

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

Л.Е. Мейлер

ПОРТ – ТРАНСПОРТНЫЙ УЗЕЛ

Учебное пособие
для курсантов и студентов направления подготовки
бакалавриата 26.03.01 «Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»
всех форм обучения

Калининград
Издательство БГАРФ
2019

БГАРФ

УДК 627.21(075)
М45

Мейлер, Л.Е. Порт – транспортный узел: учеб. пособие / Л.Е. Мейлер. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 247 с.

В пособии даются определения, классификация и модели транспортных узлов (ТУ); принципы взаимодействия различных видов транспорта в ТУ; понятие, классификация, технико-экономические и технические характеристики морских портов; основы проектирования элементов инфраструктуры, строительства и эксплуатации ТУ – морского порта: описание естественного режима морских побережий и его влияние на строительство, эксплуатацию и развитие портовых сооружений; элементы и устройства на акватории и территории порта; перегрузочных комплексов (ПК).

Учебное пособие разработано в соответствии с программой дисциплины «Транспортные узлы, пути и гидротехнические сооружения», предназначено для курсантов и студентов направления подготовки бакалавриата 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» всех форм обучения.

На обложке: вид на порт Калининград.

Рис. 167, табл. 33, библиогр. – 26 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензенты: *Гриценя Е.Н.*, руководитель корпоративной службы Калининградского морского торгового порта, Почётный работник морского флота;

Горбенко И.В., доцент кафедры организации перевозок БГАРФ

ISBN 978-5-7481-0412-8

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019

БГАРФ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Транспорт и его значение	6
2. Транспортные узлы: определение, классификация	9
2.1. Параметры транспортного узла.....	11
2.2. Особенности транспортных узлов	13
2.3. Основные характеристики транспортных узлов	13
2.4. Классификация транспортных узлов	14
2.5. Модели транспортных узлов	17
2.6. Требования, предъявляемые при построении и развитии транспортных узлов.....	19
2.7. Взаимодействие видов транспорта в транспортных узлах.....	21
3. Естественный режим морских побережий	27
3.1. Топографические условия.....	28
3.2. Гидрографические условия.....	30
3.3. Метеорологические условия.....	34
3.4. Гидрологические условия	36
3.5. Геологические и геоморфологические условия	48
4. Морские порты. Определение, основные задачи.....	57
4.1. Классификация портов	60
4.2. Основные элементы порта и требования к ним	69
4.3. Акватория порта	71
4.3.1. Внешняя акватория	72
4.3.2. Вход в порт	82
4.3.3. Конфигурация оградительных сооружений	84
4.3.4. Внутренняя акватория	90
4.3.5. Конфигурация причального фронта.....	95
4.3.6. Операционная акватория причалов.....	103
4.4. Территория порта.....	111
4.4.1. Части территории порта	111
4.4.2. Зонирование порта	113
4.4.3. Районирование порта	114
4.4.4. Сухопутные подходы к территории порта.....	123
4.5. Техничко-экономические характеристики порта.....	132
4.5.1. Грузооборот.....	132
4.5.2. Пропускная способность.....	135

4.5.3. Судооборот	137
4.5.4. Судоемкость	137
4.5.5. Район тяготения	138
4.6. Технические характеристики порта	138
4.6.1. Пропускная способность входа в порт	138
4.6.2. Отсчётный уровень портовой акватории	139
4.6.3. Глубина акватории	141
4.7. Причалы	144
4.7.1. Количество, пропускная способность	144
4.7.2. Основные параметры	149
4.7.3. Нормативные нагрузки на причальные сооружения.....	155
4.8. Портовые склады, определение параметров	159
4.8.1. Требования к складам и классификация	159
4.8.2. Параметры складов	162
4.9. Общие принципы компоновки порта.....	171
4.9.1. Основные требования	171
4.9.2. Перегрузочные комплексы универсального назначения с крановыми схемами	174
4.9.3. Перегрузочные комплексы, специализированные для навалочных и насыпных грузов	177
4.9.4. Перегрузочные комплексы, специализированные для контейнеров	184
4.10. Механизация грузовых работ	191
4.10.1. Виды обрабатываемых грузов.....	191
4.10.2. Перегрузочное оборудование порта	197
4.10.3. Выбор схемы механизации.....	220
4.11. Сооружения на территории порта	223
4.11.1. Рельсовые пути	223
4.11.2. Пути для безрельсового транспорта.....	227
4.11.3. Покрытия территории.....	228
4.11.4. Сети инженерно-технического обеспечения.....	229
4.11.5. Режимно-охранное обеспечение морских портов	235
4.11.6. Вспомогательные здания и помещения порта	237
4.12. Портовый флот.....	241
4.12.1. Состав портового флота	241
4.12.2. Береговая база портового флота	243
4.12.3. Причалы портофлота	243
4.13. Бункерная нефтебаза.....	244
Список использованных источников.....	245

Введение

Учебное пособие предназначено для помощи студентам / курсантам в освоении информации о развитии транспортных узлов (ТУ) и приобретении практических навыков по технологическому проектированию и эксплуатации морского порта, оборудования водных путей и гидротехнических сооружений¹. В результате изучения дисциплины «Транспортные узлы, пути и гидротехнические сооружения» студент/курсант

должен знать:

- характеристику и классификацию транспортных узлов;
- основы технологического проектирования морских (речных) портов;
- правила технической эксплуатации сооружений порта;
- основную техническую литературу и действующие нормативно-технические документы в области проектирования портов и портовых сооружений;

должен уметь:

- выполнять расчеты по определению размеров основных элементов акватории и территории порта;
- принимать решения по компоновке сооружений и устройств порта с учетом естественных условий;
- выбирать современные схемы механизации и прогрессивные технологии перегрузочных работ;
- владеть приемами поиска и использования научно-технической информации в области перевозки и перегрузки грузов и пассажиров транспортом общего пользования.

В учебном пособии приведены сведения о видах транспорта общего пользования и их взаимодействии в морском транспортном узле, о влиянии местных условий при выборе площадки строительства порта; классификация портов, их транспортно-экономические и технические характеристики; об определении размеров основных элементов акватории и территории, требованиях к разработке плана порта и его компоновке, современные схемы механизации перегрузочных работ; описание портовых складов и методики определения их вместимости и размеров; общие сведения о портовых гидротехнических сооружениях (оградительных, причальных, берегоукрепительных), морских каналах, средствах судоходной обстановки. Рассмотрены вопросы оборудования

¹В учебном пособии приводятся сведения из источников в «Списке использованных источников», изображения – из интернет-источников.

причалов крановыми и железнодорожными путями, отбойными и швартовными устройствами; действующие на причальные сооружения эксплуатационные нагрузки. Рассмотрены вопросы планировки, устройства и эксплуатации основных береговых сооружений, железнодорожных устройств порта, внутрипортовых дорог и покрытий территории и других устройств, обеспечивающих нормальное функционирование комплекса современного порта.

1. ТРАНСПОРТ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

В своём главном труде по политической экономии *«Капитал. Критика политической экономии»* Карл Маркс писал: *«Кроме добывающей промышленности, земледелия и обрабатывающей промышленности существует ещё четвертая среда материального производства, которая в своем развитии также проходит различные ступени производства: ремесленную, мануфактурную и машинную. Это – транспортная промышленность, всё равно перевозит ли она людей или товары».*

Транспорт – отрасль материального производства, осуществляющая перемещение людей и грузов. Хотя транспорт не создает материальных ценностей, он активно участвует в процессе их производства и доставляет продукты производства к потребителям, то есть обеспечивает процесс производства в пределах процесса обращения.

Транспорт подразделяют на транспорт общего и необщего пользования, промышленный и личный. С помощью транспорта общего пользования осуществляется перевозка (перемещение) продуктов труда (готовой продукции, сырья, полуфабрикатов и т. п.) и пассажиров.

Различают следующие основные виды транспорта общего пользования: железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, воздушный, трубопроводный. По характеру выполняемой работы транспорт делится на пассажирский и грузовой транспорт.

Взаимодействуя между собой, все виды транспорта составляют **единую транспортную систему (ЕТС)** страны. Распределение грузооборота и пассажирооборота между отдельными видами транспорта устанавливается исходя из специфики разных видов транспорта и экономической целесообразности.

Основной задачей транспорта является более полное и своевременное удовлетворение потребностей экономики страны и населения в перевозках, ускорение доставки грузов и передвижения пассажиров на основе существенного повышения мощности и качества работы всей

транспортной системы, а также улучшения транспортной связи между экономическими районами страны.

Валовый внутренний продукт (ВВП) – это один из важнейших показателей системы национальных счетов и измеряет стоимость товаров и услуг, произведённых этими единицами для конечного использования. ВВП представляет собой стоимость произведённых конечных товаров и услуг. Валовая добавленная стоимость отрасли «Транспорт и связь» в ВВП РФ в 2018 г. составила 7,0 %.

Россия имеет благоприятно расположенные действующие коммуникации, которые связывают по кратчайшим направлениям европейскую и азиатскую транспортные сети.

Поскольку спрос на услуги транспорта продолжает расти, вся транспортная система России нуждается в модернизации и развитии.

В целях создания высококачественной, отвечающей высшим международным стандартам в организационном и техническом отношении транспортной системы страны разработана и утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года».

Согласно этому документу, **стратегическая цель развития транспортной системы** – удовлетворение потребностей инновационного социально ориентированного развития экономики и общества в конкурентоспособных качественных транспортных услугах.

Достижение этой стратегической цели будет обеспечено путём эффективного развития конкурентной среды в транспортной отрасли, создания оптимальных резервов в развитии инфраструктуры, достижения передового уровня развития техники и технологий, усиления внимания к социальным и экологическим факторам, повышения национальной, экономической и других видов безопасности страны, зависящих от транспорта.

Для создания эффективной конкурентоспособной транспортной системы необходимы три основные составляющие:

- конкурентоспособные высококачественные транспортные услуги;
- высокопроизводительные безопасные транспортная инфраструктура и транспортные средства, которые необходимы в той мере, в которой они обеспечат конкурентоспособные высококачественные транспортные услуги;
- создание условий для превышения уровня предложения транспортных услуг над спросом (в противном случае конкурентной среды не будет).

Цели стратегии:

- улучшение качества транспортного обслуживания (повышение скорости и комфортности перевозок пассажиров, своевременности перевозок и сохранности грузов);
- повышение уровня безопасности транспортной деятельности и снижение негативного влияния транспорта на окружающую среду;
- повышение доступности российских территорий и транспортных услуг для населения и хозяйствующих субъектов;
- снижение транспортной составляющей в цене товаров и услуг, увеличение эффективности работы транспорта за счёт снижения его ресурсоспособности;
- повышение конкурентоспособности отечественных транспортных организаций на международном и внутреннем рынке транспортных услуг; последовательная интеграция транспорта России в европейскую и мировую транспортные системы с учетом национальных интересов страны.

Для достижения указанных целей **на морском транспорте** необходимо решить следующие задачи:

- восстановить материально-техническую базу отрасли (морские порты, транспортный и обеспечивающий флоты, необходимые объекты производственной инфраструктуры) и обеспечить ее дальнейшее развитие в соответствии с требованиями развивающейся российской экономики и внешней торговли;
- укрепить взаимодействие морского транспорта со смежными видами транспорта и грузовладельцами в рамках логистических товаропроводящих систем и международных транспортных коридоров, проходящих по территории России;
- повысить уровень безопасности мореплавания и экологической безопасности на морском транспорте, обеспечить надежность гидротехнических сооружений в морских портах;
- существенно улучшить условия подготовки специалистов морского транспорта;
- изыскать необходимые средства из всех возможных источников для финансирования программных мероприятий;
- создать эффективный механизм государственного управления работой и развитием морского транспорта.

2. ТРАНСПОРТНЫЕ УЗЛЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ

Как было отмечено выше, одним из важнейших элементов Единой транспортной системы (ЕТС) являются транспортные узлы (ТУ), расположенные в пунктах взаимодействия нескольких видов магистрального, промышленного и городского транспорта.

ТУ как система – это совокупность транспортных процессов и средств для их реализации в местах стыкования двух или более видов транспорта. Понятие транспортного узла включает собственно перевозочный процесс, технические устройства и средства контроля и управления. Узлы играют важную роль в организации комбинированных перевозок и совершенствовании взаимодействия различных видов транспорта.

ТУ – это комплекс сооружений, технических средств, трудовых ресурсов, в котором на основе взаимоувязанных технологических процессов и совместных организационных форм управления осуществляется передача грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой. Многоцелевые транспортные узлы наиболее сложны в части гармонизации технологических, коммерческо-правовых, организационно-информационных и экономических аспектов взаимодействующих в ТУ организаций. Современные крупные ТУ должны иметь логистические центры, располагающие соответствующей информационной базой, отвечающей требованиям российских и зарубежных пользователей транспортных услуг.

Основными элементами пунктов взаимодействия являются железнодорожные пути, причалы, крытые склады и площадки, погрузочно-разгрузочные комплексы, сортировочные устройства. Техническое оснащение и технология работы транспортных узлов во многом определяет эффективность работы транспортной системы в целом.

Помимо непосредственно перевалки грузов и пересадки пассажиров с одного вида транспорта на другой, в ТУ производятся следующие виды работ: организация маршрутов с мест погрузки, обслуживание транзитных потоков, комплексное обслуживание подвижного состава, транспортно-экспедиционная и коммерческая работа, таможенное оформление и хранение грузов, обслуживание клиентуры.

В состав ТУ входят:

– железнодорожный узел (в отдельных случаях – одна станция) – железнодорожные линии, сооружения и устройства в пределах границ узла;

- автомобильные дороги, обслуживающие город;
- морской или речной порт – с пристанями, причалами, судоходными каналами и т. д.;
- сеть промышленного транспорта – подъездные пути и станции, обслуживающие промышленные предприятия;
- городской транспорт – трамвай, троллейбус, метрополитен и др., а также сеть городских улиц, по которым осуществляются внутригородские и пригородные перевозки грузов и пассажиров;
- сеть трубопроводного транспорта различного назначения;
- аэропорты.

Различают устройства магистрального транспорта – железнодорожного, автомобильного, водного, трубопроводного и воздушного, обслуживающего внешние перевозки грузов и пассажиров данного города, а также следующих транзитом, и устройства внутреннего транспорта, служащие лишь для местных городских и пригородных перевозок.

ТУ обычно образуется при крупных городах; его задача – обеспечивать быстрейшее передвижение пассажиров и грузов при наименьшем количестве пересадок и перегрузок с одного вида транспорта на другой. Очень многие города возникли на пересечении наземных или водных путей, то есть как транспортные узлы (многие до сих пор существуют за счёт этой роли). Прежде всего, это города-порты: в Великобритании – это Лондон, во Франции – Марсель, Париж, в Германии – Франкфурт-на-Майне, Гамбург, Бремен, в Испании – Бильбао, Барселона, в Италии – Венеция, Милан, в Нидерландах – так называемый Ранштадт (комплекс транспортных узлов, связанных в единую сеть: Роттердам, Амстердам, Утрехт, Лейден, Гаага), в Швеции – Стокгольм, в США – Нью-Йорк, Сиэтл, Чикаго, Лос-Анджелес, Сан-Франциско, в Австралии – Сидней, в Японии – Токио, в Китае – Шанхай, Сингапур.

Крупнейший ТУ России – Москва. Здесь пересекаются пути пяти видов транспорта: в Москве сходятся 11 железнодорожных лучей, 15 автомагистралей, 5 газопроводов и 3 нефтепровода; здесь есть три речных порта, пять аэропортов и девять вокзалов.

ТУ предназначается для:

- осуществления доставки или отправления грузов в прямом сообщении или с перегрузкой их с одного вида транспорта на другой, а также для пропуска транзитных грузовых потоков;
- осуществления перевозок грузов и пассажиров в пределах данного ТУ;
- обеспечения бесперебойной и согласованной работы прилегающих полигонов транспортной сети.

Выполнение этих задач осуществляется с максимальным использованием основных фондов, четкого комплексного распределения работы между различными видами транспорта.

2.1. Параметры транспортного узла

Параметрами транспортного узла являются следующие:

1. Число взаимодействующих видов транспорта в узле.
2. Количество однотипных линий (последовательность технологических операций), реализующих обслуживание транзитных пассажирских и грузовых потоков;
3. Число осуществляемых различными транспортными подсистемами узла однотипных технологических линий:
 - обслуживание пассажиров при пересадке с одного вида транспорта на другой;
 - доставка грузов с перевалкой между разными видами транспорта, взаимодействующими в узле.

К параметрам входящих и выходящих из ТУ транспортных потоков относятся:

- их абсолютная величина;
- временная (внутрисуточная, внутримесячная, сезонная и др.) и пространственная неравномерность;
- интенсивность потоков;
- функция распределения интервалов между моментами поступления двух транспортных единиц;
- система приоритетов поступления и отправления транспортных средств;
- регулярность транспортного потока и т. п.

В ТУ обеспечивается:

- потребные пропускная и перерабатывающая способности транспортных объектов и путей сообщения по каждому виду транспорта и для узла в целом;
- рациональное распределение объёмов грузовых и пассажирских перевозок между отдельными видами транспорта;
- оптимальное размещение основных устройств различных видов транспорта и рациональная организация передачи между ними грузов и пассажиров с наименьшими затратами средств и с наибольшими удобствами для пассажиров;

- обеспечение надёжной и удобной связи различных видов транспорта с промышленными предприятиями и городскими районами;
- кооперирование устройств всех видов транспорта при строительстве и эксплуатации;
- организация работы по совмещённому контактному графику и единому технологическому процессу, основанному на взаимодействии имеющихся в узле видов транспорта.

Граница ТУ: пункты соединения или разделения грузовых или пассажирских потоков, следующих по подходным к узлу магистралям и путям. Граница ТУ может быть различной для каждого вида транспорта и рода перевозок и определяется пунктом транспортной сети, за пределами которого не располагаются устройства и не производятся (в большом объёме) операции, связанные с выполнением непосредственных функций по обслуживанию города. Так, границей транспортного узла по пригородному железнодорожному транспорту является зонная станция – конечный пункт интенсивных пригородных перевозок; по грузовому железнодорожному движению – входные сортировочные (участковые) станции или предузловые станции (разъезды, посты); по морскому и речному транспорту – внешне расположенные портовые сооружения, причалы и др. устройства.

Примеры транспортных узлов показаны на рис. 1.

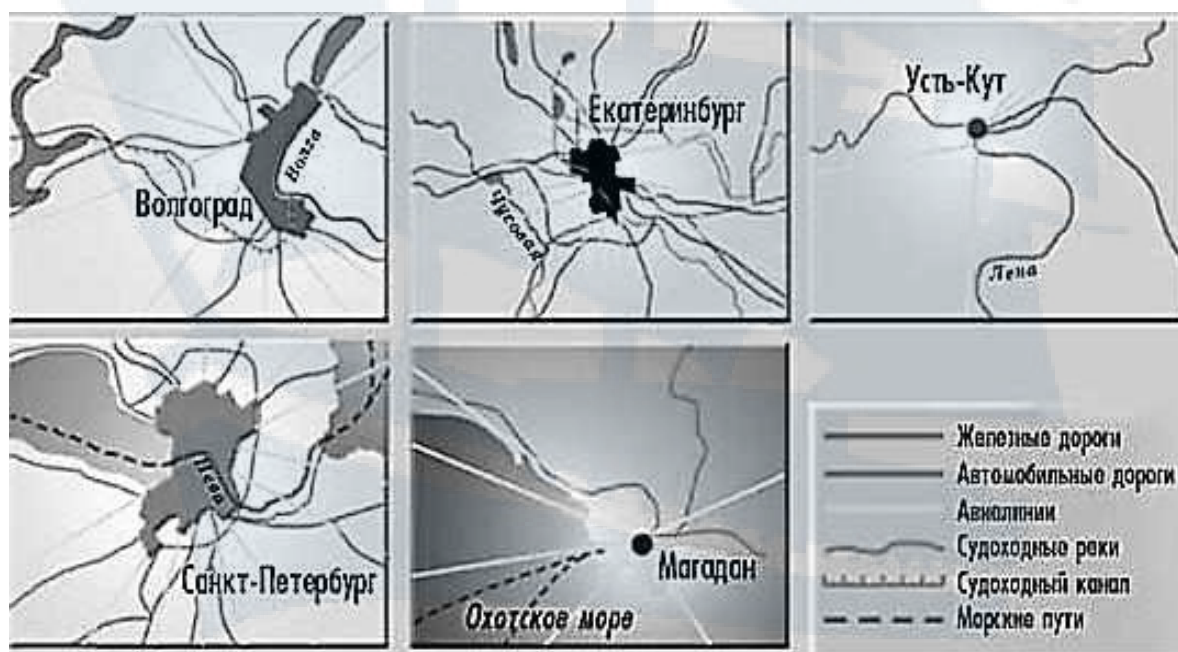


Рис. 1. Примеры транспортных узлов

2.2. Особенности транспортных узлов

- организация бесперебойной работы всех видов транспорта, которая заключается в своевременном и полном удовлетворении потребностей народного хозяйства и населения в перевозках;
- сложность реализуемых в узле процессов (взаимодействие различных видов транспорта, сортировка, погрузка и выгрузка грузов, обслуживание пассажиров);
- возможность деления узла на большое число взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем и элементов, функционирование которых подчинено общей цели (например, взаимосвязи: транспортный узел – система расселения, транспортный узел – окружающая среда);
- иерархическая структура связей отдельных подсистем узла и критериев качества функционирования;
- наличие системы управления, обеспечивающей интенсивное использование технических устройств, пропускной способности и осуществление перевозок с минимальными затратами;
- устойчивость к воздействию колебаний транспортных потоков и других параметров.

2.3. Основные характеристики транспортных узлов

Можно выделить три основные группы показателей, характеризующих работу транспортного узла: временные характеристики, показатели надёжности и показатели экономической эффективности работы узла.

К основным *временным* характеристикам функционирования транспортного узла относятся:

- среднее время нахождения транспортного потока в транспортном узле;
- среднее время, затрачиваемое непосредственно на обработку транспортного потока;
- среднее время ожидания начала обслуживания транспортного потока.

Для совершенствования режимов взаимодействия разных видов транспорта в узле необходимо:

- планировать и согласовывать подход транспортных единиц к транспортному узлу;

- сокращать неравномерность поступления транспортных потоков;
- совершенствовать взаимодействие станций с подъездными путями;
- разрабатывать и осуществлять программы долгосрочного развития технического оснащения узла;
- повышать уровень механизации и автоматизации основных циклов обработки транспортных средств.

2.4. Классификация транспортных узлов

В зависимости от *хозяйственного профиля города* можно выделить ТУ, обслуживающие:

- центры обрабатывающей промышленности;
- центры добывающей промышленности;
- многоотраслевые центры;
- непромышленные и курортные центры.

Так же можно классифицировать ТУ и *по числу взаимодействующих видов транспорта*. Наиболее распространёнными являются:

- железнодорожно-автомобильные;
- железнодорожно-водно-автомобильные;
- водно-автомобильные.

Помимо этих видов транспорта, почти в каждом имеются городской, промышленный, а во многих случаях и воздушный транспорт.

По характеру эксплуатационной работы ТУ разделяются на:

- преимущественно транзитные, обслуживающие грузовые и пассажирские потоки, в том числе передаваемые с одного вида транспорта на другой;
- связанные с большой местной работой, расположенные в районе больших городов; эти узлы обслуживают транзитные пассажирские и грузовые потоки, а также обслуживают местную грузовую работу и местные и пригородные пассажирские перевозки;
- связанные только с местной работой;
- конечные, в которых транзитные операции отсутствуют или составляют небольшую величину;
- портовые, в районе морских и речных портов, основная работа которых заключается в перевалке грузов с сухопутных видов транспорта на воду и обратно;

– промышленные узлы, обслуживающие крупные промышленные районы; промышленные узлы могут обслуживать районы с местной, крупной добывающей и обрабатывающей промышленностью.

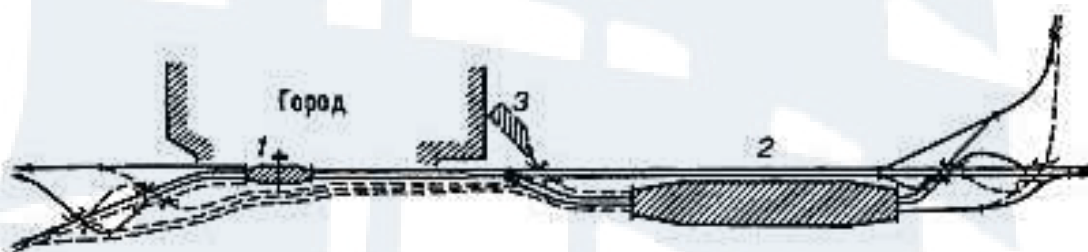
По географическому положению ТУ:

- сухопутные;
- на берегах морей;
- на берегах судоходных рек.

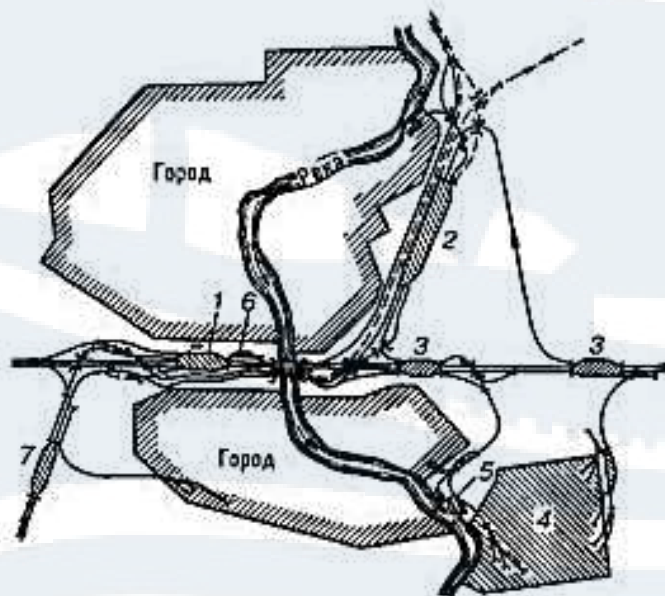
По типу расположения объектов инфраструктуры:

- с последовательно расположенными объектами;
- радиальные;
- радиально – кольцевые;
- радиально – полукольцевые;
- комбинированные;
- тупиковые.

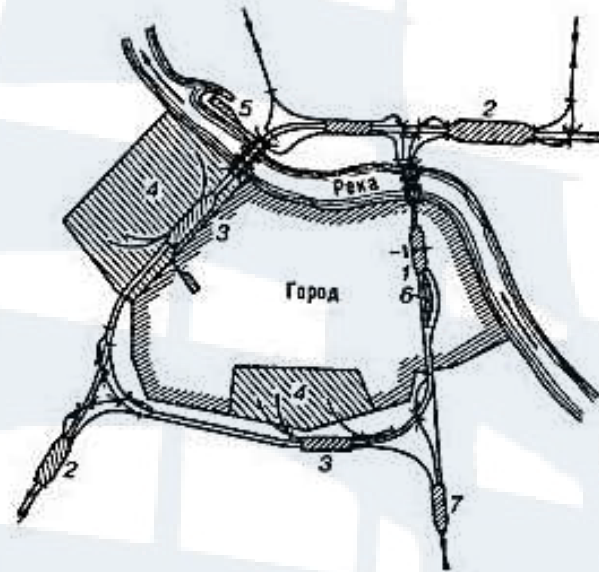
Схемы ТУ (на примере железнодорожных) показаны на рис. 2, а-е.



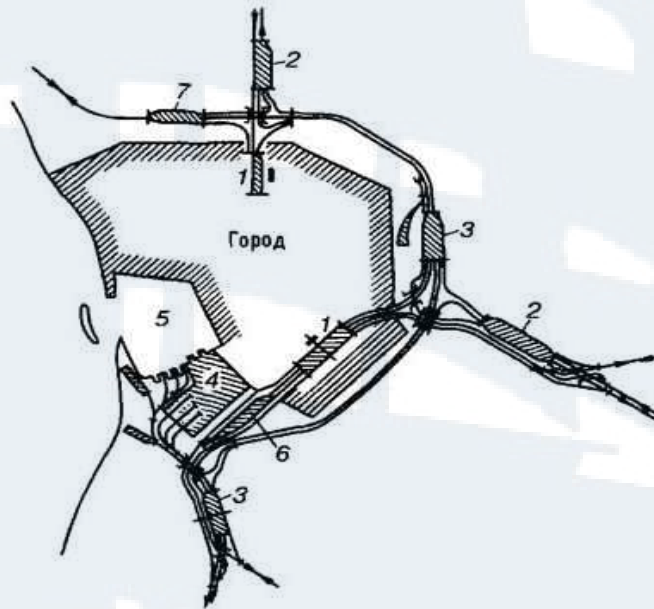
а) с последовательно расположенными объектами



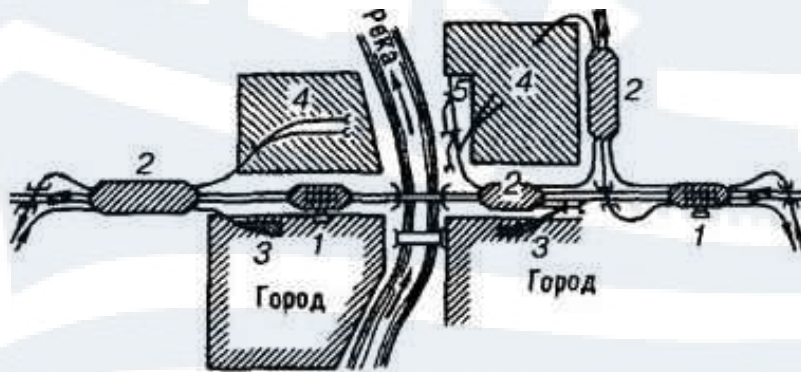
б) радиального типа



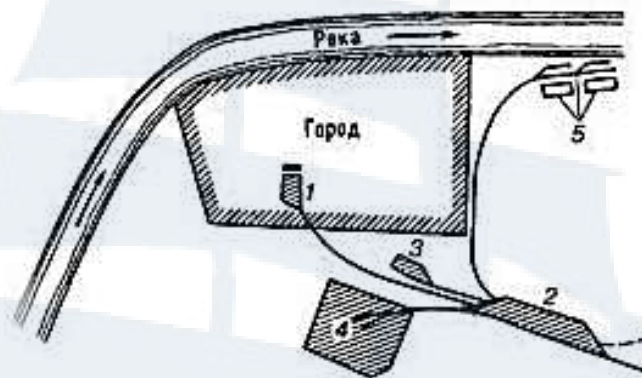
в) радиально-кольцевого типа



г) радиально-полукольцевого типа



д) комбинированного типа



е) тупикового типа

*Рис. 2. Схемы ТУ по типу расположения объектов инфраструктуры:
1 – пассажирская станция; 2 – сортировочная станция; 3 – грузовые станции; 4 – промышленный район; 5 – речной порт; 6 – пассажирская техническая станция; 7 – предузловой разъезд*

По взаимному расположению транспортных объектов в ТУ:
– однокомплектные (один вид транспорта) с сосредоточенным расположением транспортных объектов;
– многокомплектные (различные виды транспорта) с рассредоточением расположения транспортных объектов.

2.5. Модели транспортных узлов

2.5.1. В системе ТУ можно выделить 2 подсистемы:

- 1) обслуживание грузового движения;
- 2) обслуживание пассажирского движения.

Общая система функционирования ТУ представлена на рис. 3.

Имеются два общих канала на входе и выходе в пределах ТУ: различные системы для грузового и пассажирского движения.

Система ТУ может быть подразделена на подсистемы по отдельным видам транспорта, взаимодействовать в обслуживании транспортных потоков. Каждая подсистема состоит из подсистем низшего класса. Например:

Для железнодорожных ТУ: общими каналами и элементами обслуживания являются главные пути и станции, на которых совместно осуществляются грузовые и пассажирские операции.

– подсистема грузового движения: главные пути для грузового движения, сортировочные и грузовые станции.

– подсистема пассажирского движения: главные пути для пассажирского движения, пассажирские и технические станции.

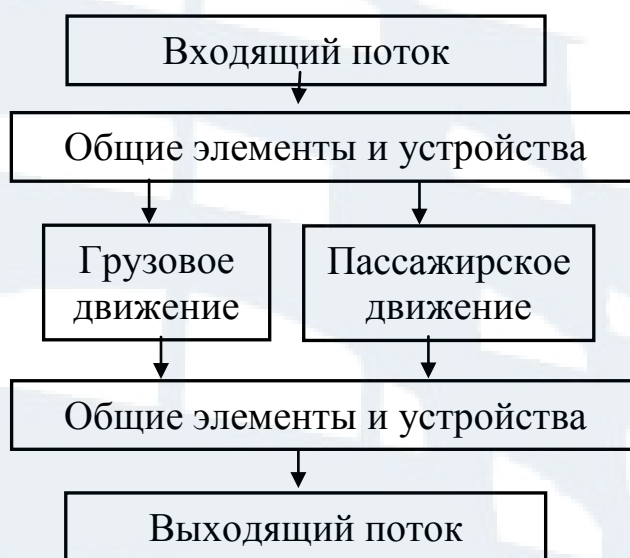


Рис. 3. Общая система функционирования ТУ

Для автомобильного ТУ: общие – автодороги и городские улицы (последние иногда разделены для грузового и пассажирского транспорта), станции технического обслуживания; специализированные – грузовые пункты погрузочно-выгрузочные, пассажирские автовокзалы, остановки, и т. д.

Для водного ТУ: общие – подходные каналы и акватории, сухопутные подходы, лоцманские провозки и т. п.; специализированные – грузовые причалы, склады, пассажирские причалы, вокзалы.

Для воздушного ТУ: общие – аэродром со всеми службами; специализированные – аэровокзалы, грузовой склад, терминал.

Специализированные подсистемы (рис. 4) требуют сложного взаимоотноувязывания в работе между видами транспорта. Их мощность и компоновка должны обеспечивать обслуживание 4-х видов потоков:

- а) транзитного;
- б) смешанного (транзитного и местного);
- в) местного с внешними связями (ввода и вывода);
- г) местного с внутренними связями (замкнутого).

Для соответствующих видов потоков:

– пункты обслуживания транзитных потоков: транзитные парки; станции технического обслуживания; отправочный пункт; по возможности изолированные от специализированного причала и т. п.

- при смешанном потоке стыковые пункты: пункты перевалки железнодорожно-водного сообщения; совмещённые вокзалы; грузовые дворы и станции;
- перегрузочные станции разной колеи и т. п.

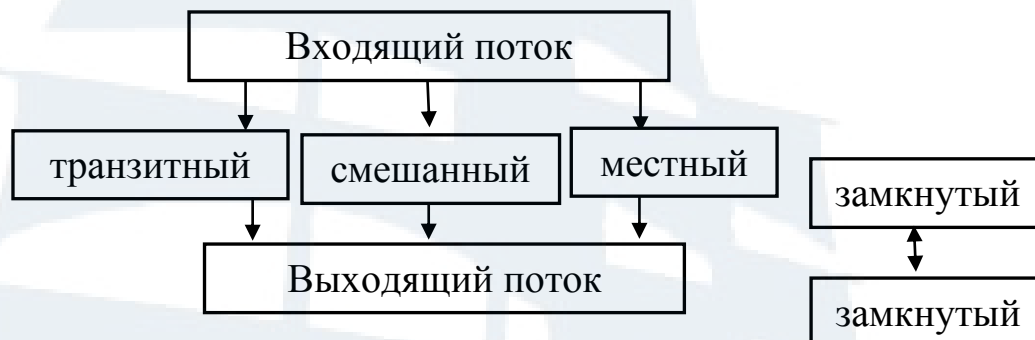


Рис. 4. Специализированные подсистемы ТУ

2.5.2. Общая схема функционирования подсистемы водного транспорта в ТУ

Грузовые потоки в зависимости от вида груза поступают на специализированные комплексы морских (речных) портов, в которых с учетом средств механизации делятся на группы причалов (для генеральных грузов, контейнеров, сыпучих, навалочных, лесных, и т. п.). Характерной особенностью водного ТУ является то, что практически все береговые устройства этого вида транспорта являются перегрузочными стыковыми пунктами водного и различных видов транспорта. Подобные схемы функционирования можно привести и для автомобильного, воздушного и трубопроводного транспорта.

2.6. Требования, предъявляемые при построении и развитии транспортных узлов

Основное: обеспечение бесперебойного пропуска транзитных грузовых и пассажирских потоков; наилучшего обслуживания поступающих и отправляемых грузовых и пассажирских потоков и внутриузловых потоков.

При всей индивидуальности решений по развитию каждого ТУ, обусловленных его функциональным назначением, экономико-географическими условиями и местными особенностями, имеется ряд требований и закономерностей, общих для ТУ.

Требования:

- максимальное использование действующих основных фондов (постоянные и подвижные средства);
- экономичность при развитии и эксплуатации (с учетом коммерческой выгоды ТУ);
- обеспечение качественного обслуживания грузов и пассажиров;
- обеспечение необходимой пропускной способности безопасности движения;
- учёт экологического фактора и условий планировки населенного пункта, в котором (или вблизи которого) размещается ТУ.

Закономерности (основные):

а) Комплексное развитие всех видов транспорта, участвующих в перевозочном процессе.

В ТУ используются различные виды транспорта. Но особенности ТУ диктуют наличие одно-двух доминирующих видов, например, железнодорожный и водный. Выбор их рационального сочетания обеспечивается при учете общих объемов грузовых и пассажирских перевозок на всем пути следования от пункта их зарождения (отправителя) до пункта погашения (получателя). Эти же данные лежат в основе общего технологического процесса работы ТУ, распределения перевозок между видами транспорта, распределение работы между устройствами, обеспечивающими мощность и технологическое оснащение; комплексного развития сортировочных и грузовых, припортовых станций, пути и устройства промышленного транспорта, участвующие в транспортировке грузов, устройства автомобильного, грузового транспорта, портовые устройства водного транспорта, устройства нефтеперерабатывающих комплексов, аэродромов и т. д.

б) Концентрация, специализация и рациональное размещение устройств.

В пределах ТУ концентрация и специализация заключается в концентрации сортировочной работы, грузовых операций, операций по подготовке подвижного состава к перевозкам, создании крупных портов, а в них отдельных районов со специализацией по родам грузов, создании крупных ремонтных баз различных видов транспорта, станций технического обслуживания и т. д. Целесообразная степень концентрации ограничивается возможностью пропускной или перерабатывающей способностями сооружений и устройств, удобством обслуживания, наличием свободных площадей.

В частности, при сооружении и развитии морских портов следует:

- пассажирские районы порта приближать к центральной части города, обеспечивая его хорошую транспортную связь с ж/д вокзалом, аэропортом и т. д.;

- грузовые районы, для перевалки горючих, сыпучих и других неблагоприятных в санитарно-гигиеническом отношении грузов располагать с подветренной стороны от города, отделяя их от «селитебной» территории защитными зонами зеленых насаждений;

- районы перевалки взрывоопасных грузов отделять от жилых районов, промышленных предприятий защитными зонами;

- нефтяные причалы размещать вдали от основной части порта.

Необходимо обеспечить удобные связи с железнодорожным, автомобильным, трубопроводным транспортом.

в) Учёт градостроительных, экологических требований, некоторых специальных требований, удобств клиентов (получателей и отправителей), населения.

Морской порт является настолько сложным и дорогостоящим, что градостроительные проблемы обычно решаются с учетом его оптимального размещения. При размещении в ТУ предприятий, обслуживающих нужды водного транспорта (судоремонтных заводов, рефрижераторных складов и т. п.), необходимо рассматривать возможность их объединения с портовыми устройствами в единый производственный комплекс.

Основными требованиями при размещении аэропортов являются такое их расположение, при котором исключается недопустимый шум для близко расположенных населенных пунктов и обеспечивается скоростная связь с городом. Таким образом, в ТУ необходимо разделять требования к размещению ряда устройств, непосредственно связанных с жизнью городов.

Большое внимание должно уделяться экологии места расположения ТУ.

2.7. Взаимодействие видов транспорта в транспортных узлах

С ростом производительных сил общества и значительной концентрацией населения в городах их транспортное обслуживание все более и более усложняется. Если в недалёком прошлом во внешних связях доминирующее значение имел, по сути дела, один железнодорожный транспорт, то в настоящее время в них участвуют в больших масштабах автомобильный и воздушный транспорт, а в некоторых узлах и водный.

