоначальномъ расчетѣ стоимости наброски принято было на пустоты $\frac{1}{9}$ часть всего объема. Верхняя надстройка ограничена была съ внутренней стороны наброской, вымощенной плотно пригнанными камнями; отъ верхней грани до самаго дна, со стороны обращенной къ порту, шелъ откосъ съ небольшою бермою у уровня отлива. Позже откосъ замѣненъ вертикальной стѣнкой, и молъ представляетъ нынѣ видъ, показанный раньше на черт. 217.

2) Портландъ.

Сооруженіе, защищающее Портландскій портъ отъ морскаго волненія и образующее портъ-убѣжище, состоитъ изъ двухъ частей: береговаго мола длиною въ 1,700 футовъ, направленнаго на сѣверо-востокъ по прямому направленію, и волнолома длиною въ 6,400 футовъ, идущаго сначала по направленію береговаго мола и поворачивающаго затѣмъ на сѣверъ, черт. 308. Между ними оставленъ проходъ шириною въ 400 футъ.

Для постройки этихъ двухъ сооруженій, устроены были непрерывныя подмости во всю длину мола и волнолома, соединявшія ихъ другъ съ другомъ, такъ что вся наброска камня произведена съ ва-

гонетовъ, спускавшихся непосредственно изъ карьеръ и подававшихся на подмости паровозами.

Дно моря, по всей длинѣ подмостей, состоитъ изъ довольно мягкой синей глины; глубина воды на всемъ этомъ пространствѣ весьма значительна—именно отъ 30 до 60 футовъ, считая отъ уровня отлива, а въ проходѣ между молами глубина около 42 футовъ. Приливъ поднимается немного, всего на 7,5 футовъ, и верхній помостъ, для обезпеченія его отъ разрушительнаго дѣйствія волнъ, поднять на 17,5 футовъ выше этого послѣдняго уровня.

Подмости составлены были подобно тому, какъ и въ Голихэдѣ, изъ пяти продольныхъ рядовъ винтовыхъ свай (вмѣсто стоекъ въ Голихэдѣ), на разстояніи 30 футъ рядъ отъ ряда; въ такомъ же разстояніи другъ отъ друга находились и сваи въ правильно расположенныхъ поперечныхъ рядахъ, черт. 309.

Каждая свая составлена изъ двухъ брусевъ квадратнаго сѣченія по 14 дюймовъ въ сторонѣ, свинченныхъ между собою болтами; онѣ поставлены такъ, что длинныя ихъ грапи направлены по направленію длины подмостей. Для усиленія свай въ другомъ, перпендикулярномъ оси сооруженія, направленіи, онѣ снабжены съ обѣихъ сторонъ шпренгелями съ деревянными по срединѣ свай распорками. На нижнихъ концахъ свай надѣты были чугунныя башмаки съ желѣзными стержнями, длиною въ 4,5 фута, снабженныхъ винтовыми лопастями. Сваи ввинчивались въ грунтъ на глубину длины стержня, а въ иныхъ мѣстахъ и на 7—8 футъ. Ближе у берега, гдѣ глубина была небольшая, свои были одиночныя.

Сваи были частью сосновыя, пропитанныя креозотомъ, частью изъ американскаго лѣса, не подвергающагося дѣйствію червя.

Сваи связаны между собою поперекъ двойными насадками и подбалками, зажатые между однимъ изъ брусевъ, составляющихъ сваю, и доской, наложенной на другой брусъ въ верхнемъ его концѣ, и крѣпко стянуты болтами и скобами.

Вдоль подмостей шли надъ каждымъ рядомъ свай, по два прогона съ рельсами. Прогонныя эти были устроены въ каждомъ пролетѣ изъ отдѣльныхъ шпренгельныхъ фермъ, упирающихся концами въ подбалки, положенныя на поперечныхъ насадкахъ свай, и все связано также болтами. Для приданія подмостямъ большей устойчивости, крайніе ряды свай были выше уровня отлива связаны между собою

горизонтальными и діагональными связями и, кромѣ того, поперечные ряды свай были черезъ одинъ рядъ сязаны съ грунтомъ при помощи винтовыхъ якорей и цѣпей. Установка свай при удлиненіи подмостей производилась при помощи баржъ и пароходовъ такимъ образомъ, что, выдвигая временно прогоны съ готовой части подмостей, укрѣпляли ихъ временно стойками, упертыми въ дно моря, и образовавъ на нихъ временный помостъ, устанавливали съ него новые сваи, которыя въ началѣ работъ завинчивались въ грунтъ непосредственно рабочими, а потомъ по способу Куды *).

Близъ берега, гдѣ глубина небольшая, употреблены одиночныя сваи квадратнаго сѣченія по 15 дюймовъ въ сторонѣ, тогда какъ двойныя сдѣланы были изъ квадратныхъ брусевъ въ 14×14 дюймовъ.

Камень для этихъ сооруженій выламывался на вершинѣ близлежащей горы и спускался къ берегу съ высоты 400 футовъ по желѣзной дорогѣ въ вагонетахъ. Наклонная плоскость съ рельсовыми путями состояла изъ трехъ отдѣльных частей съ небольшими между ними горизонтальными площадками. Верхняя и нижняя наклонныя плоскости имѣли уклонъ въ $\frac{1}{10}$, а средняя нѣсколько положе, въ $\frac{1}{15}$. Нагруженные вагонеты того же типа какъ и въ Голихэдѣ, вмѣстимостью въ 7 тоннъ и тарою въ 3 (всего 10 тоннъ), спускались внизъ подъ вліяніемъ собственной тяжести и, будучи прикрѣплены къ безконечному канату, перекинутому черезъ шкивы и положенному на роликахъ, приводили, кромѣ того, въ движеніе и его. Къ другой половинѣ каната прикрѣплялись пустые, идущіе назадъ вагонеты, которыя и поднимались такимъ образомъ вверхъ. Но такъ какъ подъемная сила развившаяся спускаемыми внизъ нагруженными вагонами была недостаточна, для подъема пустыхъ вагоновъ, то поставлены были на каждой изъ площадокъ паровыя машины, для вращенія барабановъ, на которые навиты были канаты. Черт. 310.

Общая длина проволочныхъ канатовъ составляла около 6 верстъ. На верхнихъ площадкахъ каждой наклонной плоскости установлены были на горизонтальныхъ осяхъ огромные барабаны, на которые эти канаты навивались; эти барабаны и приводились въ движеніе вспомогательными паровыми машинами. — На одной изъ площадокъ по-

*) Производителемъ работъ былъ въ началѣ инженеръ Рендель, но за его смертью работы окончены его помощникомъ инженеромъ Кудомъ.

ставлены были вѣсы, черезъ платформу которыхъ проходили все грузенные вагоны, для опредѣленія вѣса, а слѣдовательно и объема употребляемаго въ дѣло камня *).

Спущенные внизъ нагруженные вагонеты составлялись въ поѣзда по 4 вагона въ каждомъ, и паровозомъ-тендеромъ въ 15 тоннъ, прицѣпленнымъ сзади, передвигались впередъ по подмостямъ до мѣста валки, при чемъ высыпка камня происходила автоматически такимъ образомъ, что при подходѣ поѣзда къ мѣсту валки камня, задвижки удерживающія кузова вагонетовъ, ударялись въ бруски, прикрѣпленные къ подмостямъ; тогда кузова, на ходу поѣзда, опрокидывались, а послѣ высыпки камня снова принимали прежнее положеніе. Высыпка камня происходила почти мгновенно, и даже не останавливая вовсе поѣзда; давая потомъ паровозу обратный ходъ тотчасъ послѣ высыпки камня, весь поѣздъ отодвигали назадъ, для поднятія его снова въ карьеры.

Постройка Портландскаго мола рѣшена была въ 1847 году, и тогда же приступлено было къ окончательнымъ изысканіямъ и предварительнымъ работамъ. Погрузка камней для мола начата была въ 1849 году; на волноломѣ окончены подмости и начата наброска камня только въ 1852 году.

Количество ежегодно погруженнаго камня измѣнялось въ зависимости отъ успѣха работъ по добычѣ камня въ карьерахъ; оно достигло наибольшей своей величины въ 553.400 тоннъ въ 1860 г., а наименьшей въ 39.700 тоннъ въ 1863 году.—Среднюю погрузку можно считать въ 494.000 тоннъ въ теченіи времени съ 1853 по 1860 годъ, послѣ чего до 1866 года эта цифра уменьшилась до 197,000 тоннъ. Когда работы были уже почти окончены, пришлось пополнить наброску въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ оказались выбоины отъ ежегодныхъ сносовъ камня бурями, въ количествѣ 26.000 тоннъ, каковая работа продолжалась до 1871 г. Полное количество камня, положеннаго въ это сооруженіе, съ 1849 по 1871 годъ, составляетъ 5.731.000 тоннъ.—Единственныя части волнолома, не построенныя изъ наброски, суть головы, которыя, при помощи водолазовъ, сдѣ-

*) 15 куб. футовъ камня, въ сплошномъ тѣлѣ, вѣсили 1 тонну, въ наброскѣ же этотъ объемъ увеличивается до 20 куб. фут., такъ что промежутки составляютъ $\frac{1}{4}$ всего объема наброски.

ланы изъ кладки, заложеной на глубинѣ 24 футовъ, и подошва которой защищена камнями очень крупныхъ размѣровъ.

Во время производства работъ происходило нѣсколько разрушеній какъ наброски, такъ и подмостей, которыя, однако, тотчасъ же были исправлены; одно лишь разрушеніе, бывшее въ 1867 году на протяженіи болѣе 1.000 футовъ, потребовало болѣе продолжительнаго времени для своего исправленія; пополненіе разбросаннаго здѣсь бурей камня было исполнено подвозкою камня въ баржахъ.

Часть сооруженія, примыкающая къ берегу, которая была спроектирована съ надстройкой, не могла быть исполнена раньше полнаго окончанія всей наброски, почему наброска береговой части мола имѣла достаточно времени для полученія полной осадки, такъ какъ была окончена уже въ 1852 г., а къ надстройкѣ было приступлено лишь въ 1856 году.—Голова мола была начата въ 1853 году и исполнена изъ кладки, основанной на глубинѣ 24 футовъ на наброскѣ; весь же береговой молъ былъ исполненъ оконченъ въ 1860 году. Береговой молъ служить нынѣ для нагрузки судовъ каменнымъ углемъ, для чего на немъ сдѣланы соответствующія приспособленія.

3) Дувръ.

При возведеніи Дуврскаго мола устроены были также подмости, черт. 311, составленныя изъ трехъ рядовъ свай, изъ которыхъ два крайніе наклонны къ оси въ $\frac{1}{8}$, а средній вертикаленъ. Свай внизу снабжены желѣзными заостренными башмаками для вдавливанія ихъ въ мѣловой грунтъ дна моря, а нѣсколько выше къ нимъ были прикрѣплены металлическіе листы въ видѣ воротниковъ, которые не позволяли сваямъ погружаться глубже опредѣленной величины. При значительной глубинѣ воды, 15 метр., суточной разности въ 5,79 метр. и высотѣ подмостей надъ уровнемъ прилива на 5,79 метровъ,—длина свай получалась свыше 26,5 метровъ, почему онѣ составлены были по длинѣ изъ двухъ частей, связанныхъ между собою металлическими муфтами.

Разстояніе между концами свай внизу было 16 метровъ, а вверху 13 метр.; вдоль же сооруженія свай отстояли на 8 метровъ другъ отъ друга.

Верхушки свай были покрыты металлическими наголовниками, служащими подушками для поперечныхъ балокъ, которыя сдѣланы

двойными. Балки эти усилены, кромѣ того, желѣзными подкосами, упирающимися нижними своими концами въ кольца, надѣтыя на сваи; немного ниже этихъ колець сваи всѣ стянуты между собою какъ поперекъ, такъ и вдоль, желѣзными тяжами съ винтовыми муфтами; а сваи боковыхъ наклонныхъ рядовъ связаны между собою, кромѣ того, крестами, въ предѣлахъ выше уровня низкихъ водъ.

Верхній помость состоялъ изъ продольныхъ брусьевъ (прогоновъ), усиленныхъ шпренгелями и подкосами, на которыхъ были уложены рельсы трехъ узкихъ и двухъ широкихъ путей. Первые служили для подачи матеріаловъ и массивовъ на платформахъ, по широкимъ же путямъ двигались широкія платформы, на которыхъ поставлены были на поперечныхъ рельсахъ лебедки; къ этимъ послѣднимъ подвѣшивались водолазные колокола и массивы для кладки мола.

Водолазные колокола служили для выравниванія дна моря подъ моломъ, а также для вывѣрки горизонтальности постелей массивовъ. Послѣдніе укладывались на надлежащихъ мѣстахъ водолазами въ скафандрахъ. Колокола и массивы принимали часто подъ дѣйствіемъ волненія и теченія наклонное положеніе, какъ видно на поперечномъ сѣченіи черт. 311, почему для защиты какъ колоколовъ, такъ и массивовъ, а равно и водолазовъ въ скафандрахъ, опущены были деревянные ящики, нагруженные камнемъ, образовавшіе родъ перемычекъ, подъ защитой которыхъ работа производилась уже безпрепятственно.

Подмости Дуврскаго мола, съ виду весьма жидкія, прекрасно устояли противъ волненія, и верхнія желѣзныя связи и подкосы значительно способствовали устойчивости сооруженія.

4) *Портъ Саидъ.*

Портъ Саидъ, расположенный въ Средиземномъ морѣ при входѣ въ Суэзскій каналъ, образованъ двумя молами, устроенными изъ наброски массивовъ и камня, какъ объ этомъ сказано выше. Наброска произведена частью съ судовъ, частью съ подмостей, которыя для западнаго мола были въ началѣ устроены изъ дерева, но послѣ уничтоженія ихъ червями подмости эти были продолжены въ море на желѣзныхъ винтовыхъ сваяхъ. Черт. 312. Сооруженіе это имѣло собственно двойное назначеніе: во-первыхъ, оно служило подмостями для возведенія мола, а потомъ—временною пристанью для стоянки

судовъ у западнаго мола въ передовомъ портѣ. Желѣзныя винтовья сваи, діаметромъ въ 0,5 фута (0,15 метра), завинчены въ грунтъ dna тремя продольными рядами въ разстояніи 12,8 фута (3,9 метра) рядъ отъ ряда, сваи же въ каждомъ ряду находились на разстояніи 13,12 ф. (4 метра). На сваяхъ были надѣты чугунные наголовники, въ которые упирались деревянныя поперечины, поверхъ которыхъ уложены шесть прогоновъ и сверху положенъ досчатый настилъ; по среднимъ прогонамъ были уложены два рельсовыхъ пути. Прогонны были усилены подбалками, съ которыми они свинчивались болтами.

Сваи у уровня воды были связаны между собою горизонтальными, на крестъ расположенными связями вдоль и поперекъ. Всѣ желѣзные тяжести свинчивались между собою натяжными муфтами, а со сваями связаны кольцевыми хомутами и болтами. Высота помоста надъ уровнемъ воды 9 футъ, ширина его по верху 27 футовъ.

Одновременно съ устройствомъ этихъ подмостей, для предварительной защиты передоваго порта отъ западнаго волненія, сдѣлана со стороны моря наброска камня съ судовъ, которая потомъ вошла въ составъ каменнаго мола.

5) Одесса. Черт. 313.

При постройкѣ продолженія карантиннаго мола въ Одессѣ, такъ называемаго рейдоваго мола, погрузка массивовъ производилась съ подмостей, при помощи водолазовъ.

Нижняя наброска камня, равно какъ часть и подача массивовъ къ работамъ, производилась съ судовъ и понтоновъ.

Подмости, устроенныя при этомъ, составлены были изъ двухъ продольныхъ рядовъ свай, забитыхъ сквозь каменную наброску при помощи копровъ—піонеровъ, при чемъ сваи снабжены были желѣзными башмаками. Рядъ отстоялъ отъ ряда на $5\frac{1}{2}$ сажени, а свая отъ сваи въ каждомъ ряду на $3\frac{1}{2}$ сажени. Сваи покрыты сверху чугунными наголовниками, на которые положены поперечныя насадки, усиленныя желѣзными подкосами. Поверхъ ихъ положены вдоль двойные прогоны, усиленные шпренгелями, при чемъ прогоны, расположенные непосредственно надъ сваями, усилены кромѣ того подкосами, упертыми въ сваи. На прогонахъ были уложены рельсы, образующіе два пути, одинъ узкій для вагоновъ, а другой, надъ сваями, широкій для катучей платформы, на которой поставлена лебедка на рельсахъ, уложенныхъ перпендикулярно къ оси подмостей.

По краямъ поперечныхъ балокъ положены еще выдвигные прогоны, на которые по рельсамъ широкаго пути выдвигались впередъ копры для забивки свай при удлиненіи подмостей. Между сваями подмостей, ближе къ одному ряду, подвѣшенъ, кромѣ того, на болтахъ узкій желѣзнодорожный путь для подачи массивовъ и другихъ матеріаловъ, необходимыхъ для постройки мола; для таковой же цѣли служилъ и верхній узкій путь.

Для удлиненія подмостей устанавливались сначала впереди, при помощи судовъ, временныя стойки съ насадками, къ которымъ выдвигались боковые прогоны. На нихъ устанавливались копры, при помощи которыхъ забивались коренныя подмосточныя сваи. Послѣднія, будучи связаны между собою поперечной насадкой, соединялись прогонами съ готовою частью помоста.

Подобно этимъ подмостямъ устроены были подмости при постройкѣ мола въ Ялтѣ. Черт. 314. Разстояніе между сваями взято меньшее, именно въ $1\frac{1}{2}$ саж., въ виду очень сильнаго развивающагося здѣсь волненія, и въ виду также большой тяжести массивовъ въ 28 тоннъ, принятыхъ для этого сооруженія.

Подобнаго рода подмости, примѣняемая собственно для укладки массивовъ, даютъ возможность подавать послѣдніе къ работамъ какъ по рельсовымъ путямъ, такъ и на понтонахъ; въ послѣднемъ случаѣ разстояніе между сваями подмостей должно быть такое, чтобы между ними возможно было поставить понтонъ для снятія съ него массивовъ лебедкой катушей телѣжки; послѣ снятія массива, понтонъ отодвигается въ сторону и массивъ погружается въ воду. Погрузка массивовъ можетъ быть произведена только въ томъ пролетѣ между сваями, въ которомъ устанавливается понтонъ для снятія съ него массива, ибо поперечныя балки, положенныя на сваяхъ, не позволяютъ передвинуть телѣжку съ подвѣшеннымъ къ ней массивомъ къ другому пролету. Кромѣ этого неудобства, мы встрѣчаемся еще со слѣдующимъ: массивы могутъ быть погружаемы только до глубины, соотвѣтствующей осадкѣ понтона, а не выше (иначе понтонъ не имѣетъ возможности стать между сваями подмостей); остальная же кладка должна быть сложена изъ массивовъ, подаваемыхъ по рельсовымъ путямъ.

Если телѣжку сдѣлать на столько высокою, чтобы поднятые лебедкой массивы могли проходить надъ поперечными балками, то этимъ

устраняется приведенное выше неудобство, но за то, во-первыхъ, уменьшается устойчивость телѣжки и, во-вторыхъ, необходимо тратить силу на излишній подъемъ массивовъ.

Въ Одессѣ и Ялтѣ, и вообще въ случаѣ примѣненія подмостей послѣдняго типа, наброску камня для образованія постели подъ массивами производятъ съ шаландъ, такъ какъ, если производить ее съ подмостей, то эти послѣднія были бы слишкомъ заполнены вагонами съ камнемъ, которые мѣшали бы правильному производству погрузки массивовъ.

Окончательная надстройка мола выше уровня воды, при этихъ подмостяхъ, также можетъ быть произведена непосредственно съ нихъ; это представляется особенно удобнымъ, если рельсовые пути находятся выше или въ одномъ уровнѣ съ верхнею поверхностью мола; въ этомъ случаѣ, по мѣрѣ окончанія постройки мола, рельсовый путь переводятъ на молъ и подмости разбираются. Для снятія, послѣ окончанія погрузки массивовъ, телѣжки и лебедокъ, они разбираются на составныя свои части и нагружаются на судно, для доставки на берегъ.

Для опредѣленія размѣра подвижнаго состава, необходимаго для валки камня въ море можно руководствоваться данными, помещенными выше изъ работъ по устройству Голихедскаго и Портландскаго моловъ. При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, будутъ ли карьеры находиться въ одной горизонтальной плоскости или выше верхней поверхности подмостей и возможно ли спустить камень съ карьеръ непосредственно по наклоннымъ рельсовымъ путямъ. Составъ поѣзда находится въ зависимости какъ отъ вмѣстительности вагоновъ, такъ и отъ силы паровоза, а время потребное для валки, отъ болѣе или менѣе совершеннаго устройства вагоновъ, дающаго возможность, такъ сказать, автоматически сваливать камень въ море. Вагонеты, употребляемые для такихъ работъ, вмѣщаютъ обыкновенно отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ куб. саж.; составляя поэтому поѣзда изъ 8 до 10 вагоновъ, можно одной подачей поѣзда, на что потребуется примѣрно около $\frac{1}{2}$ часа времени, свалить отъ 2 до 5 куб. саж., что въ часъ составляетъ до 10 куб. саж. Эта цифра можетъ быть значительно увеличена въ случаѣ подачи поѣздовъ по наклоннымъ путямъ, какъ это дѣлалось въ Голихедѣ, гдѣ количество камня нагружаемаго въ часъ въ обыкновенное время доходило до $22\frac{1}{2}$ куб. саж. Принимая въ

основаніе количество сваливаемаго въ море камня въ 10 куб. саж. въ 1 часъ, общій объемъ каменной наброски, время исполненія работъ, нетрудно опредѣлить то количество вагоновъ, которое потребно будетъ въ каждомъ данномъ случаѣ. Число паровозовъ опредѣляется съ такимъ расчетомъ, чтобы на каждые два поѣзда приходился одинъ паровозъ, хотя количество паровозовъ можетъ быть уменьшено въ зависимости отъ большей или меньшей быстроты нагрузки камня. Къ общему количеству вагоновъ слѣдуетъ прибавить около 10% запасныхъ на случай ремонта.

ГЛАВА XXI.

Устройство портовых моловъ изъ бетона.—Приготовление бетонныхъ массивовъ.— Составъ бетоннаго завода.—Механизмы для передвиженія массивовъ.—Травелоры.— Предварительное твердѣніе массивовъ.—Погруженіе массивовъ въ воду.—Пристани для нагрузки массивовъ на понтоны.—Плоты для передвиженія массивовъ.—Наклонныя плоскости и платформы.—Краны для погрузки массивовъ въ воду.—Титаны.— Опредѣленіе размѣровъ бетоннаго завода и количества механическихъ приспособленій для производства работъ при устройствѣ моловъ изъ бетонныхъ массивовъ.—
Бутовые массивы.

Въ послѣднее время, при широкомъ распространеніи цементныхъ заводовъ и улучшеніи способовъ приготовленія цемента, матеріаль этотъ получаетъ все большее и большее примѣненіе, при чемъ употребляется не только какъ связывающее вещество, но и какъ самостоятельный строительный матеріаль. Распространенію употребленія этого матеріала способствуетъ еще то обстоятельство, что съ развитіемъ морскихъ сооружений является все ббольшая и ббольшая потребность въ камняхъ крупныхъ размѣровъ, добываніе которыхъ въ карьерахъ не только затруднительно, но почти невысмыслимо вслѣдствіе громадной ихъ стоимости; къ тому же не вездѣ имѣются такія сплошныя горныя породы, изъ которыхъ можно было бы получить эти камни, а приходится довольствоваться болѣе мелкимъ камнемъ или готовить ихъ искусственно.

Хотя и есть возможность устраивать морскіе молы изъ мелкаго камня, какъ мы это видѣли выше, но такъ какъ необходимо при этомъ увеличивать пологость откосовъ, то количество потребнаго на сооруженіе камня быстро увеличивается, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается и стоимость сооруженія; а иногда является даже невозможность окончить сооруженіе за недостаткомъ камня.

Въ такомъ случаѣ приходится прибѣгать къ приготовленію искусственныхъ камней боаьшихъ размѣровъ, для чего необходимъ цементъ.

Съ цѣлью все большаго и большаго уменьшенія стоимости морскихъ моловъ и затрачиванія на нихъ возможно меньшаго количества матеріаловъ, обезпечивая, однако, устойчивость сооруженія, стали сначала защищать наиболѣе подверженныя разрушенію части моловъ бетономъ, для чего практиковалось покрытіе наружныхъ откосовъ массивами; затѣмъ стали замѣнять часть наброски, преимущественно съ морской стороны, массивами, съ цѣлью приданія сооруженію болѣе крутого откоса, а затѣмъ и всю наброску мола стали дѣлать изъ массивовъ; позже — изъ правильной кладки и, наконецъ, для приданія сооруженію характера сплошной монолитной массы, стали устраивать молы, отливая ихъ цѣликомъ изъ бетона.

Начало употребленія бетона въ значительныхъ массахъ относится къ 1748 году, когда одинъ изъ моловъ новаго бассейна въ Тулонѣ (Darse-neuve) основанъ былъ на бетонѣ.

Работу производили здѣсь такимъ образомъ, что въ пространство, огражденное сплошными досчатыми стѣнками (шпунтовыми рядами), налить былъ непосредственно бетонъ. Но этотъ способъ неудобенъ тѣмъ, что не допускаетъ примѣненія его при глубинѣ, превышающей 6 метровъ, ибо забивка шпунтовыхъ досокъ и установка щитовъ, становится очень затруднительною.

При твердыхъ грунтахъ, недопускающихъ забивку свай и шпунтовыхъ рядовъ, вмѣсто досокъ употребляютъ щиты, прислоненные къ стойкамъ съ желѣзными башмаками, вдавливаемымъ, насколько это по свойству грунта представляется возможнымъ, въ дно моря и поддерживаемымъ подкосами. Такъ какъ при очень твердомъ грунтѣ вовсе нельзя рассчитывать на то, чтобы сваи хотя сколько нибудь ушли въ него, то щиты могутъ быть удержаны помощью рамъ, нагруженныхъ камнемъ.

Такъ напримѣръ, для установки щитовъ для бетонныхъ работъ при устройствѣ военнаго порта въ Шербургѣ, къ стойкамъ *a* (черт. 315), снабженнымъ желѣзными башмаками, нѣсколько выше нихъ, въ точкѣ *b*, прикрѣплены были болтами горизонтальныя балки, другіе концы которыхъ связаны также болтами съ подкосами *d*, связанными, въ свою очередь, со стойками *a* въ точкахъ *f*.

Связавъ ихъ сначала въ точкахъ *b* и *c*, эти три бруса устанавливаютъ ва дно моря при помощи плотовъ и баржъ, держа брусья *a* и *d* вертикально; тогда между ними опускаютъ ящики, нагружен-

ные камнемъ, которые, ложась на брусъа *bc*, прижимаютъ ихъ ко дну. — Затѣмъ наклоняютъ брусъ *d* и укрѣпляютъ верхній конецъ его въ точкѣ *f* такимъ образомъ, чтобы стойка *a* осталась вертикальною. Установивъ двѣ такія рамы, связываютъ ихъ брусомъ *h*, послѣ чего устанавливаютъ остальные рамы, связывая ихъ послѣдовательно съ раньше установленными. Приготовивъ цѣлый рядъ рамъ, разставленныхъ въ разстояніи отъ 3 футовъ до $\frac{1}{2}$ сажени другъ отъ друга, или прислоняютъ къ нимъ щиты, или же послѣдніе опускаются въ пазы, сдѣланные въ стойкахъ. Оградивъ такимъ образомъ нѣкоторое пространство, наливали въ него бетонъ при помощи бетонныхъ ящиковъ.

Вмѣсто устройства щитовъ, лучше употреблять цѣльные бездонные ящички, въ особенности въ томъ случаѣ, когда массивъ, который желаютъ отлить, не особенно большихъ размѣровъ.

При надстройкѣ старыхъ молвъ въ Алжирѣ, въ началѣ нынѣшняго столѣтія, инженеръ Пуарель примѣнилъ бездонные деревянные ящички вмѣстимостью отъ 60 до 200 куб. метр. (6 до 20 куб. саж.), которые, установленные на старомъ молѣ, наполнялись бетономъ, послѣ отвердѣнія котораго стѣнки ящичка разбирались.

Ящички Пуареля, черт. 316, длиною въ 10 метровъ, шириною въ 3 метра и высоту въ 3,5 метра, были сколочены изъ четырехъ деревянныхъ щитовъ, нижніе края которыхъ сръзаны соотвѣтственно виду постели, на которой ящичъ устанавливался. Для удержанія ящичка на мѣстѣ, вокругъ него, у уровня воды, протянуть сквозь кольца канатъ къ которому подвѣшивались небольшіе ящички, нагружаемые камнемъ или ядрами.

Ящичъ, плотно сколоченный и связанный на берегу, осмаливался и проконопачивался и въ такомъ видѣ спускался по наклоннымъ брусьямъ въ воду и тогда, послѣ погруженія его на мѣсто, наливали въ него бетонъ.

При производствѣ этихъ работъ Пуарель замѣтилъ, что, не смотря на всѣ предосторожности, образуется всегда много известковаго молока, и вода, вымывая цементъ изъ бетона, дѣлаетъ его тощимъ и плохо твердѣющимъ, и что, кромѣ того, цементъ выдѣляясь изъ известковаго молока и отлагаясь на поверхности бетоннаго слоя, не даетъ ему плотно связаться со слѣдующимъ слоемъ. Это обстоятельство навело его на мысль: помимо конопатки стѣнъ ящичка и тща-

тельной сръзки нижнихъ краевъ, обшить его внутри просмоленнымъ холстомъ и изъ этого же матеріала сдѣлать свободно висящее, на подобіе мѣшка, днище въ ящикѣ. Просмоленное полотно, не пропуская воды въ большомъ количествѣ, уменьшаетъ образованіе известковаго молока, и холстъ, лежа на всѣхъ неровности основанія, не препятствуетъ плотному прикосанію бетона ко дну. При этомъ необходимо, однако, обратить вниманіе на то, чтобы холстяное днище было сдѣлано достаточно свободнымъ и мѣшковатымъ, дабы холстъ, не разрываясь, могъ свободно слѣдовать за всѣми неровностями дна.

Стѣнки такихъ ящиковъ послѣ разборки могутъ служить для другаго ящика, но необходимо каждый разъ обрѣзать нижніе края его соотвѣтственно виду дна въ данномъ мѣстѣ его постановки. Эта сръзка стѣнъ ящиковъ, впрочемъ, съ примѣненіемъ холстяныхъ днищъ не особенно важна, ибо, при неплотномъ прикосаніи стѣны ящика ко дну, холстъ заполнить свободные промежутки, не выпуская бетона, и не дастъ водѣ протечь во внутрь ящика и размыть бетонъ. Промежутки между отдѣльными бетонными массивами, которые въ Алжирѣ имѣли размѣры отъ 2,5 до 3 метровъ, были позже залиты бетономъ, закрывая предварительно открытые бока деревянными щитами и проложивъ въ этихъ мѣстахъ подъ бетонъ также просмоленный холстъ. Такъ какъ невозможно совершенно плотно прислонить щиты къ массивамъ, то эти части мола выходили всегда слабѣе частей отлитыхъ въ ящикахъ.

При этомъ способѣ производства работъ весьма важную роль играетъ просмоленный холстъ: онъ, не пропуская воды, не даетъ цементу вымываться изъ бетона такъ сильно, какъ это, обыкновенно имѣло мѣсто при подводныхъ бетонныхъ работахъ. Ящики же сами даютъ возможность сразу имѣть сплошной массивъ громадныхъ размѣровъ; но установка ящика въ открытомъ морѣ нѣсколько затруднительна и онъ, до погруженія въ него бетона, всегда можетъ быть сдвинуть съ мѣста или опрокинуть волненіемъ (Суарель предложилъ во избѣжаніе этого, замѣнить этотъ способъ формовки массивовъ формовкою ихъ на сушѣ или изъ бетона, или изъ бутовой кладки на хорошемъ цементномъ растворѣ, и такихъ размѣровъ, чтобы они, съ одной стороны, представляли достаточную устойчивость въ водѣ, а съ другой, чтобы была возможность уложить ихъ въ сооруженіе обыкновенными механизмами).

Употребленіе массивовъ, какъ для укрѣпленія уже существующаго сооруженія, такъ и для устройства всего сооруженія (наброскою), было впервые примѣнено Пуарелемъ въ Алжирѣ, какъ объ этомъ сказано выше.

Въ настоящее время почти ни одно морское сооруженіе не обходится безъ употребленія бетонныхъ или бутовыхъ массивовъ, размѣры которыхъ, параллельно улучшенію механизмовъ для ихъ передвиженія, все болѣе и болѣе растутъ.

Первые массивы приготовлялись въ 3 куб. метра; затѣмъ вскорѣ стали дѣлать ихъ больше, и въ настоящее время ихъ дѣлаютъ почти всегда около 10 и даже 15 куб. м. (отъ 20 до 30 и даже 35 тоннъ).

Для приготовленія бетонныхъ или бутовыхъ массивовъ устраиваются при работахъ спеціальныя заводы, расположеніе которыхъ должно быть таково, чтобы формовка массивовъ, подвозъ матеріала, а также снятіе массивовъ съ мѣста ихъ приготовленія и подача ихъ къ работамъ для погруженія въ море не представляли бы значительныхъ неудобствъ.

Мѣсто для формовки массивовъ готовится въ видѣ горизонтальной плоскости, которую плотно утрамбовываютъ глиной со щебнемъ и пескомъ или выстилаютъ досками, положенными на лежняхъ. На этой площади располагаютъ массивы правильными рядами, съ такими промежутками между ними, чтобы возможно было двигаться рабочимъ и устанавливать формы, а также передвигать механизмы, необходимыя для снятія и перемѣщенія массивовъ, черт. 317 А.

Принимая массивы длиною въ 10, шириною въ 7 и высотой въ 5 ф., объемъ ихъ получится равнымъ $5 \times 7 \times 10 = 350$ куб. ф.; каждый изъ нихъ займетъ площадь въ планѣ въ $7 \times 10 = 70$ кв. ф.; оставляя же вокругъ нихъ мѣсто для свободнаго прохода людей, движенія крановъ и проноски матеріаловъ, шириною въ 5 фут., получимъ для каждаго массива полную площадь въ $70 + 7 \times 5 + 10 \times 5 + 5 \times 5 = 180$ кв. фут. По количеству массивовъ, которые одновременно должны находиться въ складѣ, опредѣлится необходимая величина площади А, которая, для большаго удобства расположенія всѣхъ остальныхъ частей завода, должна, по возможности, имѣть очертаніе прямоугольное. Въ случаѣ стѣсненнаго мѣста массивы могутъ быть укладываемы ближе другъ къ другу, чѣмъ соотвѣтственно уменьшится и

площадь под каждый массивъ. Для свободнаго же движенія крановъ и людей между массивами, болѣе широкіе проходы между ними оставляются черезъ нѣсколько опредѣленное число рядовъ массивовъ, какъ объяснено будетъ ниже. Съ боку этой площадки располагаютъ платформу *B*, поднятую надъ площадкой *A*; на ней складываются и сортируются матеріалы для приготовленія массивовъ, т. е. цементъ, песокъ, щебень и пр. Въ этой платформѣ *B* сдѣланы отверстия съ воронками, или же дѣлаютъ у края, обращеннаго къ площадкѣ *A*, желоба, въ которые высыпается матеріаль для приготовленія бетона; этотъ матеріаль принимается подставленными подъ ними бетоньерами, а эти послѣдніе приводятся въ движеніе паровою машиною, расположенной обыкновенно въ сторонѣ платформы *B*, примѣрно въ *C*. Въ бетоньеры приливаютъ при этомъ опредѣленное количество воды, которая проводится по трубамъ и накачивается въ бакъ, установленный неподалеку отъ платформы *B* на особой вышкѣ. Когда бетонъ готовъ, то, отбѣляя бетоньеръ отъ главнаго вала машины, перекачиваютъ его по временнымъ рельсамъ (Дековилля) къ той формѣ, въ которой долженъ быть сформованъ массивъ, и выливаютъ въ нее бетонъ.

Платформа, на которой установлены бетоньеры, равно и пути Дековилля должны быть на столько подняты, чтобы подъ ними свободно помѣщались массивы; для чего, при данной высотѣ массивовъ, платформа поднимается еще примѣрно на 1 футъ выше.

Понятно, что пути Дековилля должны быть постоянно перекачиваемы, сообразно съ тѣмъ, какой массивъ формуется и какой бетоньеръ долженъ быть поданъ съ бетономъ; при чемъ для упора рельсовъ могутъ быть между массивами поставлены временныя стойки (козлы), или же эти подпоры можно помѣстить на готовыхъ массивахъ.

Платформа *B* должна быть на столько поднята надъ рельсами Дековилля или надъ массивами, чтобы бетоньерки свободно могли принимать высыпaeмый съ платформы *B* матеріаль; но надо еще обратить вниманіе на то, что такъ какъ при нихъ находятся и люди, то высота эта должна быть такова, чтобы человекъ могъ свободно пройти подъ платформой; поэтому необходимо, чтобы свободное пространство было не менѣе 6 футовъ. Полагая затѣмъ толщину настила платформы *B* съ балками въ 1 футъ, она будетъ расположена выше площади *A* по крайней мѣрѣ на $5+1+6+1=13$ футовъ.

Материалы, которые хранятся или в сараях, или на открытомъ воздухѣ, на землѣ, должны быть подняты на платформу *B*, для чего можно устроить наклонныя плоскости, стремянки, или подъемныя платформы, приводимыя въ дѣйствіе паровою же машиною *C*. Подача матеріаловъ изъ складовъ къ платформѣ *B* производится обыкновенно вагонетами по рельсовымъ путямъ Дековилля.

Для совершенно равномернаго состава бетона необходимо до всыпки матеріаловъ въ бетоньеры тщательно перемѣшать сухой песокъ съ цементомъ. Это дѣлается или въ ручную, въ творилахъ, или въ особыхъ мѣшалкахъ, устанавливаемыхъ на платформѣ *B*.

Если щебень или гравій, предназначенный на бетонъ, требуетъ предварительной промывки, то и эта операція производится на платформѣ *B*, до всыпки его въ бетоньеры. Для этой послѣдней работы имѣются обыкновенно круглыя, слегка наклонныя рѣшета, на которыя кладутъ гравій; приливая чистую воду, даютъ рѣшетамъ медленное вращательное движеніе; тогда смоченный гравій, перекатываясь, промывается.

Эти рѣшета, равно какъ и мѣшалки для сухаго перемѣшиванія песка и цемента, располагаются такъ, чтобы удобно было изъ нихъ высыпать приготовленный ими матеріалъ въ бетоньерки.

Когда устраиваются бутовые массивы, то общее расположеніе завода остается такое же, разница заключается лишь въ томъ, что на платформѣ *B* устанавливаются машины для приготовления гидравлическаго раствора (творила съ бѣгунами).

Готовый растворъ опускается подъ платформу сквозь отверстія на дѣлѣ твориль въ подставленныя небольшія вагонетки, которыя по путямъ Дековилля подаются къ формуемому массиву. Подача камня производится отдѣльно на тачкахъ.

При соблюденіи послѣдовательности формовки массивовъ, одна сторона платформы *A* можетъ быть всегда свободна отъ нихъ, а потому какъ камень, такъ и растворъ въ вагонеткахъ могутъ быть подаваемы прямо на уровнѣ площадки *A*, чѣмъ уменьшится и высота платформы *B* и подъемъ матеріаловъ для приготовления раствора. Черт. 317 представляетъ общее расположеніе бетоннаго завода, устроеннаго въ Либавѣ при постройкѣ новаго военнаго порта, а черт. 318 представляетъ общее расположеніе завода для приготовления бутовыхъ массивовъ при постройкѣ новаго порта въ Триестѣ. На этихъ черте-

жахъ части, имѣющія одинаковыя назначенія, обозначены одинаковыми буквами.