Разнообразны стали и виды городского и промышленного транспорта. Все это требует, с одной стороны, совершенствования управления транспортом, а с другой – нахождения таких решений по развитию и построению транспортных систем, при которых в наилучшей степени осуществлялось бы взаимодействие в работе, и наиболее эффективно использовались средства, отпускаемые на их развитие.

Основными закономерностями взаимодействия должны являться:

– максимальное совмещение расположения транспортных устройств одного и разных видов транспорта для сокращения затрат на строительство разных вспомогательных устройств и коммуникаций;

– создание объединённых, одинаковых по назначению устройств разных видов транспорта: сооружение совмещённых железнодорожных, автодорожных, морских и речных вокзалов, в состав которых также должно входить обслуживание пассажиров воздушного транспорта; создание объединённых сортировочных общего пользования и промышленных станций, общих грузовых станций, обслуживающих группы промышленных предприятий.

Существенную экономию можно получить при совместном использовании территории для размещения устройств разных видов транспорта. В ряде случаев направления железных и автомобильных дорог на подходах к транспортным узлам совпадают. Тем не менее, установилась практика раздельного расположения этих транспортных магистралей. Каждая из них имеет обособленное земляное полотно, искусственные сооружения с оградительными устройствами, защитные полосы лесонасаждений и в зимний период – временные снегозащитные щиты. Экономичнее размещать эти устройства совмещёнными.

Нужно отметить, что как у железнодорожного, так и автомобильного транспорта имеется взаимная потребность. На железнодорожном транспорте в пределах головных участков дорог требуется усиленный ремонт путей и контактного провода, однако из-за большой загрузки магистралей выполнение этих работ, а также осмотр сооружений, весьма затруднены. При наличии же рядом с железной дорогой автомобильной дороги, её можно было бы использовать для подъезда к железной дороге с «поля». В свою очередь, для ремонта автомобильных дорог иногда требуется подвоз из дальних районов строительных дорожных материалов; при близком расстоянии от железной дороги стоимость подвоза будет дешевле.

Возникает проблема выноса трасс автомобильных дорог за пределы населённых пунктов. Изыскания таких трасс часто сопряжены с большими трудностями из-за занятости земли сельскохозяйственными

угодьями и промышленными предприятиями. При совмещении трасс двух указанных видов транспорта многие трудности отпадут. Таким образом, налицо экономия при строительстве, удобство и экономия в содержании, общее сокращение штата и т. д.

В узлах, расположенных на берегах крупных рек, проблема создания переходов является одинаково важной как для железнодорожного, так и автомобильного транспорта. Практика показывает, что сооружение совмещённых мостовых переходов обходится государству примерно в полтора раза дешевле строительства отдельных мостов. Где бы ни строился железнодорожный переход через крупные реки, всюду будет необходимым и автомобильный переход. Поэтому, как правило, в этом случае следует строить совмещённые железнодорожно-автомобильные переходы.

Условием взаимодействия является *непрерывность транспортного процесса*.

В широком понимании – это выполнение всех необходимых операций в соответствии с технологическими схемами без задержек процесса. Это условие не означает, что процесс должен быть «бесперегрузочным» или «беспересадочным». Различие параметров подвижного состава, конструкций устройств в большинстве случаев ведет к перегрузке грузов и пересадке пассажиров.

1) *Непрерывность процесса* может быть выражена логическим символом: $\mathbf{Ж \wedge М \wedge Р \wedge А \wedge В} \rightarrow$ где **Ж, М, Р, А, В** – виды транспорта (железнодорожный, морской, речной, автомобильный, воздушный), участвующие в технологической схеме; \wedge – знак *конъюнкции* (заменяет союз «и»); \rightarrow знак обеспечения непрерывности процесса.

2) *Соответствие (эквивалентность) пропускных и провозных способностей* устройств, участвующих в процессе, выражаемых в общих показателях (тоннах, пассажирских посадочных местах и т. п.), или количествах единиц грузов, перевозимых в поездах, судах, автомобилях. При этом на стыке двух видов транспорта могут быть промежуточные устройства в виде складов временного хранения грузов и др. перегрузочные устройства, мощность которых должна соответствовать пропускным способностям смежных видов транспорта. Это условие можно записать:

$N_c \leftrightarrow N_e$ при *прямом* варианте (судно – вагон, и обратно) перегрузки;

$N_c \leftrightarrow N_{скл} \leftrightarrow N_e$ при перегрузке через *склад*.

3) *Время занятости устройств* предыдущего технологического элемента должно быть меньше или равно времени занятости последующего комплекса устройства

$$T_n \leq T_c \leq T_n, \quad (1)$$

где T_n – накопление груза (вагонов); T_c – сортировка; T_n – перегрузочные работы на причале.

Взаимодействие между видами транспорта, транзитом и промышленными предприятиями регламентируются уставами, кодексами и разгрузочными правилами, регулирующими перевозки на соответствующем виде транспорта, а также договорами и узловыми соглашениями. В основу этих документов положены условия обеспечения бесперебойной, ритмичной погрузки, выгрузки грузов, равномерной подачи вагонов, судов, автомобилей под погрузку, перевалочных грузов, широкое развитие перевалки грузов с одного вида на другой по прямому варианту.

Из числа магистральных видов транспорта в ТУ особое место занимает взаимодействие железнодорожного и морского транспорта. Как уже отмечалось, по установившейся технологии имеется две формы организации перевалки: по прямому варианту и складскому.

Часть причалов морского порта, как правило, работает по прямому варианту, что дает избежать дополнительной перегрузки грузов, однако влечет за собой увеличенный простой флота, так как темп перегрузки определяется меньшей производительностью погрузочно-разгрузочных операций на железнодорожном транспорте.

Вариант «через склад» имеет то преимущество, что темп погрузки-выгрузки судна может быть весьма высоким, а при наличии заранее подготовленной партии груза обеспечит значительно меньший простой флота.

Рассмотрим условия взаимодействия железнодорожного транспорта и морского порта по «прямому варианту».

Перевалка грузов в порту распределяется по отдельным грузовым районам и необходимо, чтобы в каждый район порта поступали вагоны с грузами только соответствующей категории. Поэтому, до передачи в порт вагоны должны быть рассортированы и подобраны по отдельным районам и погрузочно-разгрузочным участкам порта. Эти операции, как правило, выполняются на сортировочной станции (СС), либо на портовой станции (ПСС), либо районных парках (РП). Кроме того, сортировку нужно выполнять не только по грузовым районам, но и по трюмам судов, если грузятся различного вида грузы в различные трюма.

Схема узла с морским портом показана на рис. 5.

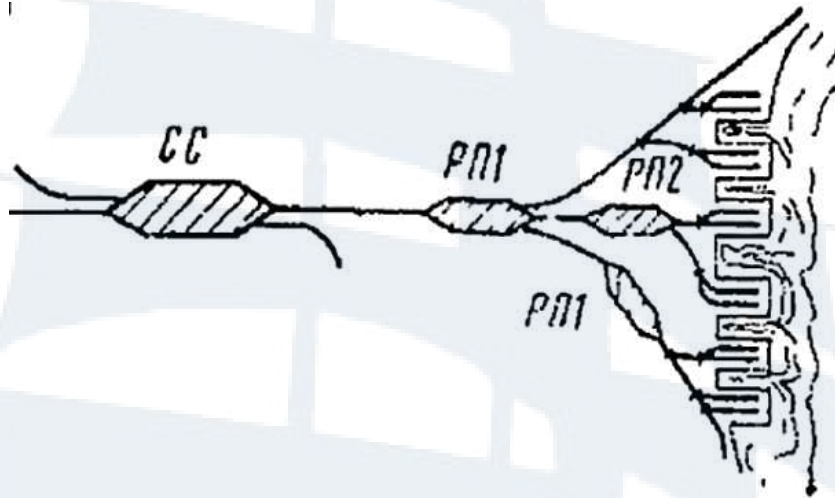


Рис. 5. Схема взаимодействия железнодорожного транспорта с морским портом

Операции с вагонами, следующими в порт, можно разбить на три укрупненные стадии:

- накопление вагонов на данный причал (T_n);
- формирование и передача в РП, маневры в нем и подача на причальный фронт (T_c);
- погрузо-разгрузочные операции на причале (T_n).

Исходя из условия непрерывности перегрузочных операций, необходимо соблюсти условие соответствия времени накопления T_n и времени выполнения грузовых операций на одной линии причалов, то есть $T_n \leq T_n$.

В противном случае: простой погрузочно-разгрузочных машин, простой судна. С этой же целью $T_c \leq T_n$.

Если это условие не выполняется, то готовая «передача вагонов» не будет своевременно доставлена на причальный фронт, что вызовет простой судов и перегрузочных машин.

Таким образом, условием непрерывности по времени транспортного процесса будет условие $T_n \leq T_c \leq T_n$.

Время при *равномерной* подаче вагонов в течение суток

$$T_n = \frac{24}{K_n}, \quad (2)$$

при *неравномерном* суточном потоке в интенсивный период

$$T_n = \frac{T_{ин}}{K_{ин}}, \quad (3)$$

где K_n – число передач; $T_{ин}$ – время интенсивного прибытия поездов; $K_{ин}$ – число передач в период $T_{ин}$.

Число передач

$$K_{n=} = \frac{N_{сут}^e \cdot l_e}{L_n}, \quad (4)$$

где $N_{сут}^e$ – суточное количество вагонов (вагонопоток), следующих на данный причальный фронт; l_e – длина расчётного вагона, м; L_n – длина погрузо-разгрузочного фронта причальной линии, м.

Время грузовых операций T_n определяется производительностью погрузочных машин

$$T_n = \frac{Q}{M} = \frac{n \times q}{M}, \quad (5)$$

где $Q = n \times q$ – масса груза в одной передаче вагонов, т; n – число вагонов в одной передаче; q – масса груза в одном вагоне, т; M – часовая производительность перегрузочных машин, т/ч; T_c – время выполнения операции по следованию вагонов от сортировочной станции до порта.

Время T_c зависит от двух главных элементов:

- а) времени на операции с вагонами, осуществляемыми на станциях и в парках;
- б) времени их нахождения в пути от сортировочной станции до порта

$$T_c = t_{cc} + t_{nc} + t_{pn} + t_{np} + t_{ман}, \quad (6)$$

где t_{cc} – время операций на сортировочной станции с момента окончания накопления; t_{nc} – то же на портовой станции (если она есть); t_{pn} – то же в РП; t_{np} – время пробега от сортировочной станции до РП или погрузочно-выгрузочных путей на причале; $t_{ман}$ – время на маневры на погрузочно-разгрузочных путях.

В зависимости от местных условий в величину T_c могут входить все или часть перечисленных элементов. Подсчёты T_c должны отвечать требованию (условию) непрерывности транспортного процесса по вре-

мени. Если это условие неудовлетворительное, то есть $T_c > T_{п}$, следует пересмотреть принятую организацию работы или изменить взаимное расположение устройств.

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ РЕЖИМ МОРСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ

Рассматривая морской порт как ТУ, в котором взаимодействуют различные виды транспорта, следует оценить естественный режим морских побережий с целью выбора месторасположения порта. Компоновка отдельных элементов порта, типы и конструкции портовых гидротехнических сооружений в значительной степени обусловлены местными физико-географическими условиями. Подробное исследование природных условий участка будущего строительства гарантирует надежность и долговечность сооружений при наименьшей их стоимости.

Многочисленные примеры из практики портового гидротехнического строительства подтверждают, что недооценка или невозможность получения необходимых данных по естественным условиям участка побережья приводит к удорожанию строительства, авариям, либо к значительным осложнениям при эксплуатации сооружений и, как следствие, к экономическим потерям порта.

Совокупность природных факторов, характерных для того или иного участка побережья, называется *естественным режимом* рассматриваемого участка побережья.

Естественный режим в районе порта характеризуется:

- топографическими условиями;
- гидрографическими условиями;
- метеорологическими условиями;
- гидрологическими условиями;
- геологическими условиями.

В гидрометеорологических очерках лоций морей даются статистические данные по естественному режиму побережья. Гидрометеорологический очерк даёт общую гидрометеорологическую оценку района, включая сведения о климате, ветрах, штормах, туманах, осадках, видимости, облачности. Также указываются сведения о температурном режиме бассейна, о колебаниях уровня, приливах, течениях, волнении и ледовом режиме.

3.1. Топографические условия

К топографическим условиям относятся: характер контура и особенности рельефа берега.

При решении вопроса о строительстве порта топографические условия оценивают, исходя из следующих основных соображений:

- вогнутый берег следует предпочитать выпуклому;
- устраивать порты в заливах и хорошо защищенных бухтах;
- наиболее удобными для размещения всех портовых и береговых устройств и прокладки подъездных путей являются низменные берега.

В результате топографических изысканий составляют план участка в масштабах: 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:500. Горизонтالي проводят с сечением от 1 до 5 м. Типы морского побережья показаны на рис. 6.

Характеристики отдельных терминов и определений, определяющих очертание береговой полосы, приводятся ниже.

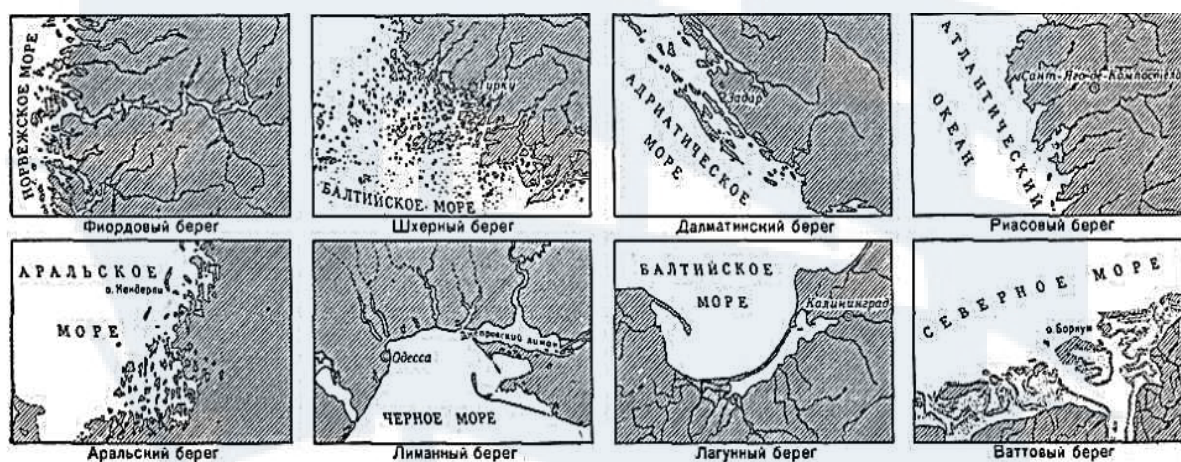


Рис. 6. Типы морского побережья

Залив (рис. 7) – значительная часть моря, уходящая вглубь материка (Финский, Рижский, Куршский, Мексиканский).

Бухта (рис. 8) – небольшой залив, заметно обособленный от открытого моря, защищенный от ветра и волнения (может находиться в заливе), например Новороссийская бухта, бухта Владивосток, Находка, Врангеля. Различают *открытые* (Цемесская, Туапсинская) и *закрытые* (Бакинская) бухты. В закрытые бухты морское волнение может вообще не проникать.

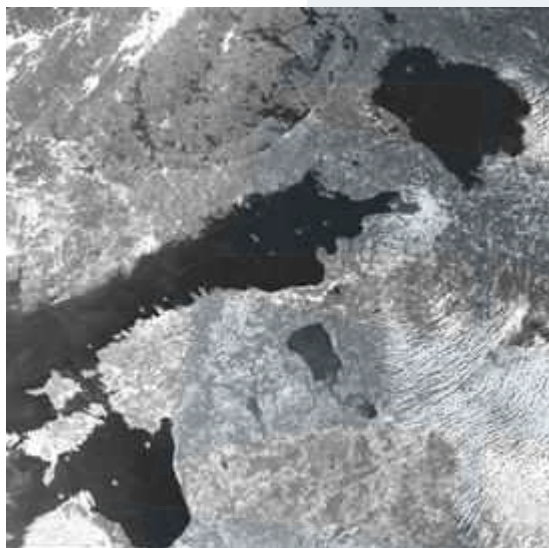


Рис. 7. Вид из космоса на Финский и Рижский заливы Балтийского моря

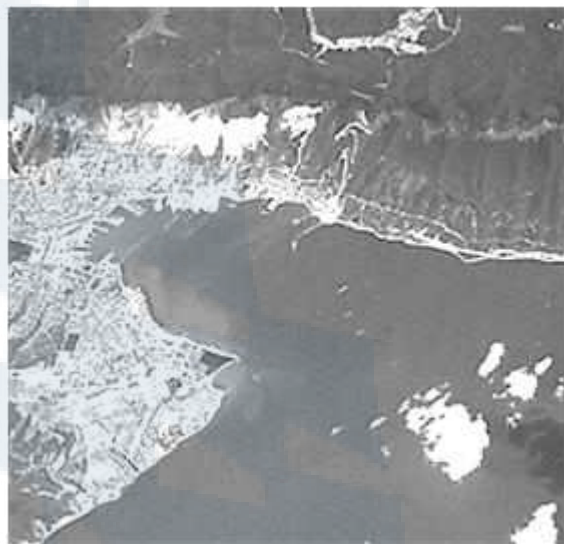


Рис. 8. Вид из космоса на Новороссийскую бухту Черного моря

Фиорд (рис. 9) – узкий, извилистый, глубоко врезающийся вглубь материка (до 200 км) залив с параллельными или субпараллельными берегами и большими (иногда свыше 1 000 км) глубинами. Фьорды образованы в результате тектонических разломов, в последующем сильно смоделированных ледниками. От открытого моря обычно отгорожены мелководным порогом. Наиболее часто фиорды встречаются на побережьях Чили, Норвегии, Западной Аляски, Гренландии, Шпицбергена, Новой Земли, Кольского полуострова (Кольский залив).

Эстуарий (рис. 10) – поморское название эстуария в северных морях «Губа» – воронкообразное расширенное устье реки в виде узкой и длинной бухты. Типичные эстуарии развиваются только в приливных морях и областях развития рыхлых пород, либо являются результатом предшествовавшего или современного погружения побережья (устья рек Печоры, Енисея, Амазонки, Темзы).

Лиман (рис. 11) – затопленная морем устьевая часть речной долины. Исторически лиманами называли бухты в северо-западной части Чёрного моря (Днепробугский, Хаджибеевский, Сухой). Лиманы могут быть *открытыми*, сообщаясь с морем узкими протоками (гирлами) и *закрытыми*, отделёнными от моря песчаной косой (пересыпью). Очертания берегов в лиманах сохраняют, как правило, характерную извилистость речной долины.

Лагуна (рис. 12) – небольшой залив или озеро морского происхождения, отделённые от моря косой, вытянутой в направлении берега, и сообщающиеся с морем узким протоком – *гирлом*. Береговой бар, отделяющий лагуну от моря, в определённых условиях может переме-

щаться в сторону берега. Коралловая лагуна – акватория, отделённая от океана барьерным или кольцевым коралловым рифом.



Рис. 9. Вид на фиорд в Норвегии



Рис. 10. Вид из космоса на Двинскую и Онежскую губы Белого моря

Гавань – это понятие, близкое порту. Раньше так называли естественное надежное место – укрытие для судов в непогоду, на время грузовых операций, посадки-высадки пассажиров. В принципе это бухта, например Советская гавань. Гаванью называют часть морского порта, состоящую из нескольких причалов, окаймляющих бассейны правильной геометрической формы (гавани порта Калининград).

3.2. Гидрографические условия

Под гидрографическими условиями понимается рельеф дна и конфигурация береговых линий в районе проектируемого порта. По рельефу дна различают два вида берегов: *приглубый* (берега Крыма, Кавказа), имеющий значительные уклоны подводного склона (в среднем около $1^{\circ}45'$) и незначительную его ширину; *отмельный* (берега Финского залива, Азовского и Красного морей), имеющий малые углы наклона (от $0^{\circ}1'$ до $0^{\circ}30'$). Такой берег отличается большой шириной подводного склона. При этом рельеф дна может не соответствовать рельефу берега: у крутого берега могут быть малые глубины и наоборот (крутой берег между Анапой и Новороссийском и малый уклон для моря). Например, волна разрушает берега, подтачивает его коренные породы и создавая крутой профиль, она при некоторых условиях (при вогнутом берегу и при отсутствии береговых течений) может производить созидательную работу, откладывая продукты разрушения берега и создавая пологий уклон дна.



Рис. 11. Вид из космоса на Днестровский лиман

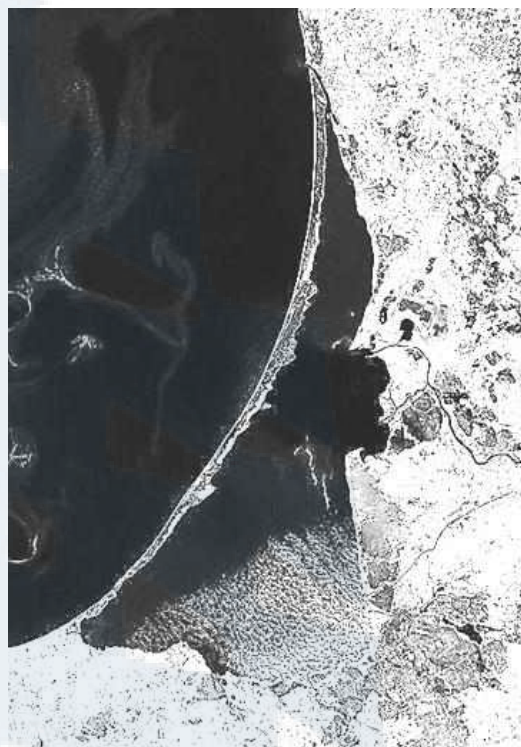


Рис. 12. Вид из космоса на Куршский залив (лагуну)

Для решения задачи строительства портов создают карту глубины с *изобатами* – линиями равных глубин (рис. 13).

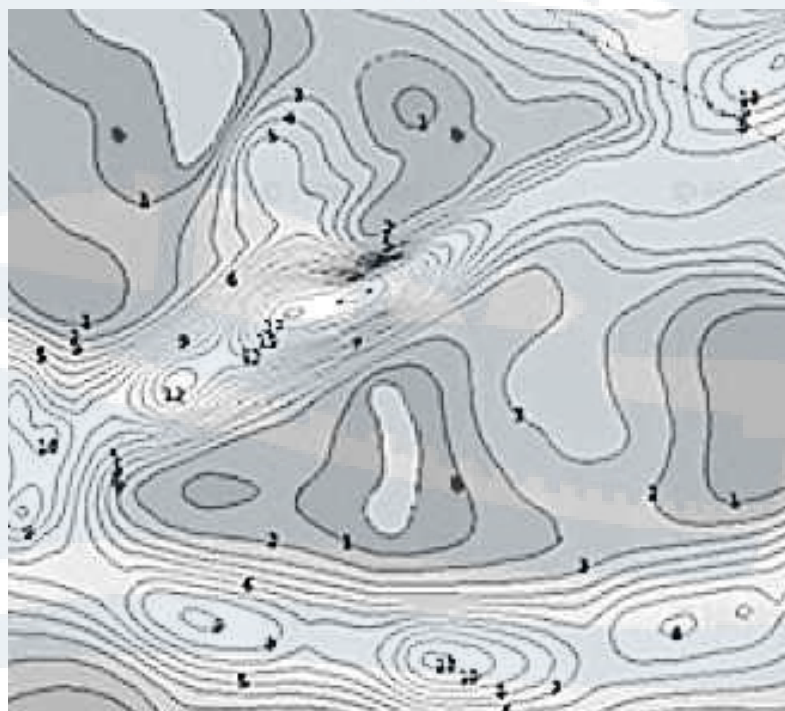


Рис. 13. Карта глубин

Особенностью рельефа дна моря в прибрежной зоне является уменьшение уклона по мере удаления от берега, а также сглаженность рельефа по сравнению с рельефом суши. Чаще всего встречаются профили дна террасообразной формы: крутой склон у берега (как в реках и озёрах) сменяется террасой значительной ширины с малым уклоном, затем следует опять крутой склон, сменяемый террасой и т. д. В глубоководных морях уклоны дна у берега имеют обычно следующие значения: от уреза до изобаты 5 м – $1,0 \div 3,0 \%$; от изобаты 5 м до 10 м – $0,7 \div 1,5 \%$; от изобаты 10 м до изобаты 20 м – $0,5 \div 1,0 \%$. В мелководных морях у отмели берегов уклоны значительно меньше. С точки зрения устройства порта, особенности рельефа дна могут быть представлены тремя типами:

– изобата, соответствующая проектной глубине входа в порт ($12 \div 15$ м), расположена от уреза $800 \div 1\,200$ м. В этом случае оградительные сооружения возводят на глубине не более $12 \div 13$ м и подходного канала не требуется.

– *отмелые* берега (рис. 14), где проектная глубина отстоит от уреза на несколько (иногда на десятки километров). В этом случае необходимо устройство подходного канала;



Рис. 14. Отмелый берег

– *приглубые* берега (рис. 15), когда глубины $100 \div 200$ м. Здесь требуется возводить оградительные сооружения на больших глубинах либо создавать акваторию, искусственно врезанную в берег.

Рассмотрим профиль береговой зоны безливного моря (рис. 16, а) и ливного моря (рис. 16, б). Взаимное воздействие между морем и су-

шей охватывают широкую зону, называемую побережьем. Часть берега, где происходит накат волн, называют пляжем, а иногда – волноприбойной террасой.



Рис. 15. Приглубый берег

Берег – полоса суши (shore), на которой имеются формы рельефа и накопления наносов, созданных морем при многолетнем уровне.

Граница берега и побережья проходит по кромке *клифа* (cliff) – то есть отодвигаемого морем берегового уступа.

Пляж – остающаяся перед клифом частично надводная, частично подводная полоса берегового склона (bench), т. е. пляж – это накопление наносов в зоне полосы прибрежного потока.

Также используются лоции конкретного района побережья. В навигационно-географическом очерке указываются границы района, охватываемого данной лоцией, даётся общая характеристика водного бассейна, описание видов побережья, характер береговой черты, перечисляются острова и проливы.

Приводятся сведения о глубинах, рельефе дна и грунте, магнитном склонении и аномалиях; даются сведения о средствах навигационного оборудования береговыми и плавучими знаками.

В конце очерка приводятся краткие сведения о портах и местах якорных стоянок, лоцманской и спасательной службы, путях сообщения, связи, населённых пунктах и др.

Все сведения о ветре определяют на метеостанциях, затем по полученным данным строят особые диаграммы, называемые *розой ветров*. Это векторная диаграмма, характеризующая в метеорологии и климатологии режим ветра в данном месте по многолетним наблюдениям и представляющая собой многоугольник, у которого длины лучей, расходящихся от центра диаграммы в разных направлениях, пропорциональны повторяемости ветров этих направлений (рис. 17).

Туман. Туман возникает вследствие превращения паров в мельчайшие водяные капельки при увеличении влажности воздуха. Влажность воздуха определяют содержанием в нем водяных паров. Различают абсолютную влажность – количество водяного пара в воздухе, и относительную – отношение абсолютной к её предельному значению при данной температуре. При очень сильном тумане приходится прекращать и перегрузочные работы. В среднем туманных дней во Владивостоке – 80, на Балтике – 60, на Чёрном море – 75, на Каспии – 35. Наличие туманов и их интенсивность влияет на оборудование навигационной обстановки на подходах к портам.

Осадки. Осадки характеризуются толщиной слоя воды (мм), выпавшей в виде дождя и твёрдых осадков в течение года. Учёт осадков имеет значение при проектировании причалов, на которых перегружаются грузы, портящиеся от влаги. Осадки влияют на эксплуатационный режим портов. В частности, при дожде запрещается производить грузовые операции с грузами, боящимися атмосферных воздействий (цемент, зерно, сахар, мука).

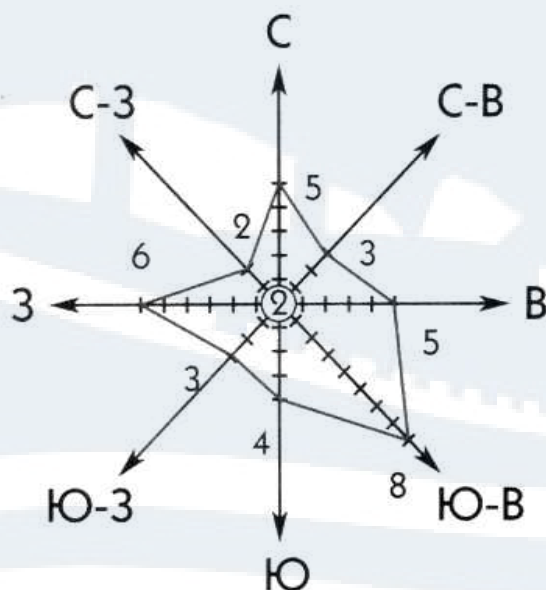


Рис. 17. Роза ветров

Среднегодовой слой осадков составляет, например, для Калининграда – 700 мм. При этом имеет значение не столько общее количество осадков, как число дней с осадками. В этом отношении одним из «неудачных» портов является Санкт-Петербургский, где при общем количестве осадков около 470 мм, в отдельные годы бывает более 200 дней с осадками. Это влечёт за собой неизбежные перерывы в работе причалов, простоя судов и т.д.

Температура воздуха влияет на ход и организацию работ. При сырой погоде и отрицательной температуре воздуха определены перерывы в работе портовых рабочих. Основное значение данных о температуре воздуха для строительства портов состоит в том, что они определяют сроки замерзания и вскрытия бассейна, от чего зависит длительность навигации.

3.4. Гидрологические условия

Под *гидрологическими* условиями понимают весь комплекс явлений, связанных с изменениями и движениями, происходящими в водной среде. Из них важнейшими факторами, которые приходится учитывать при строительстве и эксплуатации портов, являются:

- колебания уровня воды;
- приливы и отливы;
- волнение;
- течения;
- ледовый режим;
- физико-химические свойства воды.

Рассмотрим эти факторы.

Колебания уровня воды

Этот фактор является решающим при назначении судоходных глубин акваторий и подходных каналов, размеров портовых сооружений. Основные причины колебания уровня воды: действие ветра, астрономические влияния (приливы и отливы), изменения режима питания водоемов и их испаряемости (весенние половодья, таяние льда, нагон воды ветрами, паводки) – то есть интенсивное выпадение осадков. Это в основном сказывается на реках, а в прибрежной части мало заметно. Тем не менее, совместно с испаряемостью эти причины оказывают влияние на ход годового уровня воды во внутренних морях. Например, в Чёрном море он достигает 0,5 м с максимумом в июне-июле, а минимумом – в октябре-декабре, в Балтийском море максимальный уровень –

август-сентябрь, минимальный – апрель-май. Колебания уровня воды при нагоне (ветер дует с моря в сторону берега) и сгоне (наоборот) зависят от силы ветра, от его продолжительности, и от очертания берега. Наибольшие колебания бывают в узких проливах или бухтах и заливах (Таганрогском заливе, устье Невы, Волги). В устье Невы, вследствие воронкообразного Финского залива нагонный подъем достигает 4 м, а спад при сгоне – 1,35 м. При северном ветре сгон воды в Таганрогском заливе настолько сильный, что некоторые суда не могут подойти к Таганрогу.

В небольших морях и заливах могут иметь место *сейши*, то есть одновременное понижение воды в одном районе и повышение в другом. Причина – резкое изменение атмосферного давления в разных частях рассматриваемого водного бассейна. После прекращения действия внешних сил, вся масса воды приходит в колебательное движение. Амплитуды сейш для разных водоёмов от нескольких см до двух метров, период от десятков минут до целых суток. (Женевское озеро – 2 м, период 70 мин, Азовское море 80 см, период около суток, Балтика 78 см, период около 20 мин).

В практике проектирования и эксплуатации портов используют характерные для данного пункта уровни воды (рис. 18):

- *самый высокий горизонт* (СВГ);
- *самый низкий горизонт* (СНГ);
- *ординар*, то есть средний уровень за длительный срок наблюдений;
- *нуль глубин*, то есть условный горизонт (в *ливных* морях на 0,2 м ниже самого низкого отлива, в морях *безливных* – это ординар);
- иногда встречается *отсчётный горизонт (уровень) черпания*, то есть минимально гарантируемая глубина прохода в порт, от которой отсчитывают глубины при дноуглубительных работах.

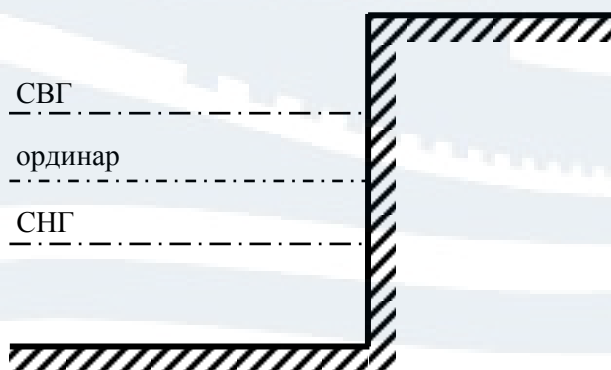


Рис. 18. Уровни воды в акватории

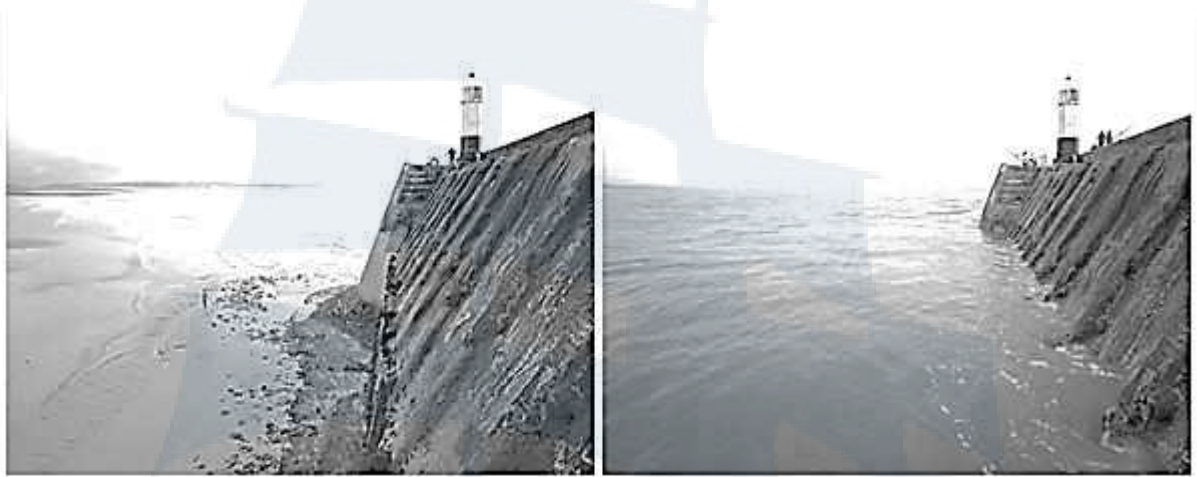
Известно, что режим колебаний уровня в разных пунктах побережья различен. Высотная связь между ними осуществляется привязкой к реперам общей нивелировочной сети страны, где за нуль принят многолетний средний уровень Балтийского моря, которому соответствует нуль Кронштадтского футштока (рис. 19).

Приливы и отливы. Астрономические явления приливно-отливных колебаний уровня воды происходят под действием сил притяжения Луны и Солнца, взаимодействия небесных тел. Разница между отметками малой и полной воды называется приливно-отливной амплитудой. Рис. 20 иллюстрирует прилив и отлив в одном и том же месте побережья. В отличие от нагонов и сгонов воды, которые по существу случайны, приливы и отливы строго периодичны.

Бывают полусуточные приливы, то есть в течение суток происходит приблизительно 2 прилива и 2 отлива; суточные приливы, смешанные (неправильные суточные и полусуточные). Амплитуда зависит от взаимного расположения Луны, Земли и Солнца. При полном новолунии равнодействующие приливообразующие силы Луны и Солнца складываются, что дает наибольшую приливно-отливную амплитуду – это *сизигии* или сизигийные приливы. В первой и последней четверти Луны, когда угол между направлением Земли на Луну и Солнце 90° , высота приливно-отливной волны наименьшая. Это *квадратуры* или квадратурные приливы (рис. 21).



Рис. 19. Кронштадтский футшток



а) отлив

б) прилив

Рис. 20. Уровни воды в акватории

Амплитуды приливно-отливных колебаний уровня воды в открытых морях и океанах невелики: $1,5 \div 2,0$ м. Однако около морских берегов, в местах значительного перепада рельефа дна и берегов, и в особенности в глубине сужающихся заливов, происходит значительное усиление приливно-отливных явлений. Так, например, в заливе Фунди в Северной Америке амплитуда приливов и отливов достигает 18 м, у Атлантического берега Франции она изменяется от 2 до 12 м, у английских берегов – от 7 до 11 м. В отечественных морях эта амплитуда характеризуется следующими величинами: у Мурманского побережья – 4,5 м, у горла Белого моря – 5,5 м, в Мезенском заливе – 6–8 м, в Пенжинской губе Охотского моря – 11 м. Во внутренних морях приливно-отливные явления выражены весьма слабо: в Балтийском, Чёрном и Каспийском морях приливная амплитуда измеряется всего несколькими сантиметрами.

Волнение. На поверхности любого водоёма могут возникать и перемещаться волны. Волнение различают: по причине возникновения – ветровые волны от воздействия ветра, сейсмические волны (цунами), обусловленные землетрясениями, судовые волны, возникающие при движении судов и т. д.; по действующим силам – гравитационные и приливные волны.

Землетрясения, эпицентр которых находится на дне океана, вызывают сейсмические волны, называемые *цунами*. Волны эти, почти незаметные для судов в открытом море, по мере приближения к берегу постепенно увеличиваются по высоте, и в результате на берег обрушиваются уже волны, высота которых может достигать десятков метров.

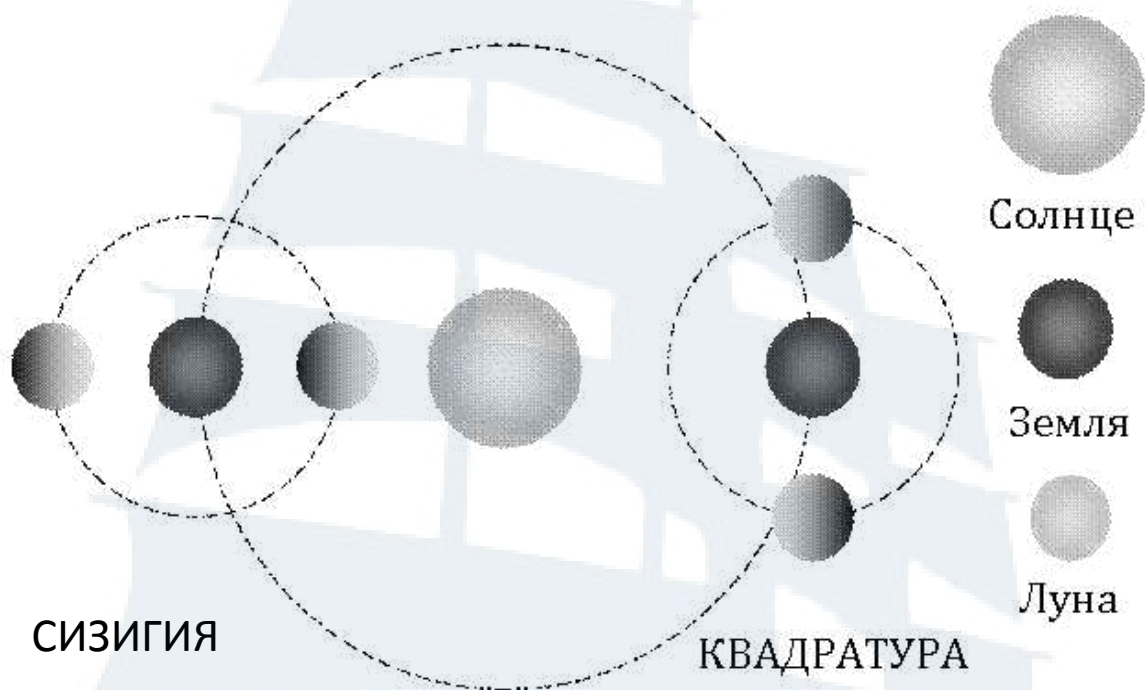


Рис. 21. «Астрономическая» схема приливо-отливных явлений

Свободные волны («мёртвая» зыбь или зыбь) – волны, распространяющиеся после прекращения ветра или вышедшие из зоны воздействия (2-мерный характер и симметричное очертание профиля). Смешанные волны – результат сложения вынужденных и свободных волн.