- A* Площадь для формовки и склада готовыхъ массивовъ.
- B* Платформа для сортировки и подготовки материаловъ.
- C* Паровая машина.
- D* Пути для подачи материаловъ къ заводу.
- E* Пути для подачи массивовъ къ работамъ и пристани.
- F* Пристань для нагрузки понтоновъ массивами.
- G* Травеллеры (катучие краны).
- H* Катучая телѣжка.
- I* Склады для материаловъ.
- K* Пристани для выгрузки материаловъ.

Черт. 318а представляетъ детальный видъ платформы *B* (планъ, фасадъ и боковой видъ), на которомъ показаны:

- a* Бакъ для воды.
- b* Коромысла съ подъемными платформами для поднятiя материаловъ.
- c* Творила съ бѣгунами для приготовленiя раствора.
- d* Чаны съ водою, къ которымъ вода изъ бака *A* проведена трубами.
- e* Зданiе для паровой машины.
- f* Приводы отъ этой машины.
- g* Особый паровой цилиндръ для дѣйствiя коромысла *B*.
- h* Вагонетка для приѣма готоваго раствора.
- i* Пути съ поворотными кругами для подачи и отвода вагонетокъ.

Для снятiя массивовъ съ платформы употребляются такъ называемые „Травеллеры“ (катучие краны), которые дѣлаются двухъ главныхъ видовъ:

- 1) Травеллеръ высокаго подъема, черт. 319 и 2) Травеллеръ для малаго подъема массивовъ, черт. 320.

Первый, черт. 319, есть не что иное какъ обыкновенный катучий кранъ, состоящiй изъ станины, движущейся на колесахъ по рельсамъ; на ней установлена лебедка, передвигающаяся по рельсамъ, уложеннымъ на верхней площадкѣ станины, перпендикулярно нижнимъ рельсамъ.

Отъ лебедки, которая можетъ быть ручною или паровою, идетъ

вниз цѣпь съ подвѣснымъ крюкомъ, къ которому прикрѣпляется массивъ во время его подъема.

Высота станины дѣлается такая, чтобы массивъ, поднятый лебедкой, проходилъ бы свободно надъ массивами, лежащими на платформѣ *A*.

Травеллеръ малаго подъема, черт. 320, можетъ быть устроенъ совершенно такимъ же образомъ, съ тою лишь разницею, что станина ниже, и поднятый лебедкою массивъ не можетъ проходить надъ другими, лежащими на площадкѣ массивами, а поднять лишь на столько, чтобы не задѣвалъ за платформу *A* при передвиженіи травеллера; поэтому и подъемный механизмъ можетъ быть иной: напр. рычажный, или гидравлическій прессъ, винтъ и проч.

Этотъ второй типъ травеллера устраивается или такъ, что онъ безъ груза можетъ проходить надъ всѣми массивами одного ряда, такъ же какъ и травеллеръ высокаго подъема; или, располагая паровой котель и механизмъ съ одной стороны станины, между рельсами, а не вверху, травеллеръ можно лишь надвинуть на крайній массивъ и, по снятіи и отводѣ его, только тогда надвинуть на второй и т. д., черт. 321.

Травеллеръ высокаго подъема дѣлается еще такого пролета, чтобы онъ могъ перекрыть 2 или три ряда массивовъ; это устройство представляетъ удобство въ томъ отношеніи, что можно, при формовкѣ массивовъ, не придерживаясь строго порядка снятія ихъ во время возведенія мола, такъ какъ любой массивъ можетъ быть снятъ и отведенъ въ сторону и ряды массивовъ, приходящіеся подъ травеллеромъ могутъ быть сближены, какъ объ этомъ было замѣчено выше; кромѣ того, на случай ускоренія работъ, есть возможность, не увеличивая платформы *A*, тутъ же сформовать добавочные массивы, снявъ, предварительно, прежде сформованные и уложивъ ихъ временно на другіе готовые массивы, вторымъ ярусомъ. При этомъ надо, однако, обратить вниманіе на то, чтобы массивы, положенные во второмъ ряду, пошли раньше въ сооруженіе, чѣмъ нижніе.

Для отвозки массивовъ къ мѣсту работъ устраивается рабочій путь, черт. 317—318 *E*, по которому движутся платформы (вагонетки); этотъ путь, смотря по мѣсторасположенію завода, укладываютъ сбоку и дѣлаютъ его постояннымъ, или же примыкаютъ къ платформѣ *A* въ притыкъ, причемъ его перекалываютъ каждый разъ противъ того ряда массивовъ, надъ которымъ установленъ травеллеръ.

Въ первомъ случаѣ путь *E* идетъ у края платформы *A*, на которой массивы расположены рядами перпендикулярными къ пути. Травеллеръ *G* (высокаго подъема), идя по временнымъ рельсамъ, уложеннымъ на платформѣ *A* между массивами, перекрываетъ здѣсь 3 ряда массивовъ. Установивъ платформу *W* противъ середины травеллера, поднимаютъ, лебедкой послѣдняго, массивъ; затѣмъ укладываютъ на продолженіи путей травеллера, поперекъ рабочаго пути, съемныя части рельсовъ, надвигаютъ травеллеръ съ поднятымъ массивомъ и устанавливаютъ его надъ платформой *W*, послѣ чего, утвердивъ травеллеръ на мѣстѣ, опускаютъ массивъ на платформу, травя цѣпь лебедки.

Для возможности укладки приставныхъ, съемныхъ рельсовъ надъ рабочимъ путемъ *E*, необходимо, чтобы этотъ послѣдній былъ опущенъ нѣсколько ниже платформы *A*, какъ это и показано на разрѣзѣ, черт. 318.

Снятіе массивовъ съ площадки *A* и укладку ихъ на платформу *W* травеллеромъ малаго подъема, можно производить такъ, что снимаютъ ихъ по рядамъ, и при томъ въ каждомъ ряду постоянно ближайшій къ пути *E* массивъ.

Расположеніе травеллера на платформѣ *A* и операція передвиженія его остается та же, что и при травеллерѣ высокаго подъема.

Когда массивъ опущенъ на платформу, травеллеръ отодвигаютъ на прежнее мѣсто и, снявши временно положенные рельсы, отодвигаютъ платформу, подавая на ея мѣсто другую.

Нагрузивши достаточное число платформъ, составляютъ поѣздъ, который паровозомъ подается къ работамъ; паровозъ идетъ при этомъ сзади и толкаетъ передъ собою весь поѣздъ.

Если примѣняется для снятія массивовъ не сквозной травеллеръ, то онъ устанавливается на рельсахъ по другую сторону пути *E* въ *L*, черт. 322; установивъ затѣмъ платформу *W* противъ него, укладываютъ поперекъ пути *E* рельсы, связанные съ рельсами травеллера и съ рельсами, уложенными временно на платформѣ *A* по обѣимъ сторонамъ того ряда массивовъ, который долженъ быть снятъ.

Тогда передвигаютъ травеллеръ къ платформѣ *A* и устанавливаютъ надъ первымъ массивомъ; поднявъ его съ мѣста, травеллеръ отодвигаютъ назадъ, устанавливаютъ надъ платформой *W*, и спустивъ на нее массивъ, отводятъ травеллеръ на прежнее мѣсто *L*; снявъ

затѣмъ поперечные рельсы надъ путемъ *E*, платформу съ массивомъ отводить въ сторону для установки здѣсь другой платформы. Здѣсь необходимо соблюденіе того условія, чтобы путь *E* былъ настолько ниже пути травеллера, чтобы платформа *W* свободно могла проходить; въ противномъ случаѣ платформа *W*, поднятая между рельсами травеллера, не дастъ послѣднему пройти свободно къ платформѣ *A*.

Если примкнуть путь *E* въ притыкъ къ платформѣ *A*, то можно его расположить въ одной плоскости съ путями травеллера черт. 323; но онъ долженъ быть всегда уложенъ между рельсами этого послѣдняго пути, а потому, при перемѣщеніи травеллера надъ другими рядами массивовъ, слѣдуетъ и путь *E* соответственно пере-
кладывать.

Для снятія массивовъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

Проложивъ путь *E* на платформѣ *A* до крайняго массива средняго ряда изъ тѣхъ 3-хъ, надъ которыми травеллеръ *G* установленъ, надвигаютъ на этотъ путь платформу *W*. Массивъ, поднятый травеллеромъ, наводятъ, передвигая травеллеръ, надъ платформой и, трявя цѣпь лебедки, опускаютъ массивъ на платформу, послѣ чего платформу тотчасъ-же, по освобожденіи подъемной цѣпи лебедки, откатываютъ назадъ и по стрѣлкѣ отводятъ на второй запасный путь, а на ея мѣсто ставятъ новую порожнюю платформу. Во избѣжаніе большихъ передвиженій травеллера при каждой нагрузкѣ, можно путь *E*, по мѣрѣ снятія массивовъ, постепенно удлинять.

При этомъ расположеніи рабочаго пути нельзя употреблять травеллеровъ малаго подъема, такъ какъ массивъ долженъ быть поднятъ нѣсколько выше высоты платформы *W*, что составляетъ почти тоже, что высота массива. Равнымъ образомъ, когда путь примыкаетъ сбоку, черт. 317—318, и примененъ травеллеръ малаго подъема, то путь *E* долженъ быть спущенъ на столько ниже, чтобы травеллеръ съ массивомъ могъ свободно проходить надъ платформой *W*, установленной на пути *E*.

Когда будетъ снятъ одинъ рядъ массивовъ, или всѣ ряды, надъ которыми установленъ былъ травеллеръ, то необходимо его переставить. Для этой цѣли располагаютъ съ противоположной стороны платформы *A* пути *U*, черт. 317 и 318, нѣсколько опущенные, по которымъ движется телѣжка *Q*, на платформѣ которой уложены рельсы, составляющіе продолженіе рельсовъ подъ травеллеромъ. Установивъ

эту телѣжку Q противъ пути травеллера, связываютъ рельсы ея съ рельсами послѣдняго и травеллеръ переводятъ на телѣжку; разомкнувъ затѣмъ рельсы, телѣжку передвигаютъ и устанавливаютъ противъ тѣхъ рядовъ массивовъ, надъ которыми травеллеръ долженъ быть снова установленъ. Отодвигая затѣмъ травеллеръ на рельсы, предварительно здѣсь уложенныя, освобождаютъ телѣжку Q .

Такъ какъ снятіе массивовъ съ платформы A идетъ постепенно, переходя отъ одной группы массивовъ къ другой, то, переводя травеллеръ на смежныя ряды массивовъ, одинъ рельсъ постоянно оставляютъ, перемѣщая лишь другой рельсъ; для этого необходимо, чтобы разстояніе между колесами травеллера равнялось совершенно точно разстоянію между центрами того числа рядовъ массивовъ, которые перекрываются травеллеромъ.

Телѣжка для перестановки травеллера Q можетъ быть расположена на путяхъ E , для чего эти послѣдніе должны быть дополнены рельсами U , сколько этого потребуетъ ширина телѣжки Q на протяженіи, соотвѣтствующемъ платформѣ A . Для того-же, чтобы телѣжка не мѣшала движенію платформъ съ массивами, необходимо ее отодвинуть въ сторону, для чего и рельсы для нея соотвѣтственно удлиняютъ.

Станина травеллеровъ можетъ быть или деревянною или желѣзною. Первая хотя и ссыхается и расплывается, но удобнѣе тѣмъ, что можетъ быть всегда изготовлена на мѣстѣ работъ, тогда какъ механизмы и всѣ металлическія части травеллера, а равно и металлическія станины, должны быть всегда изготовлены на заводѣ, находящемся часто далеко отъ мѣста работъ, и требуютъ большаго расхода на перевозку. При заказѣ же подъемныхъ механизмовъ за границу, пошлина значительно уменьшается, если будутъ тамъ заказаны одни лишь механическія части, а станины изготовлены дома.

При подъемѣ массивовъ необходимо крюкъ подъемной цѣпи прикрѣпить такимъ образомъ къ массиву, чтобы онъ не могъ оторваться и чтобы возможно было легко отцѣпить его при погруженіи массива въ воду. Для этой цѣли служатъ: подвѣсныя цѣпи, ключи и клещи различнаго вида.

Подвѣсная цѣпь состоитъ изъ двухъ вѣтвей, связанныхъ общимъ круглымъ звѣномъ; на свободныхъ концахъ ихъ имѣются также круглыя звѣнья.

Для подъема массива этою цѣпью, обхватываютъ его обѣими ея вѣтвями въ двухъ мѣстахъ, черт. 324, и, сводя концевыя звѣнья къ среднему, надъ серединою массива, надѣваютъ всѣ три звѣна на крюкъ подъемной цѣпи крана. Для обхвата массива цѣпью продѣваютъ свободные концы ея подъ массивъ въ пазы, оставленные при его формовкѣ. Цѣпь продѣвается въ пазы при помощи длинныхъ желѣзныхъ стержней, съ крюками на концахъ.

Для того, чтобы массивы при укладкѣ въ сооруженія могли лечь плотно другъ къ другу, чему могла бы помѣшать цѣпь, дѣлаются при формовкѣ массивовъ въ боковыхъ граняхъ ихъ пазы, въ которыхъ лежитъ цѣпь.

Такимъ образомъ поднятый массивъ виситъ совершенно надежно и можетъ оторваться только въ томъ случаѣ, если лопнетъ цѣпь; но и при этомъ массивъ можетъ повиснуть на нелопнувшей вѣтви цѣпи, такъ какъ трудно предположить, чтобы обѣ вѣтви лопнули одновременно. По укладкѣ массива подъ водою на мѣсто, водолазь снимаетъ съ крюка свободные концы цѣпи и даетъ знать машинисту при кранѣ, который, дѣйствуя механизмомъ крана, поднимаетъ подъемную цѣпь и вытягиваетъ вмѣстѣ съ тѣмъ подвѣсную цѣпь изъ-подъ массива.

Неудобство этого способа заключается въ дороговизнѣ цѣпей, которыя скоро перетираются, и въ томъ, что, при выдергиваніи цѣпи изъ-подъ массива, она иногда принимаетъ такое положеніе, что не можетъ быть вытащена, и ее приходится перерубать и оставлять въ кладкѣ. Самое главное неудобство цѣпей заключается, однако, въ томъ, что если нужно переставить массивъ, то подъ водою нѣтъ возможности или, по крайней мѣрѣ, очень трудно продѣть цѣпь опять подъ массивъ.

Для подъема массивовъ ключами оставляютъ въ массивѣ вертикальныя или наклонныя внутренія скважины, черт. 325 и 326, въ которыя во время формовки вдѣлываютъ нѣсколько выше нижней поверхности массива дубовые бруски съ продолговатыми вертикальными прорѣзами, окованные снизу желѣзомъ. Для поднятія массива просовываютъ сверху въ эти скважины желѣзные ключи, черт. 327, изъ болтоваго желѣза съ двойными бородками, снабженными на другомъ концѣ ушкомъ и кольцомъ.

При устройствѣ четырехъ скважинъ, черт. 325, какъ это было сдѣлано въ Брестѣ, вставляютъ ключи и просовываютъ бородки ихъ

сквозь прорѣзы брусковъ, затѣмъ поворачиваютъ ихъ на 90° и кольца вверху связываютъ между собою четырьмя цѣпями, сведенными къ одному общему кольцу, которое навѣшивается на подвѣсный крюкъ подъемной цѣпи травеллера.

Вмѣсто четырехъ ключей довольствуются иногда двумя, располагая ихъ наклонно, черт. 326, просовывая ихъ въ скважины массива и поворачивая на 90° , верхнія кольца должны приходиться своими плоскостями другъ противъ друга такъ, чтобы подвѣсный крюкъ крана могъ быть прямо просунуть въ эти кольца; или, какъ это большею частью бываетъ, подвѣсный крюкъ дѣлается двойнымъ, и тогда кольца ключей надѣваются отдѣльно на вѣтви крюка.

Эти способы подвѣски массивовъ хотя и вполнѣ удовлетворительны: ключи легко вынимаются и, въ случаѣ необходимости перестановки массива подъ водою или снятія его съ мѣста, уже имъ занимаемаго въ сооружеіи, не представляется большихъ затрудненій; но, при большой тяжести массивовъ, натяженія, передаваемая здѣсь ключамъ, направлены въ нѣкоторыхъ мѣстахъ косо и ключи могутъ быть изогнуты, а также и части массива выкрошены. Вслѣдствіе этого лучше примѣнить способъ подъема, показанный на черт. 328.

Здѣсь вставлены два ключа вертикально, которые висятъ кольцами на концахъ балки, и подвѣшенной вертлюгомъ своею серединою къ подъемной цѣпи крана. Вмѣсто ключей могутъ также быть примѣняемы двѣ цѣпи, охватывающія массивъ въ двухъ мѣстахъ вертикально.

Для возможности отцѣпленія подъемной цѣпи отъ массива безъ помощи водолаза, въ чемъ встрѣчается надобность при употребленіи тяжелыхъ ключей, когда водолазь не въ силахъ ихъ вынуть, ключи устраиваются, какъ показано на черт. 329. Здѣсь верхніе концы ключей плоскіе и имѣютъ винтовой поворотъ на четверть круга. Ключи эти проходятъ сквозь прямоугольные прорѣзы желѣзной балки, которая концами своими, при помощи двухъ цѣпей, подвѣшена къ подъемной цѣпи крана. Верхніе концы ключей также связаны цѣпью, подвѣшенной къ особому подвижному крюку; отъ этого крюка идетъ вверхъ небольшая цѣпь, натягивая которую можно отцѣпить отъ крана ключи. При подвѣскѣ массива вставляются ключи, которые, опусканіемъ балки, поворачиваются на 90° , и замыкаются; цѣпь отъ

нихъ кладуть на подвижной крюкъ. Если поднять цѣпь крана, то массивъ останется висающимъ на ключахъ и на подвижномъ крюкѣ; когда надо освободить ключи, послѣ укладки массива, то дергаютъ за цѣпь отъ подвижнаго крюка, послѣдній выходитъ изъ кольца подвѣски ключей и, если затѣмъ поднять вверхъ подъемную цѣпь крана, то движеніе это будетъ передаваться ключамъ при посредствѣ балки, которая, поднимаясь, заставляетъ ключи повернуться на 90° , а слѣдовательно, при дальнѣйшемъ движеніи они свободно выйдутъ изъ прорѣзовъ брусковъ, вдѣланныхъ въ скважинахъ массивовъ. X

Для этой же цѣли употребляются клещи различнаго вида, которые или, обхватывая массивъ, нажимаютъ на него снаружи при подъемѣ, или вставляются въ гнѣзда, сдѣланные въ массивѣ, и разжимаются при подъемѣ массива. Клещи, обхватывающіе массивъ и не вставляемые въ гнѣзда, могутъ быть употребляемы только тамъ, гдѣ массивы укладываются не сплошь, а лишь при покрытіи каменныхъ набросокъ. Устраивая же клещи съ разжимающимися нижними концами, получается не вполне надежная подвѣска массива, и онъ легко можетъ оторваться.

Наиболѣе надежные клещи, дающіе возможность отцѣпить массивъ безъ помощи водолаза, представлены на черт. 330. Нижнія вѣтви ихъ вставляются въ гнѣзда, оставленные въ массивѣ, а къ верхнимъ прицѣплена подвѣсная цѣпь крана при помощи особаго подвижнаго крюка, отъ котораго идетъ особая небольшая цѣпь къ крану. Отъ середины горизонтальнаго бруска, связывающаго обѣ вѣтви клещей, идутъ двѣ цѣпи, которыя на глухо прикрѣплены къ подъемной цѣпи крана.

Когда подвѣшенъ массивъ, то клещи связаны съ подъемною цѣпью подвижнымъ крюкомъ; и нижнія вѣтви отъ тяжести массива сдвигаются и прижимаются плотно къ массиву; когда массивъ спущенъ и уложенъ на мѣсто, то отцѣпляютъ подвижной крюкъ и, поднимая подъемную цѣпь крана, можно свободно вынуть клещи, такъ какъ подъемное усиліе передается горизонтальному бруску, не дѣйствуя вовсе на освобожденные вѣтви клещей.

Какъ бы клещи ни были устроены, они все-таки не представляютъ той надежности, какъ ключи, ибо они удерживаютъ массивъ лишь треніемъ, а потому при неосмотрительности могутъ соскочить съ массива и причинить несчастіе, что при ключахъ можетъ про-

изойти лишь при разрывѣ подъемной цѣпи или обоихъ ключей одновременно.

Клепцы поэтому могутъ быть съ выгодою употребляемы при небольшихъ массивахъ, при укладкѣ которыхъ въ воду желаютъ избѣгнуть расходовъ на содержаніе водолазовъ и подвѣшиваніе массива на ключахъ или цѣпяхъ.

При формовкѣ массивовъ изъ цемента необходимо дать имъ нѣкоторое время для полученія такой твердости, чтобы они при подъемѣ не могли разсыпаться; время это находится въ зависимости отъ качества цемента. Одинъ мѣсяцъ считается, вообще, временемъ достаточнымъ для отвердѣванія, послѣ чего массивы могутъ идти въ работу. Полагали прежде необходимымъ держать массивы нѣкоторое время въ водѣ или поливать ихъ водою, чтобы они получили необходимую твердость, почему устраивались при бетонныхъ заводахъ различныя приспособленія для предварительнаго погруженія массивовъ въ воду. Въ Брестѣ массивы (бутовые) складывались для этой цѣли на особыхъ платформахъ, черт. 331, которыя по наклонной плоскости спускались въ воду и, по прошествіи нѣкотораго времени, снимались и отвозились къ мѣсту работъ для погрузки въ море.

Для спуска массивовъ по салазкамъ служила паровая машина, дѣйствіе которой передавалось двумя безконечными цѣпями, которыя стаскивали платформы внизъ. По освобожденіи платформы отъ массива, она, устроенная изъ дерева, всплывала, при чемъ ее приваливали къ берегу и вытаскивали изъ воды.

Въ Шербургѣ съ этою же цѣлью устроена была наклонная плоскость съ цѣлою системою рельсовыхъ путей, по которымъ массивы спускались въ воду на небольшихъ телѣжкахъ, черт. 332. Противъ каждой пары рельсовъ было на шарнирахъ утверждено по одной платформѣ, составленной изъ связанныхъ между собою балокъ, по которымъ продолжались рельсы береговаго пути. Эти балки держались наплаву безъ массива, но съ массивомъ опускались внизъ и, упираясь въ дно, принимали нѣкоторый уклонъ. Въ концѣ помещень задержный брусъ, чтобы телѣжка не могла съѣхать съ платформы при ея наклоненіи.

По снятіи массива, платформа всплывала, при чемъ вагонъ откатывался назадъ и его вытаскивали для принятія слѣдующаго массива.

Въ настоящее время не считаютъ столь необходимымъ держать

массивы въ водѣ до погруженія ихъ въ море, почему они съ завода поступаютъ прямо въ сооруженіе.

Приготовленіе массивовъ изъ бетона производится всегда въ формахъ, которыя состоятъ изъ четырехъ связанныхъ между собою щитовъ, поставленныхъ на деревянномъ, досчатомъ помостѣ завода. При производствѣ формовки слѣдуетъ тутъ же принять мѣры къ образованію на массивахъ пазовъ для цѣпей, или скважинъ для ключей и ножницъ. Когда массивъ получить достаточную твердость, стѣнки формы разбираютъ и устанавливаютъ для формовки слѣдующаго массива.

Для приготовленія бутовыхъ массивовъ формъ не требуется; для приданія же массивамъ правильнаго очертанія, требуется или обтеска лицевыхъ камней, или штукатурка наружной поверхности массива цементнымъ растворомъ; если не надѣются на полученіе правильной формы непосредственной кладкой или штукатуркой, имѣя неопытныхъ рабочихъ, то и бутовые массивы могутъ быть складываемы въ формахъ.

Вообще же довольствуются кладкою безъ формъ и безъ штукатурки, а наружную поверхность окрашиваютъ лишь густымъ известковымъ молокомъ; это дѣлается собственно для того, чтобы съ поверхности образовалась углекислая известь, защищающая массивъ отъ разрушительнаго дѣйствія морской воды.

При небольшихъ работахъ, когда нѣтъ расчета пріобрѣтать для завода трассировать, массивы могутъ быть сняты съ мѣста и положены на платформы для отвозки къ работамъ, слѣдующимъ образомъ:

Вмѣсто досчатой платформы, расположенной на поверхности земли, устраиваются, отдѣльныя для каждаго массива, платформы, подпертыя балками и подпорками, въ видѣ козелъ, черт. 333. Подъ каждымъ массивомъ подкладываются на подпоркахъ два или три горизонтальныхъ бруса, на которыхъ утверждается досчатый полъ, служащій основаніемъ для кладки массива; всѣ массивы, установленные такимъ образомъ на подпоркахъ, располагаются правильными рядами, какъ и при другихъ способахъ формовки. Для снятія массивовъ укладываются рельсовые пути, которые проводятся подъ массивы въ промежуткахъ между стойками; подводя по этому пути платформу и установивъ ее подъ первымъ массивомъ, подставляютъ подъ концы брусевъ продольныя балки и 4 домкрата, упирающіеся въ продольныя, на землѣ уложенныя брусья. Поднявъ нѣсколько домкратами массивъ съ

деревяннымъ подъ нимъ поломъ и брусьями, подпорки разбирають, послѣ чего массивъ этими же домкратами опускается на платформу. Брусья и досчатый на нихъ настиль, освобождающіеся по снятіи массива съ платформы, возвращаютъ обратно на заводъ, гдѣ они снова идутъ въ дѣло для кладки слѣдующихъ массивовъ.

Этотъ способъ снятія массивовъ, не требуя дорогихъ механическихъ приспособленій (всего 4 домкрата), примѣняется, однако, очень рѣдко—только при небольшихъ работахъ, такъ какъ для снятія массивовъ требуется много времени и массивы стоятъ на заводѣ не такъ устойчиво, какъ при укладкѣ ихъ на сплошномъ досчатомъ помостѣ.

Для опредѣленія площади завода при данной работѣ можно руководствоваться слѣдующими соображеніями:

Начало погрузки массивовъ въ море должно послѣдовать 1 мѣсяцъ спустя послѣ начала формовки, дабы дать массивамъ время для предварительнаго отвердѣванія; формовка же должна быть прекращена за 1 мѣсяцъ до конца рабочаго сезона. Поэтому время, имѣющееся для погрузки массивовъ въ море, будетъ на 1 мѣсяцъ меньше рабочаго періода въ году. Если положить, что имѣется всего 200 рабочихъ дней, то для погрузки и формовки массивовъ будемъ имѣть всего 170 дней.

Количество массивовъ, погружаемыхъ въ море въ теченіе сутокъ при правильной кладкѣ, бываетъ весьма различно, отъ 1 до 40, а иногда и болѣе штукъ, каждымъ краномъ, смотря по состоянію погоды и по другимъ случайнымъ обстоятельствамъ. Для расчета же нельзя, однако, положить болѣе 20 массивовъ въ день, такъ что въ данномъ случаѣ можно въ теченіе 170 рабочихъ дней погрузить 3,400 массивовъ, или столько же куб. саж., такъ какъ массивы имѣютъ приблизительно объемъ въ 1 куб. саж. ($5 \times 7 \times 10 = 350$ куб. футъ).

Кстати, замѣтимъ здѣсь, что при обыкновенныхъ размѣрахъ морскаго мола, при высотѣ въ 3 сажени и средней ширинѣ въ 4 сажани, полагая 2% на зазоры, найдемъ, что 20 кубическихъ сажень его объема будутъ соответствовать 1,64 пог. саж. мола, а потому при правильномъ ходѣ работъ возможно въ теченіе года или 170 рабочихъ дней исполнить около 280 пог. сажень, а за вычетомъ правдичныхъ и прогульныхъ дней, составляющихъ среднимъ числомъ 5 въ мѣсяцъ или 16%, получится всего 234 пог. саж.

Въ теченіе мѣсяца необходимо сложить на заводѣ то количество

массивовъ, которое должно быть погружено въ море въ теченіи слѣдующаго мѣсяца, т. е. около 500 штукъ на каждый кранъ, или, взявъ для запаса все число дней въ мѣсяцѣ, найдемъ необходимое количество готовыхъ массивовъ въ 600 штукъ; далѣе получимъ, что при обыкновенныхъ размѣрахъ массивовъ $5' \times 7' \times 10'$, оставляя проходы между ними въ 5 футовъ, какъ то было приведено выше, требуется для каждаго массива площадь въ 180 кв. футовъ, или для всѣхъ 600 массивовъ 127.000 кв. футовъ, или 2.204 кв. саж., — при погрузкѣ массивовъ въ море однимъ краномъ.

Площадь можетъ быть уменьшена, какъ сказано раньше, располагая массивы рядами ближе другъ къ другу.

Давая площади завода прямоугольное очертаніе, размѣры ея выйдутъ въ 75×30 саж. Къ этому слѣдуетъ еще прибавить площадь, необходимую для склада сырыхъ матеріаловъ, сараевъ, навѣсовъ, платформъ для приготовленія бетона и раствора, а также для рельсовыхъ путей. При погрузкѣ массивовъ нѣсколькими кранами (титанами), площадь завода должна быть соотвѣтственно увеличена, по нормѣ 20 массивовъ на каждый кранъ въ день.

Норма эта по 20 массивовъ на одинъ кранъ въ день выведена изъ работъ произведенныхъ въ послѣднее время и находящаяся въ зависимости какъ отъ различныхъ мѣстныхъ условій, такъ и отъ силы механическихъ приспособленій, не можетъ считаться постоянною, а потому она въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ можетъ быть измѣняема въ зависимости отъ обстоятельствъ.

Погрузка массивовъ въ наброску идетъ быстрѣе, чѣмъ укладка ихъ правильными рядами, а потому количество это можетъ быть значительно увеличено.

Послѣднія работы, произведенныя въ Либавскомъ военномъ портѣ при устройствѣ волнолома изъ наброски массивовъ, даютъ въ среднемъ около 140 куб. саж. въ день. Были даже дни, въ теченіи которыхъ погружено было до 225 куб. саж.

Эти громадныя цифры, полученныя изъ работъ по устройству Либавскаго военнаго порта, обусловленныя благопріятными стихійными условіями, не могутъ быть приняты въ основаніе разчета размѣровъ бетоннаго завода и приходится поэтому придерживаться цифрамъ, ранѣе указаннымъ. При употребленіи плавучихъ крановъ для нагрузки массивовъ въ море съ баржъ нормы могутъ быть

взяты тѣ же, ~~какія~~ приведены для нагрузки массивовъ постояннымъ краномъ, т. е. 20 куб. саж. въ день.

Къ этому слѣдуетъ еще прибавить, что бетоньеры и приборы для приготовления бетона и раствора должны быть также рассчитаны на приготовленіе не менѣе чѣмъ на 20 массивовъ въ день на каждый Титанъ.

Наиболѣе употребительные бетоньеры представлены на черт. 334, 335, 336, 337 и 338 (Стони, Ли, Мессента, цилиндрической, шаровой и различные другіе). Они всѣ имѣютъ цѣлью совершенное перемѣшиваніе составныхъ частей бетона въ одну однородную массу, а потому устроены такъ, чтобы при ихъ дѣйствіи не только вся масса бетона приходила въ движеніе, но чтобы и всѣ составныя части самостоятельно перемѣшивались между собою.

Приготовленіе бетона въ бетоньерахъ при помощи паровой силы, которая почти всегда примѣняется на бетонныхъ заводахъ, наполненіе ихъ производится составными частями бетона на сухо; приливая затѣмъ необходимое количество воды, перемѣшиваютъ всю массу медленнымъ движеніемъ (вращеніемъ) бетоньера до полученія однородной массы, которая немедленно выливается въ форму для приготовленія массива. Бетоньеры Ли, Мессента и шаровой заставляють всѣ частицы бетона при дѣйствіи бетоньера постоянно перекатываться не только по направленію движенія бетоньера, но и по направленію ему перпендикулярному; въ бетоньерахъ Стони и цилиндрическомъ поремѣшиваніе производится дѣйствіемъ вращающихся ножей.

Всѣ эти бетоньеры работаютъ почти одинаково хорошо и, совершая около 20 оборотовъ въ 5 минутъ, требуютъ не болѣе 10—15 минутъ, чтобы ихъ наполнить, перемѣшать матеріаль и вылить въ формы все ими содержимое. Бетоньеръ приготовляетъ однимъ наполненіемъ около 1 кубич. метра бетона; слѣдовательно, для 1 массива въ 1 куб. сажень требуется однимъ бетоньеромъ приготовить 10 порцій, на что потребуется отъ 100 до 150 минутъ, или отъ 1 часа 40 минутъ до 2¹/₂ часовъ времени.

Слѣдовательно одинъ бетоньеръ можетъ приготовить въ теченіе одного рабочаго дня (10 часовъ) отъ 4 до 6 куб. саж. бетона, или среднимъ числомъ 5 массивовъ, а потому для приготовленія ежедневно 20 массивовъ необходимо имѣть четыре бетоньера. Для запаса и на случай починки необходимо для полной успѣшности работъ прибавить еще одинъ бетоньеръ на все количество имѣющихся на заводѣ

бетоньеровъ; при наименьшемъ составѣ бетоньеровъ, т. е. при 4-хъ, можно при полной и успѣшной работѣ завода изготовить въ одинъ 10-ти часовой рабочій день отъ 16 до 24 массивовъ, или столько же куб. сажень.

При успѣшномъ ходѣ работъ и опытности рабочихъ полное время, необходимое для приготовления 1 куб. метра бетона, можетъ быть менѣе 10 минутъ, соотвѣтственно съ чѣмъ увеличится и количество массивовъ на каждый бетоньеръ.

Погрузку массивовъ въ море производятъ или съ подмостей, или безъ нихъ при помощи крана „Титана“, устанавливаемого на готовой части сооруженія; или доставляя массивы къ мѣсту работъ водою, они погружаются въ воду плавучимъ краномъ или, въ случаѣ наброски, сбрасываются въ воду непосредственно съ понтоновъ.

1) *Производство работъ съ подмостей.*

Работы, произведенныя по сооруженію моловъ въ Одессѣ и Ялтѣ, исполнены съ подмостей, черт. 313 и 314. Массивы подавались по подвѣшеннымъ между сваями путямъ, на платформахъ, при чемъ, установивъ платформу у конца подмостей противъ травеллера (катушечнаго крана), этотъ послѣдній надвигали и устанавливали надъ платформою; установивъ далѣе лебедку надъ массивомъ, снимали его, подвѣсивъ къ подъемной ея цѣпи.

Передвиженіемъ травеллера и лебедки массивъ подвѣшивали надъ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ онъ долженъ былъ быть погруженъ; тогда онъ погружался и направлялся на свое мѣсто подъ водою водолазомъ въ скафандрѣ.

Желѣзнодорожныя платформы, на которыхъ подавались массивы къ травеллеру, оставались тѣ же самыя, на которыхъ на заводѣ положены были массивы, почему необходимо, чтобы заводъ былъ связанъ непосредственно съ работами желѣзнодорожнымъ путемъ, и чтобы заводъ лежалъ въ одномъ почти уровнѣ съ верхомъ строющагося мола.

Въ Одессѣ массивы подавались еще и на понтонахъ, которые съ находящимися на нихъ массивами устанавливались поперекъ, между сваями подмостей, такимъ образомъ, чтобы возможно было лебедкой травеллера снять массивъ; тогда понтонъ отодвигали въ сторону, чтобы дать мѣсто для погруженія массива. Эта послѣдняя работа шла гораздо медленнѣе, такъ какъ необходимо, до погруженія каждаго массива, ввести и вывести понтонъ.

Погрузка массивовъ съ подмостей, укрѣпленныхъ поперечинами между сваями, идѣтъ очень успѣшно и свободно въ промежуткахъ между поперечинами; когда же приходится погрузить массивъ какъ разъ противъ поперечины, то ее приходится срѣзать и замѣнять, послѣ прохода травеллера, схватками для укрѣпленія опять подмостей надлежащимъ образомъ.

При подачѣ къ работамъ массивовъ на понтонахъ, послѣдніе нагружаются такимъ же образомъ, какъ крупные камни, получаемые съ карьеръ, черт. 300, съ тою лишь разницею, что здѣсь нѣтъ надобности приспособлять пристань для нагрузки въ суда мелкаго камня, а также нѣтъ надобности въ вѣсовой платформѣ.

Пристань для нагрузки массивовъ на понтоны помѣщается вблизи бетоннаго завода, черт. 317 и 318, и рельсовый путь, по которому подаются платформы съ массивами, составляетъ продолженіе пути *Е* на заводѣ.

2) Погрузка массивовъ при помощи „Титана“.

При этомъ способѣ погруженія массивовъ въ воду не устраиваютъ вовсе подмостей, а готовая часть сооруженія, сомкнутая съ берегомъ, служитъ подмостями какъ для крана „Титана“, такъ и для вагоновъ-платформъ, на которыхъ подаются къ работамъ массивы.

„Титанъ“ черт. 339 есть ни что иное, какъ кранъ большихъ размѣровъ, состоящій изъ двухъ параллельно расположенныхъ и связанныхъ между собою стрѣлъ, выступающихъ далеко впередъ (въ море) и укрѣпленныхъ горизонтально на высокой платформѣ такимъ образомъ, что имѣютъ небольшое вращательное движеніе въ горизонтальной плоскости въ обѣ стороны оси мола. На этихъ стрѣлахъ движется телѣжка, къ которой подвѣшена полиспастомъ цѣпь съ подвижнымъ крюкомъ. Все это приводится въ движеніе паровою машиною, поставленною на платформѣ, устроенной на другомъ концѣ стрѣлъ, и все это уравновѣшено надлежащимъ образомъ и укрѣплено вантами и струнами.

Подставка крана лежитъ на колесахъ, которыя двигаются по рельсамъ, уложеннымъ по краямъ готовой части мола и образующимъ широкій путь; тутъ же могутъ быть пропущены платформы съ массивами, по двумъ узкимъ путямъ, уложеннымъ также на готовой части мола, въ промежуткѣ между рельсами широкаго пути.

Весь титанъ съ его подставкою можетъ быть сдѣланъ изъ дерева или желѣза съ надлежащимъ скрѣпленіемъ болтами и заклепками.

Вмѣсто того, чтобы дѣлать верхнюю часть титана вращающуюся, можно дѣлать ее катучею, какъ, напримѣръ, металлическій титанъ, примѣненный для укладки массивовъ въ Коломбо. Черт. 340. Вся верхняя часть этого титана можетъ перемѣщаться по направленію перпендикулярному оси мола.

Здѣсь необходимо, чтобы нижняя подставка имѣла такую ширину, чтобы для укладки крайнихъ массивовъ мола, возможно было соответственно подвинуть въ сторону верхнюю телѣжку.

Существуетъ много другихъ видоизмѣненій титановъ; главныя же ихъ условія, которымъ долженъ удовлетворять титанъ, должны оставаться тѣ же; а именно, чтобы онъ, установленный на концѣ готовой части мола, могъ взять массивъ съ платформы и опустить его въ воду на назначенное для него въ сооруженіи мѣсто.

По мѣрѣ устройства мола, укладываютъ на немъ рельсы, и титанъ передвигается по нимъ впередъ, при чемъ это передвиженіе совершается собственной машиной, для чего отъ нея сдѣлана передача къ колесамъ нижней подставки.