Ветровые волны представляют собой сложные колебательные движения поверхностного слоя воды. Высота ветровых волн во внутренних морях достигает 5÷7 м при длине 100÷120 м, а в океанах – высота волн может достигать 10÷15 м при длине волн 200÷400 м. При увеличении скорости ветра гребни волн разрываются на отдельные бугры (холмы) и впадины. При этом, 2-мерные волны становятся 3-мерными, наблюдаются при ветрах средней силы. Крутой передний склон волны отрывается, образуя «барашки» – смесь воздуха и воды. Рис. 22, 23, 24 иллюстрируют волны различного происхождения.



Рис. 22. Ветровая волна у берега

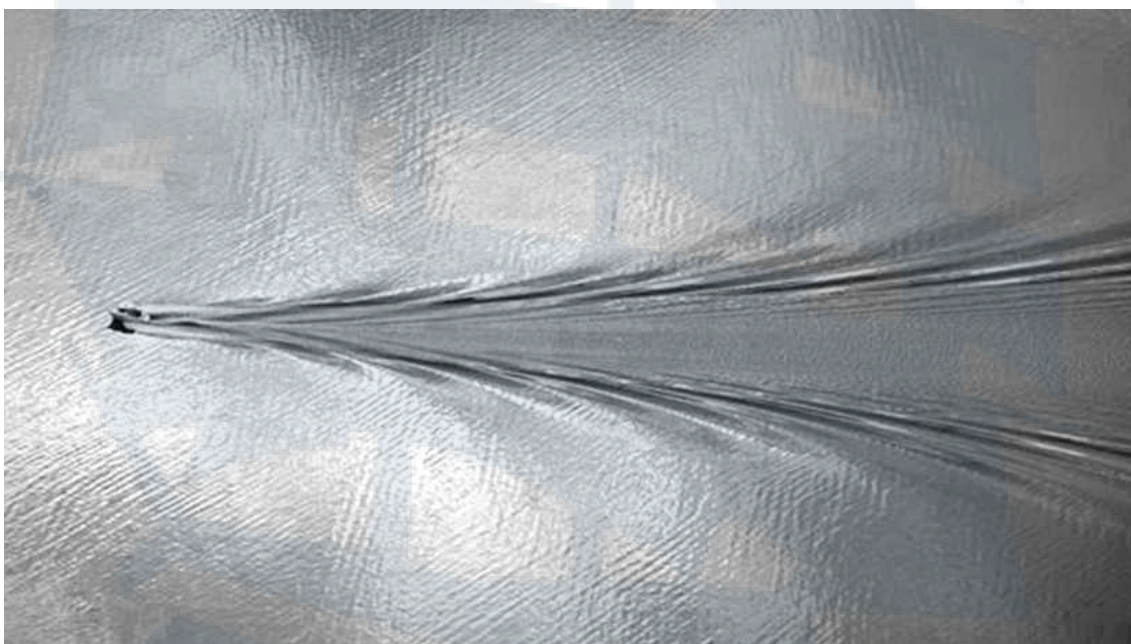


Рис. 23. Судовые волны

Большое значение для строительства портов имеет *дифракция* волн – искривление лучей и изменение высоты бегущих волн, огибающих препятствия, или проходящих через узкость. При проникании волн на акваторию порта волны распластываются, а так как их гребни постепенно удлиняются, то высота волн довольно быстро уменьшается. На этом принципе основана защита акваторий портов от волнения при

помощи оградительных сооружений. На акватории порта, кроме дифракции, может проявляться и *рефракция* волн под влиянием переменных глубин; кроме того, на волновой режим оказывает влияние отражение волн от оградительных и причальных сооружений, а также рассеяние энергии волн на участках с малыми глубинами.



Рис. 24. Зыбь

Течения. У морских побережий течения вызываются различными причинами: ветром, волнами, приливно-отливными явлениями, разницей в температуре, плотности и солёности воды и, наконец, разностью широт различных точек моря. Большое влияние на характер морских течений оказывает рельеф дна и конфигурация берега. Наибольшее практическое значение для строительства портов имеют ветро-волновые и приливные течения, а также компенсационные течения, возникающие вблизи берегов у естественных или искусственных препятствий (рис. 25).

При фронтальном действии ветра образуется *нагон*, дополняемый перемещением воды вследствие волнения. Скапливающиеся у берега массы воды в отдельных местах узкими потоками периодически прорывают поток, образуя течения с большими скоростями. Если ветер действует под углом к линии берега, то образуются течения вдоль берега, затухающие по мере прекращения шторма. Скорость таких течений достигает иногда 1 м/с и более. Не представляя опасности для судоходства

и сооружений, эти течения нередко являются причиной заносимости подходных каналов и акваторий портов.

Приливно-отливные течения, почти не заметные в море, могут достигать значительных скоростей в проливах и устьях рек. Такие явления происходят, например, в горле Белого моря и в устье реки Мезени, где максимальные скорости достигают нескольких метров в секунду.



Рис. 25. Схема течения у порта

Ледовый режим определяется толщиной льда, его прочностью, сроками образования и вскрытия. Существенное значение имеет подвижность ледяных полей и характер ледохода. Ледовый режим имеет большое значение для судоходства и эксплуатационной деятельности порта (рис. 26). В зависимости от солёности морская вода замерзает при температуре от $-0,5$ до $-2,2$ °С. Толщина льда в морях с умеренными климатическими условиями колеблется в пределах 0,2-1,2 м (Азовское море, Каспийское, Чёрное). В зависимости от ледового режима в данном порту устанавливается продолжительность навигации (в Белом море 6-7 мес., Финском заливе 7-8 мес., Азовском море 8-9 мес.).

Физико-химические свойства воды оказывают влияние на строительные материалы при строительстве и эксплуатации портовых сооружений. Под воздействием гидрофизических, гидрохимических и гидро-

биологических факторов происходит разрушение гидротехнических сооружений.

К *гидрофизическим факторам*, определяющим долговечность бетонных сооружений в морской воде, относится попеременное обмерзание и оттаивание поверхности бетонных и железобетонных сооружений (рис. 27). Замерзание в порах бетона приводит в начальный период к появлению большого числа мелких (волосяных) трещин.



Рис. 26. Ледовый режим у причалов порта

При последующих процессах замерзания и размораживания эти трещины развиваются в более крупные, и проникающая через трещины вглубь бетона химически агрессивная вода способствует коррозии арматуры и разрушению бетона (рис. 28). С целью увеличения срока службы сооружения в этих условиях следует применять морозостойкие, водонепроницаемые, высокопрочные плотные бетоны, а также предусматривать специальную защиту сооружения в пределах переменного уровня (пропитка бетона горячим битумом под повышенным давлением и т. д.). Долговечность железобетонных сооружений может быть увеличена благодаря применению напряженно-армированного бетона и использованию толстостенных конструкций.

К *гидрохимическим факторам* относятся химическое разрушение бетона и коррозия металла. Даже пресная вода нередко содержит соли, делающие её агрессивной к бетону и металлу: морская вода всегда со-

держит соли магния, серной кислоты и другие. Наиболее солёными морями, омывающими берега РФ, являются Северное, Белое, Берингово и Охотское, в которых солёность воды колеблется от 30 до 35 ‰. Чёрное, Азовское и Каспийское моря: 12‰–15‰. Наименее солёным является Балтийское море – 10‰.



Рис. 27. Обмерзание причала



Рис. 28. Коррозия арматуры и разрушение бетона причала

По мере приближения к берегам солёность уменьшается, а в заливах, в которые впадают реки, она незначительна. Из общего количества солей, содержащихся в морской воде, в среднем 88,7 % составляют хлориды (NaCl, MgCl), сульфаты (MgSO₄, CaSO₄, K₂SO₂); на долю остальных составляющих приходится 0,6 %. Учитывая некоторое непостоянство химического состава морской воды, при выборе материала для конструкций портовых гидротехнических сооружений в каждом отдельном случае, необходимо иметь химический анализ воды. Кроме солей морская вода может содержать до 100 ‰ свободной агрессивной кислоты: вода Чёрного моря сильно насыщена сероводородом.

Химическое разрушение бетона является следствием того, что в результате химической реакции образуется гипс, который, вступая в соединение с трехкальциевым алюминатом, образует соль, называемой *бациллой цемента*. Мерами борьбы с химическим разрушением бетона являются: прибавление к портландцементу гидравлических добавок пуццолан, карбонизация бетонных изделий и т. д.

Коррозия металлов происходит интенсивно выше уровня воды в условиях избыточного кислорода и периодического смачивания, и менее интенсивно ниже уровня воды. Наибольшая коррозия наблюдается в зоне переменного уровня воды. Вторая опасная зона находится на границе «грунт-вода», т. е. на уровне дна. По имеющимся данным уменьшение толщины элементов за 100 лет составляет для стали 1,4 ÷ 4,5 мм. Интенсивность коррозии (уменьшение толщины) составляет 0,040 ÷ 0,40 мм в год. Рис. 29 иллюстрирует разрушение конструкций в результате коррозии металла.

В железобетоне отрицательную роль играет не столько ослабление сечения арматуры, сколько происходящее при этом расслоение бетона. Методы защиты металлов от коррозии – применение различных покрытий, специальных добавок меди и других металлов при изготовлении элементов.

К *гидробиологическим факторам* относятся влияние древоточцев, гниение и органических обрастаний сооружений. В морях РФ наблюдаются древоточцы в основном двух видов.

К первой группе относят моллюсков червовидной удлинённой формы из рода Тередо. В Чёрном море и в районе Владивостока эти моллюски, известные под названием «шашель», достигают длины 14 ÷ 30 см. Они разрушают деревянные элементы по всему сечению при помощи ходов, диаметр которых составляет 10-15 мм и даже 20 мм, направленных вдоль волокон (рис. 30).

Вторая группа древоточцев – ракообразные. В отличие от моллюсков, которые протачивают дерево внутри (при внешней его сохранности), ракообразные разрушают дерево на поверхности. Они проделывают в дереве ходы диаметром примерно 1 мм на расстоянии 5 мм от поверхности, а после того, как наружный подточенный отваливается, проникают глубже. Выше поверхности воды и ниже дна древоточцев не наблюдается.



Рис. 29. Коррозия металлических конструкций причала



Рис. 30. Влияние древоточцев на конструкцию причала

Деревянные гидротехнические сооружения подвергаются и гниению: различного вида грибы, питаясь клетчаткой, превращают древесину в труху. В сухом воздухе и под водой древесина не гниёт. Наибольшему разрушению дерево подвергается в зоне переменного горизонта воды. При малой влажности развитие грибов прекращается из-за недостатка воды, а в насыщенной водой древесине – от недостаточного количества воздуха. Для защиты древесины одновременно от дровоточцев и гниения применяют различные антисептики. Известны случаи повреждения бетона и камня камнеточцами.

3.5. Геологические и геоморфологические условия

При выборе места расположения порта, проектирования портовых сооружений, подходов каналов необходимо знать *геологическую структуру* берегов и условия залегания пластов. Поэтому требуется предварительное проведение широких инженерно-геологических и геоморфологических исследований.

Рельеф и плановые очертания прибрежной суши, речного и морского дна нестабильны. Они изменяются под влиянием гидрологических и метеорологических факторов, а также гидрогеологических, связанных с движением грунтовых вод. Интенсивность и характер этих изменений зависит наряду с указанными причинами, также от свойств грунтов, строения берега и морского и речного дна.

Огромное значение для строительства портов имеет переформирование берегов.

На реках основной причиной, вызывающей переформирование берегов, являются течения. На водохранилищах и морях основной причиной изменения берегов в плане является волнение, которое стремится сгладить резкие неровности берега и образовать плавную прямую береговую линию.

В прибрежной мелководной зоне, где воздействие волны наиболее активно, откладываются грубозернистые обломочные осадки: непосредственно у берега – валуны, галька, гравий; далее в море – песок, вначале крупнозернистый и, наконец, – ил.

Галечники образуются в результате разрушения скал и отдельных глыб и валунов: пески являются следующей стадией разрушения крупнозернистого материала; ил завершает стадию разрушения обломочного материала (рис. 31).

Крупнообломочные породы – глыбы, валуны, галька – наиболее распространены в зоне прибоя, но встречаются также на глубине до 60 м, реже – на больших глубинах (рис. 32).

Пески чаще всего распространены в прибрежной зоне, залегая полосой различной ширины на глубину до 15÷20 м, а иногда до 200 м (рис. 33). Пески являются продуктами разрушения суши морями и реками.



Рис. 31. Галечник у берега



Рис. 32. Крупнообломочная порода у берега

Ил образуется в мелководных заливах, лиманах, лагунах, т. е. на изолированных от моря участках, либо на открытых участках моря, на глубинах свыше 20÷40 м. Эта зона занимает большую часть поверхности материковой отмели (полоса с глубинами до 200 м).

Органические отложения могут образовываться в особых условиях материковой отмели, когда поступление обломочного материала незначительно.

Выносимые реками *наносы* отлагаются в море слоями и достигают большого развития как по площади, так и по толщине (до 300 м и более), отложения, образующие дельты, в основном состоят из песков, песчаных глин, песчаных илов и растительных остатков. Гравий и галька, как и отложения известняка, встречаются редко.



Рис. 33. Песчаный берег

Работа моря на крутых берегах заключается в следующем:

- 1) разрушение берега;
- 2) обтачивание и шлифование разрушенного материала;
- 3) перенесение материала;
- 4) отложение продуктов разрушения.

Первые пути процесса носят название *абрази*. На пологом берегу последний всплеск прибойной волны в самой верхней части склона быстро всасывается, образуя слой из песка, гравия и гальки – так называемый береговой вал. На берегах Балтийского и Чёрного морей высота берегового вала не превышает 2,5 м, на Азовском море – 1,5 м.

Во время сильных бурь на мелководном подводном береговом склоне образуются *песчаные отмели* – подводные валы, расположенные на некотором расстоянии от берега, параллельно ему иногда несколькими рядами (рис. 34). Они отделены от берега и разделены между собой глубокими ложбинами. При бурях подводные валы могут превращаться в надводные и постепенно соединяться с берегом.

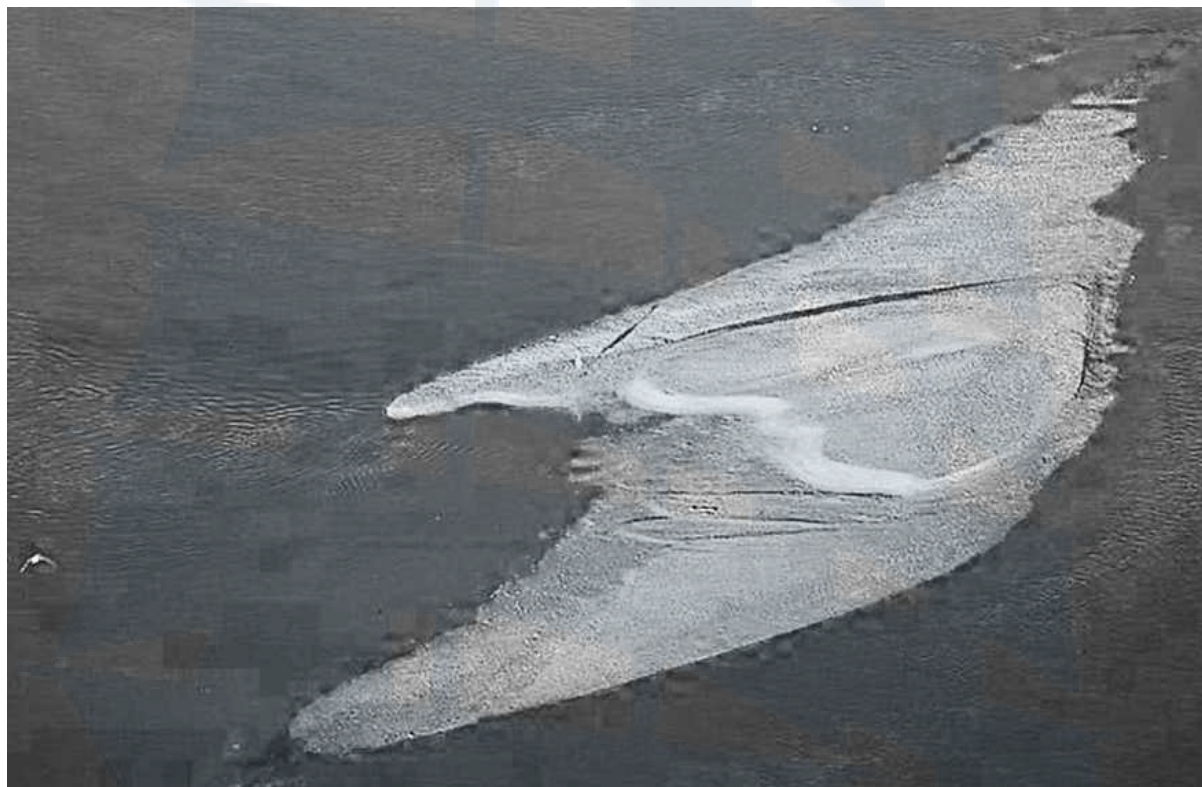


Рис. 34. Песчаная отмель

Изменяют конфигурацию берега и ветры, которые могут сдувать лёгкие высохшие частицы в море или нести их внутрь материка. При наличии ветров длительного действия в сторону берега вдоль морского берега образуются валы, называемые *дюнами* (рис. 35). По мере продвижения дюн вглубь берега на их месте возникают новые дюны. Скорость движения дюн колеблется в широких пределах, но обычно не превышает 25 м/год.

В ряде случаев по берегам наблюдаются *карстовые явления* (рис. 36) – пустоты, образовавшиеся в растворимых водой горных породах (известняков). Они имеются на Чёрном море у берегов Крыма и Кавказа.

Морским сооружениям могут создавать угрозу обвалы и осыпи. *Обвалом* (рис. 37) называются явления, когда масса породы под воздей-

ствием силы тяжести, поверхностных и подводных вод и выветривания мгновенно обрушиваются вниз.



Рис. 35. Песчаная дюна

Продукты разрушения горных пород в результате выветривания, скатывающиеся вниз по склону и скопляющиеся у его подножья, называют *осыпями* (рис. 38). На крутых берегах морей смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести называют *оползнями* (рис. 39). Многочисленны и разрушительны оползны по берегам Чёрного моря, Кавказского побережья, Одесского залива, Крыма.

Большие разрушительные удары испытывают высокие береговые обрывы. На пологих берегах прибойные волны меньше и разрушительная сила их слабее. На низменных берегах происходит не размыв, а отложения. Выступающие части берега постепенно разрушаются, а в углублениях происходит аккумуляция и увеличение площади, что приводит к выравниванию контура берега. *Наносы*, передвигаемые вдоль берега волнением и течением, отлагаются там, где уменьшается их скорость. Обычно это происходит у изгиба берега, что приводит к образованию *косы* (рис. 40). Косы начинаются у крутого поворота берега, причём линия внешней (морской) стороны представляет прямое продолжение береговой линии. Наносы на пляже и на подводном прибрежном

склоне находятся в постоянном движении вследствие воздействия на них течения и волнения.

Перемещение наносов зависит от крупности их частиц и от скорости струи воды. При волнении частицы воды у дна движутся с переменной скоростью, соответственно этому движутся и наносы. Скорости движения воды при прохождении гребня волны значительно больше, чем при прохождении её впадины, поэтому частицы наносов определённой крупности будут продвигаться только к берегу, что и ведёт к намыву пляжа. Очень мелкие частицы, не требующие большой скорости, перемещаются в сторону моря.

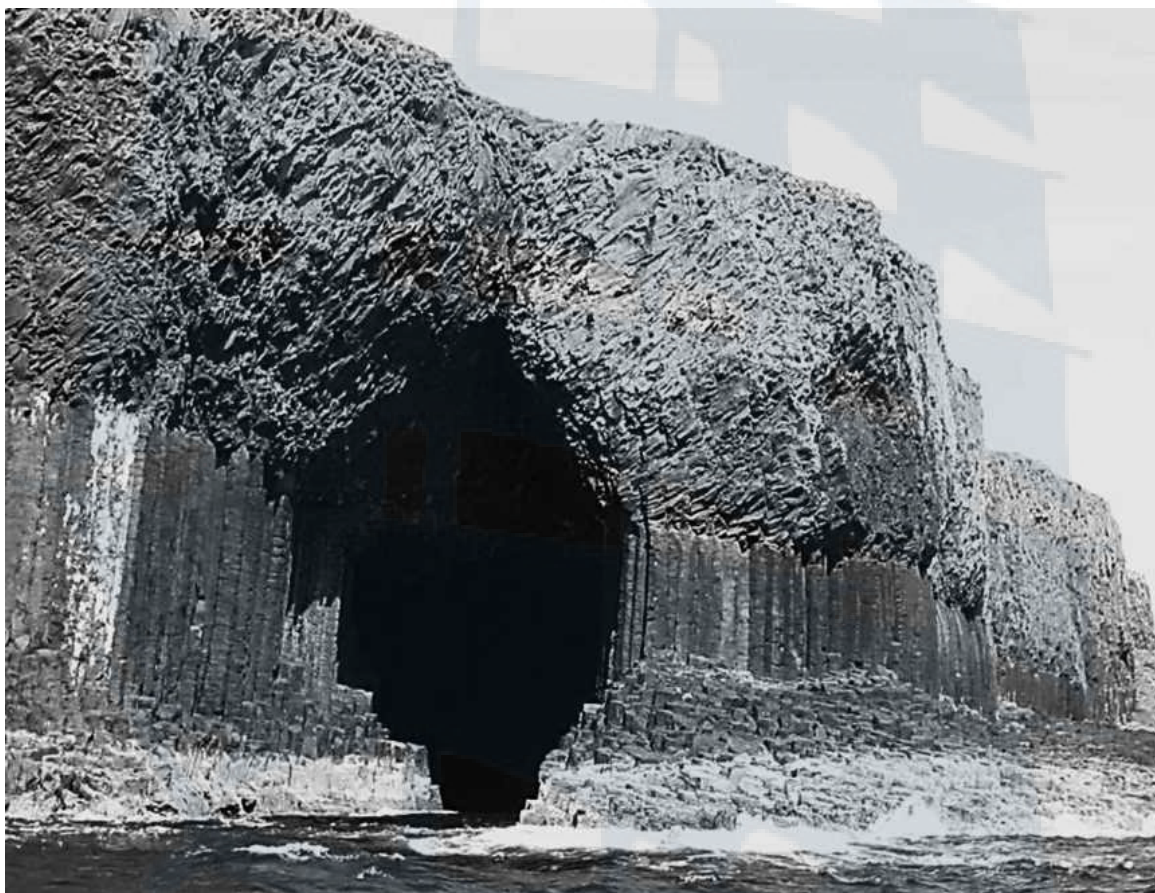


Рис. 36. Карстовая пустота у морского берега

Наносы, в зависимости от способа передвижения, могут быть:

- *взвешенные*, состоящие из мельчайших илистых и глинистых частиц, поднимаемые со дна волнением и переносимые во взвешенном состоянии, главным образом течением;
- *полувзвешенные*, состоящие из более крупных частиц, многократно поднимаемых волнением со дна и совершающих в период своих

кратковременных подъёмов скачкообразные перемещения под влиянием прибоя и прибрежного течения.

– *донные катучие*, состоящие из частиц, перемещение которых вследствие их крупности (галька и гравий) совершается перекачиванием или скольжением по дну при увеличении волнения и скорости придонного течения.

– *донные оплывающие*, которые являются результатом стекания илистых жидких отложений к пониженным местам дна, например, в искусственно созданных прорезях подходных каналов.



Рис. 37. Обвал морского берега

Направление волнения и течения определяет господствующее направление и движение наносов. На большинстве прямолинейных участков побережья наблюдается транзит наносов, когда уносимый объём наносов компенсируется приносимым объёмом, благодаря чему сохраняется устойчивость береговой черты.

Волнение может отличаться от господствующего, и движение наносов соответственно изменяет направление – некоторое количество наносов как бы блуждает в пределах данного участка. Это явление носит название миграции наносов. На выпуклом берегу при фронтальном подходе волн движение наносов идёт в разные стороны от оси – будет наблюдаться размыв берега. На вогнутом берегу при фронтальном под-

ходе волн движение наносов справа и слева идёт к оси бухты, создавая условия для аккумуляции наносов.

Различают *береговые* наносы, которые могут передвигаться вдоль берега на большие расстояния; и *морские* наносы, перемещающиеся с моря на берег.



Рис. 38. Осыпь морского берега



Рис. 39. Оползень морского берега

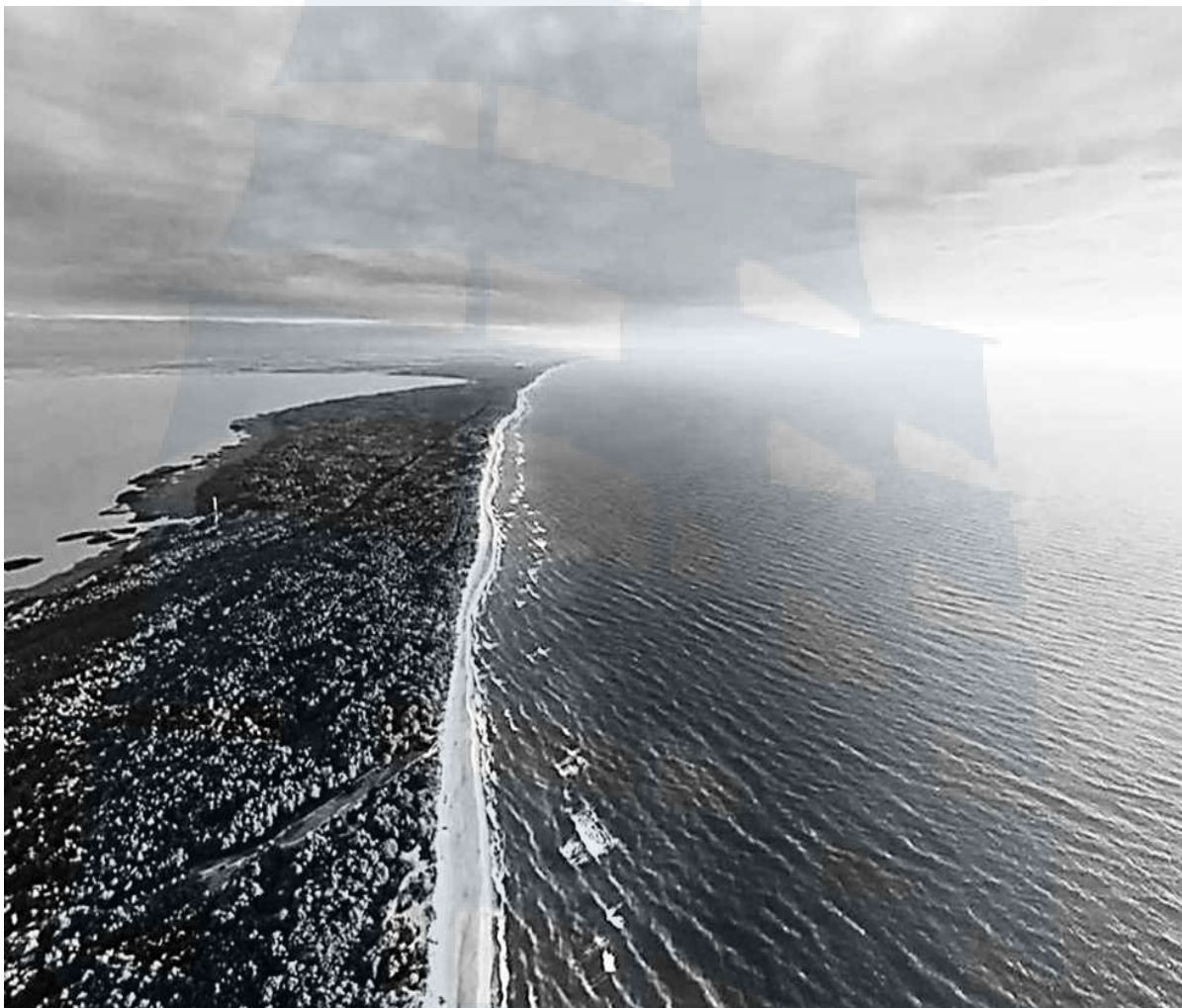


Рис. 40. Куришская коса

В результате штормового волнения песчаные и галечно-песчаные пляжи иногда оказываются размывтыми. *Размыв* пляжей происходит в зимний штормовой период, а *намыв* – в период летнего затишья. Обычно пляжи размываются катастрофически быстро, а намываются медленнее, едва заметно для наблюдения.

Режим движения наносов существенно влияет на расположение портовых оградительных сооружений. Так выдвигание мола на прямолинейном участке побережья может привести к нарушению транзита наносов, вследствие чего происходит интенсивное наращивание берега со стороны господствующего направления движения наносов и, наоборот, разрушение берега с другой стороны.

4. МОРСКИЕ ПÓРТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

Развитие морского транспорта в настоящий период характеризуется:

- а) ростом числа судов транспортного флота и их качественным изменением (специализация, увеличение размеров);
- б) концентрацией грузопотоков в крупнейших портах;
- в) узкой специализацией портовых районов (портовых перегрузочных комплексов) по способам перевозки и перевалки грузов;
- г) комплексным развитием морских портов с индустриализацией прилегающих промышленных районов;
- д) широким строительством новых глубоководных портов или районов для приема современных судов.

Одной из важнейших составляющих морской транспортной системы, обеспечивающей ее нормальное функционирование, являются морские порты. Морские и речные порты являются одной из основных частей мировой транспортной системы. Основная доля грузов, прибывающих в порт по водным путям, отправляется вглубь страны сухопутными видами транспорта: железнодорожным, автомобильным или воздушным. Перемещение груза из одного пункта в другой всегда связано с решением каких-либо народнохозяйственных задач, удовлетворением существующего спроса, созданием условий жизни и занятости населения. Ежечасно по нашей планете перемещаются потоки грузов – большие и малые, ощутимые и неощутимые. При этом большей части сухопутных перевозок предшествуют, либо следуют за ними, перевозки по внутренним и морским водным путям.

Крупный морской или речной торговый порт – одна из важнейших экономических и производственных структур любого государства. С одной стороны в порт стекаются потоки грузов из различных районов страны для их отправки в другие страны и континенты. С другой стороны, прибывающие морем товары перегружаются на речной, железнодорожный или автомобильный транспорты и направляются вглубь страны. Торговый порт – крупный по занимаемой площади комплекс сооружений, объектов и устройств, имеющий очень чёткое хозяйственное значение. Все компоненты этого комплекса подчинены единой цели: приёму, хранению и перевалке огромного количества грузов.

Порт – место с наивысшей плотностью сухопутных, речных и морских перевозок. Предпортовые сортировочные станции являются крупными железнодорожными узлами даже в объёме страны. Портовые

перевалочные базы для грузовых автомобилей по площади и грузообороту не уступают центральным перевалочным пунктам крупных городов. Ни в одном месте, ни на каких реках и каналах не наблюдается одновременно такого количества и многообразия речных судов, как в морском, а особенно в устьевом порту, венчающем систему водных путей региона.

Морской или речной торговый порт – это место демонстрации технических новинок в области создания самых различных видов сухопутных и водных транспортных средств, перегрузочных устройств, сооружений и объектов, систем и технологий. Это уникальный объект взаимодействия различных видов транспорта: морского, речного, автомобильного, трубопроводного, транспортерного, а иногда и воздушного.

В области деятельности порта оказывается целый ряд служб и учреждений: судоходные компании, транспортные агентства, конторы по фрахтованию судов, внешнеторговые фирмы, банки, страховые общества, судоремонтные заводы и судостроительные верфи, комплектующие базы, объекты здравоохранения, гостиницы, клубы и т. д. Все это делает порт местом, где происходит накопление и обмен знаниями и опытом, местом, отличным от любого крупнейшего столичного города или административного центра, лежащего вдали от водных путей.

Современная наука и практика современный порт называют не только пунктом перевалки грузов и пассажиров, но и участником особо динамичных логистических процессов, портом третьего поколения. Пройдя первую стадию развития, когда он являлся местом перевалки грузов, и вторую, где это был центр транспортных, промышленных и коммерческих услуг, в настоящее время порт становится интегрированным транспортным центром и логистической платформой для внешней торговли.

Современный порт представляет собой сложный комплекс инженерных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающих быструю и безопасную перевалку грузов водного транспорта на наземный и обратно. В порту грузы перегружают, осуществляют их хранение на складах, выполняют пассажирские операции, ремонт судов, комплексное обслуживание флота, его отстой на защищенной от волнения акватории. При этом в современных условиях развитие портов предусматривает их новые функциональные возможности, а именно:

- порт-завод;
- порт свободной/особой экономической зоны (СЭЗ, ОЭЗ).

Порт занимает существенное место в системе мультимодальных перевозок в транспортно-логистической цепи. В мультимодальных (смешанных) перевозках, использующих различные виды транспорта для доставки груза от отправителя до получателя в одном грузовом модуле, порт является ТУ – перегрузочной базой. Интенсивность перегрузочных работ определяет простой транспортных средств под перегрузкой и в ее ожидании и, следовательно, общее число транспортных средств, занятых для освоения грузопотока.

Транспортная логистика определяет возможность освоения грузопотока с минимальными затратами, рассматривая во взаимозависимости все обстоятельства: свойства груза, тару, упаковку, укрупнение грузовых мест и создание грузового модуля, пропускную способность перегрузочных баз (терминалов) и складов, провозную способность транспортных путей, информационные потоки, маркетинговые услуги в организации грузопотоков (спрос и предложение), безопасность груза, окружающей среды, сохранность материальных ценностей, страховку и т. п. – то есть все, что может повлиять с какой-то вероятностью на стоимость доставки груза (не учет чего-либо или выигрыш в малом, частном может привести к увеличению расходов по системе доставок в целом). Таким образом, укрупненная задача порта сводится к освоению материальных потоков (грузопотоков) и обеспечению сопровождающих информационных потоков.

Режим движения грузопотока определяется потребностями грузополучателя и грузоотправителя (с какой частотой подавать заданные партии груза), возможностями транспортных путей и терминалов.

Порт должен обеспечить комплексное обслуживание судов, то есть снабдить их во время стоянки топливом, водой, продовольствием, запасными частями и оборудованием, произвести ремонтные работы и т. п. Деятельность порта должна способствовать сокращению до минимума времени стоянки судов, с тем, чтобы они могли выполнять свое основное назначение – перевозку грузов. То же относится и к сухопутному транспорту, участвующему в перегрузочном процессе.

Для выполнения этих задач порт располагает соответствующими гидротехническими сооружениями (оградительными, причальными) и высокопроизводительным подъёмно-транспортным оборудованием: кранами (портальными, мостовыми, консольными, плавучими, на рельсовом ходу, гусеничными, автомобильными), перегружателями, подъёмниками, погрузчиками, вагоноопрокидывателями, конвейерами, штабелёрами и др.

За рубежом морские порты иногда называются *terminal* или *terminal facilities* – конечными устройствами. Но в последнее время слово «терминал» применяется к отдельным специализированным перегрузочным комплексам: контейнерный терминал, лесной, пассажирский, что означает один или группу причалов, оборудованных для производства погрузочно-разгрузочных работ с определенным видом груза или для посадки-высадки пассажиров.

4.1. Классификация портов

В мире функционирует большое количество портов, и существует общепринятая их классификация, которая, как и многие классификации, в достаточной мере условна. Порты классифицируют по ряду признаков, что удобно и для их изучения и для производственных целей:

– *по принадлежности*: гражданские и военные (для ВМФ). В настоящем учебном пособии рассматриваются гражданские (торговые) порты;

– *по назначению*: транспортные (торговые), а среди них порты *общего назначения*, в грузообороте которых ни один из видов грузов не является преобладающим, например, порт Владивосток (рис. 41) и *специализированные*, в грузообороте которых один из видов грузов преобладает над другими или является единственным (лесные, нефтяные, пассажирские), например порт Высоцк (рис. 42);

– порты *нетранспортного назначения* – порты-убежища (рис. 43), для укрытия от штормового воздействия плавучих средств с пониженными мореходными качествами (плавкраны, доки и вспомогательные плавсредства); *промышленные* порты для обслуживания крупных промышленных предприятий, например, порт «Северсталь» в г. Череповец (рис. 44); *бункеровочные* порты (рис. 45), расположенные на основных морских путях и служащие для обеспечения проходящих судов топливом, пресной водой, продовольствием, мелким ремонтом, и т. д.; *промысловые (рыбные)* порты (рис. 46) для обслуживания рыболовных (и других видов промысла), судов и обработки улова; порты для *спортивных судов* (рис. 47);

– *по району плавания* обслуживаемых судов: морские, обеспечивающие морское судоходство и речные, обслуживающие судоходство на внутренних водных путях.

Компоновка и конструктивные решения гидротехнических сооружений морских и речных портов имеют ряд специфических особенностей в связи со значительно большими размерами морских судов (по

сравнению с речными) и различиями природных условий. Зачастую, когда требуется перевалка с морских на речные суда и наоборот, порты совмещают в одном ТУ. Суда типа «река – море» могут обслуживаться в портах обоих типов.

– по географическому положению: порты, расположенные на открытом морском побережье – *морские* порты (рис. 48), требующие искусственной защиты от штормового волнения моря; *внутренние* порты (рис. 49), расположенные на естественных или искусственно созданных островах; *устьевые* порты (рис. 50) – в устьях рек.



Рис. 41. Порт Владивосток



Рис. 42. Нефтяной порт Высок

Среди *речных* портов различают: *русловые* порты (рис. 51) , расположенные в русловой части; *внерусловые*, находящиеся в искусственном бассейне, связанном с рекой; порты на *водохранилищах*; порты, расположенные в естественных бухтах (рис. 52), т. е., под защитой береговых выступов, практически не требующие искусственной защиты; порты в лагунах и лиманах, т. е. в водоёмах, отделённых от моря «косами»; *островные* порты (рис. 53) – на естественных или искусственно созданных островах, связанных с берегом или отделённых от него;



Рис. 43. Плавающий кран в порту-убежище



Рис. 44. Промышленный порт «Северсталь» в г. Череповец



Рис. 45. Бункеровочный порт



Рис. 46. Морской рыбный порт Калининград



Рис. 47. Яхт-клуб

– по продолжительности эксплуатации порты: круглогодичные, эксплуатирующиеся круглый год и сезонные, работающие только в то время, которое обусловлено замерзаемостью порта или сезонностью поступления грузов;

– по характеру и полноте услуг, оказываемых судам, порты делятся на: базовые порты, в которых производятся все виды обслуживания – это порты, где располагаются парокходства и базы и к которым приписаны суда; порты, не являющиеся пунктами приписки, но за которыми закреплены суда; порты с ограниченным обслуживанием (600 и более судозаходов) и порты с минимальным обслуживанием, без которого невозможно поддерживать нормальное судоходство;

– по технико-экономическим характеристикам (см. ниже раздел 4.5) морские порты делят в зависимости от характера и объемов перерабатываемого груза на 3 разряда, а наиболее крупные (Санкт-Петербург, Владивосток, Мурманск и др.) считаются внеэкономическими;

– по транспортному значению порты: мировые, являющиеся крупнейшими центрами мировой торговли и способные принимать и обрабатывать крупнейшие океанские суда; международные (крупные суда); национальные, каботажные;

– по отношению к уровню воды: порты, расположенные в районах больших приливно-отливных колебаний уровня воды иногда делают в виде бассейнов, где поддерживается постоянный уровень с помощью ворот-шлюзов – это закрытые порты (рис. 54) и открытые порты –

где глубины отсчитывают от низкого уровня, определённой обеспеченности;

– по грузообороту: крупнейшие (более 20 млн тонн в год), крупные (10-20), средние (5-10), небольшие (1-5), мелкие (от 1);



Рис. 48. Морской порт Тяньцзе



Рис. 49. Внутренний порт Гданьск (Польша)



Рис. 50. Устьевой порт Вентспилс (Латвия) в устье реки Вента



Рис. 51. Русловой порт на реке Лена

– по характеру эксплуатационной работы: транзитные порты, в которых груз передаётся на другие виды транспорта или другие суда и концевые, в которых груз после некоторой обработки остаётся в районе расположения порта; активные порты (отправление превышает прибытие), пассивные (наоборот);

– «портом освоения» называется порт, если в хозяйственный оборот вовлекаются ранее не освоенные или слабо освоенные территории, прилегающие к морскому побережью и строится порт, а затем населённый пункт и инфраструктура;



Рис. 52. Порт Ванино в естественной бухте



Рис. 53. Островной порт Сингапур

– «энергетический порт» – более высокая форма развития специализированных угольных или нефтяных портов. Такие порты строятся в промышленно-развитых и густонаселённых районах, постоянно нуж-

дающихся в тепловой и электроэнергии и строятся, как правило, на вновь созданной территории – искусственных островах, и позволяет сразу решить две важные и сложные задачи:

1) в таких портах уголь, нефтепродукты, и т. п. из трюмов судна попадают на энергетический склад ТЭЦ (снижаются траты и складские расходы),

2) решается экологическая проблема, так как энергетический порт вынесен за пределы населённых пунктов.