Этотъ способъ погрузки массивовъ былъ впервые примѣненъ въ 60-хъ годахъ при устройствѣ моловъ порта Эймейденъ (Амстердамъ), при чемъ весь кранъ былъ устроенъ изъ дерева съ желѣзными связями. По примѣру голландскихъ работъ производилась постройка Потійскаго порта, для котораго были заказаны такіе же деревянные краны-титаны; затѣмъ эта система начала получать все большее примѣненіе, представляя относительную дешевизну при производствѣ большихъ работъ и не требуя вовсе устройства подмостей. Въ настоящее время во многихъ портахъ, въ Западной Европѣ и въ Индіи, а также у насъ въ Либавѣ и Батумѣ погрузка массивовъ производится при помощи желѣзныхъ крановъ титановъ. Единственное неудобство, представляемое этимъ способомъ производства работъ, заключается въ томъ, что молъ нельзя окончить въ полный проектный профиль раньше укладки всѣхъ массивовъ, такъ какъ возведенію верхней надстройки будутъ препятствовать пути для подачи массивовъ къ титану; другое затрудненіе то, что до начала надстройки необходимо отодвинуть титанъ на берегъ; въ противномъ случаѣ онъ отрѣжется отъ берега и для снятія его съ мола необходимо будетъ его разобрать.

Поверхность мола, на которой уложены рельсовые пути для титана и для платформъ, должна быть поднята выше уровня воды на столько, чтобы, по возможности, волны ее не захлестывали, почему ее поднимаютъ не менѣе 1 сажени; а такъ какъ желательно работы вести безостановочно и подь путями титана имѣть прочную опору, то всю эту часть мола возводятъ изъ массивовъ.

Но такъ какъ для большей прочности сооруженія слѣдуетъ верхнюю надстройку выше уровня воды дѣлать изъ кладки, какъ объ этомъ сказано выше, то желательно верхній рядъ массивовъ, послѣ прохода по нимъ титана, снять и замѣнить кладкой. Устраивать кладку передь титаномъ, непосредственно послѣ укладки массивовъ до уровня воды, не слѣдуетъ въ виду того, что для немедленного, безостановочнаго продолженія работъ пришлось бы титанъ надвинуть на свѣжую, не вполне отвердѣвшую кладку.

Въ виду этого можно, выводя часть мола, отодвинуть титанъ назадъ, и, снимая имъ верхній надводный рядъ массивовъ, замѣнить его тотчасъ же кладкой, а послѣ полного отвердѣнія раствора, связывающаго кладку, опять выдвинуть титанъ на конецъ мола и продолжать укладку массивовъ. Этотъ способъ замѣны массивовъ кладкою хотя и очень хорошъ, но требуетъ остановки въ работѣ на время производства каменной кладки и отвердѣванія раствора.

Во избѣжаніе этого можно послѣ прохода титана снимать за нимъ находящіеся массивы особымъ плавучимъ краномъ, устанавливая его возлѣ мола, и вести тотчасъ же кладку, хотя приходится и при этомъ класть непосредственно на свѣжей кладкѣ рельсы для подачи массивовъ на платформахъ къ титану, но рельсы эти могутъ быть уложены на длинныхъ и часто расположенныхъ шпалахъ, а потому давленіе отъ платформъ будетъ передаваться на большую площадь, не производя разстройства кладки; или же, устраивая „титанъ“ съ поворотомъ верхней подвижной его части на полный кругъ, можно, не отодвигая „титана“ назадъ, повернуть верхнюю часть его на 180° къ берегу, и снимая имъ массивъ за массивомъ верхняго ряда мола, употребить ихъ въ дѣло тутъ же на продолженіе мола въ море, а вмѣсто нихъ выводить немедленно каменную кладку, во всю ширину мола.

Оставлять массивы въ молѣ выше уровня воды, по краямъ его подь рельсами титана, заполняя промежутокъ между ними каменною

кладкою или бетономъ, какъ это было сдѣлано въ Либавѣ и Поті, не слѣдуетъ, въ виду того, что кладка и бетонъ не слѣпляются достаточно прочно съ массивами, даже и въ томъ случаѣ, если послѣдніе, какъ это было въ Поті, уложены поочередно ложками и тычками, и послѣднимъ дана форма ласточкина хвоста; во всякомъ случаѣ, при неравномѣрной осадкѣ мола, образуются всегда въ надводной части его сплошныя продольныя трещины, вредно отзывающіяся на прочности и устойчивости всего сооруженія.

Массивы подаются иногда къ мѣсту работъ при помощи специально устроенныхъ плотовъ, къ которымъ массивы подвѣшиваются на цѣпяхъ, почему они находятся все время въ водѣ. Такого рода плоты были устроены при работахъ Шербургскаго волнолома, черт. 332. Плоты эти состояли изъ двухъ бочекъ, связанныхъ вмѣстѣ помостомъ, на которомъ помѣщена платформа, къ балкамъ которой подвѣшивался на цѣпяхъ массивъ. Для снятія массива, спущеннаго въ воду, понтонъ во время отлива устанавливался надъ нимъ на плаву; подводя подъ массивъ привѣсныя цѣпи, ожидали прилива, когда плотъ поднимался, увлекая съ собою массивъ. Въ такомъ видѣ плотъ съ массивомъ буксировался пароходомъ къ мѣсту погрузки; опусканіе его въ сооруженіе производилось отцѣпленіемъ поддерживающихъ массивъ цѣпей. Цѣпи прикрѣплялись къ балкамъ плота заклинками такимъ образомъ, что могли легко быть отцѣплены.

При постройкѣ порта въ Wick'ѣ, нижніе ряды массивовъ портового мола были положены во время прилива при помощи плотовъ, составленныхъ изъ двухъ лодокъ, связанныхъ вмѣстѣ помостомъ. Черт. 341. На лодкахъ были поставлены 4 шпиля съ цѣпями, къ которымъ 4-мя ключами подвѣшивался массивъ. Установивъ плотъ надъ мѣстомъ погрузки, травили равномѣрно цѣпи, и массивъ ложился на дно моря.

Для урегулированія опусканія массива, на цѣпяхъ были сдѣланы замѣтки, а на бортахъ лодокъ плота проведены горизонтальныя черты, такъ что машинистъ, управлявшій плотомъ при травленіи цѣпей, всегда имѣлъ возможность услѣдить за правильностью погруженія массива.

При портовыхъ работахъ въ Брестѣ для этой же цѣли употреблялись баржи со сквозными трюмами, черт. 342 и 331, въ которыхъ подвѣшивались массивы цѣпями съ четырьмя ключами для каждого

массива. Укладка массивовъ въ сооруженіе производилась при приливахъ; ключи вынимались водолазами.

Этотъ послѣдній способъ доставки массивовъ къ работамъ, при которомъ массивы находятся все время подвѣшенными въ водѣ, получилъ, однако, весьма малое примѣненіе, вслѣдствіе того, что буксировка плотовъ очень затруднительна: массивы, вися въ водѣ, представляютъ большое сопротивленіе движенію. Кромѣ того, въ настоящее время, когда не признается нужнымъ держать массивы въ водѣ до погруженія ихъ, употребленіе подобныхъ плотовъ или баржъ потребовало бы особыхъ приспособленій, для предварительнаго погруженія массивовъ въ воду, откуда возможно было бы поднимать ихъ и привѣшивать къ плотамъ и баржамъ.

Наброска массивовъ производится такимъ же образомъ, какъ и укладка крупныхъ рваныхъ камней, т. е. при помощи плавучаго крана, черт. 296; при этомъ каждый массивъ погружается въ воду отдѣльно. Для исполненія этой работы могутъ быть употребляемы также и вышеописанные плоты, съ подвѣскою къ нимъ массивовъ.

Въ обоихъ этихъ случаяхъ необходимо примѣнять такіе способы прикрѣпленія массива къ подъемной цѣпи, при которыхъ возможно отцѣпить массивъ безъ помощи водолаза, такъ какъ при наброскѣ, массивы, опущенные нѣсколько въ воду, должны быть спущены на дно паденіемъ съ нѣкоторой высоты.

При употребленіи поворотныхъ, плавучихъ или другихъ, на рельсахъ установленныхъ крановъ для наброски въ воду массивовъ, слѣдуетъ быть внимательнымъ при поворотѣ крана съ подвѣшеннымъ къ нему массивомъ, ибо при быстромъ поворотѣ массивъ получаетъ сильный размахъ и, приобрѣтая при этомъ значительную живую силу, можетъ опрокинуть кранъ; какъ это и случилось въ Батумѣ, когда, для ускоренія работъ по укладкѣ массивовъ въ молъ, работали не только титаномъ, но и обыкновеннымъ поворотнымъ на телѣжкѣ краномъ: послѣдній опрокинулся и упалъ съ рабочими въ воду, при неосторожномъ поворотѣ его съ подвѣшеннымъ къ нему массивомъ.

Для наброски массивовъ сбрасываютъ ихъ также непосредственно съ понтона. Для этой цѣли устраиваютъ на палубѣ понтона наклонныя къ борту плоскости, на которыхъ, на каткахъ устанавливаются массивы. Во время буксировки понтона къ мѣсту работъ, для предупрежденія преждевременнаго скатыванія массива въ воду, его удер-

живаютъ заклинками; установивъ затѣмъ понтонъ на мѣсто, вынимаютъ одновременно заклинки и массивы скатываются въ воду. Этотъ способъ представляетъ, однако, то неудобство, что массивы скатываются неодновременно, и судно получаетъ очень сильную качку, отъ которой оно страдаетъ. Кромѣ того, нагруженный понтонъ при буксировкѣ его къ мѣсту работъ въ свѣжую погоду, подвергается сильной качки, при чемъ можетъ сбросить преждевременно массивы.

Этотъ способъ наброски массивовъ даетъ однако очень хорошіе результаты при тихой погодѣ, укрытости мѣста производства работъ и небольшомъ разстояніи, на которое приходится буксировать груженые понтоны; благодаря этимъ условіямъ возможно было въ Либавѣ примѣненіемъ этого способа погрузить въ рабочій день 140 и даже 225 куб. саж. массивовъ.

Погрузка бетонныхъ массивовъ при помощи крана „Титана“ особенно удобна тогда, когда массивы укладываются наклонными рядами, какъ это сдѣлано въ Мадрасѣ, Манорѣ, въ Коломбо и въ другихъ мѣстахъ.

Для возможности укладки массивовъ, располагая ихъ въ сооруженіи правильными рядами, необходимо молъ впереди титана ограничивать уступами, дабы возможно было соблюденіе перевязки швовъ, почему стрѣла титана выходитъ очень длинною, въ особенности при глубокомъ положеніи основанія мола. При расположеніи же массивовъ наклонными рядами стрѣла титана можетъ быть относительно невелика, да при томъ боковое перемѣщеніе телѣжки съ подвѣсною къ ней цѣпью выходитъ меньше, такъ какъ молъ ограниченъ по обѣимъ сторонамъ вертикальными плоскостями, почему ширина боковаго перемѣщенія цѣпи опредѣляется разстояніемъ между подвѣсными точками крайнихъ рядовъ массивовъ. Этотъ размѣръ будетъ всегда нѣсколько меньше ширины мола, почти на ширину одного массива, почему возможно сдѣлать титанъ такой конструкціи, какъ онъ представленъ на черт. 340, т. е. съ верхнею, неповорачивающеюся, а перемѣщающеюся перпендикулярно оси мола, верхнею частью.

Противъ этого типа титана можно привести то, что имъ нельзя погружать массивы на наружномъ откосѣ мола, какъ это часто требуется; между тѣмъ эта работа легко исполняется поворотнымъ краномъ, если уголъ поворота его соотвѣтственно великъ. Укладку мас-

сивовъ на откосѣ мола со стороны моря не трудно исполнить и предъидущимъ типомъ крана, если положить на его подставкѣ рельсы параллельно оси мола и переложить всю верхнюю часть подъ прямымъ угломъ, какъ это представлено на черт. 343, что было исполнено при погрузкѣ мѣшковъ съ бетономъ, для покрытія наброски съ наружной морской стороны мола, въ Коломбо.

Такая перекладка верхней части титана требуетъ, однако, особыхъ приспособленій; проще сдѣлать верхнюю часть его такою, чтобы она поворачивалась на 90° .

Для пополненія каменной наброски и для покрытія наружнаго откоса сѣвернаго мола въ Тайнъ-Мусѣ массивами, былъ заказанъ титанъ, черт. 344, который движется вдоль мола при помощи особой подставки, идущей однимъ краемъ по рельсамъ, уложеннымъ на нижней площадкѣ мола, а другимъ—по рельсамъ на парапетѣ. Верхняя часть сдѣлана поворотною на 180° , такъ что массивы подаются на понтонахъ со стороны порта, поднимаются краномъ выше мола, кранъ поворачиваютъ на 180° , и массивы спускаются на наружный откосъ.

Кранъ этотъ, поднимающій до 50 тоннъ груза, названъ Мамонтомъ (Mammoth).

При устройствѣ порта въ Point de Galets, въ колоніяхъ Франціи, употребленъ титанъ совершенно особаго устройства, съ громадной подъемной силой, до 140 тоннъ. Молъ составленъ изъ громадныхъ бетонныхъ массивовъ, наклонно уложенныхъ, поверхъ которыхъ выдвинутъ титанъ до конца готовой части сооруженія.

Титанъ этотъ, черт. 345, состоитъ изъ двухъ продольныхъ рѣшетчатыхъ балокъ, поверхъ которыхъ движется телѣжка съ механизмомъ для подъема и опусканія массивовъ.

Балки связаны между собою горизонтально рамой, расположенной непосредственно надъ верхнею поверхностью мола, подъ которой помѣщены стальные катки и вертикальная цапфа. Балки крана свѣшиваются надъ этой рамой съ обѣихъ сторонъ; свѣсь въ сторону моря, однако, значительно больше свѣса противоположнаго конца; этотъ послѣдній свѣшивается лишь на столько, чтобы подъ нимъ помѣщалась платформа съ массивомъ.

Катки подъ рамой расположены двояко: по прямымъ линіямъ по краямъ мола и по окружности круга, въ центрѣ котораго расположена цапфа. Связи этихъ колесъ съ рамой, а равно и цапфы, сдѣ-

ланы при помощи гидравлическихъ прессовъ и заклинокъ. Когда титанъ установленъ на концѣ готовой части мола, то онъ упирается въ цапфу и въ колеса, расположенныя по окружности; подъ цапфой подведено основаніе изъ бетона, а подъ колеса уложены круговые рельсы.

Массивъ, подкатанный къ молу на платформѣ, снимается, подвѣшиваніемъ его къ подъемной цѣпи; потомъ телѣжку съ массивомъ выдвигаютъ къ концу титана въ сторону моря.

При передвиженіи телѣжки массивъ проходитъ свободно въ пролѣтъ между продольными балками титана и нижнею, связывающею ихъ, рамою.

Такъ какъ титанъ установленъ на цапфѣ и на круговыхъ рельсахъ, то онъ можетъ вращаться вокругъ вертикальной оси, что, при достаточно большомъ углѣ поворота, даетъ возможность не только укладывать массивы впереди въ моль, но и на откосахъ его.

Для передвиженія титана впередъ по молу, укладываютъ подъ боковыми колесами вдоль мола рельсы, на которые колеса опускаются, затѣмъ, гидравлическими прессами, титанъ нѣсколько приподнимаютъ и, утвердивъ его на боковыхъ колесахъ, притягиваютъ, также при помощи гидравлическихъ прессовъ, къ титану: основаніе цапфы и колеса съ круговыми рельсами, передавая такимъ образомъ весь вѣсъ титана продольнымъ колесамъ.

Передвиженіе крана впередъ производится дѣйствіемъ паровой машины, отъ которой устроенъ приводъ къ колесамъ крана.

Повертываніе крана въ горизонтальной плоскости, во время укладки массивовъ, производится цѣпью, приводимой въ дѣйствіе паровою машиною.

ГЛАВА XXII.

368
400

Устройство молочъ изъ литаго бетона и изъ мѣшковъ наполненныхъ бетономъ.—Формы и ящики для погруженія бетона непосредственно въ воду.—Способы Пуареля и Кинипеля.—Ящики и суда для погруженія мѣшковъ.—Примѣры устройства молочъ изъ литаго бетона въ Виклау'ѣ и въ другихъ портахъ Англии.—Разрушеніе молочъ изъ литаго бетона и исправленіе этихъ поврежденій.

Вслѣдствіе все большаго и большаго примѣненія бетона для устройства морскихъ молочъ, матеріаль этотъ, какъ указано выше, стали употреблять во всевозможныхъ видахъ, и въ послѣднее время стали даже отливать молы цѣликомъ изъ бетона, или складывать ихъ изъ пластичнаго, еще не окрѣпшаго бетона, при чемъ массивы приходятъ въ совершенное другъ къ другу соприкасаніе, не образуя щелей и зазоровъ въ сооруженіи; вслѣдствіе чего все сооруженіе очень близко подходитъ къ монолиту.

Отливка бетонныхъ массъ, какъ мы видѣли выше, исполнялась уже давно Пуарелемъ при постройкѣ Алжирскаго порта, и даже еще раньше, при работахъ въ Тулонѣ. Способъ этотъ примѣнялся, однако, по сіе время лишь въ небольшихъ размѣрахъ и преимущественно въ мѣстахъ, гдѣ отсутствовало волненіе.

Нынѣ же бетонъ отливаютъ громадными массами, примѣрами чего могутъ служить сооруженія, какъ напр.: молы въ Абердинѣ, Нью-Хэвенѣ, Букки, Фразебургѣ, Уэйтъ-Хэвенѣ и другіе упомянутые выше.

Погруженіе бетона непосредственно въ воду требуетъ большаго вниманія какъ по отношенію составленія самаго бетона, такъ и по производству работъ при погруженіи его въ воду. Для большей связи бетона въ водѣ необходимо сдѣлать его болѣе жирнымъ, дабы часть цемента вымывающаяся при погруженіи бетона не повліяла на отвердѣніе погруженнаго бетона. Съ другой стороны болѣе жирный бетонъ даетъ большее количество известковаго молока, почему, погружая бетонъ слоями, является большое вѣроятіе въ образованіи

на каждомъ слоѣ, цементнаго налета, препятствующаго слоямъ прочно соединиться между собою. Для уменьшенія, по возможности, образования известковаго молока при употребленіи жирнаго бетона желательно, чтобы работа производилась въ спокойной водѣ или чтобы бетонъ при погруженіи его, какъ можно менѣе приходилъ въ непосредственное соприкосновеніе съ водою.

Бетонъ погружается въ воду двояко: или при помощи бетонныхъ ящиковъ, или въ мѣшкахъ.

Примѣромъ послѣдовательности производства работъ при отливкѣ портоваго мола изъ бетона можетъ служить постройка мола въ небольшомъ англійскомъ портѣ Виклау.

Этотъ небольшой портъ Шотландіи, въ который суда съ осадкой въ 11—12 футовъ могутъ входить во всякое время, имѣетъ глубину 15 футъ отъ уровня низкихъ водъ и суточную разность 9 ф.; молъ поднять надъ уровнемъ высокихъ водъ на 5 футъ и цѣликомъ отлить изъ бетона. Для производства этой работы установлены были сначала подмости изъ двухъ рядовъ стоекъ, упертыхъ въ скалистое дно, черт. 346—347, и связанныхъ выше уровня воды поперечными насадками, діагональными связями и продольными прогонами; на этихъ послѣднихъ уложены были рельсы, по которымъ, по мѣрѣ устройства мола, выдвигали кранъ, а за нимъ вагоны съ бетономъ. Краномъ бетонъ погружался въ воду, въ бетонныхъ ящикахъ, сначала небольшими кучамъ вокругъ стоекъ, для укрѣпленія ихъ, а потомъ въ ядро мола, до уровня 5 футъ ниже отлива, черт. 347; одновременно съ этимъ установлены были со стороны моря наклонныя стойки со щитами до того же уровня ($-5'$), и все огражденное этими щитами пространство залито бетономъ, черт. 348. Поднявъ, затѣмъ, щиты до уровня среднихъ водъ, немедленно наливали позади ихъ бетонъ. Поднимая щиты еще выше и установивъ съ противоположной стороны (со стороны гавани) на днѣ наклонныя стойки со щитами, между ними наливали снова бетонъ, черт. 349, и продолжали постепенно такимъ образомъ работать до высоты сооруженія на 5 футовъ выше уровня прилива. По окончаніи этой работы сдѣлана со стороны моря стѣнка высотой въ $13\frac{1}{2}$ фут., и молъ имѣетъ нынѣ видъ, показанный на черт. 350.

Работа эта исполнена весьма удачно, и во все время производства работъ въ теченіи 1871 г., происходило весьма мало разрушеній въ возводимыхъ частяхъ сооруженія. Иногда лишь, при силь-

номъ волненіи, когда всплески волнъ перебрасывались черезъ щитовыя стѣнки, цементъ вымывался изъ бетона, чтобы и при этомъ избѣгнуть передѣлки сооруженія, бетонъ для наружныхъ частей сооруженія употреблялся болѣе жирный, именно въ пропорціи отъ 4:1 до 3:1, а для средней части—ядра—въ пропорціи 7:1.

Для возможности погруженія бетона въ воду безъ соприкосновенія его съ морскою водою употребляются холцевыя мѣшки. Мѣшки эти, наполненные свѣжимъ, еще неокрѣпшимъ бетономъ, погружаются въ сооруженіе, укладывая ихъ другъ возлѣ друга. Прилегая плотно къ неровному основанію и другъ къ другу они образуютъ монолитъ изъ бетона, защищенный отъ размыва морскою водою холстомъ.

Мѣшки дѣлаются изъ плотной, сшитой двойными швами, просмоленной парусины. Но несмотря на прочность парусины, мѣшки при опусканіи, наполные жидкимъ бетономъ, не могутъ быть подвѣшиваемы непосредственно къ крюку подъемной цѣпи крана, а должны быть опускаемы въ воду, поддерживаемые снизу во всѣхъ точкахъ, для этой цѣли употребляются ящики со створчатыми днищами, устроенными на подобіе бетонныхъ ящиковъ. Ящики опускаются при помощи крановъ, которые держатся или на плаву, или стоятъ на подмостяхъ. Ящикъ, употребленный для этой цѣли въ Абердинѣ, изображенный на черт. 351, желѣзный со створчатымъ днищемъ, полотно котораго поддерживаются стержнями, прикрѣпленными къ небольшимъ балочкамъ, расположеннымъ по бокамъ ящика; эти балочки укрѣпляются крюками, когда днища закрыты. Опустивъ ящикъ съ бетоннымъ мѣшкомъ на дно, отцѣпляютъ крюки при помощи особаго рычажнаго механизма; при подъемѣ затѣмъ ящика, днища раскрываются отъ тяжести мѣшка, который остается на днѣ. Когда ящикъ вовсе освободится отъ мѣшка, то его поднимаютъ и днища сами-собою закрываются дѣйствіемъ особыхъ противувѣсовъ, прикрѣпленныхъ цѣпями къ балочкамъ, и крюки тогда замыкаются автоматически.

Здѣсь же, въ Абердинѣ, при погруженіи мѣшковъ на дно моря у подошвы мола, съ наружной его стороны, мѣшки сбрасывались съ мола въ воду. Для этого они приготовлялись въ особыхъ, со створчатыми днищами деревянныхъ ящикахъ, установленныхъ на краю мола, черт. 352. Такой ящикъ, какъ видно на чертежѣ, сколоченъ изъ толстыхъ брусевъ, и имѣетъ створчатое, изъ брусевъ и толстыхъ досокъ сдѣланное, днище, которое удерживается въ закрытомъ положеніи при помощи тяжелаго металлическаго рычага, отъ кото-

раго идетъ цѣпь къ подмосту мола. Приготовивъ мѣшокъ въ ящикѣ, поднимаютъ рычагъ, дергая за цѣпь; днище ящика, не будучи удерживаемо, открывается подъ тяжестью мѣшка, послѣдній падаетъ на дно моря, направляясь къ подошвѣ сооруженія наклонно висящимъ днищемъ ящика и стѣною мола.

Въ Ньюхэвенѣ, гдѣ нижняя подводная часть мола составлена цѣликомъ изъ мѣшковъ, погрузка ихъ производилась при помощи спеціально для этой цѣли заказанныхъ паровыхъ шаландъ. Шаланды эти имѣютъ большое сходство съ землѣтвозными шаландами или съ шаландами для валки камня въ море, употребляемыхъ при устройствѣ накидныхъ моловъ. Трюмы для мѣшковъ расположены впереди помѣщенія для котловъ и, раздѣленные отдѣльными поперечными переборками, снабжены створчатыми днищами, которыя, раскрываясь при выпускѣ мѣшковъ, становятся вертикально въ углубленіяхъ, сдѣланныхъ въ корпусѣ судна. — При помощи этихъ шаландъ возможно было разомъ погружать нѣсколько мѣшковъ, во всю ширину мола, ставя судно перпендикулярно къ его оси. Позже оказалось необходимымъ погрузить поперекъ мола цѣльные неразрывные мѣшки, для чего передъ котлами по срединѣ судна былъ устроенъ одинъ трюмъ, черт. 353, (вмѣсто нѣсколькихъ) длиною въ 43', закрываемый снизу двустворчатымъ днищемъ. Полотно этого днища поддерживаются цѣпами по концамъ трюма, которыя идутъ къ лебедкамъ и укрѣпляются на палубѣ заклинками.

При значительной длинѣ трюма и невозможности расположенія цѣпей по срединѣ его, полотно днища по необходимости должны имѣть, какъ видно на чертежѣ, солидную конструкцію. Такимъ способомъ, погружая цѣльные поперекъ мола мѣшки, достигнута была большая компактность сооруженія, уменьшая число поперечныхъ стыковъ между мѣшками.

При помощи ящиковъ и судовъ мѣшки погружались лишь до уровня низкихъ водъ или до той глубины, которая допускалась осадкою судна; выше же молы въ Абердинѣ, Ньюхэвенѣ, Фрѣзбургѣ и въ другихъ мѣстахъ достраивались изъ бетона, отливаемого массой на мѣстѣ въ пространствахъ огражденных деревянными щитами.

Для отливки бетонныхъ моловъ въ совершенно спокойной водѣ, не подвергая бетонъ дѣйствию морскаго волненія, англійскій инженеръ Кинипплъ (Kinipple) предлагаетъ примѣнять особыя желѣзныя рамы, при помощи которыхъ можно образовать формы, соответствующи-

щія виду мола для отливки бетона; въ нихъ бетонъ совершенно защищенъ отъ морского волненія и формы эти выдвигаются впередъ по мѣрѣ исполненія работъ.

Устройство это заключается въ слѣдующемъ.

На концѣ мола, черт. 354, надѣтъ желѣзный, пустой внутри на подобіе кессона, чехоль, состоящій изъ четырехъ, связанныхъ между собою, пустыхъ внутри, полотень; изъ нихъ одно покрываетъ моль сверху, два по обѣимъ боковымъ сторонамъ, четвертое же поперекъ мола впереди. Внутри этого чехла имѣется вертикальная сплошная рама, которая при помощи направляющихъ винтовъ можетъ быть устанавливаема въ любомъ мѣстѣ, между концомъ готовой части мола и торцевой стѣнкой чехла. Къ этой рамѣ прикрѣплены боковыя стѣнки, соответствующія совершенно боковому очертанію мола. Прѣдварительно дѣлають выемку на днѣ, подъ основаніемъ мола, которую наполняютъ бетономъ, выровненнымъ въ горизонтальную плоскость; въ этотъ бетонъ, по обѣимъ сторонамъ мола, вбиты небольшія сваи, на которыя положены поперечныя и продольныя балки, служащія основаніемъ для упора боковыхъ стѣнъ чехла; подъ этими стѣнами положены рельсы, дающіе возможность передвигать весь чехоль впередъ, по мѣрѣ хода работъ.

Установивъ чехоль и внутри него находящуюся раму, соединяють послѣднюю какъ съ бетоннымъ дномъ, такъ и со стѣнками готовой части мола прокладками изъ резиновыхъ трубъ, которыя наполняются водою подъ напоромъ и, разбухая, заполняютъ пространство между краями рамы и бетономъ, входя во всѣ неровности послѣдняго. Затѣмъ можно отлить воду изъ огражденнаго внутренняго пространства и наполнить его тщательно бетономъ. Когда одна часть наполнена, то внутреннюю раму съ боковыми стѣнками переставляютъ впередъ и, утвердивъ ихъ снова, продолжаютъ работу до тѣхъ поръ, пока рама не дойдетъ до торцевой стѣнки чехла. Тогда выдвигаютъ весь чехоль дѣйствіемъ гидравлическихъ прессовъ, упертыхъ въ готовую часть мола, оставляя при этомъ внутреннюю стѣнку на такомъ разстояніи отъ готовой части мола, сколько это необходимо для продолженія работъ.

Наружный чехоль, представляющій значительный вѣсъ, защищаетъ работу все время отъ дѣйствія волнъ; для увеличенія его вѣса, при производствѣ работъ онъ можетъ быть нагруженъ впускомъ воды въ пространство между его двойными стѣнами, или непосред-

ственной нагрузкой чугунными болванками или инымъ балластомъ; для облегченія же передвиженія его впередъ, вода изъ него должна быть отлита или балластъ снятъ, при чемъ онъ, пустой внутри, будетъ имѣть стремленіе всплыть, и его тогда легко передвинуть.

На верху чехла можно помѣстить краны для нагрузки въ огражденное пространство бетона, доставляемаго къ работамъ или въ баржахъ, или по готовой части мола, а для спуска бетона внизъ необходимо въ крышкѣ чехла сдѣлать лазы.

Можно также для подачи и погруженія бетона оставить въ массѣ мола два тоннеля, по которымъ, при помощи безконечной цѣпи, могутъ быть подаваемы бадьи съ бетономъ; при подходѣ къ концу мола эти бадьи движеніемъ цѣпи (подвѣшенной на роликахъ) автоматически опрокидываются и вываливаютъ бетонъ въ огражденное пространство, а затѣмъ, опорожненные, продолжаютъ свой путь назадъ по другому тоннелю.

Этотъ способъ Киниппеля не былъ испытанъ въ большихъ размѣрахъ, почему нельзя дать о немъ надлежащаго отзыва, но, кажется, онъ можетъ оказать большія услуги при устройствѣ моловъ изъ литаго бетона.

Мола, отлитые цѣликомъ изъ бетона или устроенные изъ мѣшковъ, какъ они ни кажутся съ перваго взгляда выгодными, давая сооруженію видъ монолита, на дѣлѣ, однако, не даютъ вполнѣ ожидаемыхъ результатовъ.

Бетонъ, приготовленный на берегу для массивовъ, при всей тщательности производства работъ, не гарантируетъ ихъ отъ размыва и разложенія водою. Послѣдняя, проникая въ поры, разлагаетъ цементъ и образуетъ такимъ образомъ въ массивахъ пустоты, которыя, находясь подъ непосредственнымъ дѣйствіемъ волненія, увеличиваются не только отъ продолжающагося разложенія бетона, но и вслѣдствіе механическаго дѣйствія воды; эта совокупная работа разрушенія массива развивается все болѣе и болѣе и бываетъ нерѣдко причиною полного разрушенія сооруженія.

Если сооруженія, устроенныя изъ бетона, окрѣпшаго въ массивахъ на берегу (на сушѣ), подвергаются значительному разрушенію отъ дѣйствія морской воды, то тѣмъ болѣе слѣдуетъ ожидать разрушеніе бетона, погружаемаго въ воду въ мягкомъ неотвердѣвшемъ видѣ. Образование известковаго молока и отложеніе извести на поверхности погруженной въ воду кучи бетона затрудняютъ сцѣпленіе части уже погруженной съ вновь погружаемою, такъ что все

сооруженіе будетъ сложено какъ бы изъ отдѣльныхъ кусковъ, прилегающихъ другъ къ другу не горизонтальными и вертикальными швами, какъ въ правильной кладкѣ, а швами наклонными, да при томъ эти наклонные швы при сильномъ движеніи воды, во время производства работъ, часто состоятъ только изъ мелкаго щебня безъ цемента, такъ какъ послѣдній вымывается водою; и это обстоятельство, которое невозможно открыть во время производства работъ, невозможно также и исправить. Вся масса мола дѣлается, такимъ образомъ, пористою, доступною во внутреннихъ своихъ частяхъ для воды и, поэтому, легко разрушаемою механическимъ движеніемъ воды, образующей пещеры, которыя все болѣе и болѣе увеличиваются и причиняютъ совершенное разрушеніе сооруженію.

Такія разрушенія, дошедшія до весьма значительныхъ размѣровъ, имѣли мѣсто въ Абердинѣ, Фрэзбургѣ, Уэйтхэвенѣ, и въ другихъ портахъ; въ подобномъ случаѣ иногда даже весь молъ пробивался насквозь волнами, какъ это изображено на черт. 261, который представляетъ разрушеніе мола въ Фрэзбургѣ въ Шотландіи. Разрушенія въ подводныхъ частяхъ моловъ, равно какъ и вымываніе изъ кладки отдѣльныхъ камней, какъ это имѣетъ мѣсто во всѣхъ портовыхъ постройкахъ, должны быть немедленно исправляемы, ибо малѣйшее поврежденіе подводной части сооруженія даетъ волнѣ ударяющей въ молъ возможность, такъ сказать, входить во внутрь кладки и высверливать въ ней съ большою силою пустоты.

Исправленіе такихъ разрушеній заключается въ томъ, чтобы немедленно заполнить образовавшуюся выемку, работа исполняемая обыкновенно при помощи водолазовъ, которые вставляютъ въ образовавшееся отверстіе камни и заливаютъ ихъ густымъ жирнымъ цементнымъ растворомъ, подаваемымъ въ холщевыхъ мѣшкахъ.

Немедленное исправленіе образовавшихся поврежденій, равно какъ и немедленная замѣна камней, смываемыхъ съ поверхности наброски, можетъ на долгое время обезпечить сооруженіе отъ разрушенія, почему, помимо солиднаго исполненія сооруженія, необходимо всегда имѣть во время эксплуатаціи порта, постоянныя средства и людей для немедленнаго исправленія происшедшихъ въ сооруженіяхъ порта поврежденій.

Г Л А В А XXIII.

Мѣры принимаемыя для поддержанія постоянной глубины въ портѣ.—Причины обмелѣнія порта.—Дѣйствіе проточной воды.—Быстротоки.—Устройство и расположеніе быстроточныхъ бассейновъ и шлюзовъ.—Детали затворовъ.—Струеотворные плоты.—Землечерпаніе, мѣстное и общее.—Черпаки и храпы.—Землечерпательныя машины черпаковыя и насосныя (сосуны).—Землеотвозныя шаланды, обыкновенныя и паровыя.—Землечерпаніе въ укрытомъ портѣ и въ открытомъ морѣ.—Самогрузящія землечерпательныя машины (Hopper Dredger).—Приборъ Фримана и Бѣрта (Мут-помпа).—Желоба и лонкудуары.—Опредѣленія размѣра землечерпательнаго каравана.—Общее понятіе о подводныхъ взрывныхъ работахъ.

Наносы, увлекаемые теченіемъ воды и волненіемъ, какъ уже выше было указано, отлагаются большею частію въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ, вслѣдствіе какихъ-либо причинъ, замедляется теченіе или гдѣ образуется спокойная вода. Какъ бы порты ни были расположены, невозможно избѣгнуть того, чтобы теченіе, рѣчное или морское, не заходило въ нихъ, а такъ какъ портовые сооруженія будутъ задерживать теченіе, то и слѣдствіемъ должно быть осажденіе наносовъ, влекомыхъ водою, и обмелѣніе порта. Лишь такія морскія сооруженія, назначеніе которыхъ суживать рѣчное теченіе, какъ напри- мѣръ парныя молы въ устьяхъ рѣкъ, будутъ способствовать углубленію порта, но за то въ этихъ портахъ сооруженія, возводимыя въ рѣкѣ, собственно для образованія портовой части, задерживающія рѣчное теченіе, несомнѣнно задержатъ и наносы, которые, складываясь, уменьшаютъ глубину въ портѣ.

Нѣтъ почти ни одного порта, который бы не подвергался осажденію наносовъ и обмелѣнію, но нѣкоторые, вслѣдствіе естественной большой глубины, не ощущаютъ отъ этого никакого неудобства, тогда какъ другіе, преимущественно вырытые у мелкихъ береговъ, сильно страдаютъ отъ этого явленія. Къ этому прибавляется еще то, что, съ развитіемъ торговли, увеличиваются все болѣе и болѣе размѣры

судовъ и осадка ихъ, почему приходится не только избавиться отъ сложившихся въ портѣ наносовъ, но даже увеличить его первоначальную глубину.

Различные отбросы съ судовъ, а иногда и балласть, который тайкомъ выбрасываютъ въ портъ, способствуютъ также не мало обмелѣнію портовыхъ гаваней.

Поддержаніе проточной воды въ портѣ, хотя отчасти и способствуетъ входу въ портъ наносовъ, но съ другой стороны мѣшаетъ имъ складываться въ такомъ количествѣ, въ какомъ это имѣло бы мѣсто безъ теченія, а чистая рѣчная, или другія такія же проточныя воды, несомнѣнно приносятъ большую пользу тѣмъ, что не только препятствуютъ складыванію наносовъ, но могутъ даже смыть часть ихъ сложившихся раньше въ портѣ.

Многіе порты Западной Европы, мелѣющіе почти совершенно во время отлива, сильно страдаютъ отъ ила, входящаго съ моря во время приливовъ. Илъ этотъ складывается въ передовомъ портѣ и въ портовомъ каналѣ, и лишь частью уносится обратно въ море при отливѣ.

Въ такихъ случаяхъ для поддержанія въ передовомъ портѣ и портовомъ каналѣ постоянной глубины, поддерживаютъ во все время отлива теченіе воды въ портѣ, выпускомъ ея изъ приливныхъ гаваней, но такъ какъ для этого требуется большое количество воды, а изъ приливныхъ гаваней можно выпустить лишь такое количество ея, чтобы суда оставались еще на плаву, то для надлежащаго дѣйствія этого протока, необходимо чтобы портовые бассейны (приливныя гавани) имѣли очень большую площадь, или необходимо устроить особые бассейны, специально назначаемые для этой цѣли и которые возможно было бы опоражнивать совершенно во время отлива.

Такіе бассейны, устраиваемые въ нѣкоторыхъ портахъ Западной Европы, преимущественно во Франціи, съ полнымъ ихъ устройствомъ для выпуска и впуска воды, носятъ названіе *быстротоковъ* (Bassin de chasse). Наиболѣе замѣчательные бассейны быстротоковъ можно встрѣтить въ Дюнкирхенѣ (старомъ портѣ)*, Калѣ, Остенде, Діеппѣ, Гонфлерѣ и въ другихъ мортахъ.

*) Бассейнъ этотъ передѣланъ нынѣ въ приливныя гавани, которыя отчасти могутъ служить быстротоками.

Бассейны эти расположены такъ, что выпускныя для воды отверстія направлены по оси портоваго канала, для того чтобы вода, выпущенная изъ нихъ, могла направиться именно по тому направленію, по которому желательно углубить портъ, черт. 496. Листъ 53.

Струя воды, вытекающая съ большою скоростью изъ быстроточнаго бассейна, направляется однако не всегда прямо по каналу, она идетъ иногда извиваясь, а потому углубленіе не будетъ точно по оси, какъ это желательно, для свободнаго и безопаснаго входа судовъ съ моря въ портъ, во время прилива.

Для того чтобы въ такихъ случаяхъ направить струю воды по желаемому направленію, устанавливаются въ портѣ подвижныя плотины, черт. 497. Плотины эти состоятъ изъ ряда деревянныхъ щитовъ съ пропущенными сквозь нихъ двумя брусками, утверждаемыми на своихъ мѣстахъ при помощи заклинокъ.

Установивъ на плаву рядъ такихъ щитовъ по тому направленію, по которому хотять, чтобы струя быстротока произвела подмывъ дна, ожидаютъ отлива; тогда щиты, опускаясь, и будучи подпертыми брусками, становятся наклонно, и струя воды, ударяясь въ нихъ, направляется ими, производя подмывъ по желаемому направленію.