– «рекреационные» порты – расположены в курортной зоне и обеспечивают отдых и круизы.



Рис. 54. Закрытый порт Вильгельмсхафен (Германия)

Стремительная эволюция морского флота сформировала новые требования к классификации портов:

– *портовый хаб* (Hub) или порт-«ступица» или центр транshipmenta, т. е. центр перевалки грузов в морском порту с одного судна на другое (меньшего тоннажа) для отправки в порт с незначительными глубинами и обратно;

– *базовые «входные» порты* (Gateway ports) – часть глубоководных портов, обслуживающих океанские линии, ориентирующиеся на интермодальный транзит грузов, т.е. передачу груза между морской линией и «внутренним» транспортом (речным, железнодорожным, автомобильным);

– *фидерный порт* (Feeder ports) – международный интермодальный порт, обслуживающий линии от входных портов и портов транshipmenta (спицы от ступиц или фидеры от хабов) или, как частный случай, *каботажный* порт.

Таким образом, порт-«хаб» в основном ориентирован на завоз и вывоз груза морем в связи с фидерными портами, а «входной» порт консолидирует и распределяет грузы на территории своего тяготения в основном с помощью наземной системы распределения.

4.2. Основные элементы порта и требования к ним

В мире функционируют тысячи больших и малых портов различного назначения, при этом имеются общие для всех портов основные элементы. Так как в порту сочетаются водный и сухопутный виды транспорта, элементы любого порта должны располагаться как на водной поверхности, так и на суше. К ним относятся *акватория* (водная часть) и *территория* порта (сухопутная часть), водные и сухопутные *подходы* к порту (рис. 55; 56).

Независимо от расположения и назначения, технико-экономических характеристик, элементы портов должны соответствовать основным требованиям, обеспечивающим безаварийную, непрерывную и эффективную работу порта. В общем случае эти требования подразделяют на судоходные, эксплуатационные, строительные и экономические.

Судоходные (навигационные) требования вытекают из условий безопасности при подходе судов к порту (или отходе от него), а также маневрирования на акватории порта. В соответствии с судоходными требованиями элементы акватории порта должны обеспечивать:

- безопасность и удобство подхода к порту в неблагоприятных гидрометеорологических условиях;
- надёжную защищённость акватории порта от волн, течений, наносов и льда;
- достаточные размеры акватории для полного гашения инерции судна, его маневрирования собственными средствами и подвода к причалам;
- достаточные проходные глубины на подходном канале, входном рейде и операционной акватории.

Эксплуатационные требования должны обеспечивать эффективную транспортно-производственную деятельность порта и включают:

- незатопляемость территории;
- соответствие основных размеров элементов порта расчётному и перспективному грузо- и судообороту;

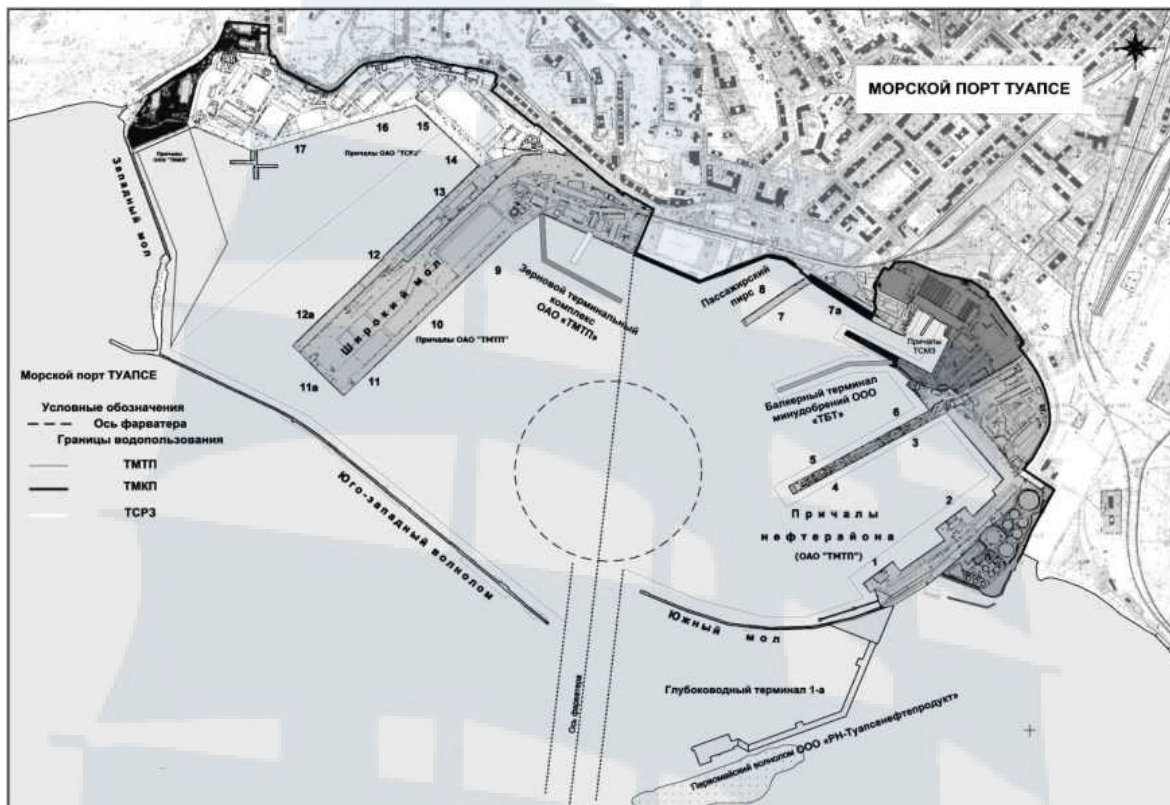


Рис. 55. План порта Туапсе

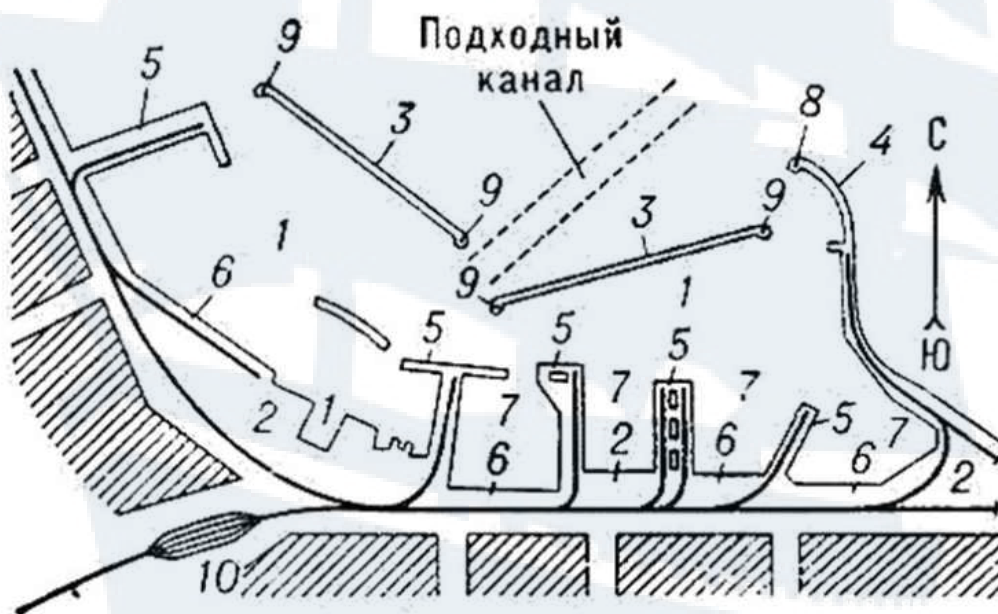


Рис. 56. Схема порта:

- 1 – акватория порта; 2 – территория порта; 3 – волнолом; 4 – мол;
 5 – пирс; 6 – набережная; 7 – бассейн; 8 – маяк; 9 – портовые огни;
 10 – предпортовая железнодорожная станция

- оптимальную защищённость оперативных бассейнов порта от волнения;
- обеспечение производства погрузочно-разгрузочных работ и пассажирских операций при неблагоприятных гидрометеорологических условиях;
- рациональное размещение порта по отношению к водным и сухопутным путям и его увязку с городом;
- рациональное зонирование и районирование территории порта с учётом экологических требований и санитарных норм;
- обеспечение кратчайшего пути движения груза через порт;
- обеспечение пожарной безопасности, условий охраны труда и сохранности грузов;
- выполнение операций комплексного обслуживания флота;
- благоприятные условия труда для работников порта и экипажей судов;
- возможность эффективного использования замерзающего порта в межнавигационный период.

Экономические требования предусматривают обеспечение высокой эффективности строительства и эксплуатации порта и предусматривают:

- применение наиболее экономичных конструкций и методов строительства;
- максимальное использование местных строительных материалов;
- организацию работы замерзающих портов в межнавигационный период (например, отгрузка и накопление массовых грузов после закрытия навигации, сдача крытых складов в аренду и т. п.);
- применение прогрессивных технологических схем и эффективной перегрузочной техники.

Строительные требования предусматривают:

- выбор рациональных и экономичных типов сооружений;
- обеспечение необходимой устойчивости и надёжности;
- обеспечение высокоэффективной организации и технологии строительных работ;
- возможность дальнейшего развития и реконструкции порта.

4.3. Акватория порта

Акватория морского порта – это водное пространство в границах морского порта, обеспечивающее в своей судоходной части маневриро-

вание и стоянку судов. Часть акватории, полностью или частично защищенная оградительными сооружениями или берегом от внешнего воздействия волн, наносов и льда, относится к *внутренней акватории* порта; незащищенная от данных воздействий часть акватории относится к *внешней акватории* порта. Элементы акватории порта:

а) внешние морские каналы, фарватеры и зоны маневрирования, расположенные на внешней акватории порта или на водных подходах к нему (рис. 57);

б) внутренние морские каналы, фарватеры и зоны маневрирования, расположенные на внутренней акватории порта (рис. 78):

- подходной канал к порту или фарватер;
- входной рейд;
- операционная акватория;
- разворотное место;
- внутренние судовые ходы;
- рейды для отстоя транспортных судов в ожидании постановки к причалам и по другим причинам;
- рейды для производства погрузочно-разгрузочных операций на акватории;
- акватория, необходимая для постановки стационарных или оперативных боновых заграждений с целью локализации возможных разливов нефтепродуктов.

4.3.1. Внешняя акватория

Внешняя акватория – морское пространство, примыкающее к порту. Внешнюю часть акватории составляют элементы водных подходов к порту: судовые ходы, включая подходные каналы, создаваемые при недостаточности естественных глубин; судоходную обстановку; внешние рейды. В торговых портах внешние рейды подразделяют на рейды *отстоя* и *перезрузочные*.

Судовой фарватер (ход) – это часть акватории морского порта или водных подходов к нему, безопасная в навигационном отношении, обеспеченная *средствами навигационного оборудования* (СНО) и предназначенная для следования судов. Фарватеры подразделяются по функциональному назначению на *подходные, входные, внутрибассейновые, транзитные*; по значимости – на *главные* и *боковые* (рис. 57; 78). В приглубых районах судовой ход проходит над естественными глубинами вплоть до внутренней акватории порта. В мелководных прибреж-

ных районах необходимо создание (путём дноуглубления) подходного канала, обеспечивающего достаточные проходные глубины.

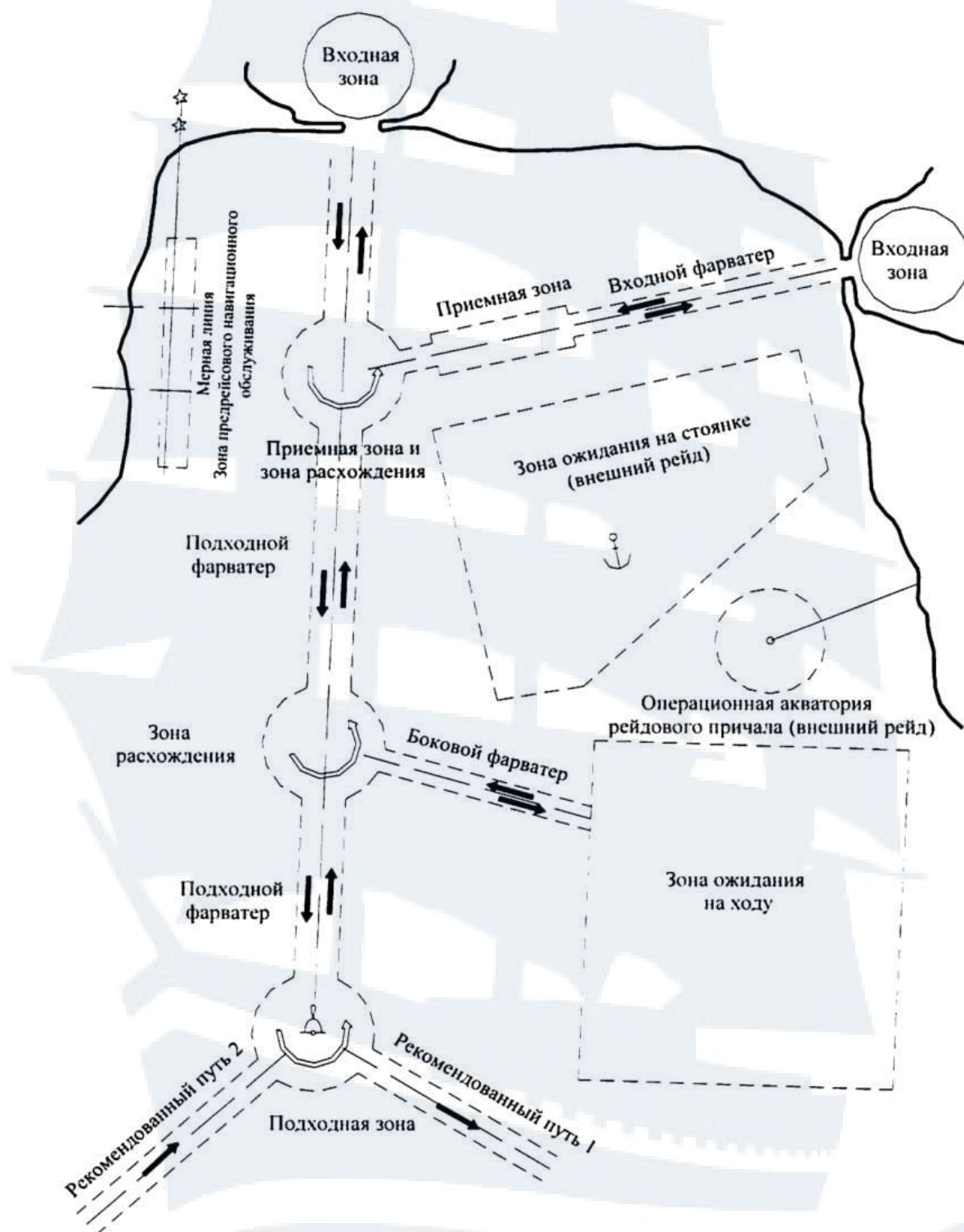


Рис. 57. Схема расположения элементов внешней акватории порта и водных подходов

Показанные на рис. 57: *зона ожидания на стоянке* – это зона маневрирования, предназначенная для отстоя судов в ожидании свободного причала, груза, особого распоряжения, а также по метеорологическим и другим причинам; *зона ожидания на ходу* – это зона маневрирования, используемая в случае, когда отстой судов в зоне ожидания невозможен по гидрометеорологическим условиям; *зона расхождения* – это зона маневрирования, предназначенная для расширения мест пересечения фарватеров в целях улучшения условий маневрирования судов; *подходная зона* – это зона маневрирования в месте соединения морских путей с фарватером, ведущим в акваторию порта; *приемная зона* – это зона маневрирования, связывающая подходной и входной фарватеры при приеме на борт (высадке) портового лоцмана.

Судоходная обстановка или *средства навигационного оборудования* – совокупность навигационных буёв, входных огней, створных знаков и маяков, предназначенных для обустройства водных подходов к порту с целью обеспечения безопасности входа/выхода судов. Навигационные буи располагают вдоль бровок подходных каналов, входные огни, как правило, на головах оградительных сооружений (рис. 58), створные знаки и маяки (рис. 59; 60) – на территории порта, либо прилегающих участках побережья.



Рис. 58. Огонь на голове мола порта Пионерский



Рис. 59. Створный навигационный знак в порту



Рис. 60. Маяк на Толстом мысу у Геленджика

Внешние рейды – участки внешней акватории, укрытые от сильного волнения, где суда могут стоять на якорях в ожидании постановки к причалу и входа во внутреннюю акваторию, или для выполнения различных операций, в том числе и грузовых, с помощью вспомогательного и технического флота (рис. 61).



Рис. 61. Суда на внешнем рейде порта

Внешний рейд располагается за пределами ограждённой акватории. Суда, стоящие на внешнем рейде, не должны затруднять движение или маневрирование судов, входящих в порт или выходящих из него. Внешние рейды должны быть безопасны и удобны для судоходства в течение всего навигационного периода. Глубина и площадь акватории внешнего рейда должна обеспечивать безопасную стоянку расчётного числа судов и их маневрирование. Естественная глубина внешнего рейда должна быть не более 50 м, рекомендуемая 20÷25 м. Размеры внешнего рейда определяют в зависимости от числа рейдовых стоянок, принятого способа постановки судов на рейде. Грунт должен хорошо держать якоря. Желательны естественные укрытия от господствующих штормовых ветров и крупной зыби. Скорость течений не должна превышать 1,5 м/с.

Способы и схемы постановки судов на рейдовых стоянках рассмотрены ниже. Иногда внешние рейды оборудуются выносными причальными устройствами (ВПУ) – *рейдовыми причалами*, представляющих собой *бочку*, установленными на «мёртвых» якорях (рис. 62) или *пал*, представляющие собой отдельно стоящие свайные или гравитационные сооружения, совмещающие функции швартовного и погрузо-разгрузочного устройства (рис. 63; 64). Рейдовые причалы, предназна-

ченные для перегрузки, частичной разгрузки и отстоя судов, могут располагаться как на внешней, так и на внутренней акваториях порта (рис. 64; 65).



Рис. 62. Швартовная бочка



Рис. 63. Швартовный пал



Рис. 64. Отстой судна у палов рейдового причала



Рис. 65. Танкер у рейдового причала

Внешние рейды для отстоя судов и перегрузочных операций следует размещать по возможности вблизи входа в порт. Размеры акватории, необходимой для отстоя судов на рейде, определяются в зависимости от принятого способа постановки (табл. 1).

Общие размеры рейда для отстоя судов определяются по числу мест для отстоя, размерами рейдовых стоянок, с учётом возможности независимого подхода к каждому месту. Длину якорного каната рекомендуется принимать в зависимости от глубины места постановки: при глубине до 50 м не менее 6 глубин. При выборе способа постановки судов для отстоя необходимо принимать во внимание, что при достаточно большой площади *внешнего* рейда в данном порту принимается отстой на якорь, как имеющий ряд преимуществ перед другими способами.

Таблица 1

Способы и схемы постановки судов на рейдовой стоянке на внешней акватории

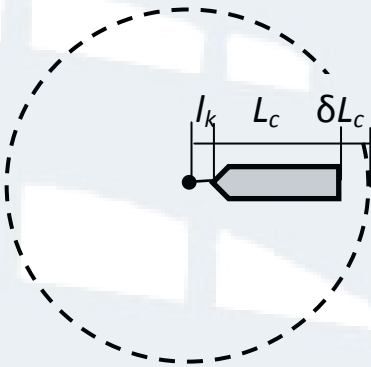
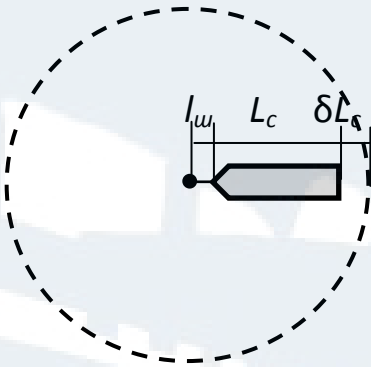
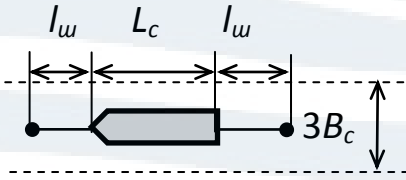
№ схемы	Способ постановки	Схема постановки	Определение размеров
1	Отстой на якорь (рис. 66)		l_k – длина якорного каната; $\delta L_c = 0,1 \cdot L_c$, но не менее 20 м – расстояние по корме судна для безопасности
2	Отстой на швартовной бочке или пале (рис. 67; 68)		l_w – проекция длины швартовного конца: для внешнего рейда – $l_w = 50$ м; $\delta L_c = 0,1 \cdot L_c$, но не менее 20 м
3	Отстой на 2-швартовных бочках или палах (рис. 69)		l_w – принимается по схеме 2



Рис. 66. Отстой судна на якоре



Рис. 67. Отстой судна на бочке



Рис. 68. Отстой судна на пале



Рис. 69. Отстой судна на двух бочках

4.3.2. Вход в порт

Под «входом в порт» понимается совокупность технических элементов, обеспечивающих единовременный вход (или выход) одного судна: входные ворота, примыкающий к ним участок подходного канала и входной зоны, т. е. элементы, влияющие на безопасность и продолжительность ввода и вывода судов (рис. 70).

Входные ворота – это элемент входа в порт, включающий участок канала фарватера, расположенный между головами оградительных сооружений. Ширина входных ворот $B_{вх}$ – проекция расстояния между головами оградительных сооружений на нормаль к оси судового фарватера.

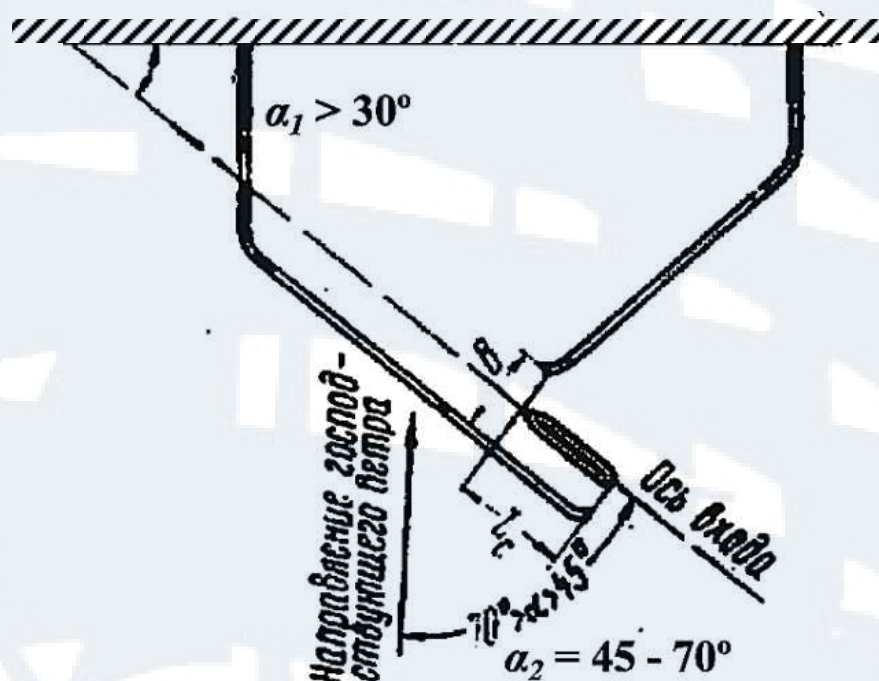


Рис. 70. Схема входа в порт

Вход в порт должен располагаться по возможности на отдалённом от берега участке внешних оградительных сооружений. Во избежание риска попадания судна на прибрежные отмели направление входа в порт должно составлять с береговой линией угол α_1 не менее 30° . Вместе с тем, угол α_2 между осью входа и направлением господствующего ветра не должен превышать 70° . Другое ограничение этого угла (менее 45°) учитывает требование защиты внутренней акватории от проникновения волн.

Для исключения опасности навала судна на голову ближайшего к берегу оградительного сооружения, желательно защитить вход более удалённым сооружением, выступающим за пределы входа на длину расчётного судна L_c .

При назначении ширины входа приходится искать компромисс между двумя требованиями. Условия наилучшей защиты акватории требуют уменьшения ширины входа, а для удобного захода судов в порт желательно иметь широкий вход. Для морских портов нормальная ширина входа равна $200 \div 300$ м (около длины расчётного судна). В некоторых случаях при вынужденной ориентировке входа в порт, близкой к направлению наиболее крупных волн, прибегают к перекрытию входа дополнительным волноломом.

За *навигационную ширину входа* принимается ширина по нормали к оси входа на навигационной глубине. При одностороннем движении навигационная ширина входных ворот определяется по формуле

$$B_{\text{вх}} = B_c \cdot (B_o \cdot k_{vw} \cdot k_a \cdot k_{vd} + 1), \text{ м}, \quad (7)$$

где B_c – ширина расчётного судна, м; B_o – относительная ширина маневровой полосы, определяемая в зависимости от скорости течения v_m и его курсового угла δ (табл. 2); k_{vw} – коэффициент критерия управляемости, который определяется в зависимости от скорости прохождения ворот судном v_c (при $v_c = 6$ уз., $k_{vw} = 1,03$); k_a – безразмерный коэффициент, определяемый (табл. 3) в зависимости от отношения площадей парусности надводного борта (с учётом надстроек) A_q к площади парусности подводного борта расчётного судна A_e (рис. 71); k_{vd} – безразмерный коэффициент, определяемый (табл. 4) в зависимости от водоизмещения судна M .

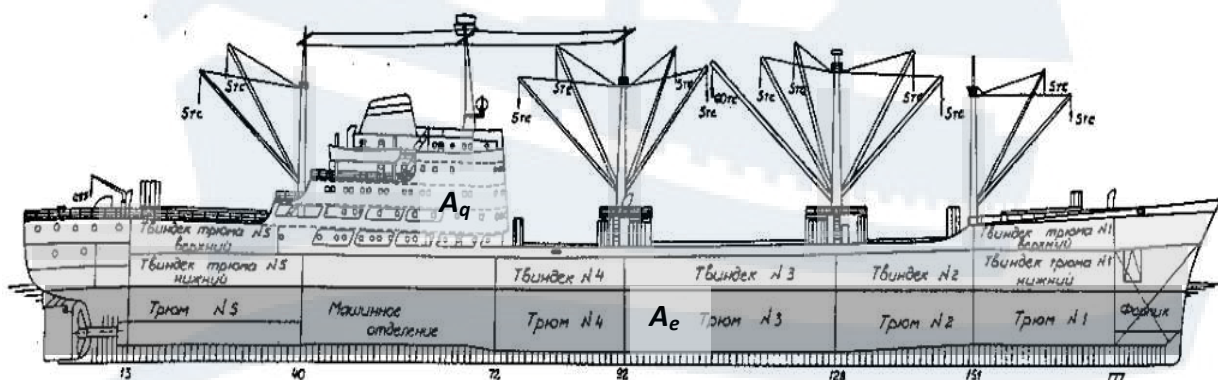


Рис. 71. Схема определения площадей парусности A_q и A_e

Ширина входных ворот, рассчитанная по вышеприведённой формуле, должна удовлетворять условию $B_{ex} \geq L_c$. При наличии подходного канала ширина B_{ex} может быть уменьшена до $0,8 \cdot L_c$. Для портов, эксплуатируемых в период ледового режима, ширина B_{ex} должна быть увеличена на 10 ÷ 15 %.

4.3.3. Конфигурация оградительных сооружений

Внешние оградительные сооружения образуют, как правило, *входные ворота* на внутреннюю акваторию порта. Входными воротами называют расстояние между головами оградительных сооружений.

Внешние оградительные сооружения служат для защиты внутренней акватории порта от волнения, заносимости и движущегося льда. Они подразделяются на:

- *молы* – сооружения, сопряжённые с берегом;
- *волноломы* – сооружения, не имеющие связи с берегом (рис. 56; 72).

Таблица 2

Относительная ширина маневровой полосы

$v_m \cdot \sin \delta$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
B_o	3,08	3,19	3,41	3,73	4,16	4,70	5,34

Таблица 3

Безразмерный коэффициент k_a

A_q / A_e	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
k_a	1,00	1,06	1,13	1,19	1,26	1,35	1,46	1,63

Таблица 4

Безразмерный коэффициент k_{vd}

$M, \text{ тыс. м}$	5	10	20	40	60	80	100	140	180
k_{vd}	1,48	1,37	1,30	1,15	1,09	1,06	1,03	1,02	1,00

Оградительные сооружения являются наиболее дорогостоящими сооружениями при строительстве морского порта, причем стоимость их резко возрастает с увеличением глубины акватории, размещения их на

открытых побережьях с неблагоприятными гидрометеорологическими условиями, необходимостью эффективной защиты от волнения и других факторов. Несмотря на эти факторы, оградительные сооружения стараются строить с наименьшими затратами материальных и финансовых ресурсов.

При разработке планового начертания оградительных сооружений необходимо учитывать: естественные условия (режим волнения, ветра, приливов, топографию, грунтовые условия дна акватории и др.), заданный уровень волнения на ограждаемой акватории; маневренность расчетных судов, степень обмена воды в акватории в условиях ее ограждения, стоимость строительства и эксплуатационные расходы, планы перспективного развития порта. При возможности стремятся расположить порты прежде всего в местах, максимально защищенных от волнения (бухта, залив, лиман и т. д.), дающих возможность или вообще исключить возведение оградительных сооружений, или свести к минимуму их длину и стоимость. Поэтому оградительные сооружения стараются возводить с использованием рифов, банок, отмелей и т. д. В то же время, головы оградительных сооружений рекомендуется выносить на естественные глубины, соответствующие объявленной глубине порта, чтобы не делать подходной канал.

Основные требования, которые необходимо учитывать при возведении оградительных сооружений:

- достаточность плановых размеров портовой акватории для размещения необходимого количества причалов с достаточно удобными подходами;
- надежная защищенность акватории порта и ее входов от волнения, течений, заносимости и плавающего льда;
- плавное криволинейное или слабо искривленное ломаное начертание в плане, не допускающее появления местных вихревых зон с усиленными донными течениями, угрожающими размывом грунта основания;
- минимальность вредных последствий для смежных с портом берегов, связанных с нарушением естественного режима наносов, при котором на одних участках побережья происходит их отложение, на других – размыв берега;
- оптимальность трассировки с учетом глубин и геологических условий в районе строительства. Следует учитывать, что значительное по длине сооружение, возведенное на плотных грунтах, может иметь меньшую стоимость, чем короткое сооружение на слабых грунтах.

Сооружение на меньших глубинах может испытывать большее силовое воздействие прибрежных волн, чем на больших глубинах, что потребует усиления его профиля и удорожания; как мы уже говорили – наличие естественных препятствий, защищающих акваторию порта (островов, отмелей, излучин берега, мысов и т. п.), позволяет сократить длину оградительных сооружений.

Оградительные сооружения могут иметь различную форму в плане: прямолинейную, криволинейную или ломаную. При этом вогнутость оградительных сооружений, направленная в сторону открытой воды, не допускается, так как в местах входящих углов возникает неблагоприятный волновой режим со значительным увеличением нагрузки по сравнению с нормальным воздействием волн на прямолинейных участках.

В зависимости от местных естественных условий, технико-экономических и технологических требований состав и расположение в плане оградительных сооружений могут быть разных вариантов (рис. 72). Обычно решение принимают на основе лабораторных исследований крупномасштабных моделей портов. Наиболее часто встречаются следующие решения планового расположения оградительных сооружений:

- одиночные молы,
- парные параллельные или сходящиеся молы;
- волноломы, расположенные параллельно берегу или под некоторым углом к нему;
- различные комбинации молов и волноломов.

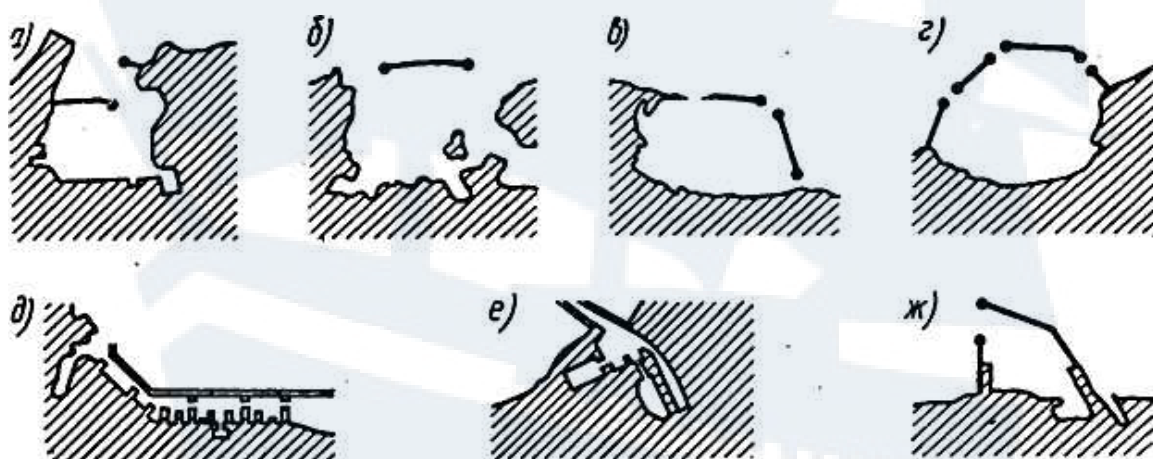


Рис. 72. Схемы оградительных сооружений:

а-г) молы, волноломы, комбинации молов и волноломов в портах, расположенных в бухтах и заливах; д) волнолом в порту, расположенном на открытом берегу; е) парные параллельные молы в порту, расположенном на открытом берегу; ж) парные сходящиеся молы в порту, расположенном на открытом берегу

Одиночные молы наиболее часто сооружаются в портах на открытом побережье при резко выраженном волнении одного направления или полузащищенных бухтах. Размер защищаемой акватории в этом случае невелик, поэтому применение одиночных молов характерно для небольших портов (рис. 73).



Рис. 73. Одиночный мол

Парные параллельные молы, направленные перпендикулярно или под острым углом к берегу, размещаются обычно в портах, расположенных у входа в узкую бухту, лиман или устье реки (рис. 50; 74). Головы парных молов выносят на глубины, где не происходит обрушения (*забурунивания*) волн. Молы защищают от заносимости акватории порта.



Рис. 74. Параллельные молы в Балтийске

Парные сходящиеся молы наиболее целесообразны при расположении порта на открытых побережьях, в частности на отмельных песчаных берегах (рис. 75). Такая конфигурация молов обеспечивает повышенный эффект гашения волн, так как постепенное расширение акватории от входа к берегу способствует их затуханию. Сходящиеся молы могут быть расположены симметрично или асимметрично, что позволяет прикрыть вход в порт от волнения господствующего направления и предупредить проникновение наносов на акваторию или отложение их у входа в порт и на подходном канале.

Волномолы, параллельные берегу, сооружают при сравнительно крутых уклонах дна (приглубое побережье). При этом при необходимости порт расширяют вдоль побережья. Входы в такие порты располагаются под небольшим углом к берегу, что сопряжено с опасностью выброса судна на берег при траверсных (перпендикулярных берегу) направлениях ветра и волнения. В этом случае порт имеет обычно два входа (рис. 76).

Комбинацию молов и волномолов применяют для защиты акватории в тех случаях, когда преобладающие ветры расположены по значительному сектору, что не позволяет обойтись одним молотом или одним волномолом (рис. 77). Обычно такие сооружения возводятся в крупных портах. Они имеют один или два входа, другие разрывы не используют для судоходства. Помимо основных внешних оградительных сооружений в портах с развитой акваторией возводят молы и акватории внутри огражденной акватории – внутренние оградительные сооружения. Их строят в тех случаях, когда размеры основной огражденной акватории значительны и расстояние от внешних оградительных сооружений настолько велико, что волны внутри от разгона становятся очень значительной величины у причалов.

Внутренние стороны молов обычно используют для отстоя судов и устройства причалов, не требующих наличия большой территории (например, для наливных, пассажирских или вспомогательных судов).

Если вычисленная по навигационным условиям ширина входа в порт не обеспечивает необходимой защищенности портовой акватории от волнения, предусматривают *перекрытие входа в порт*. Это достигается продлением одного из молов либо строительством волномола. Перекрытие целесообразно и тогда, когда под действием сильных ветров затруднен вход в порт.

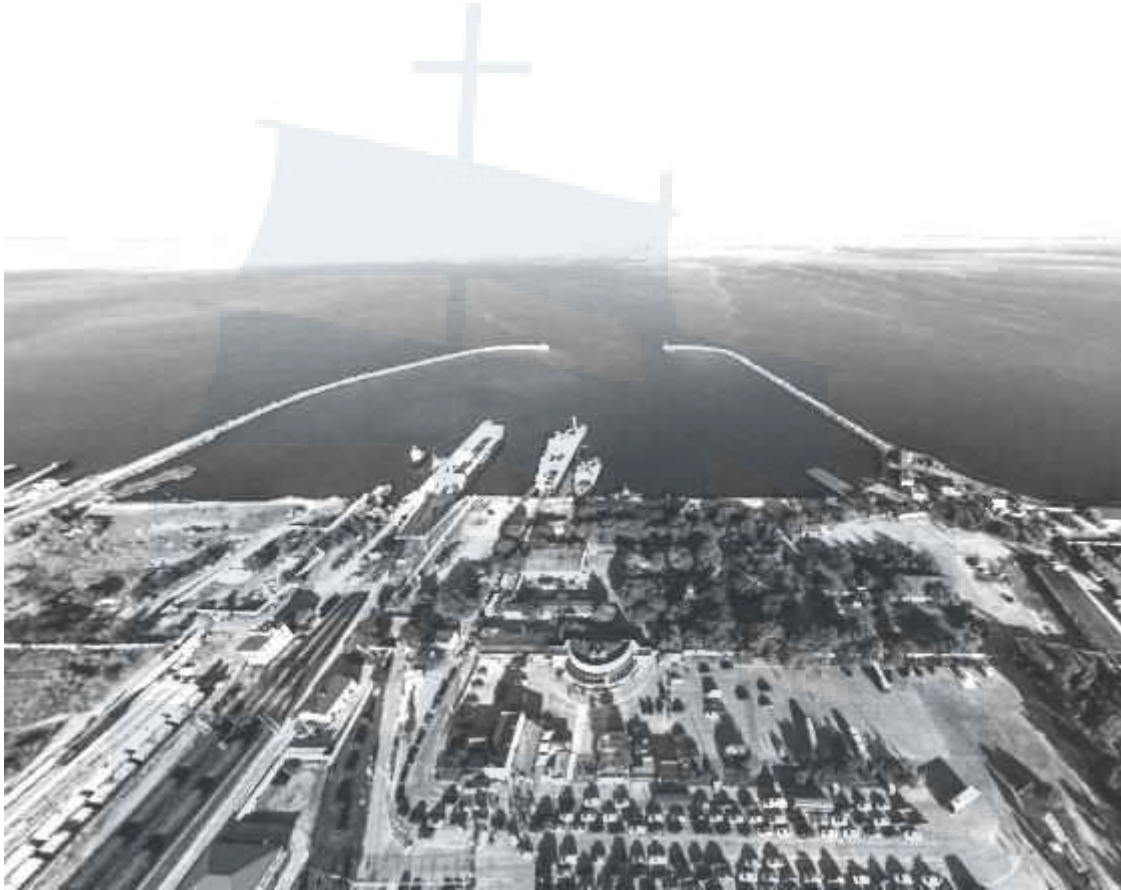


Рис. 75. Сходящиеся молы в порту Керчь (проект)

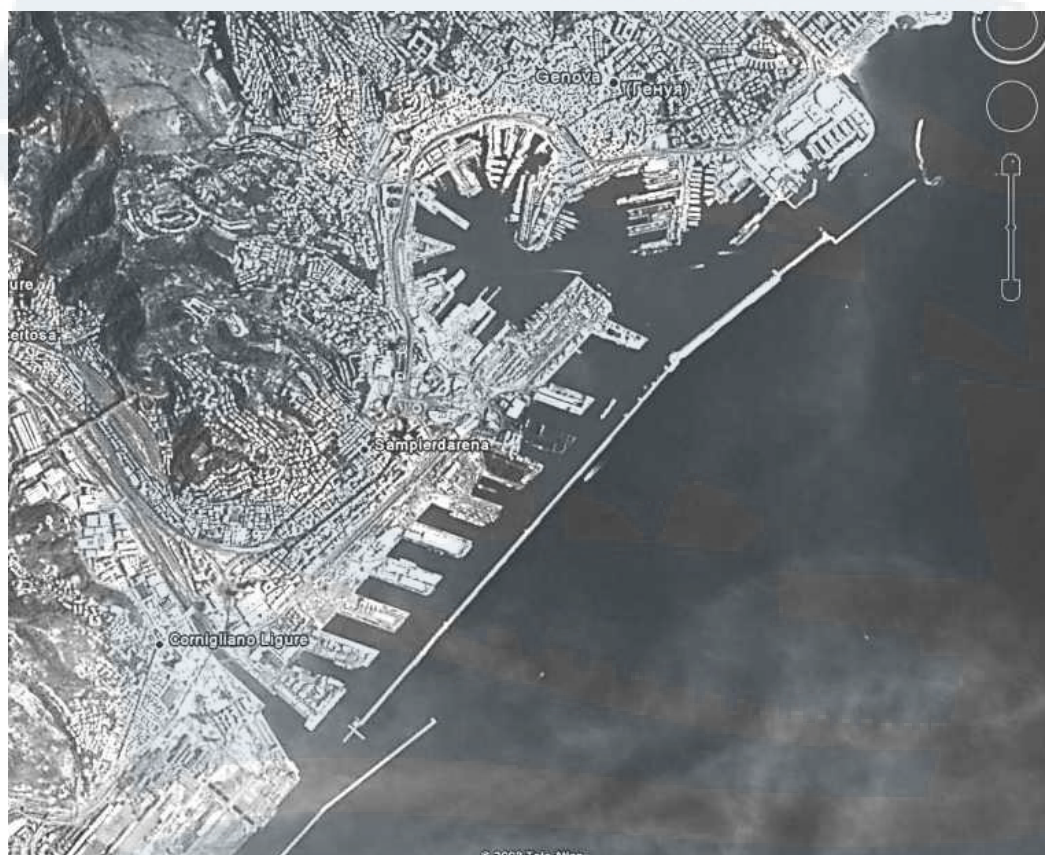


Рис. 76. Вид из космоса на волнолом, параллельный берегу в порту Генуя (Италия)



Рис. 77. Вид из космоса на комбинацию молов и волноломов в порту Александрия (Египет)

4.3.4. Внутренняя акватория

После прохождения входных ворот суда оказываются на *внутренней акватории* порта, основными элементами которой являются: входной (навигационный) рейд, по которому перемещаются суда или отстаиваются во время шторма.

В случае необходимости создают рейдовые причалы для перегрузочных работ; внутренние судовые фарватеры/ходы; внутренние огражденные сооружения; перегрузочный рейд; причальный рейд, причальные сооружения, образующие причальный фронт; береговые укрепления, а также отдельные бассейны, (гавани, ковши), примыкающие к внутреннему рейду (рис. 78).

Перегрузочный рейд – участок акватории, обустроенный швартовными буюми или палами и предназначенный для передачи грузов с крупных судов на малые (или наоборот) посредством плавучих перегрузочных машин (рис. 79).

Причальный рейд – участки акватории в виде гаваней, бассейнов или ковшей, примыкающих к причалам и обеспечивающих безопасное маневрирование, швартовку и стоянку судов при производстве перегрузочных операций (рис. 55; 56).

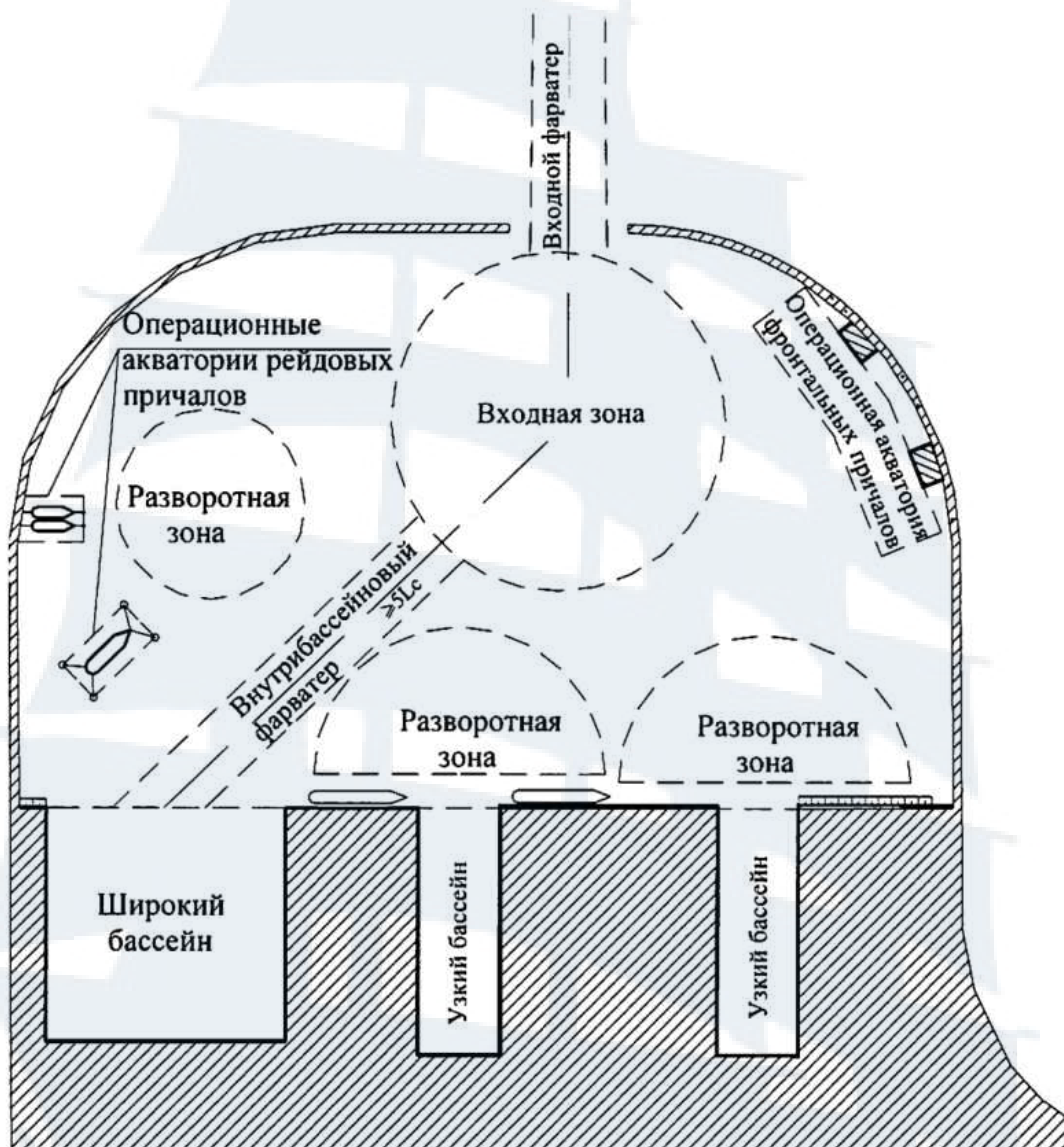


Рис. 78. Схема расположения элементов внутренней акватории порта

Внутренние оградительные сооружения служат для улучшения волнового режима в порту либо разделения районов портовой акватории различного технологического назначения (рис. 56; 79).

Входная зона – это зона маневрирования, примыкающая к входным воротам и предназначенная для осуществления маневров судов при их входе или выходе из порта. *Зона маневрирования* – этот компонент акватории морского порта или водных подходов к нему безопасный в навигационном отношении, обеспеченный средствами навигационного оборудования и предназначенный для маневрирования и стоянки судов; *разворотная зона* – это зона маневрирования, непосредственно прилегающая к операционной акватории причалов и предназначенная для маневрирования при входе (выходе) в (из) нее.

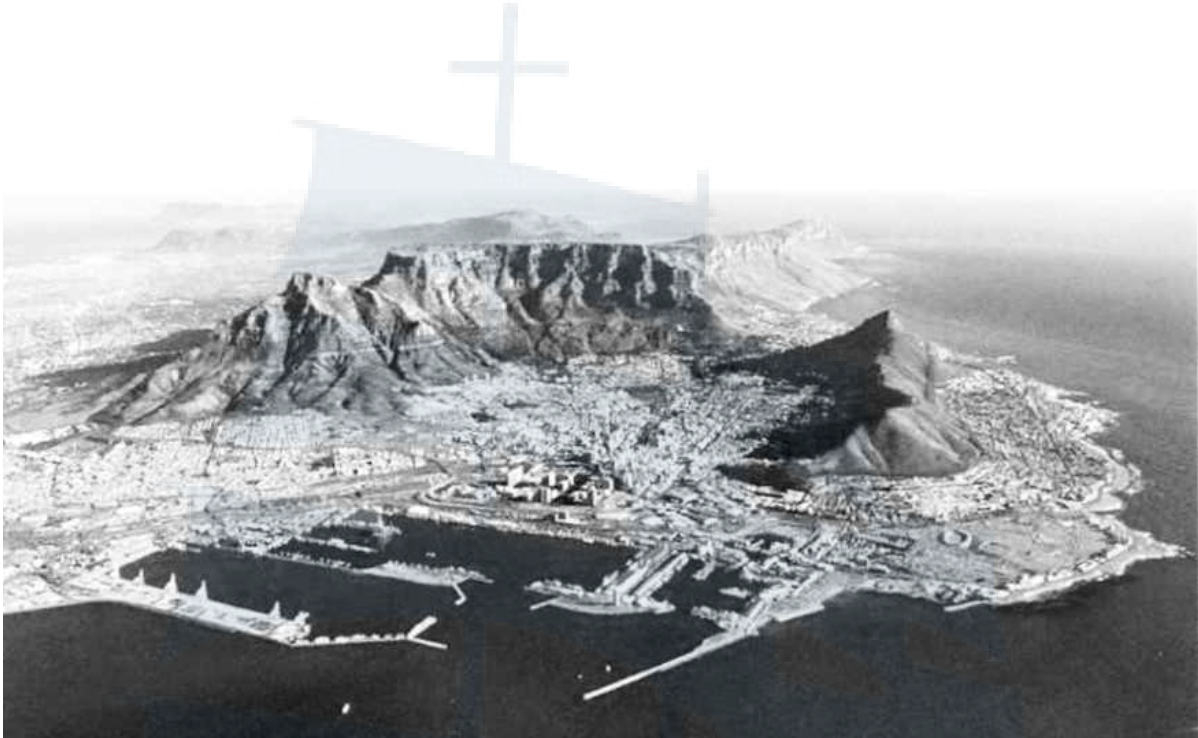


Рис. 79. Порт Кейптаун (ЮАР)

Внутренние судовые фарватеры/ходы, перегрузочный и причальный рейды составляют *оперативную акваторию порта*. Оперативная акватория порта включает *маневровую и операционную акватории*, примыкающие непосредственно к береговым и рейдовым причалам (рис. 80).

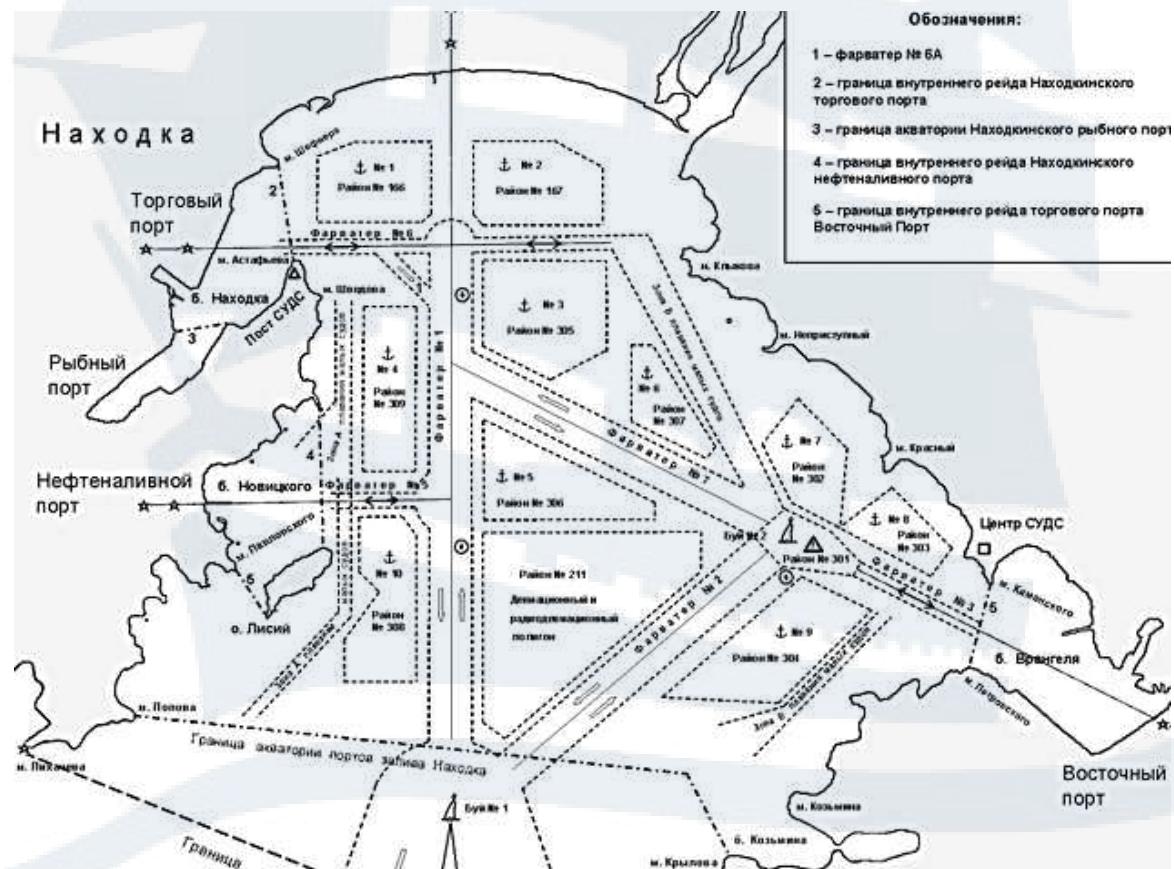


Рис. 80. Схема фарватеров и перегрузочных рейдов в порту Находка

Размеры основных элементов внутренней акватории порта определяют из условий безопасного входа, маневрирования и подхода судов к причалам, удобной и безопасной стоянки транспортных судов, работы портового флота и технических средств при выполнении грузовых и пассажирских операций, снабжении, обслуживании и отстое судов. Движение судов на внутренней акватории может происходить своим ходом или с применением одного или нескольких буксиров. Последние используются при стеснённой акватории и при постановке к причалу очень крупных судов (рис. 81).



Рис. 81. Буксиры заводят судно в порт

При входе в порт судно, как правило, должно двигаться прямолинейно и иметь перед собой достаточное водное пространство для снижения скорости, причём для быстрой остановки судно реверсирует, т. е. переводят на «задний ход». Пробег судна от момента перехода на режим «полный задний» до остановки зависит от начальной скорости маневрирования и может составлять $5 \div 7 L_c$ при режиме «средний ход» и $1 \div 1,5 L_c$ при режиме «самый малый». При развороте судно движется по кривой циркуляции, близкой к окружности, составляющей от 3 до 5 L_c . При этом учитываются конкретные условия естественного режима с учётом эксплуатационных и навигационных требований. Акваторию оснащают необходимым навигационным оборудованием (судоходной обстановкой) для обеспечения безопасности движения судов. *Входной рейд (маневровая акватория)* должен иметь такие размеры и плановые очертания, которые позволяют судну при сильном ветре осуществлять любые манёвры при заходе/выходе в порт, а именно, гашение инерции судна, разворот судна собственными средствами на требуемый угол по дуге циркуляции, отдачу якоря, а также проводить временную стоянку на рейде (рис. 82). Акватории входного рейда придают в плане очерта-

ние полного круга диаметром $D = 3,5 \cdot L_c$ или полукруга (для стеснённой акватории) $R = 2,5 \cdot L_c$, причём круг или полукруг должны располагаться так, чтобы ось входа пересекала или касалась их.

Если судно входит в порт без буксиров, то длина прямолинейного участка, где производится гашение его скорости составляет $3,5 \div 4,0 L_c$. Минимальное расстояние прямолинейного участка по оси входа в конкретных случаях может быть увеличено до $4,5 \cdot L_c$ с учётом маневренных характеристик расчётных судов, а также гидрометеорологических условий (ледовый режим, течения, ветер) проектируемого порта.

В случае, если предусматривается осуществление операций ввода-вывода судов из порта посредством буксиров, площадь входного рейда должна быть такой, чтобы в неё можно было вписать окружность диаметром не менее $D = 2 \cdot L_c$. Для обеспечения безопасности плавания границы площади, предназначенной для маневрирования, должны быть расположены на расстоянии не менее чем $2 \cdot V_c$ расчётного судна от ограждающих и других сооружений. Маневровая зона не должна накладываться на участки акватории, которые отведены для судовых ходов, операционных акваторий и рейдовых стоянок. Для крупных судов $L_c > 150$ м, в стеснённых условиях допускается устройство разворотного круга $D \geq 2 \cdot L_c$ на акватории, но при этом все маневровые операции на входе, а также при постановке судов к причалу и отходу от них выполняются с помощью буксиров и портовых лоцманов. Также их используют, когда для крупных судов входной рейд невозможно разместить на внутренней акватории.

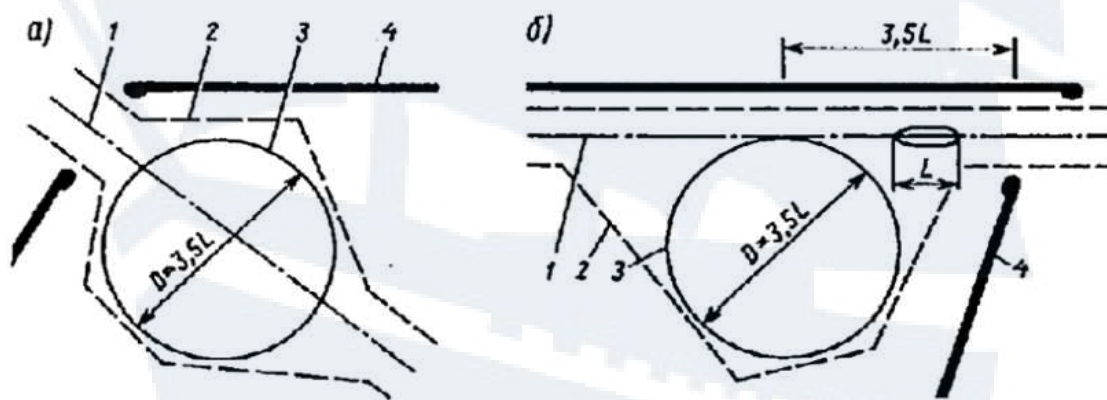


Рис. 82. Схема маневровой акватории входного рейда:

1 – ось входа; 2 – граница рейда; 3 – маневровая акватория; 4 – мол

Выбор оптимальных параметров *операционной акватории* производится на основе технических и эксплуатационных показателей и определяется следующими условиями: планировка и размеры акватории

должны обеспечивать удобное и безопасное расхождение судов при их маневрировании у причалов. На размеры операционной акватории существенное влияние оказывает *конфигурация причального фронта*, которая должна удовлетворять также требованиям компоновки железнодорожных путей и автомобильных дорог.

4.3.5. Конфигурация причального фронта

К причальному фронту относятся сооружения, служащие для обеспечения подхода, швартовки и стоянки судов, для передачи грузов и пассажиров с борта судов на берег и обратно и других операций. Причальные сооружения образуют *причальный фронт*.

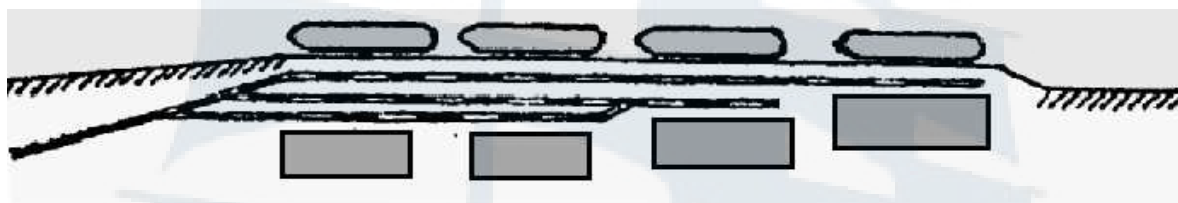
Конфигурация причальной линии – расположение причального фронта в плане, отвечающее оптимальности учета многих факторов. Требования, предъявляемые к расположению в плане причального фронта, диктуются необходимостью создания благоприятных условий для обработки судов и эффективной работы сухопутных видов транспорта.

Начертание в плане причальной линии должно обеспечивать:

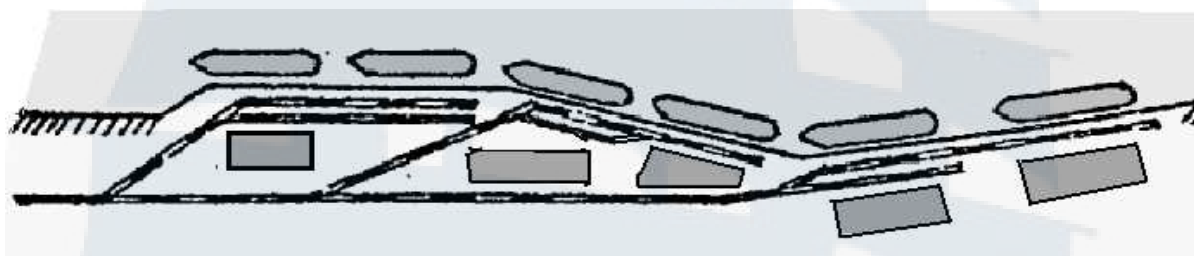
- размещение расчетного числа причалов при соблюдении необходимых разрывов между отдельными причалами и районами;
- необходимые размеры операционной зоны (морской грузовой фронт, склады, железнодорожный и автомобильный грузовые фронты);
- рациональное размещение перегрузочного оборудования, складских площадок и береговых сооружений, подъездных путей сухопутного транспорта;
- создание рациональных по форме и размерам бассейнов, врезанных в берег или образованных пирсами;
- удобство подходов судов к причалам, их швартовки и отхода от причалов;
- благоприятные условия отстоя судов у причалов с точки зрения допустимых высот волн;
- минимальный объем черпания при создании необходимых глубин у причалов и малую заносимость в районе причалов;
- расположение причальных сооружений в зоне с наиболее благоприятными топографическими и геологическими условиями.

По конфигурации причальный фронт порта может располагаться вдоль береговой линии – *фронтальное* начертание (рис. 83; 84), выдвигаться в акваторию нормально или под углом к линии берега – *пирсовое* начертание (рис. 85; 86), врезаться в берег – *ковшовое* начерта-

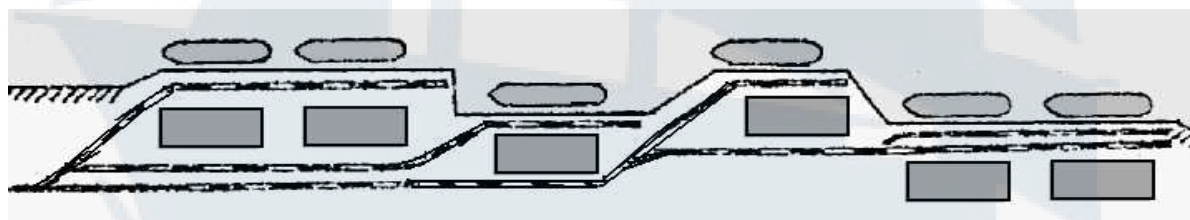
ние (рис. 87; 88). При пирсовом и ковшовом расположении причально-го фронта между причалами образуется операционная акватория – *ковши* (*бассейны*). В зависимости от возможности разворота судов ковши (*бассейны*) разделяются на *узкие*, в которых разворот судна не предусматривается, и *широкие*, в которых обеспечена возможность разворота судна с помощью буксира.



а) прямолинейная



б) ломаная



в) ступенчатая

Рис. 83. Формы фронтальной причальной линии

Бассейны речных портов размещают под острым углом к направлению течения во избежание попадания в бассейны речных наносов и льда.

Фронтальное расположение причалов наиболее просто в исполнении и обычно достаточно удобно для подхода судов. Разновидностью фронтального расположения является ступенчатая (пилообразная) конфигурация причального фронта, удобная при загрузке судов через кормовые и носовые лацпорты.

Фронтальное расположение причалов удобно принимать в хорошо защищенных естественных бухтах и заливах большого размера, в портах на открытом побережье при небольшом числе причалов. Довольно

часто встречается расположение причалов вдоль оградительных сооружений, при этом причалы находятся в корне молов (широкие молы), хотя встречается глубоководное расположение причалов, для них не требуется дноуглубление.



Рис. 84. Фронтальное расположение причалов в порту Бремен (Германия)

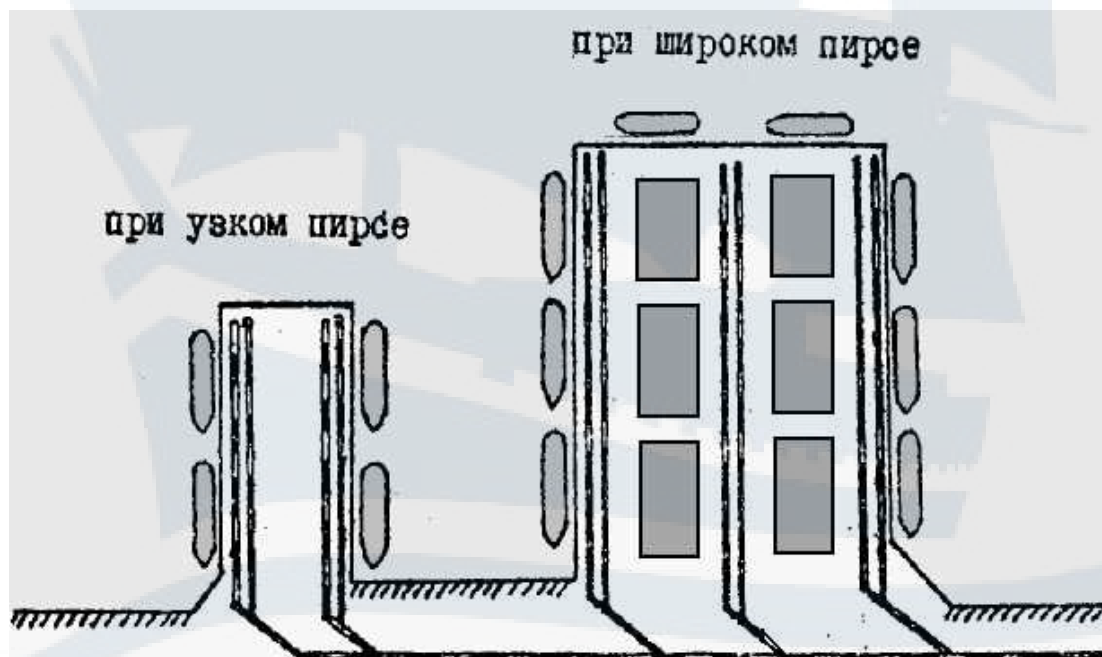


Рис. 85. Пирсовая форма причальной линии



Рис. 86. Пирсы в порту Новороссийск

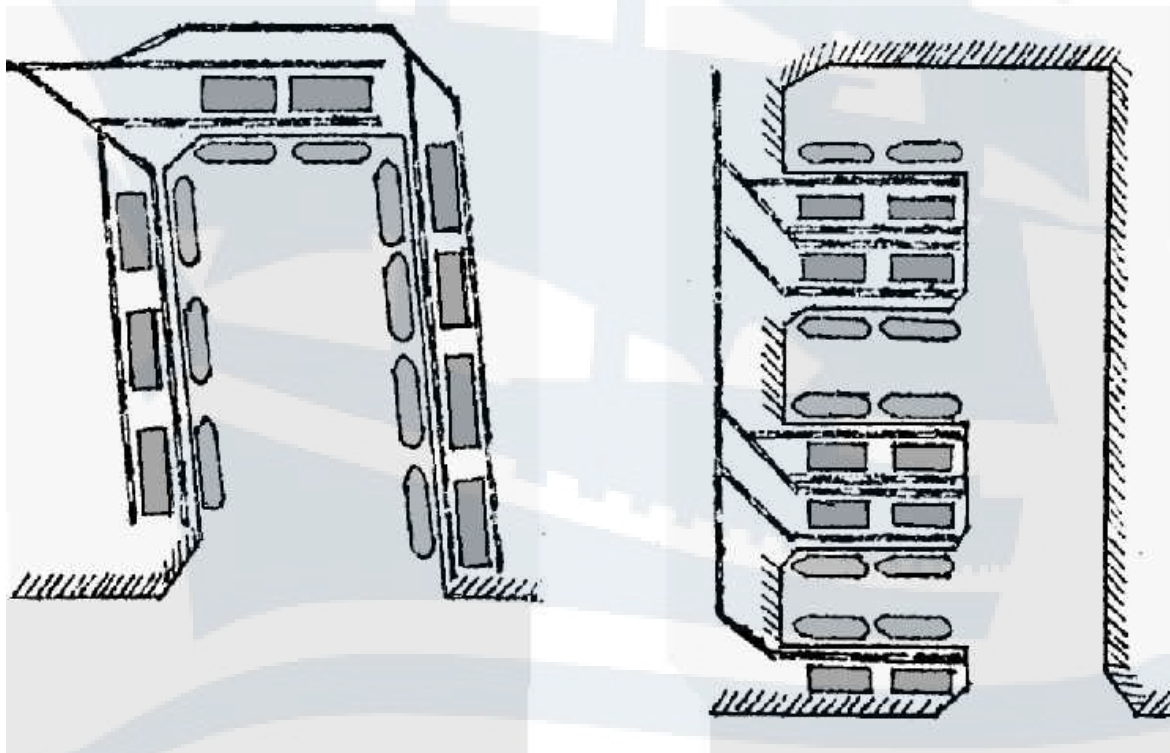


Рис. 87. Ковшовая форма причальной линии



Рис. 88. Ковшовая форма причалов в порту Санкт-Петербург

Однако при фронтальном расположении причалов акватория и территория порта оказываются растянутыми вдоль береговой линии, что приводит к удлинению оградительных сооружений, сухопутных и водных подходов, портовых транспортных коммуникаций и инженерных сетей.

При *пирсовом расположении* причалов порт оказывается более компактным, уменьшается длина оградительных сооружений и подходов к порту.

Главной особенностью пирсового начертания причального фронта является концентрация большого числа причалов на ограниченном участке берега, что позволяет существенно уменьшить длину оградительных сооружений, необходимых для защиты причального фронта. Вместе с тем при пирсовой системе невозможно иметь большие операционные площадки непосредственно у причального фронта. Удаленными от линии кордона оказываются тыловые склады, располагаемые в производственной зоне. Однако недостатки менее существенны, чем преимущества пирсовой системы. Оси пирсов располагаются под углом $90\div 120$ градусов к береговой линии.

В большинстве современных портов используется комбинация широких пирсов и фронтально расположенных причалов.

Узкие пирсы. Под узкими пирсами понимают причальные сооружения, предназначенные для стоянки судов и производства перегрузочных операций, на территории которых не предусматривается складирование перерабатываемых грузов. Узкие пирсы (20-60 м шириной) устраивают для погрузки-разгрузки наливных и навалочных грузов, а также для пассажирских причалов. На узких пирсах устраивают 1-2 причала. На широких пирсах (250÷350 м шириной) для рационального использования их территории располагают не менее 2 и не более 4 причалов с каждой стороны.

Узкие пирсы могут примыкать торцом непосредственно к береговой линии, либо быть связанными с берегом соединительной эстакадой и дамбой (например, отсыпанной из камня), либо только соединительной эстакадой, которая имеет длину до 4÷5 км (для рейдовых причалов). При большой длине эстакады следует рассматривать вопрос о строительстве рейдового причала либо о возведении причала в другом месте. Длину соединительной части выбирают на основе технико-экономического сопоставления вариантов при выходе на естественные глубины или при учете стоимости дноуглубления для образования проектной глубины.

Узкие пирсы применяют в качестве специализированных причалов: нефтяных, зерновых, судоремонтных и пассажирских. Для переработки навалочных грузов узкие пирсы оборудуются перегрузочными машинами и конвейерными линиями. Узкие пирсы могут располагаться нормально, под углами либо параллельно береговой линии. В последнем случае соединительных эстакад может быть несколько. При этом на незащищенных акваториях ориентировку оси пирса относительно берега рекомендуется назначать по среднему лучу сектора расчетного волнения.

Ковшовое расположение причального фронта (в бассейнах, вырытых на берегу – ковшах), имеется во многих портах, в частности, в районах с большими приливно-отливными колебаниями воды. В этом случае бассейны делают закрытыми, со шлюзами и поддерживают в них уровень, близкий к приливному. Такие причалы имеют те же преимущества и недостатки что и пирсы: большие объемы дноуглубительных работ.

В табл. 5 приведена характеристика преимуществ и недостатков различных конфигураций причальной линии.

Рациональная конфигурация причальной линии выбирается на основе данных о тенденциях развития транспортного флота, естественных условий акватории и территории, транспортных коммуникаций и требований к районированию порта. При разработке конфигурации причальной линии учитывается общая компоновка порта, или района, или перегрузочного комплекса.

Таблица 5

Характеристика конфигураций причальной линии

Тип причального фронта	Достоинства	Недостатки
В линию	Простота, малая стоимость постройки, удобная компоновка территории, простота швартовки	Растянутость порта, увеличение длины оградительных сооружений и подъездных путей, осложнение подачи вагонов к причалам
Ломаная линия		Увеличенные расстояния между причалами, менее удобное размещение складов
Ступенчатая	Удобная компоновка подъездных путей, удобства обработки накатных судов (с носа или с кормы)	Сложнее и дороже постройка
Широкий пирс	Более компактная территория порта, уменьшение длины оградительных сооружений, больше глубины у причалов	Высокая стоимость постройки, торцевую часть пирса неудобно использовать под грузовые причалы, оторванность от причалов тыловых складов
Узкий пирс	Простота и небольшая стоимость постройки	Удалённость складов от причалов.
В широком бассейне	Удобство маневрирования в бассейне Защита от волнения и течения	Сложность очистки акватории от льда и сточных вод.
В узком бассейне	Возможность создания доков (исключение влияния колебаний уровня воды у причала). Защита от волнения и течения	ограничение свободы маневров у причалов

Рекомендуемые формы причальных линий для различных грузовых и пассажирских районов (перегрузочных комплексов – ПК) даны в табл. 6.

Рекомендуемые формы причальной линии

Форма причальной линии	Рекомендуемое технологическое назначение ПК	Оптимальные условия осуществления	Неблагоприятные условия осуществления
Фронтальная	1) ПК с крановыми схемами механизации для генеральных и навалочных грузов крытого и открытого хранения и лесных грузов. 2) ПК для контейнеров, трейлеров, колесной техники и т. п. грузов. 3) ПК для лесных грузов (при специализированных схемах механизации с использованием местных перегружателей). 4) Пассажирыские комплексы	1) Расположение ПК (района) в естественной защищенной бухте или заливе достаточно больших размеров, либо на берегу судоходной реки. 2) Пологий рельеф в районе сравнительно широких долин. 3) Наличие скальных или др. твердых грунтов в зоне строительства причала при их выходе не выше глубины заложения причалов. 4) Наличие течений и каналов вдоль берега. 5) Достаточная ширина территории	1) Необходимость создания искусственных ограждений и сооружений. 2) Гористый или холмистый рельеф местности с крутым надводным береговым уступом
Пирсовая	1) ПК генеральных навал. грузов крытого и открытого хранения (при универсальных крановых схемах механизации). 2) Специальные ПК навалочных грузов, с использованием контейнерных установок, пневмо- и гидротранспорта. 3) ПК для грузов, опасных в пожарном и санитарном отношении. 4) ПК для слива и налива сырой нефти, химических грузов, сжиженных газов. 5) Железнодорожные и автомобильные морские паромные ПК. 6) Пассажирыские комплексы	1) Расположение ПК (района) на открытом морском побережье с искусственной огражденной акваторией в защищенной бухте или заливе. 2) Наличие в зоне строительства пирсов грунтов с достаточной несущей способностью. 3) Ограниченная площадь территории ПК. 4) Ограниченная длина береговой полосы	1) Недостаточные для маневрирования судов размеры акватории. 2) Круто падающий в сторону акватории рельеф дна, когда естественные глубины в зоне строительства превышают расчетную глубину причала. 3) Наличие течений и движений наносов, направленных вдоль берега. 4) Льдообразование в северных условиях

Форма причальной линии	Рекомендуемое технологическое назначение ПК	Оптимальные условия осуществления	Неблагоприятные условия осуществления
Ковшовая	1) ПК с крановой схемой механизации для генеральных и навалочных грузов крытого и открытого хранения и лесных грузов. 2) ПК для грузов, опасных в санитарном и пожарном отношении. 3) Железнодорожные и автомобильные морские паромные ПК. 4) ПК для приема и обработки судов лихтеровозов. 5) Пассажирские комплексы	1) Круто падающий в сторону акватории рельеф дна. Наличие в зоне ковша мощных илистых донных отложений	

4.3.6. Операционная акватория причалов

К операционной акватории относятся:

- водное пространство между пирсами;
- водная поверхность ковшей;
- акватории, примыкающие к фронтально расположенным причалам и отдельно стоящим пирсам.

Размеры операционной акватории определяются условиями обеспечения безопасности и удобства подхода и отхода при швартовных операциях и обслуживании судов расчётных типов с учётом возможного её развития для приёма судов перспективных типов. Определение размеров операционной акватории сводится к установлению оптимальных габаритов ковшей, расстояний между пирсами, участков акватории, примыкающей к причалам.

Ширина операционной акватории при *фронтальном* расположении причалов при условии выполнения швартовных операций с помощью буксиров должна быть не менее

$$B_{o.a.} = 4 \cdot B_c + L_{\bar{\sigma}}, \text{ м}, \quad (8)$$

где B_c – ширина расчётного судна, м; L_{δ} – суммарная длина буксир-кантовщика и проекции длины троса на горизонтальную плоскость, м (табл. 7).

Таблица 7

**Суммарная длина буксира и проекции буксирного троса
на горизонтальную плоскость**

Дедвейт судна, тыс. т.	L_{δ} , м
До 5	45
Св. 5 до 10	50
Св. 10 до 30	60
Св. 30 до 60	70
Св. 60	85

Ширина операционной акватории измеряется по нормали к линии кордона до границы дноуглубления, либо до границы транзитного судового хода (рис. 89).