Бассейнъ быстротока долженъ быть возможно большихъ размѣровъ, чтобы имѣть въ запасѣ большое количество воды, онъ наполняется обыкновенно входомъ приливной воды чрезъ то же отверстіе, которое служитъ и для выпуска ея; такъ какъ это отверстіе дѣлается обыкновенно небольшихъ размѣровъ, то бассейны, если они имѣютъ большіе размѣры, не успѣваютъ наполняться водою до наступленія новаго отлива, и уровень въ нихъ никогда не дойдетъ до уровня прилива. Въ такомъ случаѣ устраивается для впуска воды особое большое отверстіе, какъ это, между прочимъ, сдѣлано въ Гонфлерѣ. Черт. 496.

Отверстіе для выпуска воды изъ быстроточнаго бассейна, черт. 498, обдѣлывается каменной кладкой, какъ и морской шлюзъ, затворъ же, помѣщаемый здѣсь, дѣлается иначе, въ виду того, что во 1-хъ) вода должна быть выпущена быстро, разомъ во все отверстіе, во 2-хъ) приходится иногда запираеть отверстіе при различныхъ уровняхъ въ бассейнѣ и портѣ, слѣдовательно, и при различныхъ напорахъ, и въ 3-хъ) черезъ это отверстіе проходъ судовъ не совершается.

Затворы состоятъ изъ полотень, вращающихся на вертикальныхъ осяхъ, помѣщенныхъ не по срединѣ, а нѣсколько въ сторонѣ. Ось

утверждается пятою въ днѣ и шейкой въ брусѣ, перекинутомъ черезъ отверстіе и укрѣпленномъ въ стѣнахъ. Когда полотно поставлено поперекъ отверстія, то для удержанія его поддерживаютъ большую половину его полуцилиндрическимъ брусомъ, помѣщеннымъ въ выкружкѣ стѣны, повернувъ его діаметральной срѣзкой перпендикулярно къ оси отверстія, а для уменьшенія фильтраціи помѣщаютъ съ другой стороны такой же полуцилиндрической брусъ, упирающійся въ короткое полотно затвора. Для выпуска воды во время отлива, т. е. когда затворы находятся подъ полнымъ напоромъ воды, слѣдуетъ лишь повернуть полуцилиндрическую стойку у большей половины полотна, и оно, освобождаясь, тотчасъ же поворачивается и открываетъ разомъ все отверстіе.

Для закрыванія отверстія поворачиваютъ полотно при помощи рычага, прикрѣпленнаго къ оси, и для возможности поворота его на случай разницы горизонтовъ, дѣлаютъ въ большей половинѣ полотна щитовое отверстіе, закрываемое: или обыкновеннымъ задвижнымъ щитомъ, или щитомъ поворотнымъ, такихъ размѣровъ, чтобы моменты давленія воды на обѣ половины полотна относительно оси вращенія были бы равны между собою. Тогда затворъ при всякомъ напорѣ и при всѣхъ положеніяхъ будетъ находиться въ равновѣсіи, и не трудно тогда дѣйствіемъ рычага повернуть полотно и установить его на мѣсто. Повернувъ затѣмъ полуцилиндрическую опору и утвердивъ полотно, закрываютъ затѣмъ щитовое его отверстіе.

При необходимости выпуска большого количества воды можно устроить два отверстія съ быкомъ по срединѣ или, увеличивъ пролетъ отверстія, помѣстить въ немъ два щита, какъ это показано на черт. 499. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ большія половины полотень сведены къ срединѣ и упираются въ вращающійся на вертикальной оси брусъ. Этотъ брусъ, а равно и полотна утверждены на пятахъ ко дну и шейками въ помость перекрывающій все отверстіе быстротока. Повернувъ при помощи рычага, или другого болѣе сильнаго механизма, среднюю упорную стойку въ одну сторону, устанавливаютъ ее длиннымъ своимъ размѣромъ по теченію, при этомъ полотна освобождаются и давленіемъ воды поворачиваются внизъ, открывая все отверстіе.

Для закрыванія затворовъ служатъ опять щитовыя окна въ полотнахъ, которыя должны быть предварительно отворены, затѣмъ

поворачиваютъ полотна настолько, чтобы возможно было повернуть среднюю стойку, къ которой полотна будутъ прижаты теченіемъ воды, и затѣмъ для окончательнаго утвержденія затворовъ поворачиваютъ полуцилиндрическія стойки у стѣнъ и закрываютъ щиты въ окнахъ полотенъ.

Такъ какъ вода, выпускаемая изъ быстроточнаго бассейна, подмыла бы дно непосредственно за быстроточнымъ шлюзомъ, то здѣсь устраивается деревянный сливной полъ, отводящій струю воды далеко отъ сооруженія, черт. 500. Этотъ полъ дѣлается иногда изъ камня и бетона, но во всякомъ случаѣ ничего общаго съ быстроточнымъ шлюзомъ имѣть не долженъ.

На случай починки и для защиты отъ сильнаго волненія помѣщаютъ въ быстроточномъ шлюзѣ со стороны моря пару обыкновенныхъ шлюзныхъ затворовъ, а съ другой стороны пазы въ стѣнахъ для закладки шандоровъ и для образованія перемычки. Пролеты быстроточныхъ шлюзовъ не дѣлаются болѣе 7 метр. ($3\frac{1}{2}$ саж.).

Въ Гонфлерѣ, во Франціи, для наполненія быстроточнаго бассейна устроено особое отверстіе въ дамбѣ отдѣляющей бассейнъ отъ рѣки Сены, закрываемое металлическими щитами, вращающимися у порога на горизонтальныхъ осяхъ, черт. 501. Щиты поддерживаются цѣпами, а въ вертикальномъ ихъ положеніи утверждаются задвижками и желѣзными мостовыми фермами, перекинутыя чрезъ всѣ пролеты, число которыхъ 10, раздѣленные каменными быками; въ каждомъ пролетѣ 3 щита. Цѣпи и задвижки дѣйствуютъ гидравлическимъ приборомъ, помѣщеннымъ въ особомъ зданіи, построенномъ на дамбѣ. При помощи этого отверстія, быстроточный бассейнъ въ Гонфлерѣ, можетъ быть быстро наполненъ водою при приливѣ, а также въ случаѣ надѣбности, на случай починки можно его опорожнить очень быстро, опуская щиты на дно; выпуская же всю воду изъ бассейна только въ портовой каналъ черезъ быстроточный шлюзъ, его нельзя было бы опорожнить до наступленія новаго прилива.

Быстротоки могутъ имѣть значеніе только въ портахъ съ приливами и отливами или въ такихъ мѣстахъ, гдѣ мѣстную, не морскую воду можно собрать близъ порта въ бассейнъ, лежащій выше него, и то лишь въ портахъ, сообщающихся съ моремъ портовымъ каналомъ, для углубленія послѣдняго.

Для углубленія же портового бассейна съ широкою площадью

быстротоки не примѣнимы, равно какъ и въ портахъ безъ приливовъ и отливовъ, почему эта система у насъ въ Россіи не можетъ имѣть практическаго значенія и для углубленія портовъ приходится прибѣгать почти исключительно къ землечерпанію.

Землечерпательныя работы въ портахъ производятся различными снарядами, примѣненіе которыхъ зависитъ: отъ количества землечерпательныхъ работъ, рода грунта и средствъ, отпускаемыхъ на землечерпаніе.

При незначительномъ количествѣ работъ и при необходимости производить ихъ отдѣльными мѣстами, при грунтахъ неровныхъ, съ отдѣльными камнями, употребляются черпаки, которые прикрѣпленные къ шесту подвѣшиваются къ цѣпямъ и, опуская ихъ на дно, ими захватываютъ часть грунта, который вынимается поднятіемъ черпака и вываливается или на берегъ, или въ подставленное для этой цѣли судно. Черпаки эти утверждаются на плоту или на суднѣ, которое устанавливается надъ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ дно должно быть углублено, черт. 502. Черпакъ, прикрѣпленный къ концу длиннаго шеста, опускаютъ на дно въ вертикальномъ или наклонномъ положеніи, передвигаютъ вдоль дна дѣйствіемъ каната, прикрѣпленнаго къ черпаку, этотъ же канатъ служитъ для подъема его, когда онъ наполняется грунтомъ, послѣ чего земля вываливается въ подставленное сбоку судно. Черпакъ располагается сбоку плота или судна и устанавливается, направляясь особыми, на суднѣ устроенными подмостями.

Другого рода черпаки, употребляемые также въ подобныхъ случаяхъ, представлены на черт. 503.

Черпакъ этотъ, имѣющій видъ открывающагося внизъ полуцилиндра, подвѣшенъ къ цѣпи поворотнаго крана, установленнаго на понтонѣ. Опуская цѣпь, черпакъ, благодаря особому устройству, раскрывается и падая на дно врѣзывается въ грунтъ; дѣйствуя тогда другою цѣпью, черпакъ закрываютъ, при чемъ онъ захватываетъ часть грунта, который, поднятый вываливается въ шаланду, установленную рядомъ, надъ которой подвѣшиваютъ и раскрываютъ черпакъ, поворачивая кранъ. Для направленія черпака при его опусканіи и поднятіи, къ нему прикрѣплены два стержня, проходящіе сквозь ушки, прикрѣпленные къ концу стрѣлы крана.

Собственно черпакъ, черт. 504, состоитъ изъ желѣзнаго ящика

цилиндрической формы, раскрывающагося на двѣ половины *A* и *B*, вращающихся около оси *C*.

Обѣ половины подвѣшены къ фасоннымъ желѣзнымъ полоскамъ *D*, закрѣпленнымъ къ нижнимъ концамъ направляющихъ жердей *E*, полоски эти имѣютъ на верхнихъ концахъ подтрубки, куда вставляются направляющія жерди, нижніе же концы полосокъ сдѣланы *T*—образной формы и въ нихъ имѣются по три отверстія: два малыхъ—для установки болтовъ *C*, на которыхъ вращаются половинки черпака и одно большое—для вала *F*, соединяющаго между собою внизу обѣ полоски *D*, вверху же полоски *D* соединены между собою поперечиною *G*. Всѣ эти части вмѣстѣ образуютъ прямоугольную раму, въ боковыхъ граняхъ которой, въ полоскахъ *D* имѣются прорѣзы, въ которыхъ могутъ передвигаться вверхъ и внизъ *ползуны* поперечины *H*.

Къ поперечинѣ *H* прикрѣплена подъемная цѣпь *I* двумя своими развѣтвленіями. Натягивая эту цѣпь, заставляють поперечину *H* двигаться въ пазахъ рамы вверхъ и раскрывать черпакъ помощью тягъ *l*, надѣтыхъ одними концами на поперечину *H*, а другими скрѣпленныхъ посредствомъ болтовъ *K* съ боковыми стѣнками черпака. Закрываніе черпака производится, ослабляя подъемную цѣпь *I* и натягивая другую *II*. Эта цѣпь навита и закрѣплена на шкивъ *L*, который наглухо насаженъ на валъ *F*, на томъ же валѣ насажены наглухо шкивы *M*, къ которымъ закрѣплены одними концами короткія цѣпи *III* и *III'*, другіе концы которыхъ прикрѣплены къ поперечинѣ *H*; эти цѣпи навиты на шкивы *M* въ направленіи обратномъ тому, въ которомъ навита цѣпь *II* на шкивъ *L*.

Ясно, что если тянуть цѣпь *II*, то шкивъ *L* будетъ вращаться и цѣпи *III*, навиваясь на шкивы *M*, притянутъ внизъ поперечину *H*. Поперечина же *H*, помощью тягъ *l*, надавливая на нихъ, будетъ заставлятъ опускаться поднятыя въ точкахъ *K* края черпака и закроетъ его. Чтобы черпакъ стремился глубже врѣзаться въ грунтъ, къ рѣзущему краю цилиндровъ приклепываются желѣзные когти *P*.

Производство работъ отдѣльными черпаками медленно и неправильно, такъ что, для полученія на опредѣленной площади однообразной глубины, слѣдуетъ производить работу тщательно, такъ какъ вынимая землю въ отдѣльныхъ точкахъ, хотя бы и систематически переходя вдоль по прямой линіи, нельзя поручиться за то, что не

останутся части невынутыя, и дно представить не видъ плоскости, а поверхности бугровой.

Другіе черпаки разнообразной формы приводятъ къ тому же результату и поэтому не могутъ быть рекомендованы для портовъ, въ которыхъ требуется ровная однообразная глубина по всей площади порта.

Единственныя машины, удовлетворяющія этому требованію, суть черпаковыя землечерпательныя машины, черт. 505, состоящія изъ безконечной цѣпи A , на которой надѣты желѣзные черпаки; цѣпь надѣта на два шкива a и b , утвержденные на концахъ желѣзной рамы C .

Эта послѣдняя подвѣшена на оси верхняго шкива a , на которой находится также приводъ, приводимый въ движеніе паровою машиною, другой конецъ рамы подвѣшенъ цѣпью къ особой станинѣ d и можетъ быть поднять или опустить произвольно.

Все это вмѣстѣ съ паровою машиною помѣщается на большомъ плоскодонномъ суднѣ, при чемъ рама съ цѣпью помѣщается обыкновенно по срединѣ въ продольномъ прорѣзѣ корпуса судна.

Землечерпательныя машины, съ двумя расположенными по бокамъ судна цѣпями, представляются неудобными въ отношеніи правильности работъ, почему онѣ въ настоящее время болѣе не строятся.

Верхній шкивъ дѣлается или квадратный или шестигранный, при чемъ ширина грани должна точно соответствовать длинѣ звѣна цѣпи. Черпаки, двигаясь вмѣстѣ съ цѣпью, слѣдуя за свободно висящею частью ея, захватываютъ грунтъ дна, который, поднимаясь вверхъ, вываливается изъ черпаковъ, по прохожденіи ихъ черезъ верхній валъ, когда они становятся вертикально. Вываливающаяся земля принимается подставленнымъ въ этомъ мѣстѣ желобомъ, отводится въ сторону судна, направляясь поворотнымъ желобомъ по желанію въ ту или другую сторону и принимается окончательно подставленной здѣсь шаландой.

Для производства этой машиной равномернаго снятія дна, она утверждается на мѣстѣ пятью длинными цѣпями i , g , g , h и h , и якорями. Во время работъ, удерживая машину цѣпью i , травятъ понемногу цѣпи gg , натягивая соответственно цѣпи hh , тогда черпаки, снимая грунтъ, образуютъ углубленіе, ограниченное валикомъ по дугѣ круга, описанной радіусомъ, равнымъ длинѣ цѣпи i . Про-

ходя такимъ образомъ всю дугу, по всему участку, въ предѣлахъ цѣпей *gg* и *hh*, продолжаютъ работать, удлиняя сначала цѣпь *i* и потомъ трава цѣпи *hh* при соответственномъ натягиваніи цѣпей *gg*.

Продолжая работу такимъ образомъ на всемъ участкѣ переставляя, когда нужно, якори цѣпей *gg* и *hh*, образуется вездѣ однообразная глубина. Снимая далѣе слой за слоемъ, устанавливая конецъ рамы съ цѣпью при станинѣ *d*, можно дойти до требуемой глубины. Для дѣйствія цѣпей установлены на машинѣ лебедки, приводимыя обыкновенно въ движеніе паромъ. Такъ какъ при зачерпываніи грунта могутъ происходить толчки, особенно ощутительные при неравномѣрномъ грунтѣ, то для предотвращенія передачи этихъ толчковъ машинѣ, передача должна быть сдѣлана трущимися (фрикціонными) колесами или зубчатыми колесами съ деревянными зубцами.

Скорость движенія цѣпи обыкновенно около 1 фута въ 1 секунду, длина звѣньевъ около 2,5—3 футовъ, черпаки располагаются обыкновенно черезъ одно звѣно и вмѣстимость ихъ около 15 куб. футовъ, принимая же во вниманіе, что черпаки наполняются лишь на 0,6 ихъ вмѣстимости, получимъ слѣдующую работу машины въ 1 часъ.

Въ 1 часъ (3600 секундъ) проходитъ около 720 черпаковъ, а количество земли будетъ:

$$\frac{15 \times 720 \times 0,6}{343} = 19 \text{ куб. саж.}$$

Это даетъ въ 1 рабочій день (10 часовъ) до 200 куб. саж. земли. Цифра эта оправдывается для большихъ машинъ, такъ напримѣръ, для одной изъ машинъ, работавшихъ на С.-Петербуржскомъ каналѣ въ 200 индикаторныхъ силъ (40 дѣйствительныхъ); на пробномъ испытаніи машина эта дала въ 1 часъ 32 куб. саж., а при обыкновенныхъ условіяхъ 20 куб. саж. земли въ часъ.

Черпаковыя землечерпательныя машины не всѣ, однако, даютъ такую работу, и вообще для расчета землечерпательныхъ работъ принимаютъ около 100 куб. саж. въ 10 часовую работу для нормальной машины, при чемъ на каждую кубическую сажень въ рабочій 10 часовой день, можно считать 1 индикаторную силу при подъемѣ земли на 5 сажень (отъ 1,5 до 2 куб. метровъ на 1 дѣйствительную силу въ часъ).

При работѣ этими землечерпательными машинами получается не-

большой коэффициент полезной работы машины, какъ вслѣдствіе большой тяжести всѣхъ составныхъ частей ея, такъ и вслѣдствіе того, что теряется много на боковое передвиженіе машины, на подъемъ воды вмѣстѣ съ грунтомъ, а главное вслѣдствіе того, что для вывалки поднятой земли необходимо поднимать ее значительно выше уровня воды.

Принимая же во вниманіе другія полезныя стороны, а главнымъ образомъ то, что эти машины работаютъ очень успѣшно въ гравелистыхъ грунтахъ, поднимаютъ даже камни значительныхъ размѣровъ, общее дѣйствіе ихъ оказывается выгоднымъ и менѣе дорогимъ, чѣмъ при работѣ другими машинами.

Для совершенно успѣшной работы необходима, однако, спокойная вода, во-первыхъ для того, чтобы цѣпь сильно не ударялась о дно, какъ это бываетъ при волненіи, и слѣдствіемъ чего является неполное наполненіе черпаковъ, не говоря уже о томъ, что толчки, передаваемые нижнему концу рамы, могутъ повредить всю машину. Кромѣ того, вынимаемая земля вываливается въ шаланды, устанавливаемые рядомъ съ машиною, которыя во время волненія будутъ ударять въ корпусъ машины, затрудняя значительно работу и находясь въ опасности быть разбитыми или повредить корпусъ машины.

Во избѣжаніе этого въ Англіи въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ для поддержанія постоянной глубины приходится работать цѣлый годъ, во время иногда весьма сильнаго волненія, какъ на примѣръ на рѣкѣ Клайдѣ въ Глазгау, употребляются черпаковыя машины, которыя нагружаютъ вынутую землю въ себя и по наполненіи уходятъ въ море для разгрузки (Hopper-dredger).

Для избѣжанія же неудобства встрѣчаемаго въ цѣпяхъ, замѣняютъ ихъ, при мягкихъ илистыхъ или песчаныхъ грунтахъ трубою, которая однимъ концомъ опускается на дно моря, а другимъ примыкаетъ къ центробѣжному насосу, помѣщенному въ суднѣ. При дѣйствіи центробѣжнаго насоса вода поднимается по трубѣ, увлекая съ собою грунтъ, который въ разжиженномъ видѣ проходитъ черезъ центробѣжный насосъ и выливается въ отдѣльный трюмъ машины или же въ подставленныя съ боковъ шаланды, черт. 506.

Нижній конецъ трубы снабженъ сѣткой, удерживающей крупныя камни, и вообще такія вещи, которыя могли бы засорить насосъ и не проходить черезъ него. Такая землечерпательная машина, выни-

мающая въ рабочій день (10 часовъ) на пробѣ 200 куб. саж. грунта находилась въ Либавѣ и назначена была специально для углубленія бара, вѣхъ портовыхъ моловъ, гдѣ приходилось работать постоянно при дѣйстви морского волненія.