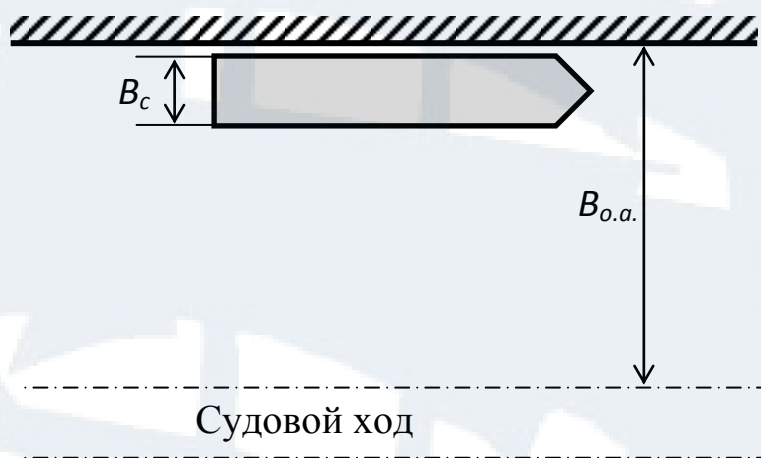


Рис. 89. Схема определения ширины операционной акватории при фронтальной причальной линии

При ковшовом начертании причальной линии для обеспечения разворота судна внутри широкого бассейна при двустороннем расположении причального фронта ширина бассейна должна быть (рис. 90)

$$B_{\text{ин.б.}} \geq 2,0 \cdot (L_c + B_c), \text{ м}; \quad (9)$$

при одностороннем расположении причалов

$$B_{ш.б} = 2,0 \cdot L_c + B_c, \text{ м.} \quad (10)$$

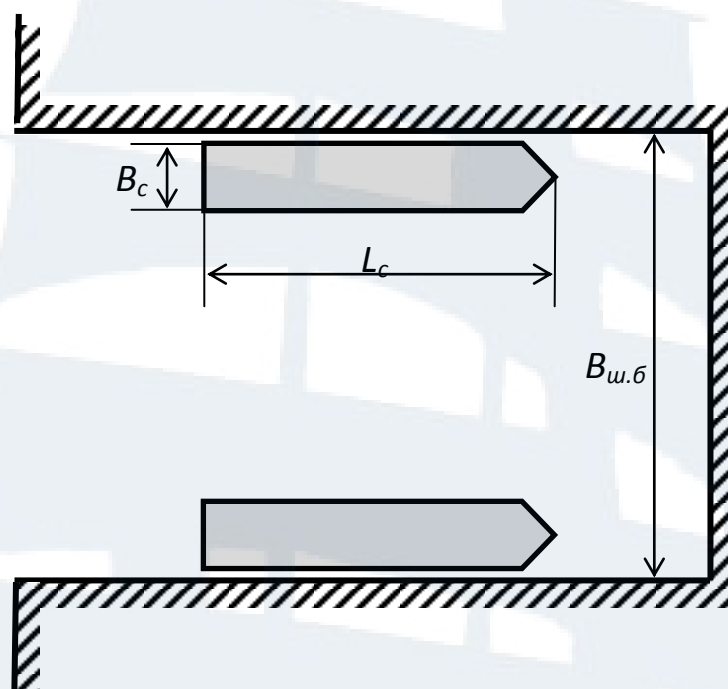


Рис. 90. Схема определения ширины операционной акватории при ковшовой причальной линии

Ширина акватории, прилегающей к причалам *одиночно расположенного пирса*, принимается по табл. 8 для бассейнов с односторонним расположением причалов. В особо стеснённых условиях, как исключение, разворот судов может осуществляться с закреплённым на причале (пале) швартовым концом. В этом случае ширина бассейна может быть уменьшена до $B_{ш.б} = 1,5 \cdot L_c + B_c$ – при одностороннем расположении причалов и $B_{ш.б} = 1,5 \cdot L_c + 2 \cdot B_c$ – при двустороннем расположении причалов. Приведённые формулы для определения ширины бассейнов относятся к случаю разворота судов с помощью буксиров (рис. 91).

Таблица 8

Ширина узких бассейнов (при использовании буксиров)

Количество причалов	Бассейны с односторонним расположением причалов (одиночно расположенный пирс)	Бассейны с двусторонним расположением причалов
1	$2 \cdot B_c + L_{б}$	$3 \cdot B_c + L_{б}$
2-3	$4 \cdot B_c + L_{б}$	$5 \cdot B_c + L_{б}$



Рис. 91. Швартовка судна в широком бассейне с помощью буксиров

Допустимая наименьшая ширина узких бассейнов определяется в зависимости от длины бассейна, размерений судна и от расположения причалов (одностороннее или двустороннее) по табл. 8.

В длинных бассейнах (длиной более трёх причалов) с большой интенсивностью движения, а также в бассейнах со сквозным транзитным ходом предусматривают возможность двустороннего движения судов. Ширина таких бассейнов принимается с увеличением по сравнению с нормами, приведенными в табл. 8.

При этом размер увеличения устанавливается с учётом тоннажа судов, числа причалов в бассейне и местных условий, но не менее чем $2 \cdot B_c$.

Акватория, непосредственно прилегающая к входу в узкий бассейн, должна иметь размеры, позволяющие вписать в неё полуокружность радиусом $1,5 \cdot L_c$ для организации разворотного места (рис. 92; 93). При этом маневровые работы осуществляются с помощью буксиров. В случае если по условиям планировки размер прилегающей к бассейну акватории недостаточен, то необходимо предусмотреть специально отведённое разворотное место, позволяющее вписать в него окружность диаметром $2 \cdot L_c$.

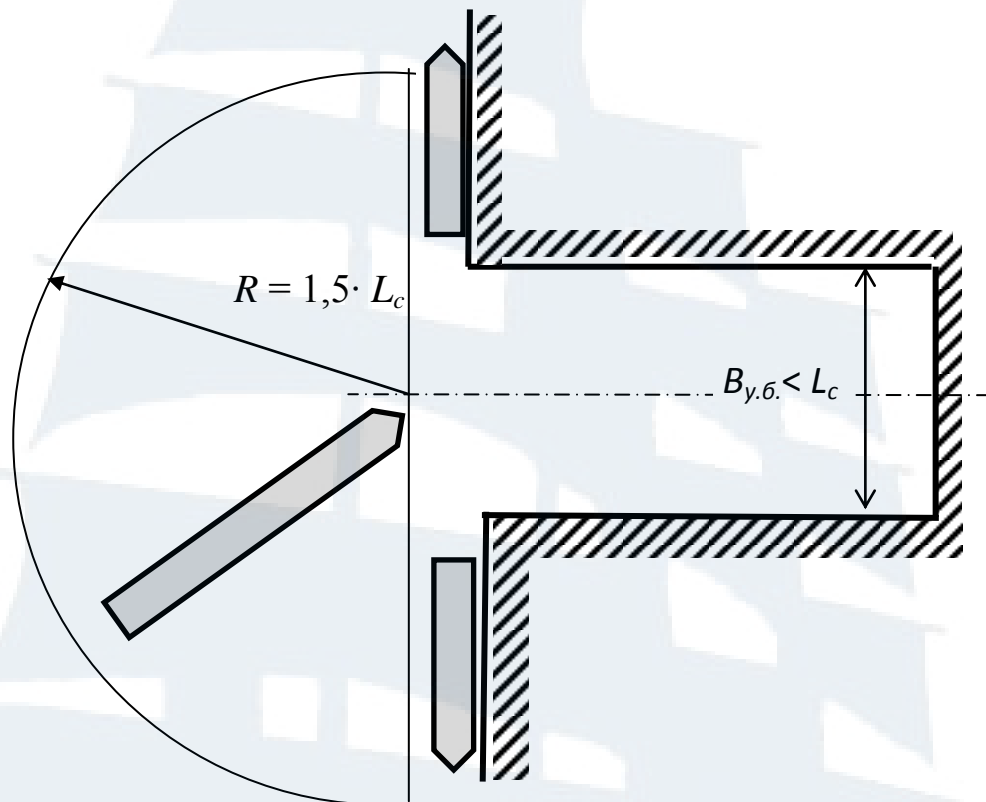


Рис. 92. Схема маневровой зоны перед узким бассейном

Рейдовые причалы (стоянки) на внутренней акватории обеспечивают стоянку судов при необходимости ожидания свободного причала так же, как и на внешней акватории, на якорях, швартовных буюх, бочках или у палов (рис. 63-68). В ряде случаев рейдовые причалы используют для обработки судов, передачи грузов с судна на судно (например, с морского на речное или на лихтер), а также частичную разгрузку для дальнейшего следования судна к мелководным причалам. Кроме этого, на рейдовых причалах может происходить бункеровка судов, снабжение их пресной водой и продовольствием.

Помимо рассмотренных выше способов стоянки или швартовки судна: на одном якорю или швартовном буюе, на двух якорях (двух буюх, буюе и якорю), у швартовных палов (табл. 1), на внутренней акватории могут применяться способы, показанные в табл. 9. Отстой на бочке кормой или носом к гидротехническому сооружению (рис. 94; 95) применяется на внутренней акватории порта при стеснённых условиях. Отстой на 2-швартовных бочках или палах применяется на внутренней акватории порта при необходимости устанавливать суда в заданном направлении.



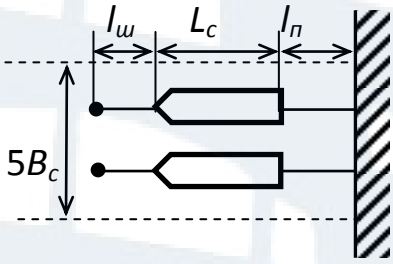
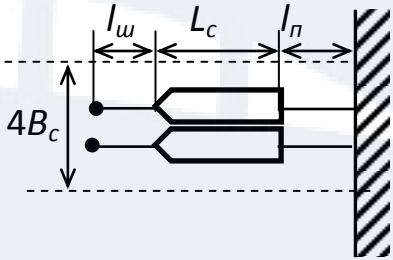
Рис. 93. Суда в узком бассейне

Общее число рейдовых стоянок для отстоя и перегрузочных операций принимают не менее 30 % от общего числа грузовых, вспомогательных, топливо-бункеровочных причалов порта. Размер зоны безопасности между отдельными рейдами для отстоя судов

$$B_{\text{без}} \geq 0,2 L_c, \text{ м.} \quad (11)$$

Причальный фронт морского торгового порта составляют как *основные причалы* (грузовые и пассажирские), так и причалы, предназначенные для обеспечения нормальной работы порта по обслуживанию судов торгового флота. К ним относятся: *вспомогательные причалы, причалы для портового и технического флота, причалы специального назначения* (карантинные, судоремонтные и др.).

**Способы и схемы постановки судов на рейдовой стоянке
на внутренней акватории**

№ схемы	Способ постановки	Схема постановки	Определение размеров
4	Отстой судов на бочке у стенки		l_n – расстояние от судна до стенки – принимается от 5 до 20 м в зависимости от метеорологических условий района; l_w – принимается по схеме 2. Общая ширина участка: $B_{уч} = (2N_c + 1) \cdot B_c$, где N_c – число судов
5	Отстой судов на бочке у стенки парно		l_w – принимается по схеме 2. l_n – по схеме 4. Общая ширина участка: $B_{уч} = N_c \cdot B_c + (N_c/2 + 1) \cdot B_c$, где N_c – число судов

Вспомогательные причалы предназначены для проведения следующих вспомогательных операций по судам транспортного флота, выполнение которых у грузовых причалов не допускается или нецелесообразно: бункеровка судов; влажная зачистка, мойка и сушка трюмов; специальное крепление и раскрепление тяжеловесных и крупногабаритных грузов; навигационный ремонт и техническое обслуживание судов.

Количество вспомогательных причалов принимается в процентах от числа грузовых причалов с учётом их назначения (для генеральных грузов – 10 %, для лесных грузов – 5 %, для навалочных грузов – 15 % и т. д.). Полученные значения числа вспомогательных причалов суммируются, и сумма округляется до ближайшего целого числа. Под вспомогательные причалы отводят участки причального фронта, у которых не-

удобно создание грузовых причалов (торцевые участки широких пирсов, причалы, к которым невозможно подвести железнодорожные пути и др.).



Рис. 94. Отстой судна на бочке (пале) кормой к гидротехническому сооружению



Рис. 95. Отстой судов кормой к пирсу

Число пассажирских причалов принимают, как правило, равным числу пассажирских линий, обслуживаемых портом. Для линий с большой интенсивностью потребное число причалов определяется путём деления проектного количества судозаходов за месяц на норму месячной пропускной способности одного причала (в судозаходах), с округлением до ближайшего целого числа.

4.4. Территория порта

4.4.1. Части территории порта

Территория порта – это участок берега, на котором располагается береговое портовое хозяйство (инфраструктура) – сооружения, здания, дороги, устройства и оборудование, коммуникации, т. е. все то, что обеспечивает перегрузочные работы, обслуживание судов, нормальные условия работы портовых служащих и рабочих.

Длина территории обычно определяется протяженностью причального фронта, а *ширина* – необходимостью размещения на ней перегрузочных машин, железнодорожных путей и автомобильных дорог, складских площадок и крытых складов, энергетического оборудования, инженерных коммуникаций, производственных и служебно-вспомогательных зданий и т. п.

Портовую территорию условно разделяют на три части: *прикордонную, тыловую* и *предпортовую* (рис. 96).

Прикордонная часть территории примыкает к причальному фронту, а точнее к *кордону* (*cord* – шнур, верёвка) – линии пересечения верхней плоскости причального сооружения и его лицевой морской вертикальной грани (рис. 97). Эта территория используется для размещения перегрузочных машин и механизмов, *прикордонных* железнодорожных путей и автомобильных дорог, крытых и открытых складских площадок и т. д. Обычно эту часть территории не застраивают зданиями и сооружениями, т. е. обеспечивают нормальную переработку груза, проходящего через причальный фронт.

В *тыловой части территории* размещают крытые склады и открытые складские площадки, склады материально-технического и продовольственного снабжения, подсобные предприятия порта, мастерские, гаражи, служебные и административные здания, все транспортные устройства – районные железнодорожные парки, станции, автомобильные дороги и площадки для стоянки автотранспорта, а также, как и в прикордонной части, перегрузочные машины.

В *предпортовой* части территории размещаются различные вспомогательные и обслуживающие порт структуры и сооружения (таможня, пограничная и фито-санитарная службы и т. п.).

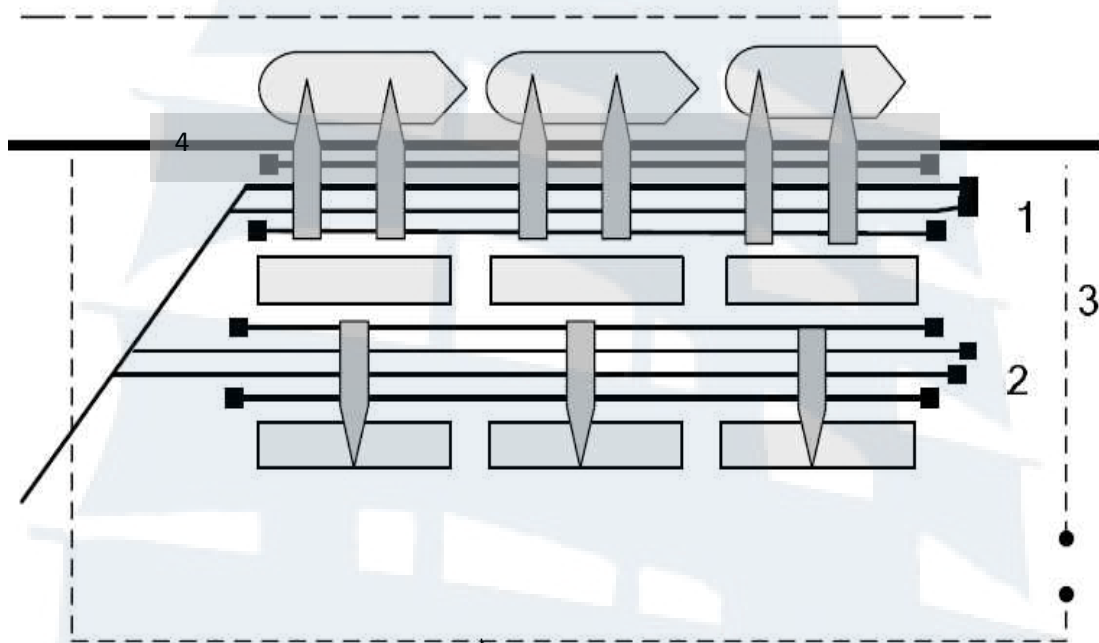


Рис. 96. Части территории порта:
1 – прикордонная; 2 – тыловая; 3 – предпортовая;
4 – причальный фронт

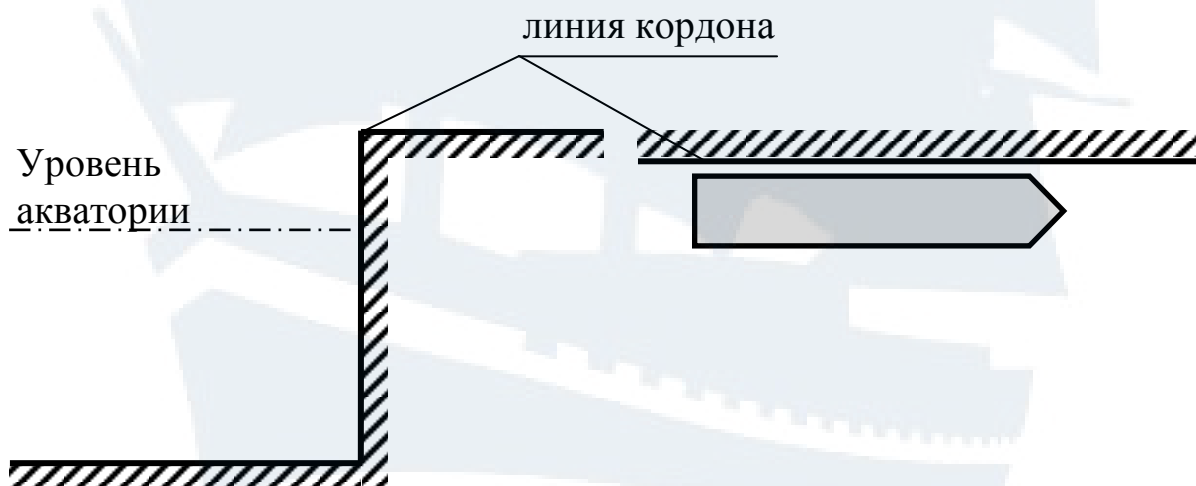


Рис. 97. Линия кордона

4.4.2. Зонирование порта

В общем случае, территория морского порта состоит из 5 функциональных зон, 3 из которых – *режимные* зоны (с пропускной системой):

- операционная,
- производственная,
- общепортовых объектов,

а также *нережимные* зоны:

- предпортовая,
- пассажирских операций.

В состав *операционной* зоны грузовых причалов включают основные производственные сооружения и здания, непосредственно реализующие перегрузочный процесс: причальные сооружения, склады, перегрузочное оборудование, грузовые фронты железнодорожного и автомобильного транспорта. В операционной зоне не допускается строительство объектов, не имеющих прямого отношения к перегрузочному процессу.

Производственную зону терминалов, предназначенную для размещения объектов вспомогательного и подсобно-производственного назначения данных терминалов, располагают, как правило, смежно с операционной зоной причалов, но за её пределами. Эта зона предназначена для размещения районных мастерских, материальных и инвентарных складов, административных помещений, бытовых, столовых и других объектов обслуживания портовых рабочих и служащих. Иногда здесь размещают часть тыловых крытых и открытых складов, железнодорожные районные парки, автодороги.

В состав *зоны общепортовых объектов*, предназначенной для размещения объектов и служб, деятельность которых связана с портом в целом и комплексным обслуживанием судов, включают: береговую базу портового флота, центральные мастерские порта, центральный материальный склад порта, бункеровочную нефтебазу, объекты энергетического и транспортного хозяйства, сети и системы связи, водоснабжения, канализации и теплоснабжения, другие вспомогательные здания и сооружения общепортового назначения. Зона общепортовых объектов может состоять из отдельных территориально удалённых друг от друга участков. Разделение на режимные зоны показано на рис. 98, а; 98, б.

В состав *зоны пассажирских операций* включают пассажирские причалы с примыкающей территорией, пассажирский вокзал и привокзальную площадь, вспомогательные здания и объекты, предназначенные для посадки-высадки и обслуживания пассажиров.

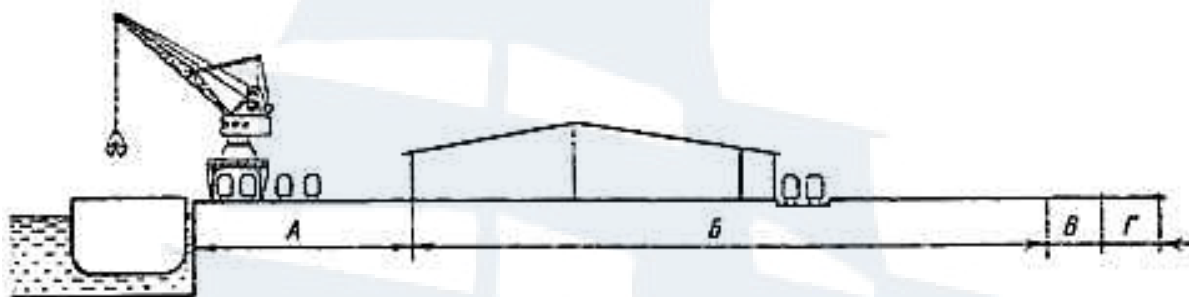


Рис. 98, а. Разделение территории порта на зоны:
 А – оперативная зона; Б – производственная зона;
 И, Г – зона общепортовых объектов

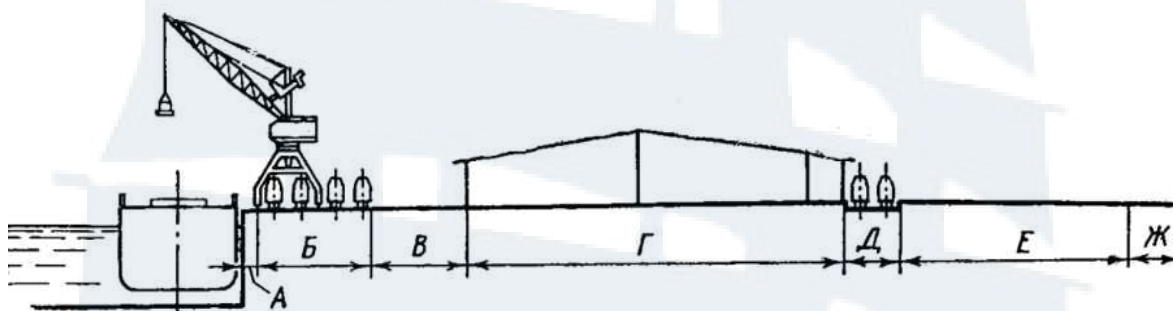


Рис. 98, б. Разделение территории порта на зоны:
 А – прикордонная зона; Б – зона прикордонных крановых
 и железнодорожных путей; В – оперативная зона (зона передачи груза);
 Г – зона крытых складов; Д – зона тыловых железнодорожных путей;
 Е – зона тыловой автодороги; Ж – зона тыловых складов

Предпортовая зона, на которую не распространяется контрольно-пропускной режим, предназначена для размещения тех объектов общепортового назначения и комплексного обслуживания судов, которые нецелесообразно располагать в зоне общепортовых объектов на режимной территории, нахождение которых вблизи порта необходимо (администрация морского порта, узел связи порта, административные здания служб пограничного, таможенного, санитарного-карантинного и ветеринарного контроля, стоянки индивидуальных автомобилей и т. д.).

4.4.3. Районирование порта

Основным условием рациональной компоновки территории порта является *районирование* порта, при выполнении которого можно получить оптимальные технические решения с минимальным уровнем затрат.

Под районированием подразумевается:

- выделение на территории порта грузовых и пассажирских районов, объединяющих в своём составе морские терминалы соответствующего функционального назначения;
- расположение совместно в составе единого грузового района терминалов, специализирующихся на переработке сходных по своим характеристикам грузов;
- выделение районов, образованных по признаку видов плавания: районов, принимающих суда, плавающих под флагом иностранного государства и суда, зарегистрированные в одном из реестров судов Российской Федерации, совершающие международные рейсы, и районов для судов, осуществляющих перевозки и буксировку в каботаже;
- образование отдельных пассажирских районов, обслуживающих суда местного и пригородного сообщений.

При проектировании нового, развитии, либо реконструкции действующего порта, районирование и взаимное расположение районов различного технологического назначения производится с учётом следующих основных факторов: структуры грузооборота и вида плавания; наиболее рационального использования территории и акватории порта; конфигурации причальной линии, наличия водных и сухопутных подходов; естественных условий (волнения, течения, ледовых условий, ветров, заносимости, геологических условий и т. д.).

Районы порта подразделяются на:

- технологические грузовые районы (в зависимости от структуры грузооборота): генеральных, лесных, тяжеловесных и крупногабаритных, массовых навалочных, зерновых, наливных грузов. Под *технологическим районом* порта понимают совокупность расположенных в непосредственной близости *перегрузочных комплексов* (ПК) одного, либо близкого технологического профиля с единой производственной зоной;
- пассажирский район;
- район комплексного обслуживания транспортного флота, предназначенный для оказания судну и его экипажу всех услуг с момента подхода судна к внешнему рейду и до момента ухода из порта;
- район судоремонта.

Могут быть выделены районы, образованные по видам плавания:

- районы внешнеторговых грузов;
- районы каботажных грузов.

Порт может иметь специализированные ПК в зависимости от структуры расчётного грузооборота: контейнерные; генеральных грузов; железнодорожных и автомобильных паромов; лихтеровозов; ско-

ропортящихся грузов; тяжёлых и крупногабаритных грузов; лесных грузов (пиломатериалы, крупный лес, щепа); массовых навалочных грузов (уголь, руда, хим. грузы, сахар-сырец, песок, щебень и т. д.); зерновых грузов; нефти и нефтепродуктов; химических наливных грузов; сжиженных газов; пищевых наливных грузов (спирт, вино, растительное масло, патока).

Для сжиженных грузов, наливных опасных грузов, рефрижераторных грузов (при наличии портового холодильника), зерновых грузов (при наличии портового элеватора), разрядных грузов (взрывчатых и отравляющих) и др., требующих специальных условий перевозки, перегрузки и хранения, создаются специальные ПК, независимо от объёма грузооборота. При наличии устойчивого грузооборота для снижения непроизводительных простоев судов и железнодорожных вагонов ПК универсального назначения с крановой схемой механизации целесообразно специализировать по роду груза для массовых грузов (уголь, руда, зерно) и по направлениям перевозок для генеральных грузов.

Район генеральных грузов располагается рядом с пассажирским районом и районом комплексного обслуживания судов (рис. 99). Он может иметь участки (или отдельные районы) перегрузки тарно-штучных грузов, контейнерный терминал, причалы для накатных грузов.



Рис. 99. Район генеральных грузов

Район наливных грузов и районы навалочных грузов выносятся на окраины порта, с наибольшими глубинами акватории, в удалении от жилых районов (рис. 100; 101). В речном порту нефтяной район располагают вниз по течению реки.



Рис. 100. Район наливных грузов

Угольный район вредно влияет на другие грузы, хранящиеся на открытых площадках. Его следует отделять достаточным разрывом с учётом направления господствующих ветров (угольная пыль переносится на большие расстояния). Весьма пылящими и вредными грузами являются также: апатитовый концентрат, цемент. Перегружать и хранить их следует обособленно и в закрытых помещениях.

Контейнерный терминал имеет большие площади для сортировки и складирования контейнеров (рис. 102).

Район лесных грузов характеризуется открытым хранением круглого леса (рис. 103) и открытым или закрытым хранением пиломатериалов (рис. 104).

Район судоремонта располагается в бассейне, удалённом от входа в порт, где исключается волнение.



Рис. 101. Район навалочных грузов



Рис. 102. Контейнерный терминал



Рис. 103. Район лесных грузов (круглый лес)



Рис. 104. Погрузка пиломатериалов на судно

Размещение районов различного назначения осуществляется в порту таким образом, чтобы:

а) ПК с примерно одинаковой шириной территории располагались смежно;

б) районы, принимающие крупнотоннажные суда, располагаются на участках с большими естественными глубинами и меньшими манёврами по отношению к фарватеру;

в) районы, посещаемые транспортными судами среднего и малого тоннажа, располагаются в более защищённых частях акватории, на участках с меньшими естественными глубинами;

г) для портового флота выделяют участок отдельный с небольшими глубинами в защищённой от волнения части акватории, по возможности ближе к входному фарватеру;

д) стоянки технического флота в стороне от транспортной части порта;

е) судоремонтный район в хорошо защищённой от волнения части акватории;

ж) районы для формирования/расформирования судов с отделяющимися грузовыми ёмкостями (составные суда, лихтеровозы и т. п.), а также для отстоя и обслуживания этих ёмкостей располагают на внутренней акватории с использованием береговых причалов или созданием котлованов (ковшей) нужной глубины, либо на внешнем рейде с использованием рейдовых причалов с большими естественными глубинами (15 и более метров) и средствами волнозащиты.

В необходимых случаях, с целью устранения неблагоприятного воздействия одних грузов на другие, а также на портовый персонал и пассажиров, предусматриваются разрывы между отдельными ПК (районами) различного назначения. Например, удаление угольного района от районов химических и лесных грузов должно быть не менее 100 м, от участка генеральных грузов не менее 200 м, от зернового ПК – не менее 300 м и т. п.

Для некоторых ПК и районов рекомендуется смежное расположение, например, район генеральных грузов с лесными, зерновыми, пассажирскими. Не допускается смежное расположение районов генеральных грузов и навалочных (за исключением специализированных ПК с крытыми складами сахара-сырца и т. п.). Учитывают также взаимозаменяемость и целесообразность компактного размещения ПК близкого технологического назначения. Например, рекомендуется смежное расположение: контейнерных ПК и ПК для перегрузки генеральных грузов открытого хранения и ПК для обработки накатных судов; ПК (районы)

для сырой нефти и нефтепродуктов и др. наливных грузов, сходных по свойствам с нефтепродуктами располагают вдали от пассажирских и сухогрузных ПК.

При расположении ПК учитывают также влияние преобладающих направлений ветров (рис. 105). Участки порта по переработке нефтеналивных грузов, исходя из условий пожарной безопасности, выносят за пределы основного порта.

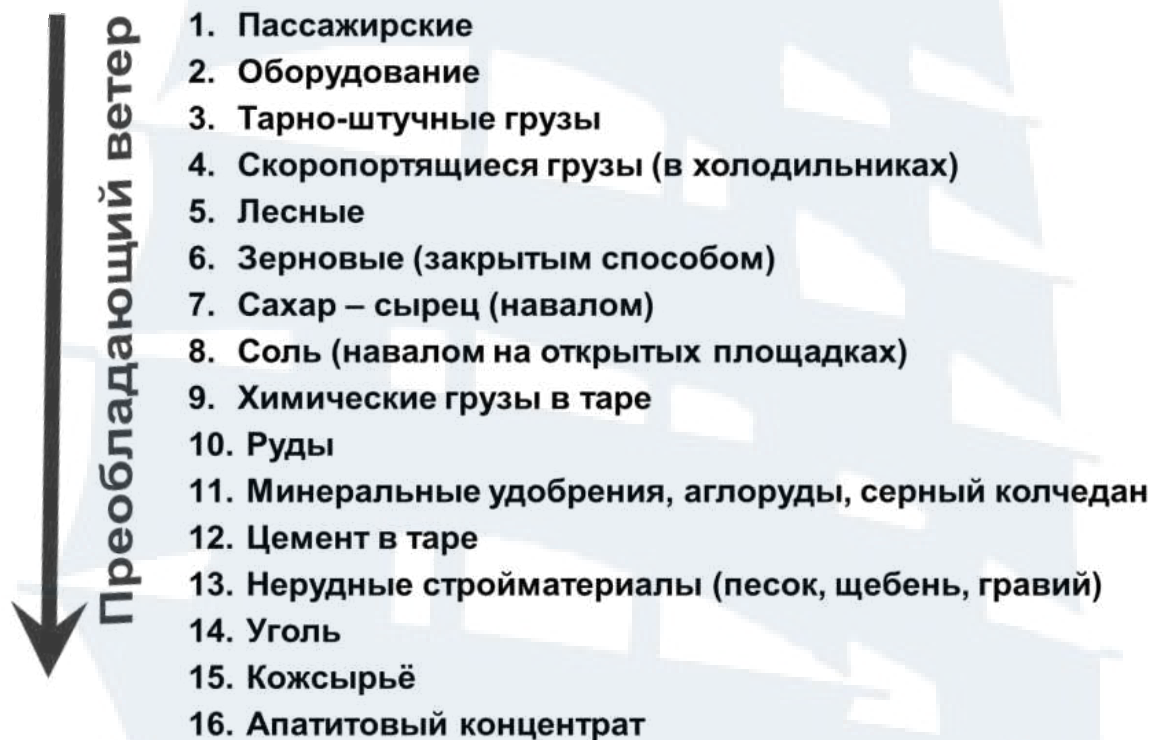


Рис. 105. Рекомендованное расположение причалов относительно преобладающего ветра

В границах порта могут находиться вспомогательные элементы: бункеровочные и строительные базы, стоянки технического, служебно-го флота, судоремонтные предприятия с причалами и доками и т. п. (рис. 106). В табл. 10 даны значения требуемых разрывов между ПК различного технологического назначения.

Основные технологические элементы ПК различного назначения рассмотрены ниже (раздел 4.8).

Значения расстояний между ПК различного технологического назначения

Назначение перегрузочного комплекса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Штучные грузы (кроме особо поименованных)	100	100	0	0	100	0	200	200	200/100	0	100	300	0	200	200	100	0	0	0
2. Химические грузы в таре	100	100	100	0	100	100	100	100	100/50	200	100	200	100	100	100	100	0	0	0
3. Оборудование, металлוגрузы, грузы с горизонтальным способом загрузки-разгрузки (колесная техника и др.)	0	100	100	0	100	0	100	100	100/100	0	100	300	0	0	200	100	0	0	0
4. Пиломатериалы (в т.ч. через лесоперевалочные базы и лесокombинаты других ведомств)	0	0	0	100	100	0	100	100	100/100	0	0	200	0	0	100	100	0	0	0
5. Сахар-сырец (навалом)	100	100	100	100	100	0	300	300	300/150	200	100	400	0	300	300	200	0	0	100
6. Зерновые грузы	0	100	0	0	0	100	300	300	200/100	0	0	300	0	200	200	100	0	0	100
7. Уголь	200	100	100	100	300	300	100	0	150/50	400	400	100	300	100	100	0	100	0	0
8. Руды и концентраты руд (кроме радиоактивных и особо поименованных)	200	100	100	100	300	200	0	100	0	300	300	100	200	0	100	0	100	0	0
9. Цемент в таре/навалом *	200/100	100/50	100/100	100/100	300/150	200/100	100/50	100/50	100/50	300/300	300/150	0	200/100	100/100	0	0	100/100	0	0
10. Грузо-пассажирские операции	0	200	0	0	200	0	400	400	300/300	100	500	0	300	400	200	0	100	200	
11. Соль (хранение на открытых площадках)	100	100	100	0	100	0	400	400	300/150	100	400	0	300	400	200	0	100	200	
12. Апатитовый концентрат, калийная соль	300	200	300	200	400	300	100	100	0	500	400	400	100	200	0	200	0	0	
13. Скоропортящиеся грузы (через холодильник или специализированный портовый склад)	0	100	0	0	0	0	300	300	200/100	0	0	400	300	300	100	0	0	100	
14. Кошьяры, мокросоленые шкуры, утильсырье	200	100	0	0	300	200	100	100	100/100	300	300	100	300	100	0	100	0	0	
15. Серный колчедан, сера, апатиты и фосфориты, минеральные удобрения навалом (кроме особо поименованных)	200	100	200	100	300	200	100	100	0	400	400	200	300	100	0	200	0	0	
16. Минеральный строительный материал (гесок, щебень и др.)	100	100	100	100	200	100	0	0	0	200	200	0	100	0	0	100	0	0	
17. Контейнеры	0	0	0	0	0	0	100	100	100/100	0	0	200	0	100	200	100	0	0	
18. Круглый лес	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	
19. Щеп	0	0	0	0	100	100	0	0	0	200	200	0	100	0	0	0	100	0	

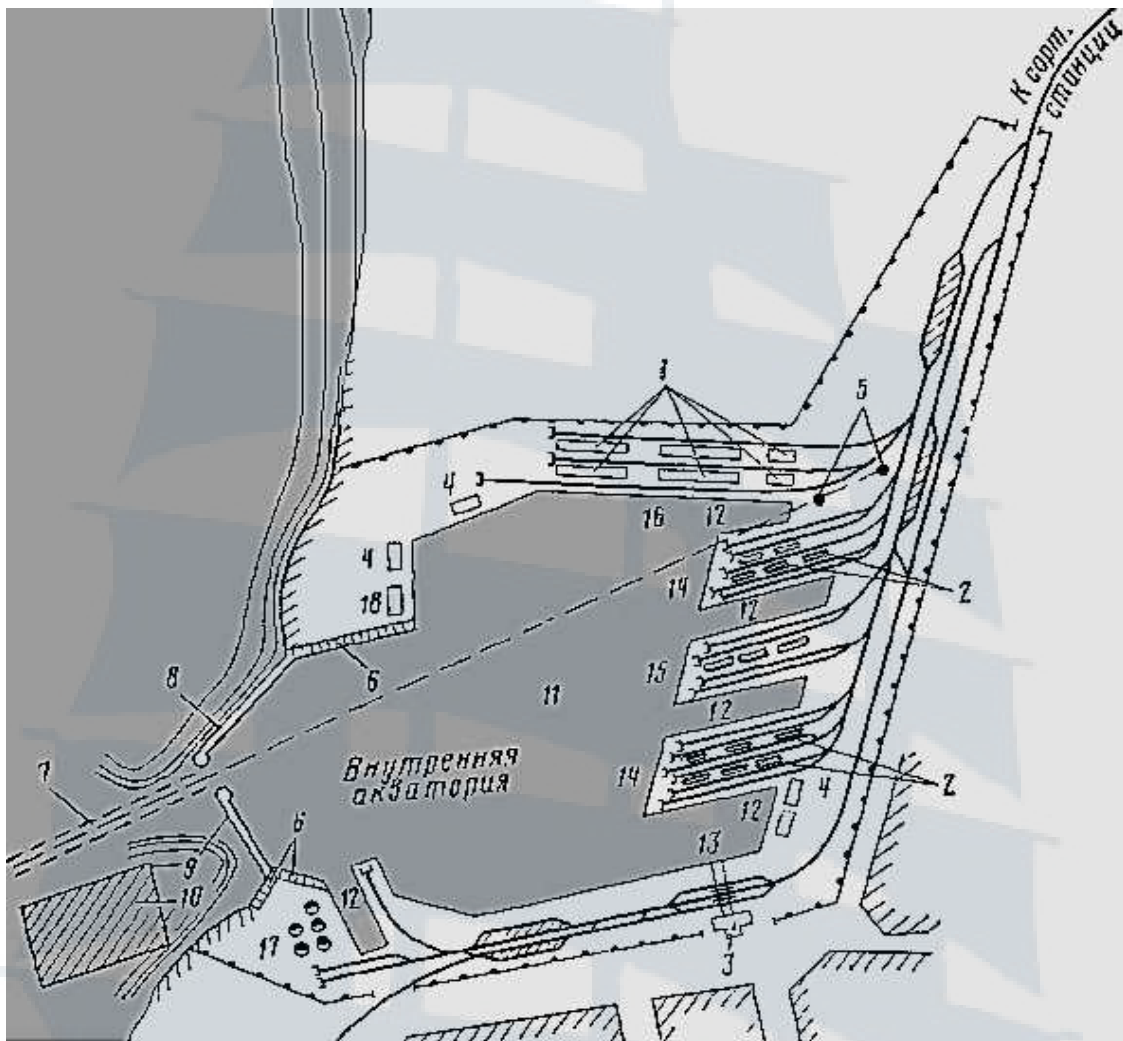


Рис. 106. Схема порта и перегрузочных районов:
 1 – открытые складские площадки; 2 – крытые склады; 3 – пассажирский вокзал; 4 – ремонтные мастерские; 5 – створные знаки; 6 – береговое укрепление; 7 – подходной канал; 8, 9 – моли; 10 – внешний рейд;
 11 – внутренний рейд; 12 – оперативная акватория; 13 – пассажирский район; 14 – район генеральных грузов; 15 – район лесных грузов;
 16 – район навалочных грузов; 17 – район наливных грузов;
 18 – район портового флота

4.4.4. Сухопутные подходы к территории порта

С территорией порта связаны сухопутные подходы к порту: железнодорожные (погрузочно-выгрузочные и соединительные), автомобильные пути и дороги (рис. 56; 107).