Къ этой машинѣ пробовали примѣнять различныя приспособленія для предварительнаго разрыхленія грунта, но онѣ не дали вообще желаемыхъ результатовъ, въ виду того, что грунты, требующіе разрыхленія, какъ-то глина, слежавшаяся смѣсь ила съ пескомъ и глиною, а также и крупно ракушковатый грунтъ, даже и въ разрыхленномъ видѣ, трудно проходятъ черезъ насосъ и засоряютъ его и трубы, а потому для такихъ грунтовъ вообще, эта машина оказывается не совсѣмъ пригодною *).

Независимо отъ землечерпательныхъ машинъ, необходимо имѣть снаряды для удаленія вынутой земли.

Обыкновенныя баржи для этой цѣли неудобны тѣмъ, что требуютъ большой работы для ихъ опоражниванія, работы превосходящей иногда по стоимости самыя землечерпательныя работы.

Для уменьшенія этой работы пользуются безконечною цѣпью съ черпаками, которая устанавливается на пристани на берегу, черт. 507.

Баржа, нагруженная землею, устанавливается у пристани и въ нее опускаютъ раму цѣпи съ черпаками, которую приводятъ въ дѣйствіе локобилемъ, установленнымъ на берегу; земля, вычерпываемая изъ баржи, вываливается въ подставленные вагоны и отвозится въ сторону.

Ящикъ баржи имѣетъ криволинейное очертаніе, для того, чтобы черпаками можно было вынуть всю землю изъ баржи.

Такой способъ выгрузки шаландъ представляется очень выгоднымъ, если землею надо пользоваться для поднятія прилегающей поверхности берега, если же слѣдуетъ лишь удалить землю, то гораздо выгоднѣе валить ее прямо въ море въ мѣстѣ, удаленномъ отъ порта, и откуда сваленная земля не можетъ быть занесена обратно въ портъ.

Для этой цѣли употребляются шаланды со створчатыми днищами или боками, такого же устройства, какъ описано выше, черт. 292

*) Въ послѣднее время сдѣланы усовершенствованія въ этихъ разрыхлителяхъ, которыя дали весьма хорошіе результаты, въ Окландѣ, въ С. Америкѣ, этими машинами съ успѣхомъ работали даже въ глинистомъ грунтѣ.

и 293, или, производя работу у берега, земля может быть удаляема трубо-лонкуларомъ, черт. 508, примыкающей къ ящику, принимающему землю отъ черпаковъ машины и подвѣшенной цѣпями къ особой стрѣлѣ, утвержденной на машинѣ.

Для свободнаго прохода земли необходимо ее или предварительно нѣсколько разжижить, для чего отверстія въ днѣ черпаковъ забиваютъ пробками, такъ что вмѣстѣ съ землею поднимается и вода, или накачиваютъ воду прямо въ трубу, для чего сдѣлано соответственное приспособленіе на машинѣ, или же устанавливаютъ рядомъ съ машиною особое судно съ насосомъ, которымъ по особой трубѣ воду накачиваютъ въ отводную для земли трубу.

Вмѣсто трубы можно имѣть желобъ, установленный на отдѣльной баржѣ, черт. 509, которая рамою связана съ корпусомъ землечерпательной машины, и въ которой находится безконечная цѣпь съ прикрѣпленными къ ней вертикально щитками. Земля вываливается въ желобъ, передвигается впередъ щитками, которые, двигаясь вмѣстѣ съ цѣпью, толкаютъ передъ собою грунтъ.

Вмѣсто цѣпи можно здѣсь имѣть рядъ короткихъ металлическихъ желобовъ, связанныхъ между собою въ видѣ безконечной цѣпи, въ которые земля вываливается изъ желоба машины и движеніемъ ихъ передвигается впередъ и вываливается на берегъ.

При землечерпательныхъ работахъ въ портахъ приходится обыкновенно землю отвозить на значительное разстояніе, почему примѣняются, большею частью, шаланды, которыя, связанные вмѣстѣ, образуютъ караванъ, буксируемый специально для этой цѣли имѣющимся пароходомъ. Поэтому для успѣшнаго хода землечерпанія необходимо имѣть землечерпательную машину, шаланды и буксирные пароходы въ такомъ количествѣ, чтобы работы шли безъ перерыва.

Полагая при этомъ, что вмѣстимость шаландъ составляетъ 8 куб. саж., сила буксирнаго парохода такова, что онъ можетъ везти 4 груженныя шаланды со скоростью 4 версты въ 1 часъ, то, при условіи извлеченія землечерпательницею 100 куб. саж. земли въ одинъ рабочий день и отвозки земли на 6 версты, для валки ея прямо въ море, составъ всего землечерпательнаго каравана можетъ быть опредѣленъ слѣдующимъ образомъ:

Одна землечерпательная машина, могущая вынуть въ 10 часовъ 100 куб. саж. земли, или въ одинъ часъ 10 куб. саж.

Для наполненія 4-хъ шаландъ (32 куб. саж.) потребуется около $3\frac{1}{4}$ часовъ, почему въ теченіе одного рабочаго дня можно наполнить 3 смѣны шаландъ или 12 штукъ.

Для отвозки 4-хъ шаландъ на 6 верстъ потребуется $1\frac{1}{2}$ часа, для обратнаго слѣдованія ихъ порожними нѣсколько менѣе, около $1\frac{1}{4}$, почему полный оборотъ будетъ совершенъ въ $2\frac{3}{4}$ часа.

На опорожниваніе не потребуется вовсе времени, такъ какъ оно совершается почти мгновенно, для отцѣпленія же шаландъ, пригонки ихъ къ машинѣ, и привязыванія нагруженныхъ къ пароходу потребуется около $\frac{1}{2}$ часа, такъ что вся работа парохода по отвозкѣ одной партіи шаландъ будетъ соотвѣтствовать времени наполненія другой партіи также изъ 4-хъ шаландъ.

Пришедшая партія порожнихъ шаландъ можетъ быть тотчасъ же установлена у машины для приема земли.

Посему для безостановочной работы одной землечерпательной машины необходимо 8 шаландъ и одинъ буксирный пароходъ въ 30—40 дѣйств.. силъ.

Но такъ какъ нѣкоторыя шаланды потребуютъ починки, то необходимо еще прибавить для запаса 2 шаланды (или 1 если онѣ желѣзныя) и будетъ всего при одной землечерпательной машинѣ 9 или 10 шаландъ, по 8 куб. саж. вмѣстимостью каждая и одинъ буксирный пароходъ.

Это количество можно вообще считать нормою, отъ которой, впрочемъ, будутъ отступленія въ зависимости отъ другой вмѣстимости шаландъ, иномъ разстояніи перевозки и большей или меньшей скорости хода парохода съ шаландами.

При отвозкѣ земли въ открытое море на большое разстояніе буксировка шаландъ представляется не безопасною, часто случаются при этомъ аваріи, вслѣдствіе чего земля можетъ быть вывалена или у самага входа въ портъ или вообще не въ надлежащемъ мѣстѣ.

Во избѣжаніе сего употребляются паровыя баржи, вмѣщающія отъ 20—до 40 куб. саж. земли, черт. 510 (Hopper-barge). Трюмъ ихъ закрывается цѣлымъ рядомъ клапановъ, подвѣшанныхъ цѣпами къ дугообразнымъ продольнымъ балкамъ, составляющимъ вмѣстѣ съ тѣмъ скрѣпленія судна.

При производствѣ землечерпанія въ морѣ, какъ уже выше было указано, во избѣжаніе употребленія вовсе шаландъ, вынутую землю

нагружаютъ въ трюмъ землечерпательной машины, по наполненіи котораго она уходитъ въ море для свалки земли.

Корпуса землечерпательныхъ машинъ и шаланды могутъ быть деревянными и желѣзными, первые выводятся все болѣе изъ употребленія вслѣдствіе частаго ихъ ремонта и недолговѣчности; землечерпательныя машины вообще не снабжаются двигателемъ для ихъ передвиженія, которое производится буксирнымъ при нихъ пароходомъ, или паровою баржею, если имѣются таковыя. Эти баржи могутъ вообще служить буксирами, когда онѣ не заняты при землечерпаніи.

Однѣ лишь землечерпательныя машины, которыя грузятъ въ себя землю, снабжены гребными винтами, для возможности ухода ихъ въ море для отвозки земли.

При производствѣ землечерпаній въ мягкомъ илистомъ и песчаномъ грунтахъ, удаленіе вынутой земли производится часто, разжиженіемъ ея, по трубамъ, прогоняя ее дѣйствіемъ особаго насоса.

При землечерпательницахъ-сосунахъ, земля уже разжиженная, вываливаемая въ трюмъ судна, можетъ быть тутъ же принята особой трубой съ насосомъ и прогоняема къ берегу по трубѣ, лежащей на баркахъ или на поплавахъ на поверхности воды.

Для примѣненія этой же системы при черпаковыхъ машинахъ, земля вываливающаяся изъ черпаковъ въ желобъ *C*, черт. 511, направляется въ вертикальный цилиндръ, укрѣпленный къ борту судна.

Внутри цилиндра имѣется ось *G*, приводимая въ вращательное движеніе приводомъ отъ машины, на нижнемъ концѣ этой оси имѣется центробѣжный насосъ *F*, а выше рѣзакъ и деревянный конусъ *N*; этотъ послѣдній, не связанный съ осью, можетъ быть поднимаемъ и опускаемъ рычагомъ.

Сбоку находится, кромѣ того, труба *M* отъ насоса, помѣщеннаго на машинѣ.

Дѣйствіе этого прибора такое:

Земля, высыпаемая изъ желоба *C* въ цилиндръ, встрѣчаетъ сначала рѣзакъ *K*, которые, вращаясь вмѣстѣ съ осью *G*, измельчаютъ грунтъ, который, спускаясь затѣмъ внизъ, встрѣчаетъ струю воды изъ трубы *M* и направляется конусомъ *N* къ стѣнкамъ цилиндра и всасывается центробѣжнымъ насосомъ *F*. Крупные камни, которые попадутъ въ цилиндръ, останавливаются сначала у рѣзаконъ *K*, потомъ у конуса *N* и могутъ быть извлекаемы черезъ лазы *I* и *X*.

Насосъ *F*, втягивая съ одной стороны (сверху) землю, втягиваетъ съ другой (снизу) черезъ отверстія кожуха, противъ центра, воду, и перемѣшивая все это въ однородную жидкую массу, гонить ее по трубѣ, примкнутой къ насосу по касательной къ его обводу. Трубы, составленныя изъ отдѣльныхъ звѣнцевъ, изъ клепокъ на подобіе бочки, связаны между собою кожаными рукавами, со спиральными внутри пружинами и держатся на поверхности воды поплавками изъ брусевъ, черт. 512. Труба эта плаваетъ на поверхности воды и совершенно гибка, такъ что можетъ быть уложена совершенно произвольно, и конецъ ея поднимаютъ на набережную или на дамбу, за которыми земля должна быть выгружена.

При поднятіи конца трубы до 2 саж. машина работаетъ вполнѣ успѣшно, при чемъ для дѣйствія прибора расходуется отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{3}$ всей силы машины, условіе весьма выгодное, принимая во вниманіе отсутствіе плавучаго землеотвознаго каравана и еще то, что земля (мелкій песокъ) сваленная этимъ способомъ за дамбами и набережными, ложится очень плотно совершенно ровными горизонтальными слоями. Илистый и песчано-илистый грунты, этого послѣдняго условія не даютъ, такъ какъ они держатся очень долго въ водѣ, не осаждаваясь, и будучи вылитыми за набережными, производятъ на нихъ очень большой горизонтальный распоръ.

Приборъ этотъ употреблялся и употребляется почти при всѣхъ значительныхъ портовыхъ работахъ, а также у насъ на С.-Петербургскомъ морскомъ каналѣ, въ Ревелѣ и Николаевѣ.

Углубленіе дна моря землечерпаніемъ возможно только при мягкихъ грунтахъ, когда-же дно твердое, скалистое, то снять его возможно лишь при помощи взрывныхъ работъ.

Самая простая закладка минъ заключается въ укладкѣ заряда, заключеннаго въ металлической, непроницаемой для воды гильзѣ прямо на днѣ, въ извилинахъ скалистаго грунта, или при помощи водолаза, или просто при помощи грузила и производство взрыва при помощи электричества. Дѣйствіе взрывовъ бываетъ удовлетворительно при глубинѣ воды отъ 6 до 7 метровъ, которая въ этомъ случаѣ тяжестью своею замѣняетъ забивку при простыхъ буровыхъ скважинахъ; такимъ образомъ производились удачно взрывы пороховъ въ Алжирѣ и Шербургѣ.

Подобныя же мины съ сильнымъ взрывчатымъ составомъ, дина-

митомъ, взрывались Лауеромъ на Дунаѣ, въ Булонѣ и въ Рошфорѣ на Шарантѣ.

Относительно выбора взрывчатого состава, слѣдуетъ замѣтить, что порохъ, не дающій столь сильнаго эффекта, вслѣдствіе медленности воспламененія, неудобенъ; кромѣ того, онъ долженъ быть въ непроницаемыхъ для воды гильзахъ, такъ какъ малѣйшая сырость уменьшаетъ его силу взрыва.

Динамитъ не представляетъ вовсе этихъ неудобствъ: онъ даетъ значительно большую силу взрыва (въ 5 разъ болѣе), почему количество его можетъ быть соотвѣтственно меньше, что иногда отзывается на размѣрѣ и стоимости скважинъ. Динамитъ безъ вреда можетъ пролежать въ водѣ до получаса, что даетъ возможность одновременно закладывать нѣсколько минъ.

Такъ какъ желательно при взрывахъ сразу взорвать какъ можно большій объемъ камня, то слѣдуетъ употреблять наиболѣе сильно дѣйствующій динамитъ Нобеля № 1, но еще лучше студенистый динамитъ: онъ сохраняется еще лучше подъ водою, и для наилучшаго его дѣйствія полезно перемишивать его съ динамитомъ № 1, укладывая нѣсколько патроновъ того и другого въ перемежку.

Количество динамита, необходимаго для взрыва, зависитъ отъ мѣстныхъ условій и, главное, отъ качества взрываемой скалы.

Хотя и возможно взрывы производить, кладя заряды прямо на дно, но для взрыва большихъ массъ необходимо просверливать скважины, въ которыя вставляются заряды.

Эти скважины сверлятся обыкновенно машинными сверлами, дѣйствующими водою, паромъ или сжатымъ воздухомъ, опуская ихъ на дно съ барки или плота. Если скалистое дно покрыто слоемъ наноснаго грунта, то его удаляютъ или землечерпаніемъ, или устанавливаютъ на дно трубу, въ которую вгоняютъ воду, и очистивъ такимъ образомъ дно до скалы, вставляютъ въ трубу стержень сверла для образованія скважины.

Заряды опускаются обыкновенно сверху по трубѣ установленной водолазами въ скважину, послѣ чего трубу снимаютъ, и удаливъ плотъ и всѣ приспособленія для работъ, производятъ взрывъ электричествомъ. Послѣ закладки заряда нѣтъ надобности въ забивкѣ скважины, такъ какъ вода вполне ее замѣняетъ.

Производя взрывныя работы съ плотовъ, большими массами,

сверлятъ одновременно нѣсколько скважинъ и взрывы производятъ поочередно, не снимая плота съ мѣста.

Для снятія скалистаго грунта употребляются часто водолазные колокола.

При снятіи скалы La Rose въ устьѣ рѣки Панфельдъ въ Брестѣ, г. Эрзанъ устроилъ металлическій водолазный колоколъ слѣдующей конструкціи, черт. 513.

Онъ состоитъ изъ металлическаго ящика со внутренними тягами и связями прямоугольной формы шириною въ 26 ф., длиною въ 34 ф. и высотой въ 24 ф.

По высотѣ ящикъ раздѣленъ на три части: внизу рабочая камера высотой въ 7 ф., выше ея потолокъ, составленный изъ крѣпкихъ металлическихъ балокъ, пространство между которыми на высотѣ 3 ф. залито бетономъ, для обезпеченія устойчивости колокола, наконецъ, верхняя камера высотой въ 14 ф. для удержанія колокола на плаву. По серединѣ большая вертикальная труба 8 ф. въ діаметръ, оканчивающаяся внизу двойнымъ воздушнымъ плюзомъ, внутри трубы лѣстница для входа рабочихъ. Съ двухъ сторонъ этой трубы расположены по двѣ другія трубы діаметровъ 5 ф. такой-же высоты, какъ средняя, на верху всѣ 3 трубы связаны вмѣстѣ общей платформой.

Эти тонкія трубы служатъ для извлеченія изъ колокола вынутаго грунта, для чего въ нихъ помѣщены безконечныя цѣпи, снабженныя горизонтальными круглыми щитками, по краямъ которыхъ положена резина для плотнаго ихъ примыканія къ стѣнкамъ трубъ, на этихъ щиткахъ помѣщаются бадья съ грунтомъ.

Для погруженія колокола, выпускалась вода въ верхнюю грузовую камеру, а колоколъ, опускаясь на дно, получалъ большую устойчивость, такъ что можно было работать подъ нимъ при помощи небольшихъ минъ.

Вѣсъ колокола 330 пудовъ.

Для производства подобныхъ же работъ, т. е. сверленія скважинъ и закладки зарядовъ можно пользоваться колоколомъ изображеннымъ на черт. 377 и употребленнымъ въ Дублинѣ для выравниванія дна подъ набережными. Во время взрывовъ необходимо однако отвести всѣ приспособленія для производства работъ въ сторону, дабы они не пострадали отъ взрыва.

Производя взрывныя работы безъ водолазнаго колокола, удаленіе взорваннаго грунта составляетъ весьма хлопотливую и дорогую работу; она часто обходится дороже самыхъ взрывовъ. Въ случаѣ мягкой скалы и сильнаго измельченія грунта, при взрывѣ можно работать землечерпательной машиной, большею же частью приходится вынимать каждый камень отдѣльно при помощи водолазовъ плавучимъ краномъ или, при мелкихъ камняхъ, пользуются для этой цѣли желѣзными корзинами, которыя наполняются камнемъ водолазами и затѣмъ наполненными вынимаются изъ воды плавучимъ краномъ и выгружаются въ баржу или шаланду, рядомъ установленную.

Очень большія взрывныя работы, каковы, напримѣръ работы, произведенныя генераломъ Ньютономъ въ Нью-Йоркѣ исполнены по совершенно другому принципу.

Рѣка East river въ Нью-Йоркѣ имѣетъ при своемъ устьѣ много подводныхъ скалъ, покрытыхъ лишь нѣсколькими футами воды, представляющихъ громадное препятствіе судоходству.

Для удаленія этихъ скалъ генераль Ньютонъ принялъ слѣдующія мѣры. Для удаленія малыхъ подводныхъ скалъ скважины для зарядовъ сверлили сверху при помощи особаго колокола, подвѣшаннаго къ шаландѣ, и взрывы производились электричествомъ, въ нѣсколькихъ скважинахъ заразъ, удаливъ предварительно на необходимое разстояніе всѣ приспособленія для сверленія.

Сильное теченіе рѣки много препятствовало производству этихъ работъ, почему для удаленія большихъ скалъ принята была другая система.

Для взрыва скалы Pot-Rock, находившейся на разстояніи 200 метровъ отъ берега, была сдѣлана съ берега подземная галлерей до скалы, а въ этой послѣдней 41 галлерей вдоль и 11 поперекъ, образующія 192 колонны, поддерживавшія верхнюю часть скалы. Какъ въ сводахъ, такъ и въ колоннахъ просверлены были малыя скважины діаметромъ въ 0,075 метр. всего 4427 штукъ, заряженныя динамитными патронами. Послѣ этого всѣ галлерей были наполнены водою при помощи сифона и произведенъ взрывъ электричествомъ.

Другая скала „Flood-Rock“, значительно большихъ размѣровъ и болѣе удаленная отъ берега, была подобнымъ же образомъ минирована съ тою лишь разницею, что вмѣсто начальной горизонтальной галлерей съ берега, сдѣланы были двѣ шахты въ части скалы,