Автомобильный транспорт в основном выполняет перевозки, связанные с ввозом грузов на территорию порта или с вывозом в обратном направлении. Для внутривозовых перевозок для подачи грузов на склад

или между складами чаще применяют специализированные машины, хотя иногда используются и обычные автомобили (в случае отсутствия железных дорог в портах все грузоперевозки осуществляют автомобильным транспортом). Преимущества автомобильного транспорта: большая манёвренность, позволяющая обеспечивать подачу груза «от ворот до ворот» без лишних перегрузок, большую скорость перевозок.

Автомобильные дороги порта можно разделить на *подъездные*, соединяющие порт с автомобильной сетью общего пользования и *внутрипортовые* – дороги, расположенные на территории порта.

Подъездные автомобильные дороги проходят по пересечённой местности, они характеризуются значительной интенсивностью и большими скоростями движения.



Рис. 107. Подъездная автомобильная дорога к территории порта

Внутрипортовые автомобильные дороги расположены непосредственно на территории порта (рис. 108) и прокладываются на одном уровне с территорией порта. Для них характерна малая скорость движения (12÷15 км/ч). Внутрипортовые дороги предназначены для организованного движения по ним безрельсового транспорта (автомашин, авто- и электропогрузчиков, тягачей и др.). Основными проездами в порту

являются обычно одно-двух магистральные автодороги шириной 6÷9 м, которые располагаются почти параллельно береговой линии. От магистральных ответвляется сеть поперечных автодорог шириной 3,5÷6 м, которые подходят к причальному фронту и складам.

Внутрипортовые автомобильные дороги проектируются городского типа с двусторонним движением. Наименьший радиус закругления для портовых дорог рекомендуется принимать 30 м, а при движении по ним автопоездов и автолесовозов – 50 м. При фронтальном начертании причалов магистральные дороги располагаются в тылу прикордонной полосы за складами и соединяются с прикордонными оперативными площадками поперечными проездами. При пирсовом начертании – в тыловой части территории, прилегающей к корневой части пирсов. Проезды на пирсах располагаются по их периметру в тыловой части прикордонной зоны и иногда по оси пирса.



Рис. 108. Внутрипортовая автодорога

Как правило, на территории порта прокладывается *кольцевая магистральная автомобильная дорога*, соединяющая все причалы, производственные и административно-хозяйственные здания; дорога должна

иметь *не менее двух въездов*. Кольцевое движение автомобильного транспорта должно быть обеспечено по всем объектам оперативной зоны порта.

Портовые дороги имеют *цементобетонное* или *асфальтобетонное* покрытие. Покрытия прикордонной полосы, переездов и открытых складских площадок выполняются из сборных железобетонных плит.

Конструкция железнодорожных и подкрановых путей, не выступающих над уровнем портовой территории, позволяют использовать прикордонную полосу для движения автотранспорта и погрузчиков.

Портовые дороги могут быть подразделены на *три категории*:

I категория – дороги, обслуживающие отдельные районы, в которых по технологии перегрузочных работ автотранспорт имеет большое значение; интенсивность движения в одном направлении – более 100 автомобилей в час.

II категория – портовые дороги, обслуживающие перегрузочные операции отдельных набережных, пирсов, линий складов; интенсивность движения от 15 до 100 автомобилей в час.

III категория – дороги, обслуживающие такие эксплуатационные районы, для которых автотранспорт не может иметь существенного значения (нефтегавани, районы навалочных грузов, работающие по транзитной перевалки на железную дорогу); интенсивность – менее 15 автомобилей в час. Также к этой категории относятся портовые дороги, предназначенные для хозяйственных перевозок порта.

Отнесение автомобильной дороги к той или иной категории определяет ее основные технические показатели: расчетные скорости движения, ширину проезжей части, требования к трассе и профилю.

Для осуществления приема-передачи грузов на автотранспорт морской порт должен располагать сетью автомобильных дорог, погрузо-разгрузочными фронтами обработки автомашин и парком автомашин.

Погрузочно-разгрузочные фронты порта района генеральных грузов, кроме прикордонных полос для движения и стоянки автомашин, должны включать накопительные площадки и поперечные проезды. Накопительные площадки предназначаются для отстоя автомашин при возможных технологических перерывах в работе. Их следует располагать в стороне от приемно-отпускных фронтов и маневровых железнодорожных путей. Эти площадки рекомендуется объединять для нескольких однородных причалов. Планировка площадок должна учитывать требования противопожарной безопасности для временных стоянок автомобилей.

Размеры площадок для стоянок автомашин устанавливаются в зависимости от типов автомобилей и способа их расстановки из расчета от 30 до 60 м² на каждую автомашину. Для разворота автомобилей в конце тупиковых проездов устраиваются площадки или тупики.

Поперечные проезды должны обеспечивать возможность кольцевого движения автомашин на причале и допускать устройство разворотных и отстойных площадок. Поперечные проезды используются также для противопожарных целей в качестве пожарных проездов.

Сферы использования одновременно железнодорожного и автомобильного транспорта: первый применяется для перевозки грузов на значительные расстояния (более 100 км), а второй – на небольшие.

Внедрение автомобильных перевозок в районы порта повлияло на компоновку некоторых его элементов – расширяется природная полоса для пропуска автомобильного транспорта, впереди складов, предусматриваются специальные площадки для стоянки автомобилей. В современных портах обеспечивается движение автотранспорта по всей территории порта.

Железнодорожный транспорт, которым отправляется подавляющее количество грузов из порта и прибывает в порт, связывает морские порты с внутренними районами страны. Железнодорожный транспорт состоит из двух основных элементов: *железнодорожное путевое хозяйство* и *подвижной состав*.

В состав путевого хозяйства железнодорожного транспорта, используемого для перевалки грузов, прибывающих морем на железнодорожный транспорт и отбывающих в обратном направлении, входит:

- *предпортовая станция (или станция примыкания)*;
- *портовая станция (или парк)*;
- *соединительные (подъездные) пути*;
- *погрузочно-разгрузочные пути* на причалах и у складов.

В зависимости от объёма работы порта, взаимного территориального расположения порта и железнодорожной станции общего назначения на практике могут быть отклонения от приведённого перечня устройств.

В состав портового железнодорожного узла обычно входят следующие *сортировочные станции*:

- *узловая*;
- *предпортовая*;
- *портовая*.

Портовая железнодорожная сортировочная станция (рис. 109) обычно размещается вне территории, но в непосредственной близости от него.



Рис. 109. Сортировочная станция в порту

В крупных портах, имеющих несколько грузовых районов, где число «подач» вагонов велико, обычно устраивают районные железнодорожные станции и *районные сортировочные парки, подъездные, соединительные и погрузочно-разгрузочные пути причалов*, размещая их в непосредственной близости от грузовых фронтов. Портовые станции обычно создаются в условиях, когда не представляется возможным разместить в порту районные парки и при концентрированном расположении причалов. Схема портового железнодорожного узла показана на рис. 110.

Предпортовая станция выполняет следующие функции: отсортировку вагонов, направляемых в порт, и формирование соответствующих составов, сортировку вагонов, идущих из порта, и формирование поездов по направлениям.

В *портовой станции* ведётся формирование составов для отдельных районов, формирование составов из вагонов, поступающих из отдельных районов, отстой вагонов, таможенный досмотр и пр.

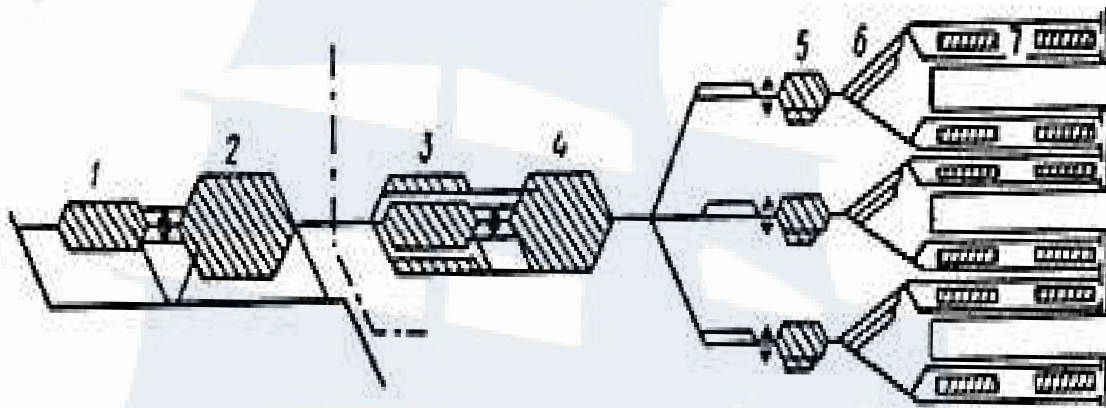


Рис. 110. Схема портового железнодорожного узла:
 1, 2 – предпортовая железнодорожная станция; 3, 4 – портовая железнодорожная станция; 5 – районный железнодорожный узел;
 6 – накопительные пути причала; 7 – причальные железнодорожные пути

В районных сортировочных парках вагоны сортируются по отдельным причалам и из них формируются соответствующие составы, собираются и отстаиваются до формирования вагоны, поступившие с погрузочно-разгрузочных путей причалов.

Подъездные, соединительные и погрузо-разгрузочные пути отдельных причалов выполняют соответствующие функции непосредственно у причального фронта. На форму путей в плане и соединяющих их съездов оказывает существенное влияние расположение складов. Расположение подъездных путей в значительной степени зависит от особенности работы рассматриваемого причала. На величину площади, занимаемой железнодорожными путями, оказывает влияние радиус закругления, который принимается для соединительных внутрипортовых путей не менее 300 м в нормальных условиях и не менее 200 и 150 м соответственно в трудных и особенно стесненных условиях.

Районные сортировочные парки устраиваются в портах, имеющих несколько обособленных районов. Они имеют основное назначение – приблизить к причалам и складам железнодорожные вагоны, подготовленные для подачи к погрузочно-выгрузочным фронтам. Эти парки рекомендуется располагать не далее чем за 400÷600 м от погрузочно-разгрузочных фронтов. В некоторых случаях они находятся непосредственно в тылу этих фронтов. Районные сортировочные парки должны иметь: несколько путей длиной до 500 м для отстоя вагонов, ожидающих подачи к грузовым фронтам; один-два пути для сбора порожняка; главный обгонный и вытяжной пути. При выполнении работ по прямо-

му варианту, т. е. с непосредственной погрузкой грузов из железнодорожных вагонов в суда или обратно, требуется место для отстоя, так называемого обменного парка вагонов, ожидающих разгрузки или загрузки в течение экономически оправданного времени. В районных парках производится и частичная сортировка вагонов по причалам и трюмам судна. В зависимости от объёма работы районные парки могут иметь *приёмно-отправочные* и *сортировочные* пути. Схемы районных сортировочных парков показаны на рис. 111, схемы подъездных путей при различных начертаниях причального фронта – на рис. 112, а на рис. 113 – схема железнодорожных и автомобильных дорог в Калининградском морском торговом порту.

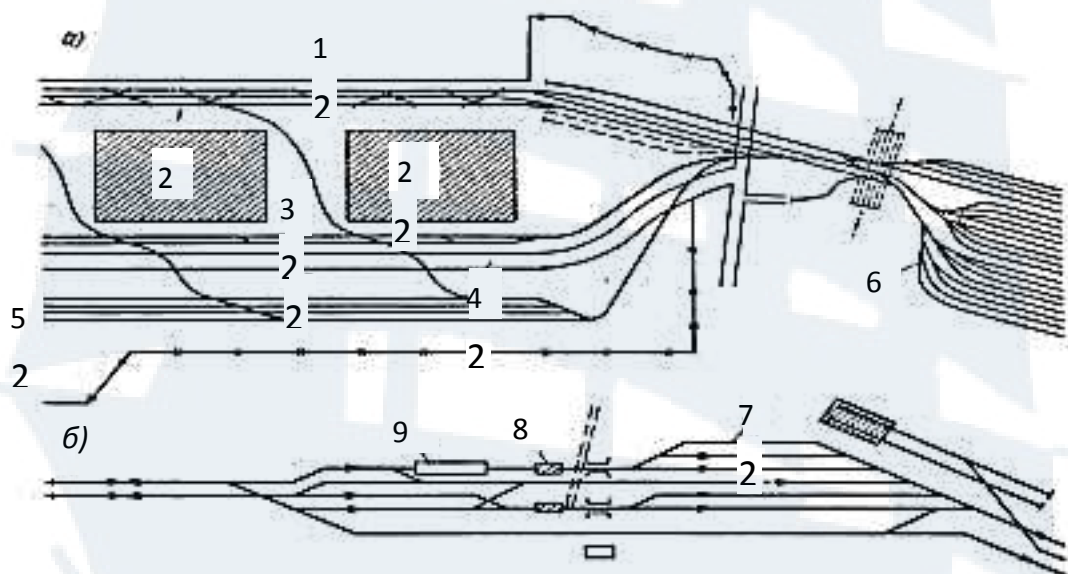


Рис. 111. Примеры схем компоновки районных сортировочных парков:

а) район штучных грузов; б) угольный район.

1 – прикордонные железнодорожные пути; 2 – склады;

3 – тыловые погрузочные пути; 4 – автомобильная дорога;

5 – тыловые транзитные пути; 6 – районный железнодорожный сортировочный парк;

7 – оперативный железнодорожный парк;
8 – вагоноопрокидыватель; 9 – станция размораживания вагонов (цистерн)

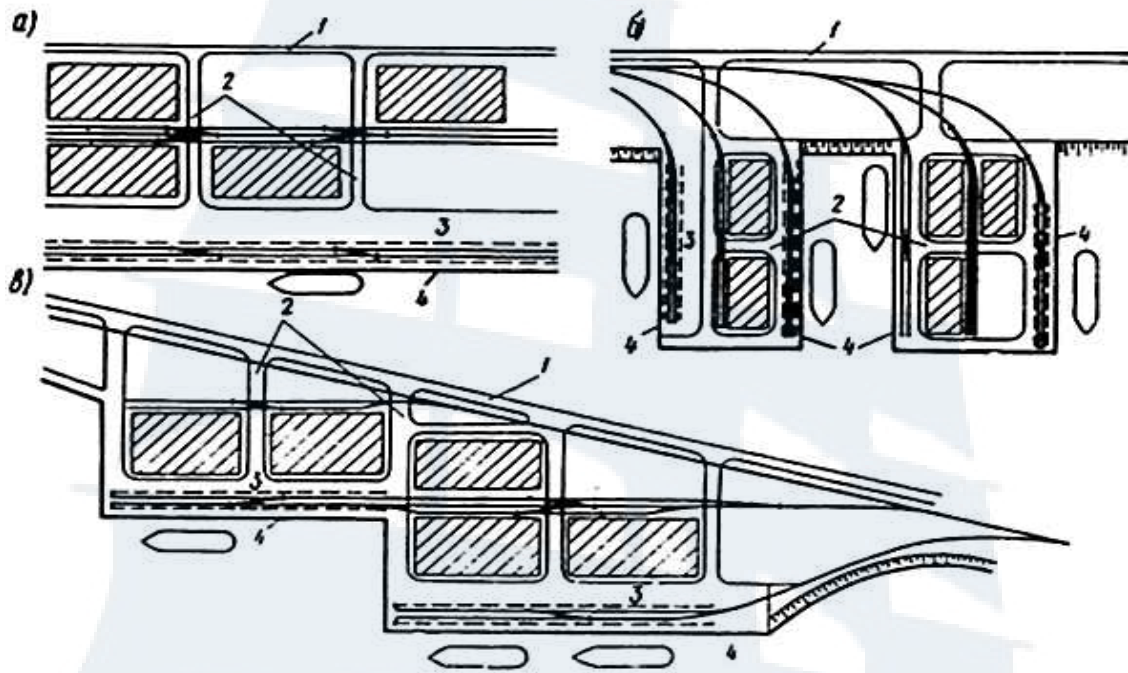


Рис. 112. Схемы подъездных железнодорожных путей при различных начертаниях причального фронта:
 а) причальное расположение; б) пирсы; в) ступенчатое расположение.
 1 – магистральная дорога; 2 – проезды; 3 – прикордонная зона;
 4 – линия кордона

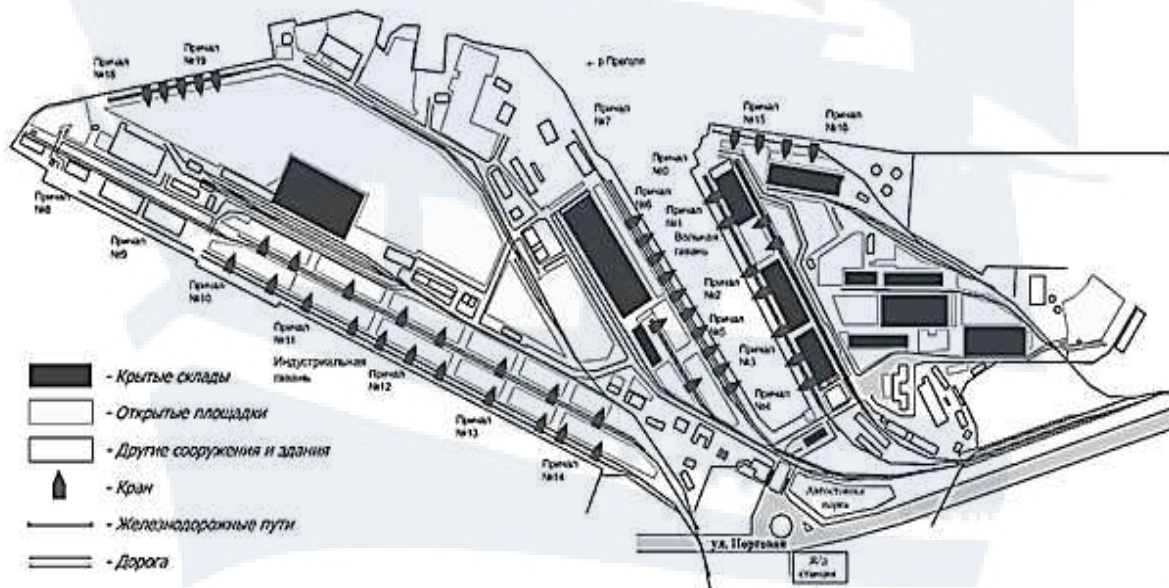


Рис. 113. Схема железнодорожных путей и автодорог в Калининградском морском торговом порту

4.5. Технико-экономические характеристики порта

К основным технико-экономическим характеристикам (ТЭХ) порта относят его *грузооборот, пропускную способность, грузооборот и судоемкость.*

4.5.1. Грузооборот

Грузооборот – это общее количество (масса) грузов, которое проходит через причальный фронт порта в обоих направлениях (ввоз/вывоз) за определённый промежуток времени – год, месяц, сутки. Чаще всего рассматривается *годовой грузооборот (Q)*, характеризующий работу порта. В грузооборот включают отдельной статьёй и грузы, перегружаемые с одних судов на другие (чаще всего с морских на речные и обратно), на рейде или у причалов. *Грузы, проходящие через порт на судах транзитом, в его грузооборот не входят.*

В зависимости от грузооборота определяют категорию порта, параметры его основных элементов, разрабатывают генеральный план порта. При необходимости рассматривают грузооборот района, причала.

Грузооборот делят по видам грузов – навалочным (руда, уголь, зерно, фосфаты, сахар-сырец и др.), наливным (сырая нефть, нефтепродукты), генеральным (штучным), лесным, особорежимным (взрывоопасным, рефрижераторным). Различают грузооборот по направлениям перевозок (по ввозу и вывозу), по импорту/экспорту; по видам плавания: грузооборот большого каботажа (при плавании между портами одной страны, но разных морей), малого каботажа (между портами одного или двух смежных морей), заграничное плавание (экспорт/импорт). Для примера, в табл. 11 приводится грузооборот порта Калининград за январь-декабрь 2010-2011 гг.

Таблица 11

Грузооборот порта Калининград

№	Показатели	Январь-декабрь		
		2010	2011	%
I	Грузооборот, всего	13 797,4	13 351,2	96,8
	в том числе:			
II	Экспорт	10 031,6	8 907,9	88,8
1	Сухогрузы	2 788,8	2 963,1	106,3

Продолжение табл. 11

№	Показатели	Январь-декабрь		
		2010	2011	%
1.1	Навалочные	910,7	828,5	91,0
1.1.1	руда	0,0	2,0	
1.1.2	уголь, кокс	497,4	445,6	89,6
1.1.3	мин. удобрения	382,2	344,8	90,2
1.1.4	прочие грузы	31,1	36,1	116,1
1.2	Насыпные	178,4	189,0	105,9
1.2.1	зерновые	122,1	99,4	81,4
1.2.2	сахар	0,0	0,0	
1.2.3	прочие	56,3	89,6	159,1
1.3	Лесные	8,7	2,3	26,4
1.4	Генеральные	1 598,5	1 790,2	112,0
1.4.1	черные металлы	1 242,0	1 305,3	105,1
1.4.2	цветные металлы	0,0	0,0	
1.4.3	металлолом	136,9	173,3	126,6
1.4.4	тарно-штучное	0,1	3,1	3 100,0
1.4.5	реф. грузы	0,0	0,0	
1.4.6	прочие	219,5	308,5	140,5
1.5	Контейнеры груженые	92,5	151,0	163,2
1.5,а	в ДФЭ (груженые)	10 812	18 741	173,3
1.5,б	в ДФЭ (порожние)	101 821	140 169	137,7
1.6	Грузы на паромех	0,0	2,1	
2	Наливные грузы	7 242,8	5 944,8	82,1
2.1	нефть	1 200,2	1 112,6	92,7
2.2	нефтепродукты	5 843,9	4 665,1	79,8
2.3	пищевые	166,9	131,3	78,7
2.4	химические	31,8	35,8	112,6
III	Импорт	3 163,9	3 308,4	104,6
1	Сухогрузы	3 090,4	3 214,5	104,0
1.1	Навалочные	702,0	909,8	129,6
1.1.1	руда	0,0	0,0	
1.1.2	уголь, кокс	0,0	0,0	
1.1.3	мин.удобрения	0,0	0,0	
1.1.4	прочие грузы	702,0	909,8	129,6

№	Показатели	Январь-декабрь		
		2010	2011	%
1.2	Насыпные	1 445,6	990,0	68,5
1.2.1	зерновые	853,8	831,8	97,4
1.2.2	сахар	4,7	11,0	234,0
1.2.3	прочие	587,1	147,2	25,1
1.3	Лесные	0,0	0,0	
1.4	Генеральные	121,1	192,3	158,8
1.4.1	черные металлы	0,7	6,4	914,3
1.4.2	цветные металлы	4,7	9,6	204,3
1.4.3	металлолом	0,0	0,0	
1.4.4	тарно-штучное	77,8	139,5	179,3
1.4.5	рефгрузы	29,9	24,0	80,3
1.4.6	прочие	8,0	12,8	160,0
1.5	Контейнеры груженые	821,7	1 120,0	136,3
1.5,а	в ДФЭ (груженые)	118 287	158 178	133,7
1.5,б	в ДФЭ (порожние)	177	678	383,1
1.6	Грузы на пароме	0,0	2,4	
2	Наливные грузы	73,5	93,9	127,8
2.1	нефть	0,0	0,0	
2.2	нефтепродукты	0,0	0,0	
2.3	пищевые	73,5	93,9	127,8
2.4	химические	0,0	0,0	
IV	Каботаж	572,7	1 134,7	198,1
V	Транзит	29,2	0,2	0,7

Грузооборот порта – величина не постоянная и может меняться со временем, как по величине, так и по видам составляющих его грузов (рис. 114). Это зависит от многих природных, экономических и политических причин. В течение года (навигации) он может несколько уменьшаться или увеличиваться в связи с притоком грузов, с возрастанием потребности в морских перевозках по направлениям, обслуживаемым портом.

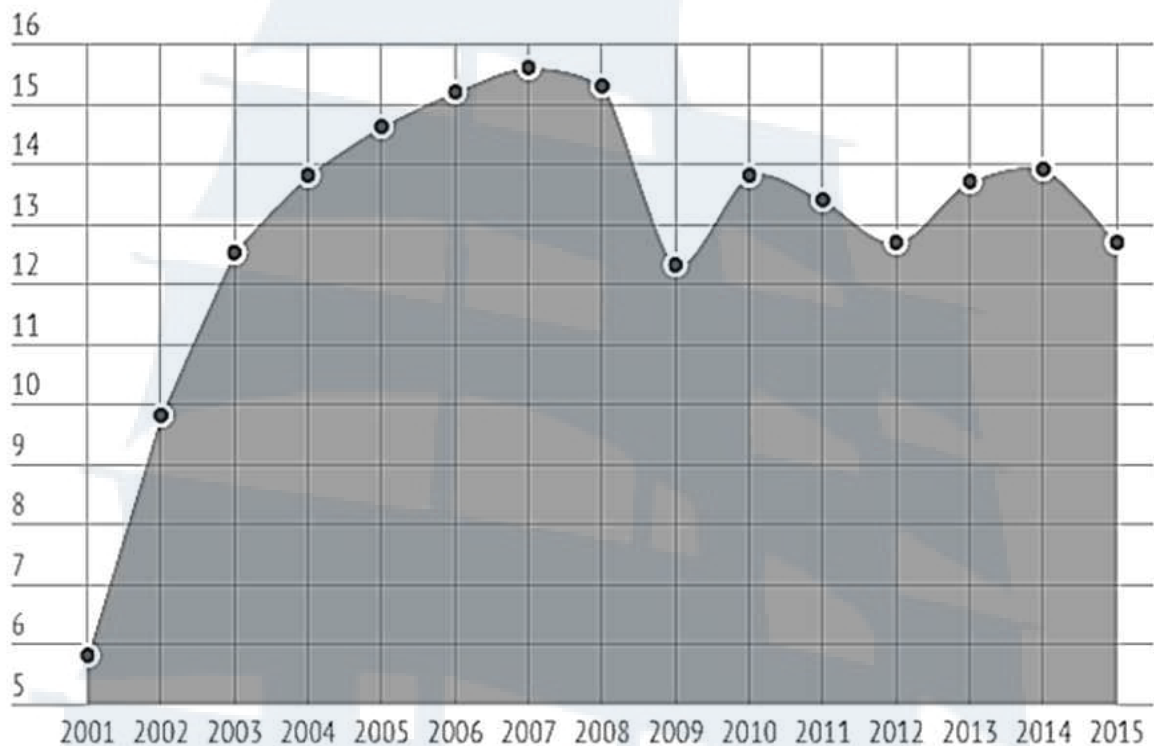


Рис. 114. Динамика грузооборота порта Калининград

Грузооборот порта не надо путать с *грузопереработкой* в порту – характеристикой, которая учитывает многократную перегрузку в порту одного и того же груза, совершаемого в процессе передачи груза с одного вида транспорта на другой.

4.5.2. Пропускная способность

Пропускная способность порта – максимальное количество грузов, которое может быть переработано (перегружено) в порту за определённый промежуток времени (год, месяц, сутки)

$$Q_n = k_{зан} \cdot Q, \quad (12)$$

где $k_{зан}$ – коэффициент, вводимый в зависимости от категории порта.

Пропускная способность порта определяет его максимально возможный грузооборот и, для нормальной работы порта, должна быть выше планируемого (расчётного) объёма грузооборота. Если пропускная способность порта *меньше* предъявленных ему для переработки грузов, то либо порт окажется забитым грузами, либо суда вынуждены будут простаивать в ожидании причала или механизмов для их разгруз-

ки-погрузки. В результате снизится использование провозной способности флота. Если же пропускная способность порта *больше* грузооборота, то не полностью используются портовые устройства и механизмы. Если пропускная способность *равна* грузообороту, порт работает на пределе своих возможностей.

Величину пропускной способности устанавливают из условия минимальных потерь на простои флота, береговых сооружений и оборудования (перегрузочного и прочее). Пропускная способность порта зависит от:

- длины и расположения причалов, определяющих количество одновременно обрабатываемых судов и их размеры;
- степени механизации перегрузочных работ и производительности труда рабочих, занятых на перегрузке; этим определяется интенсивность грузовых работ (судо-суточные нормы);
- расположения складов, подъездных путей, типа и размещения перегрузочных механизмов, определяющих схему переработки груза.

Общая пропускная способность порта равна сумме его пропускных способностей по отдельным видам грузов. Пропускная способность порта по каждому виду грузов так же должна превышать расчётный грузооборот по данному грузу. Пропускная способность замерзающих портов исчисляется в тоннах за навигацию, а незамерзающих портов – за год. Для оперативного планирования исчисляют пропускную способность за месяц и за сутки. Пропускная способность порта позволяет судить о производственной мощности его и служит важным показателем при планировании грузооборота.

Для эффективной работы всего порта, как ТУ, необходима согласованность пропускных способностей всех технологических элементов перегрузочного комплекса. При этом определяющим фактором обычно являются производительности расположенных в пределах прикормонной зоны причалов перегрузочных машин (морской грузовой фронт). Пропускная способность порта складывается из пропускной способности отдельных причалов. Интенсивность грузовых работ и способы перегрузки зависят от типа судна, расположения и количества люков, вооружения причала перегрузочными машинами и других факторов. Правильная организация перегрузочных работ, применение новых, передовых методов обработки судов обеспечивают полное использование всех технических средств порта, достижение портом максимальной пропускной способности. Например, пропускная способность порта Калининград составляет порядка 33 млн тонн в год, а порта Новороссийск – 152 млн тонн в год.

4.5.3. Судооборот

Судооборот порта – число судов, посетивших порт за год (годовой судооборот), месяц, сутки. По аналогии с предыдущими характеристиками разделяют судооборот причала, района, по видам грузов. Судооборот порта зависит от его грузооборота и грузоподъёмности судов, посещающих порт.

При росте грузоподъёмности транспортных судов, грузооборот порта может заметно возрасти при сохранении или даже снижении судооборота. Если известны типы судов, посещающих порт, и их грузоподъёмность, то годовой грузооборот может быть выражен по формуле

$$n_c = \sum \frac{Q_i}{D_{\text{ч}} \cdot \beta_i}, \quad (13)$$

где n_c – судооборот порта; Q_i – грузооборот порта по i -му виду грузов за рассматриваемый промежуток времени, т; $D_{\text{ч}}$ – грузоподъёмность (расчётная загрузка) данного типа судов для i -го вида груза, т; β_i – коэффициент использования грузоподъёмности судов, зависящий от рода перевозимого груза (для навалочных – руда, соль $\beta \approx 1$; зерновые $\beta = 0,65 \div 0,85$; наливные $\beta = 0,7 \div 0,9$; наименьшие значения $\beta = 0,2 \div 0,3$ для лёгких грузов – хлопок, стекловата, пробка).

4.5.4. Судоемкость

Судоемкость порта можно определить, зная судооборот порта, то есть определить возможное количество одновременно размещённых в порту судов (при расчёте причального фронта)

$$m_c = \frac{n_c \cdot t_{\text{см}}}{N \cdot k_{\text{мес}} \cdot k_{\text{сут}}}, \quad (14)$$

где m_c – судоемкость порта; n_c – базовый судооборот (годовой); $t_{\text{см}}$ – среднее время стоянки судна в порту, сут; N – число суток за период навигации; $k_{\text{мес}}$, $k_{\text{сут}}$ – коэффициенты месячной и суточной неравномерности захода судов в порт (определяются статистически).

4.5.5. Район тяготения

Важной характеристикой является *район тяготения* порта – часть территории страны или соседних стран, обслуживаемая портом, т. е. район, из которого экономически выгодно вывозить (или ввозить) грузы через данный порт. Строительство и развитие портов во многом определяются уровнем экономического развития тяготеющих к ним районов и регионов. Районы тяготения разделяют на *внутренние* и *внешние*.

Внутренним районом тяготения называют территорию, для которой данный порт служит наиболее удобным и господствующим местом ввоза-вывоза грузов и пассажиропотоков.

Внешний район тяготения – зарубежные территории и районы, куда вывозятся и откуда прибывают грузы и пассажиропотоки. Баланс внутренних и внешних районов тяготения в отношении пассажиропотоков зависит от состояния экономики страны порта и других регионов и политики.

Граница района тяготения определяется как отдалённостью от порта, так и размещением природных ресурсов, промышленных зон, наличием естественных и искусственных транспортных связей с портом, транспортными затратами. На формирование района тяготения существенное влияние оказывает специализация порта, род грузов и вид транспорта, доставляющего грузы в порт.

Линия, разделяющая районы тяготения порта от других районов тяготения называется *грузоразделительной линией*, что в наше время является достаточно условным понятием.

4.6. Технические характеристики порта

К техническим характеристикам порта относятся: пропускная способность входа в порт, глубины и размеры акватории в плане, длина причального фронта (длина причальной линии), размеры территории.

4.6.1. Пропускная способность входа в порт

Пропускная способность входа в порт, то есть количество судов, которые могут войти и выйти через ворота порта за определённый промежуток навигационного времени T (сутки, месяц, год)

$$N_{\text{вх}} = \frac{T \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{мет}}}{0,5 \cdot (t_1 + t_2)}, \quad (15)$$

где T – продолжительность навигационного промежутка времени (мин); $k_{и}$ – коэффициент использования входа в порт по времени ($k_{и} = 1$); $k_{мет}$ – коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности или прекращения операций входа/выхода судов через ворота порта по метеорологическим причинам ($k_{мет} \approx 0,7 \div 0,8$); t_1 – продолжительность ввода судна, мин; t_2 – продолжительность вывода судна, мин. При длине фарватера до 5 км: $t_1 \approx t_2 \approx 20 \div 50$ мин.

Пропускная способность портовых ворот должна быть не менее расчетного судооборота порта. В противном случае предусматривают двое или несколько ворот. Наличие двух или нескольких ворот, особенно ориентированных в разных направлениях, облегчает маневрирование судов, улучшает условия пожарной безопасности, ускоряет процесс освобождения акватории ото льда.

4.6.2. Отсчётный уровень портовой акватории

Глубины акватории и возвышение кордона (отметку портовой территории) назначают от отсчётных уровней моря соответствующей обеспеченностью.

Обеспеченность какого-либо уровня выражает собой процент *повторяемости* (или число случаев) всех уровней выше этого уровня, или *вероятность* того, что уровень моря (водоёма) равен или превышает заданное значение. Следует иметь в виду, что неверное назначение отсчётного уровня ведёт либо к простоям судов из-за невозможности их подхода к причалам в связи с недостаточностью глубины на акватории порта в не предусмотренные проектом периоды времени, либо к неоправданному увеличению стоимости строительства тех или иных сооружений порта из-за завышенных глубин.

Отсчётный уровень назначают относительно принятого на гидрографической карте данного бассейна *нуля глубин* (рис. 18) по многолетнему графику обеспеченности уровней воды за навигационный период, включая время навигации с ледоколом. Для неприливных морей используют данные ежедневных, а для морей с приливами – ежечасных, соответственно не менее 10- и 3-летних периодов наблюдений. При этом за минимальный уровень воды принимается минимальный годовой уровень повторяемостью 1 раз в 25 лет. Расчетный *наинизший судоходный уровень* воды (НСУ) принимают, как правило, не выше: навигационного уровня с обеспеченностью, определенной по ежедневным данным за многолетний период (с учетом суточных колебаний на зарегулированных участках водных путей и в устьях ливных морей),

для портов I и II категорий – 99 %, для портов III и IV категорий – соответственно 97 и 95 %; проектного уровня воды на прилегающих участках водного пути с учетом перспективы его изменения. Навигационный период устанавливают с учетом сроков навигации в корреспондирующих портах.

Отсчетный уровень для морских портовых акваторий назначают на основе многолетнего графика обеспеченности ежедневных уровней воды за навигационный период в зависимости от разности между уровнем 50 %-й обеспеченности $H_{50\%}$ минимальным уровнем H_{\min} по табл. 12. Для промежуточных значений $H_{50\%}-H_{\min}$ отсчётный уровень определяется интерполяцией.

Таблица 12

Отсчётный уровень акваторий морских портов

$H_{50\%} - H_{\min}$, см, для морей		Обеспеченность, %
без приливов	с приливами	
до 105	до 180	98
125	260	99
140 и более	300 и более	99,5

Обеспеченность отсчётного уровня устанавливают в зависимости от грузооборота порта, грузоподъёмности расчётных судов (т. е. судов, для обслуживания которых проектируется данный порт), стоимости их простоя, стоимости дноуглубительных работ. В современных условиях, когда стоимость простоя крупнотоннажных морских судов весьма высока, экономически оправдано использование достаточно высокой обеспеченности отсчётного уровня на акватории порта на морях её принимают 98-99,5 %, для подходных каналов 99,9 %. Для портов на реках – 95-99 %, для портов на водохранилищах 97-99 %.

Бывают случаи, когда не представляется целесообразным принимать отсчётный уровень высокой обеспеченности (сравнительно большие приливные колебания уровня воды, небольшое число заходов крупнотоннажных судов, большой объем дноуглубительных работ, значительная заносимость и т. д.). Тогда в период времени, когда уровень воды в водоёме опускается ниже его расчётного положения, предусматривают либо уменьшение расчётной осадки судов путём их недогруза, предварительной частичной разгрузки, либо отстой судов на рейде в ожидании повышения уровня, либо создание прорези у причалов без создания подходного канала.

4.6.3. Глубина акватории

Для обеспечения безопасного передвижения судна и его стоянки на акватории порта и на подходах необходимо иметь между днищем судна и дном водоёма некоторый слой воды. Поэтому к расчётной осадке судна добавляют «запасы». Значения запасов определяют в зависимости от типа судна, его размерений, скорости перемещения по акватории и на подходах и других факторов. Так как влияние этих факторов на различных участках порта неодинаково, расчётные глубины на отдельных его участках будут различными. Наибольшими будут глубины на подходах к порту и на акватории, примыкающей непосредственно к входу в порт, то есть глубины порта – расчётные всегда бывают дифференцированы. В общем случае, при составлении проекта портовой акватории определяется навигационная глубина, необходимая для безопасного передвижения расчётного судна и производства перегрузочных операций, при самых неблагоприятных расчётных условиях, по формуле

$$H_{\text{н}} = (d + \delta d) + z_1 + z_2 + z_3 + z_0, \text{ м}, \quad (18)$$

где d – осадка расчётного судна по летнюю грузовую марку «Л» с поправкой δd на изменение плотности (солёности) воды, м; z_1 – минимальный навигационный запас, м; z_2 – волновой запас, м; z_3 – скоростной запас, м; z_0 – запас на крен судна вследствие неправильной его загрузки, перемещения груза, а также при циркуляции судна, м.

В качестве расчётного принимается судно (на приём которого проектируется данный участок акватории), имеющее наибольшую осадку из всех судов, посещающих данный порт, с поправкой δd (табл. 13).

Таблица 13

Поправки к осадке судна на плотность/солёность воды

Плотность воды, т/м ³	Солёность воды, ‰	Поправка δd , м
1,025	32	0,000
1,020	26	+ 0,004· d
1,015	20	+ 0,008· d
1,010	13	+ 0,012· d
1,005	7	+ 0,016· d
1,000	0	+ 0,020· d

Проектную глубину определяют по формуле:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{н}} + z_4, \text{ м}, \quad (19)$$

где z_4 – запас на заносимость.

Навигационный запас (z_1) необходим для обеспечения возможности перемещения судна с небольшой скоростью. Он исключает опасность потери судном управляемости и ударов днища об отдельные неровности дна. Его назначают в зависимости от вида грунта дна водоёма и размерений судна (чем плотнее грунт, тем больше запас): илистый грунт – $z_1 = 0,04 d$; наносный грунт (песок заиленный, ракушка, гравий) – $z_1 = 0,05 d$; слежавшийся грунт (плотный песок, глина) – $z_1 = 0,06 d$; скальный грунт $z_1 = 0,07 d$.

Волновой запас (z_2) необходим в связи с тем, что при волнении судно совершает вертикальные колебания, сопровождаемые его качкой (продольной, поперечной, вертикальной). При этом судно получает дифферент и крен, а также вертикальное перемещение, что приводит к увеличению заглубления оконечностей судна и опасности ударов днища о дно водоёма. Волновой запас определяют в зависимости от длины расчётного судна и высоты волны повторяемостью 1 раз в 25 лет по распределению волн 3 % обеспеченности. При этом вводится учёт угла между направлением волнения и курсовым углом движущегося судна и стоящего на якоре. Волновой запас на защищённой акватории равен 0. При высоте волны от 2 до 4 м для судна длиной 100 м: $z_2 = 50 \div 140$ см, а для судна длиной 200 м: $z_2 = 30 \div 90$ см, для судна длиной 300 м $z_2 = 20 \div 70$ см.

Скоростной запас (z_3) необходим потому, что при движении судно получает дифферент на корму, обуславливающий увеличение его осадки по сравнению с расчётной для покоящегося судна. Дифферент, а следовательно и значение этого запаса зависит от скорости движения судна и его длины. Величина скоростного запаса определяется по табл. 14. При движении судно вначале проседает на нос (дифферент), а с увеличением скорости на корму. Этот запас учитывается для участков акватории, где судно движется своим ходом.

Запас на заносимость (z_4) – (технический запас) учитывают для акваторий портов и подходов к ним, подверженных заносимости. Устанавливают его значение, исходя из ожидаемой (по статистике) интенсивности отложения наносов в период между ремонтными дноуглубительными (черпаниями) работами, но не менее величины, при которой

возможна производительная работа земснарядов (0,4÷0,5 м), а при интенсивном отложении наносов может достигать величины 1÷2 м.

Таблица 14

Скоростной запас z_3

Скорость судна, узлы (м/с)	Величина запаса, м
3 (1,6)	0,15
4 (2,1)	0,20
5 (2,6)	0,25
6 (3,1)	0,30

Запас на крен судна (z_0) определяется в зависимости от типа судна и его ширины по табл. 15.

Таблица 15

Запас на крен судна z_0

Тип судов	Величина запаса в долях ширины судна B_c , м
Танкеры	0,017
Сухогрузные и комбинированные	0,026
Лесовозы	0,044

Схема определения глубины акватории показана на рис. 115.

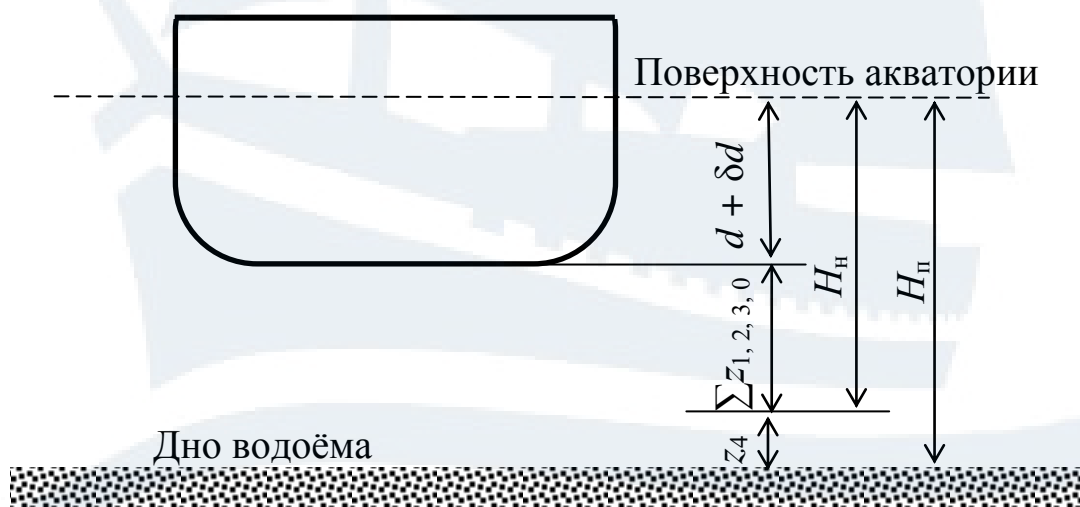


Рис. 115. Схема определения глубины акватории

4.7. Причалы

4.7.1. Количество, пропускная способность

Формальной границей между акваторией и территорией порта является причальная линия – причальный фронт, образованный из совокупности всех причалов порта (основных, вспомогательных и др.). По назначению причалы подразделяются на грузовые, пассажирские и вспомогательные причалы, используемые для выполнения вспомогательных операций грузовых и пассажирских судов, стоянки судов портофлота и проведения бункеровки судов.

Причал – гидротехническое сооружение, технологический элемент ПК, включающий причальное сооружение, подъемно-транспортное оборудование и территорию, ограниченную кордоном причала, а с тыловой стороны – границей зоны действия прикордонного крана.

Количество грузовых причалов, необходимых для переработки расчетного грузооборота, определяется по формуле

$$N_{np} = \frac{Q_{мес}}{30 \cdot P_{сут} \cdot k_{мет} \cdot k_{зан}}, \text{ ед.}, \quad (20)$$

где $Q_{мес}$ – расчетный грузооборот в месяц наибольшей работы, т; $P_{сут}$ – валовая интенсивность грузовых работ при обработке расчетных типов судов, т/сут.; $k_{мет}$ – коэффициент использования бюджета рабочего времени причала по метеорологическим причинам в месяц наибольшей работы; $k_{зан}$ – коэффициент занятости причала обработкой судов в течение месяца.

Полученное значение количества грузовых причалов округляют до ближайшего большего числа. Округление на величину, большую 0,50, не рекомендуется. В этом случае необходимо увеличить интенсивность грузовых работ либо передать часть грузооборота на другие причалы.

Суточная пропускная способность одного причала определяется, исходя из продолжительности грузовых работ и производственных стоянок при обработке расчетных типов судов как средневзвешенная величина по формуле

$$P_{сут} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \frac{A_i (t_{эpi} + t_{нци})}{24 \cdot D_i}}, \text{ т/сут.}, \quad (21)$$

где m – количество типов расчетных судов; D_i – расчетная загрузка i -го типа судна, т; A_i – доля расчетных судов i -го типа, в общем объеме расчетного грузооборота; t_{zpi} – время занятости причала выполнением грузовых работ с одним судном i -го типа, час; t_{nci} – среднее время занятости причала под производственными стоянками судна i -го типа.

Время t_{zpi} определяется, исходя из принятой технологии погрузочно-разгрузочных работ, производительности технологических линий и их числа по формуле

$$t_{zpi} = \frac{D_i}{M_q}, \text{ ч}, \quad (22)$$

где M_q – интенсивность грузовых работ (чистая), т/ч.

В величину времени t_{nc} включается продолжительность только тех операций и в таком размере, которые не могут быть совмещены со временем t_{zp} или с другими операциями и которые нельзя или нецелесообразно выполнить у вспомогательных причалов или на рейде, а именно:

- швартовка / отшвартовка с маневрами, перестановка судна от причала к другому причалу;
- открытие, закрытие, перекрытие трюмов;
- оформление прихода, грузовых документов, осмотр судна, замеры и отбор проб перед сливом, анализ нефтегрузов, осмотр танков, замеры, отбор проб, подсчет грузов, оформление документов после налива и загрузки, оформление отхода;
- зачистка и подготовка трюмов, укрепление поверхности зерна, шланговка / отшланговка, крепление и раскрепление грузов на палубах.

Для примера в табл. 16 даны некоторые значения t_{zp} .

Коэффициент $k_{мет}$ учитывает продолжительность простоя причала по следующим метеорологическим причинам: ветер со скоростью более 15 м/с, осадки (дождь, снегопад, плотность тумана (видимость менее 100 метров), температуры наружного воздуха ($-11 \div -31$ °С для разных морей), при которых прекращаются работы или устанавливаются перемены для обогрева рабочих. Коэффициент колеблется от 0,50 для северных портов до 0,95 для южных портов и Южной Балтики.

Коэффициент $k_{зан}$ рекомендуется принимать для перегрузочных комплексов универсальных 0,6÷0,7; специализированных (лесной, очный 0,5÷0,6), контейнерных 0,4÷0,5; нефтепродукты 0,4÷0,5.

Расчетная загрузка для универсальных судов, углерудовозов, танкеров и судов-газовозов определяется в зависимости от типа судов, рода

груза и схемы загрузки судна по формуле (23) и для контейнеровозов и ролкеров по формуле (24)

$$D_i = D_{ч_i} \cdot k_{исп}, \quad (23)$$

$$D_i = 2 \cdot D_{ч_i} \cdot k_{исп}, \quad (24)$$

где $D_{ч_i}$ – чистая грузоподъемность судна, т или конт.; $k_{исп}$ – коэффициент использования грузоподъемности.

Таблица 16

**Время занятости причала вспомогательными
производственными операциями $t_{пс}$**

Грузы	Дедвейт судна DW , т	Погрузка, ч (склад-судно)	Выгрузка, ч (судно-склад)
Генеральные	до 1 500	6,0	4,5
	1 501-3 000	6,5	5,0
	3 001-5 000	7,0	5,5
	5 001-8 000	8,5	6,0
	8 001-12 000	9,0	7,0
	12 001-16 000	10,0	7,5
	более 16 000	11,0	8,0
Навалочные	до 1 500	4,0	3,5
	1 501-3 000	4,5	4,0
	3 001-5 000	5,0	4,5
	5 001-8 000	5,5	5,5
	8 001-12 000	6,0	6,0
	12 001-16 000	6,5	7,0
	16 001-30 000	7,0	7,5
	30 001-50 000	8,0	8,0
	более 50 000	8,5	8,5
Лесные	до 1 500	10,0	6,0
	1 501-3 000	10,5	6,5
	3 001-5 000	11,0	7,5
	5 001-8 000	14,0	8,5
	8 001-12 000	14,5	9,5
	12 001-16 000	15,0	10,0
	более 16 000	15,5	10,5

Для универсальных судов, углеводовозов, танкеров $k_{исп}$ рассчитывается, исходя из соотношения удельной вместимости грузовых помещений и погрузочного объема (или удельной плотности) груза; для судов-газовозов СПГ – 0,98; для контейнеровозов – 0,8÷0,9; для ролкеров

находится в пределах от 0,4 до 0,5 при вместимости судна от 12 000 м³ до 60 000 м³ и более и определяется для промежуточных значений вместимости посредством линейной интерполяции.

Интенсивность грузовых работ

$$M_v = P_{\text{м.л.}} \cdot n_{\text{м.л.}}, \quad (25)$$

где $P_{\text{м.л.}}$ – эксплуатационная производительность одной механизированной линии; $n_{\text{м.л.}}$ – количество механизированных линий, зависящее от количества грузовых люков судна.

Для *крановых схем механизации* эксплуатационная производительность одной механизированной линии для заданного вида груза $P_{\text{м.л.}}$ определяется по формуле

$$P_{\text{м.л.}} = \text{КНВ}/t_{\text{см}}, \quad (26)$$

где КНВ – комплексная норма выработки одной технологической механизированной линии для принятой схемы механизации, т/см или м³/см, применяемой в конкретном порту; $t_{\text{см}}$ – время одной рабочей смены (7,5 ч).

Для примера, в табл. 17 даны значения КНВ для некоторых видов обрабатываемых грузов.

Таблица 17

КНВ для некоторых видов грузов

№ п/п	Наименование груза	Способ перевозки	Вариант работы	КНВ, т (м ³)/см
1	генеральный	пакетно	судно-склад и обратно	365
	смешанный		судно-вагон и обратно	295
2	грузы в мешках М-80	пакетно	судно-склад и обратно	360
			судно-вагон и обратно	285
3	грузы в ящиках Я-50	пакетно	судно-склад и обратно	335
			судно-вагон и обратно	305
4	оборудование и металлогрузы	пакетно	судно-склад и обратно	390
			судно-вагон и обратно	285
		эл.магнит	судно-вагон и обратно	470
5	металл в пачках ММ-1,2	пакетно	судно-склад и обратно	720
			судно-вагон и обратно	550
			судно-вагон и обратно	425
6	уголь	навалом	склад-судно	1 900
7	лес круглый ЛК-6,9, ЛБ-3	поштучно	склад-судно	(490)
		грейфер	вагон-судно	(440)

Для контейнеровозов интенсивность грузовых работ

$$M_{\text{ч}} = P_{\text{м.л.}} \cdot n_{\text{м.л.}} \cdot k_{\text{конц}}, \quad (27)$$

где $P_{\text{м.л.}}$ – эксплуатационная производительность технологической линии, конт/ч; $n_{\text{м.л.}}$ – количество технологических линий; $k_{\text{конц}}$ – коэффициент, учитывающий снижение производительности в зависимости от одновременно работающих на одном судне причальных контейнерных перегружателей.

$$P_{\text{м.л.}} = \frac{P_{\text{м.л.}}^{\text{тех}} \cdot k^{\text{тех-экс}}}{1,067}, \text{ конт/ч}, \quad (28)$$

где $P_{\text{м.л.}}^{\text{тех}}$ – техническая производительность технологической линии, конт./ч. принимается:

- 25 ÷ 30 конт./ч при использовании причального контейнерного перегружателя для судов вместимостью до 400 конт.;
- 28 ÷ 32 конт./ч при использовании причального контейнерного перегружателя для судов вместимостью до 1 400 конт.;
- 30 ÷ 50 конт./ч при использовании причального контейнерного перегружателя для судов вместимостью до 2 500 конт.;

$k^{\text{тех-экс}}$ – коэффициент, учитывающий переход от технической к эксплуатационной производительности технологической линии, принимается:

– при механизированном способе производства грузовых работ $k^{\text{тех-экс}} = 0,75$;

– при автоматизированном $k^{\text{тех-экс}} = 0,9$;

1,067 – коэффициент, учитывающий время обеденного перерыва.

В табл. 18 даны параметры контейнерного терминала.

Таблица 18

Параметры контейнерного терминала

Тип судна-контейнеровоза	Рекомендуемое количество технологических линий, $n_{\text{м.л.}}$	Коэффициент $k_{\text{конц}}$
до 1 000	2	1,00
СК-1000-1700	3	1,00
СК-1700-4000	4	0,95

Среднее расчетное время занятости контейнерного причала под вспомогательными производственными операциями на расчетном

судне, не совмещаемыми с основными $t_{п.с.}$ (швартовка с маневрами, отшвартовка с маневрами, перестановка от причала к причалу, оформление прихода и отхода, оформление грузовых документов) принимают по табл. 19.

Таблица 19

Время занятости контейнерного причала вспомогательными производственными операциями $t_{п.с.}$

Направление транспортных сообщений	Контейнеро-местимость судна, TEU	Погрузка, ч (склад-судно)	Выгрузка, ч (судно-склад)
Океанское и каботаж	до 1 000	6,0	2,7
	1 001÷1 700	6,0	2,7
	1 701÷2 500	6,7	2,7
	2 501÷4 000	7,0	3,5

Годовая (навигационная) пропускная способность причала определяется по формуле

$$P_{год} = \frac{30 \cdot P_{сут} \cdot k_{мет} \cdot k_{зан}}{k_{мес}} \cdot n_m, \text{ Т/ГОД}, \quad (29)$$

где n_m – число месяцев навигации; $k_{мес}$ – коэффициент месячной неравномерности поступления грузов в порт.

4.7.2. Основные параметры

К основным размерам причалов относятся их глубина, длина и возвышение кордона (отметка территории).

1) Глубина у причалов

Проектной глубиной причала считается принятая на перспективу глубина от отсчетного уровня. Глубину у причалов определяют по формуле (18), принимая в ней значения запасов, вычисленные для условий района расположения каждого причала. При этом скоростной запас не учитывается из-за малой скорости подхода судна к причалу, т. е. $z_2 = z_3 = 0$. Волновой запас определяется не по расчётной высоте волны в данном районе порта, а по допустимой высоте волны, при которой возможно производить перегрузочные операции. Полученное в результате расчёта значение глубины у причалов округляют до ближайшего большего его значения, принятого в целях унификации размеров причалов.

Типовые значения глубины (в метрах) у причалов, предназначенных для обработки некоторых типов судов, показаны в табл. 20.

Таблица 20

Унифицированная (проектная) глубина у причала

Сообщение	Унифицированная (проектная) глубина у причала, м						
	Перегрузочный комплекс для						
	контейнеров	генеральных и лесных грузов	навалочных грузов	сырой нефти	нефтепродуктов и прочих наливных грузов	грузов в судах смешанного и внутреннего плавания	пассажирского комплекса
Океанское	11,50	9,75	13,00	15,0	9,75	-	8,25
	13,00	11,50	15,00	16,5	11,50	-	9,75
	15,00	13,00	16,50	18,0	13,00	-	11,50
	-	-	18,00	20,0	15,00	-	-
	-	-	20,00	22,0	16,50	-	-
	-	-	-	24,0	-	-	-
Каботажное	8,25	6,50	8,25	11,5	8,25	5,00	6,50
	9,75	8,25	9,75	13,0	9,75	6,50	8,25
	11,50	9,75	11,50	15,0	11,50	-	9,75
	-	11,50	13,00	-	-	-	-
	-	-	15,00	-	-	-	-
Местное	6,50	5,00	5,00	-	5,00	5,00	5,00
	-	6,50	6,50	-	6,50	6,50	6,50

2) Длина причалов

Проектной длиной причала $L_{пр}$ считается расстояние между границами причала, измеряемое по длине кордона. Проектную длину причала определяют как сумму унифицированной длины расчетного судна (табл. 21) и запаса свободной длины причала, необходимого для безопасной стоянки и отшвартовки судна. Причал должен иметь длину, обеспечивающую свободную стоянку расчетного типа судна наибольшей длины и достаточные размеры участков по носу и корме для производства швартовых операций. Размеры этих участков зависят от поло-

жения причала на причальном фронте (концевой или промежуточный причал) и от конфигурации причального фронта в плане (табл. 22).

Таблица 21

Унифицированные длины расчётных судов

Осадка судна по основную грузовую марку, м	Унифицированные длины расчетных судов, м						
	контейнеровозов	накатных судов	универсальных для генеральных грузов	лесовозов	блкеров и нефтерудовозов	танкеров для нефтеналивных грузов	пассажирских
22	-	-	-	-	-	360	-
21	-	-	-	-	-	350	-
20	-	-	-	-	-	340	-
19	-	-	-	-	-	330	-
18	-	-	-	-	290	320	-
17	-	-	-	-	280	300	-
16	-	-	-	-	270	280	-
15	-	-	-	-	260	270	-
14	300	-	-	-	250	250	-
13	290	-	-	-	240	240	-
12	270	-	-	-	220	230	-
11	250	250	200	230	200	210	-
10	225	230	180	200	180	190	290
9	200	200	160	170	160	170	230
8	170	180	140	150	140	150	200
7	140	160	120	125	130	130	180
6	120	140	100	100	110	110	160
5	100	120	90	80	90	90	130
4	-	100	80	70	70	70	100

Порядок определения расчетной длины судна следующий
 – уточняется осадка расчетного судна как разность между проектной глубиной причала и суммой запасов глубин, учтенных при ее определении;

– на основании осадки расчетного судна выбираются ближайшее значение осадок и соответствующее ей значение унифицированных длин судна;

– определяется *расчетная длина* судна путем интерполяции подобранных величин.

Запас свободной длины причала представляет собой для причалов, расположенных внутри прямолинейного участка причального фронта, – расстояние t между двумя стоящими у смежных причалов судами; с края прямолинейного участка причального фронта – величину $t/2 + e$, (где e – расстояние между судном и концом данного участка); одиночно – величину $2 \cdot e$.

Длина причала, расположенного внутри прямолинейного участка причальной линии (промежуточного), определяется по формуле

$$L_{np} = L_c + t. \quad (30)$$

Длина причала, расположенного в конце прямолинейного участка причальной линии (концевого) определяется по формуле

$$L_{np} = L_c + t/2 + e. \quad (31)$$

В случае смежного расположения на прямолинейном участке причального фронта двух судов, по своей длине относящихся к разным группам (табл. 18), длина причала определяется

$$L_{np} = L_c + (t_1 + t_2)/2,$$

где t_1 и t_2 – запас свободной длины для первого и второго судна, м.

Длина одиночного торцевого причала равна

$$L_{np} = L_c + 2 \cdot e. \quad (32)$$

Если предполагается швартовка судов носом или кормой, то длина причала для каждого судна принимается равной

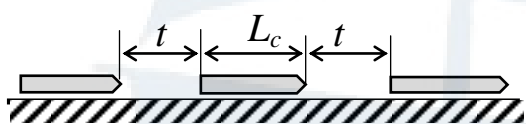
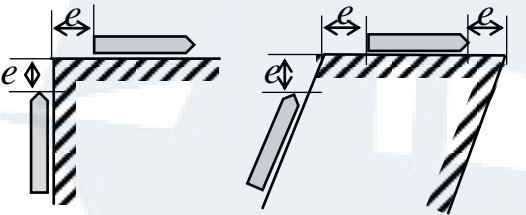
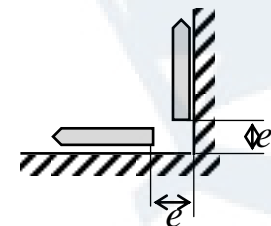
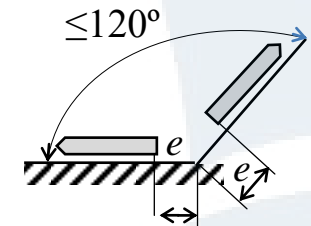
$$L_{np} = 2 \cdot B_c.$$

Длина береговых вспомогательных причалов равна длине соответствующих грузовых причалов.

Длина причального фронта порта определяется по формуле

$$L_{np. фр.} = \sum L_{npi}. \quad (33)$$

Запас свободной длины причала

Схема постановки судна	Запас свободной длины причалов при наибольшей длине расчетного судна, м				
	более 300	300-201	200-151	150-100	менее 100
<p>1. Расстояние между судами t</p> 	30	25	20	15	10
<p>2. Расстояние e между судном и концом прямолинейного участка причального фронта в зависимости от расположения причального фронта</p> 	30	25	20	10	5
	45/40	30	25	20	15
	30/25	20	15	15	10

Примечание. Для судов длиной 300 м в знаменателе указаны нормы, относящиеся к схемам с берегоукреплением.

2) Возвышение кордона причалов

Под возвышением кордона причала или *отметкой портовой территории* понимается возвышение верхней плоскости причала над *отсчётным уровнем воды* (п. 4.6.2), являющейся одной из важнейших характеристик порта. Эта отметка выбирается с таким расчётом, чтобы портовая территория не затоплялась при высоких уровнях воды и были созданы наиболее благоприятные условия для производства перегрузочных операций и нормальной работы наземных транспортных средств. Назначая отметку территории, следует иметь в виду, что затопление подземных инженерных сетей (электроснабжения, освещения, связи, галерей с технологическими трубопроводами и т. п.) недопустимо. Отметка портовой территории для всей прикордонной зоны обычно принимается одинаковой, что обеспечивает более простую и удобную транспортную связь между причалами. Вместе с тем, необходимо иметь в виду, что необоснованное повышение отметки территории ведет к увеличению высоты причалов и, следовательно, к увеличению их стоимости.

Отметку портовой территории назначают, исходя из *основной и поверочной норм*.

По основной норме устанавливается возвышение кордона (или верха причального сооружения), обеспечивающее:

- а) удобство стоянки судов и производства перегрузочных работ у причала;
- б) возможность оборудования причала отбойными устройствами;
- в) возможность прокладки водопроводных и канализационных сетей ниже глубины промерзания грунта.

По поверочной норме возвышение кордона проверяется на незатопляемость территории причалов. Указанные нормы представлены в табл. 23. За расчётную отметку кордона принимают *наибольшее из значений*, полученных по этим двум нормам. Следует иметь в виду, что полученные таким образом отметки являются минимально допустимыми. Обычные же их значения для неприливных морей лежат в пределах 2÷3 м над средним уровнем моря. В приливных морях с большой амплитудой колебания уровня воды (свыше 6 м) с целью уменьшения высоты причалов часто устраивают закрытые бассейны, соединенные с морем шлюзами (рис. 54). В этих бассейнах поддерживается уровень, близкий к приливному. Отметка кордона в этом случае отсчитывается от этого уровня плюс запас 1÷1,5 м. При строительстве причалов, предназна-

ченных для приёма крупнотоннажных танкеров, на незащищенных акваториях возвышение их верха принимают равным 5÷7 м и более.

Таблица 23

Нормы определения возвышения кордона

	Основная норма	Поверочная норма
Приливные моря	На 2 м выше среднего уровня прилива (обеспеченность 50 %)	На 1 м выше уровня прилива (1% обеспеченности)
Безливные моря	На 2 м выше среднего многолетнего уровня	На 1 м выше максимального годового уровня (обеспеченность 2 % – 1 раз в 50 лет)

Примечание: к приливым морям относятся моря с величиной прилива более 50 см.

Возвышение кордона причала на незащищенных или не полностью защищенных от волнения акваториях устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от совокупности следующих факторов: величины прилива и отлива, высоты волны, конструкции причала, типов и размеров судов, а также технологических требований.

4.7.3. Нормативные нагрузки на причальные сооружения

Категорию нормативных (базовых значений) нагрузок на причальные сооружения устанавливают в зависимости от назначения проектируемого причала с учетом перспективы развития порта по табл. 24.

Таблица 24

Нормативные нагрузки на причальные сооружения

Наименование причалов	Категория нормативных нагрузок
1. Для навалочных и насыпных грузов, перерабатываемых на специализированных технологических перегрузочных комплексах:	
– при складе, расположенном вне зоны непосредственного воздействия нагрузок от складироваемых грузов на причальные сооружения;	0-б
– при прикордонном расположении склада	0-с

Наименование причалов	Категория нормативных нагрузок
2. Для навалочных грузов, металлов и оборудования и других грузов массой грузового места 10 и более тонн, перерабатываемых на причале с крановой схемой механизации:	
– причалы глубиной 11,5 м и более	0
– остальные причалы	0 (I)
3. Для крупнотоннажных контейнеров и накатных грузов	0-к
4. Для генеральных грузов	I (II)
5. Для зерновых грузов	III (II)
6. Для лесных грузов	I (0)
7. Для грузопассажирских операций	III (II)
8. Для наливных грузов	III
9. Служебно-вспомогательные	III

Нормативные (базовые значения) нагрузки от перегрузочных машин, транспортных средств и складироваемых грузов на причальные сооружения, кроме узких пирсов, принимают по табл. 25, а схемы нагрузок на причальные сооружения даны на рис. 116.

Причалы, предназначенные для перегрузки крупнотоннажных контейнеров, блок-пакетов и других тяжеловесных грузов, в том числе для накатных судов, должны рассчитываться на нагрузку по схеме «а» (рис. 116) с учетом того, что в зонах Б, В и Г допускается сочетание воздействия нагрузок от складироваемых грузов и от безрельсового транспорта.

Причалы специализированных терминалов для перегрузки навалочных и насыпных грузов могут рассчитываться на нагрузку по схеме «а» или «в». При строительстве причалов с прикордонными конвейерными галереями в зонах А и Б должны учитываться нагрузки только от железнодорожного подвижного состава и безрельсового транспорта, а нагрузки в зонах В и Г от складироваемых грузов следует принимать соответственно категории нормативных нагрузок 0-с или 0-б по табл. 25.

Нагрузки на причалы

Категория нормативных нагрузок на причал	Нагрузки от перегрузочных машин и транспортных средств/категория			Нагрузки от складироваемых грузов q , кН/м ² (т/м ²)			
	прикордонные краны и перегрузатели	ж.-д. транспорт кН/м пути (т/м пути)	безрельсовый транспорт	в прикордонной зоне		в переходной зоне	в тыловой зоне
				А	Б	В	Г
0-с	К-35	137,2 (14)	Н-30	19,6 (2,0)	39,2 (4,0)	117,6 (12,0)	196 (20,0)
0-б	К-35	137,2 (14)	Н-30	7,35 (0,75)	14,7 (1,5)	19,6 (2,0)	19,6 (2,0)
0-к	КП	–	КВ-70	19,6 (2,0)	39,2 (4,0)	58,8 (6,0)	98 (10)
			(КВ-35)	39,2 (4,0)			
0	К-35	137,2 (14)	Н-30	19,6 (2,0)	39,2 (4,0)	117,6 (12,0)	196 (20,0)
I	К-35	137,2 (14)	Н-30	19,6 (2,0)	39,2 (4,0)	58,8 (6,0)	98 (10,0)
II	К-25	137,2 (14)	Н-30	14,7 (1,5)	29,4 (3,0)	39,2 (4,0)	58,8 (6,0)
III	–	–	Н-10	7,35 (0,75)	14,7 (1,5)	19,6 (2,0)	19,6 (2,0)

Для причалов, рассчитанных по 0, I или II категориям нормативных нагрузок, каждая зона по ширине причала (А, Б, В и Г) может быть загружена одной из нагрузок, приведенных на схемах «а», «б» и «в».

Для причалов, рассчитываемых по III категории нормативных нагрузок, каждая зона причала может быть загружена по схеме «б» по всей ширине причала – нагрузкой от безрельсового транспорта либо произвольным (возможным в производственных условиях) сочетанием этих нагрузок. Для II категории нормативных нагрузок, как правило, допускается крановая нагрузка по схеме К-35.

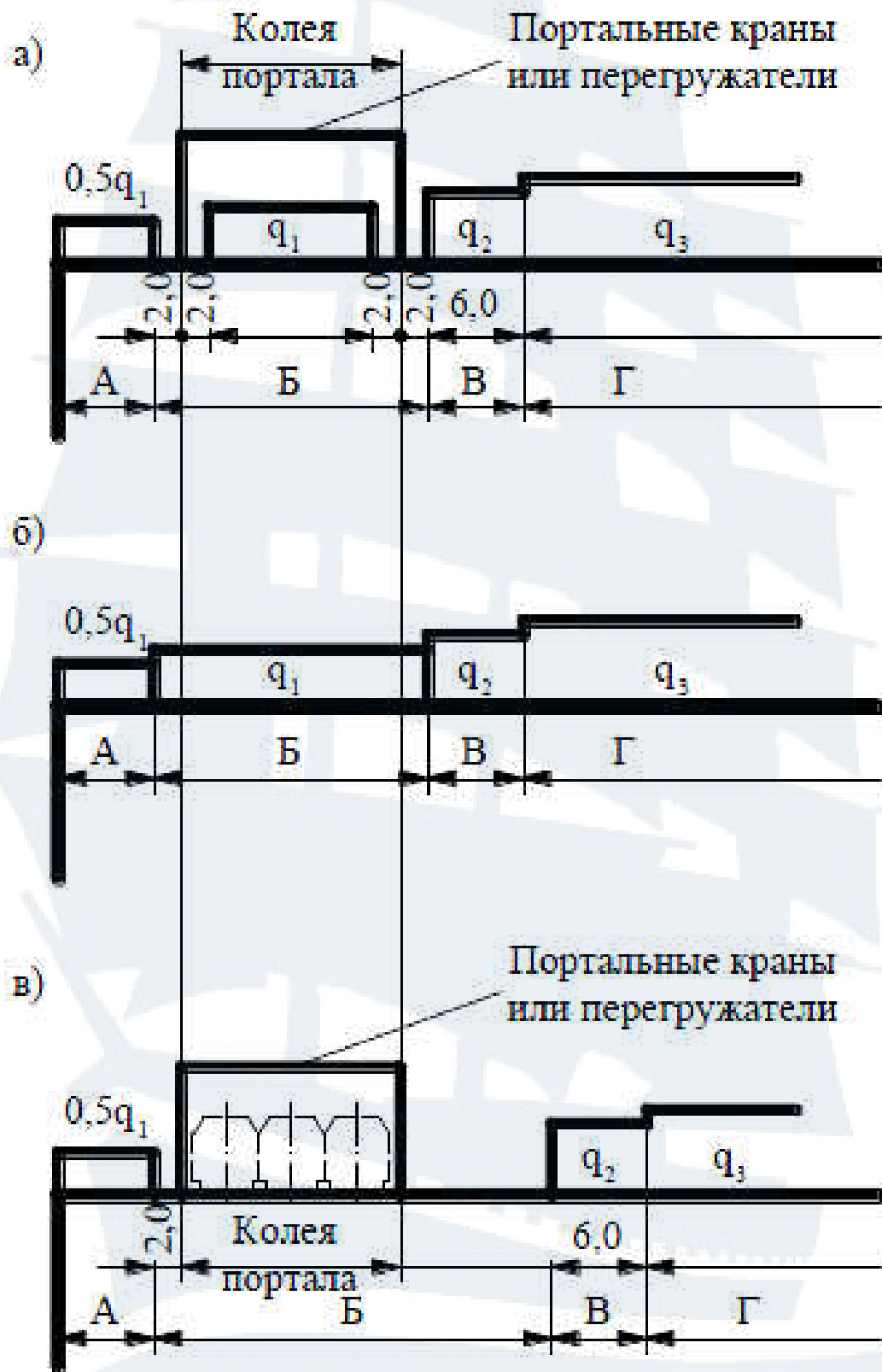


Рис. 116. Схемы нагрузок на причалы

4.8. Портовые склады, определение параметров

4.8.1. Требования к складам и классификация

Склады портов предназначены для:

- приема, размещения, оперативного хранения, накопления, подготовки и формирования партий грузов;
- выполнения функции буфера, сглаживающего неравномерность подхода подвижного состава смежных видов транспорта.

Различие режима работы водного и сухопутного транспорта и, в особенности, различие в грузовместимости судов и сухопутных транспортных единиц вынуждает к тому, что, несмотря на все видимые преимущества «прямого варианта», значительная часть грузов проходит через склад. Кроме того, вследствие разнообразных причин – сезонности сельскохозяйственных грузов, перерывов в навигации в зимний период и т. п. – поступление грузов в порт и их отправка из порта происходят неравномерно. Интенсивность грузовых работ при современных крупнотоннажных судах очень велика и, как правило, требует предварительного накопления грузов. В ряде случаев грузы, поступая в порт, рассортировывают и комплектуют, иногда переупаковывают и отбирают из них пробы. Экспортно-импортные грузы могут быть подвержены таможенному досмотру. Большую часть этих операций следует выполнять в складских условиях.

Склады должны удовлетворять следующим **требованиям**:

- а) иметь вместимость, достаточную для хранения грузов заданных видов в количестве, обеспечивающем бесперебойную работу обслуживаемых причалов;
- б) иметь устройства и оборудование для обеспечения сохранности грузов;
- в) обеспечивать высокоэффективную работу складских перегрузочных устройств, транспорта и др. оборудования;
- г) располагаться таким образом на территории порта, чтобы обеспечивать кратчайшие пути перемещения грузов между причалами, подъезду к путям;
- д) покрытия полов и межэтажных перекрытий должны иметь прочность, достаточную для восприятия заданных и перспективных нагрузок от складироваемых грузов, транспортирующих и перегрузочных устройств;
- е) иметь весовое хозяйство и спец. инвентарь (поддоны, распорки) и т. д.

По характеру работы склады порта можно подразделить на *транзитные (буферные)* – склады временного хранения (СВХ) и *базисные*.

Транзитные склады служат для краткосрочного хранения грузов с целью компенсации неравномерности работы водного и сухопутного транспорта. Располагаются такие склады в непосредственной близости от кордона.

Для накопления и длительного хранения грузов служат базисные или *тыловые* склады и резервные складские площадки. Тыловые склады, как правило, используют для накопления грузов к началу навигации или для подбора крупных партий односортных грузов.

Склады бывают *открытыми*, устроенными в виде специальных площадок для грузов, допускающих хранение под открытым небом: песок, гравий, руда, уголь, круглый лес и др. (рис. 99; 101; 103) и *закрытыми* – для некоторых видов грузов, хранение которых под открытым небом недопустимо. При этом крытые склады делятся на склады *общего назначения* и *специализированные*, предназначенные для хранения какого-либо одного груза: наливные, контейнерные, зернохранилища-элеваторы, холодильники, склады для пылящих грузов (рис. 100; 102; 117) и т. п.



Рис. 117. Портовый элеватор

Наилучшим типом закрытого склада, допускающего широкое применение комплексной механизации, является *одноэтажный* склад (рис. 118; 119).



Рис. 118. Крытые одноэтажные склады в порту



Рис. 119. Штабелирование грузов в одноэтажном складе в порту

Однако, учитывая стесненность территорий во многих портах, как существующих, так и вновь строящихся, нередко приходится строить двух- и многоэтажные склады (рис. 120). Чем короче путь прохождения груза на территории порта, тем меньше себестоимость его обработки. Поэтому склады для большинства видов грузов, кроме требующих специально оборудованных хранилищ, стремятся разместить вдоль всей причальной линии.

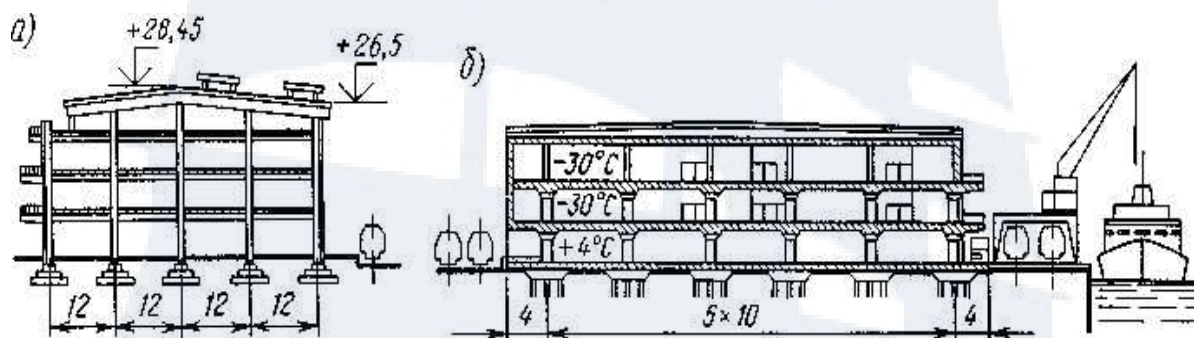


Рис. 120. Схема многоэтажного склада в порту

Длина одноэтажных складов, как правило, соответствует длине обрабатываемых судов или кратной ей величине. По соображениям безопасности длинные склады разбивают на отсеки несгораемыми (бетонными или кирпичными) поперечными стенами (*брандмауэрами*). Часто пол склада располагают выше поверхности территории для улучшения загрузки (разгрузки) вагонов и автомобилей, снаружи у стен склада устанавливают высокие платформы – *рампы*, а для въезда в склад – наклонные *пандусы*. В двух- и многоэтажных складах (прикордонных) устраивают открытые *балконы* – площадки, на которые груз подается с помощью кранов, а в крышах устраивают люки.

Оборудование складов должно выполнять две основные операции: транспортирование и *штабелирование* (рис. 119). Для этого применяют автопогрузчики, конвейеры, элеваторы, лифты в многоэтажных складах и т. д.

4.8.2. Параметры складов

Крытые склады для генеральных грузов размещают:

– в прикордонной части операционной зоны терминала в случае преобладания в общем объеме генеральных грузов, переваливаемых на терминале, грузов крытого хранения;

– в тыловой части операционной зоны в случае преобладания в общем объеме генеральных грузов, переваливаемых на терминале, грузов открытого хранения, а также при невозможности размещения крытых складов в прикордонной части операционной зоны терминала.

При определении длины прикордонных крытых складов и мест их размещения учитывают необходимость обеспечения с торцов складов проездов в тыловые зоны терминалов, пандусов для въезда напольных средств механизации на рампы и внутрь склада через торцовые ворота, а также возможность обработки у торцовых рамп складов автотранспорта, контейнеров и ролл-трейлеров.

С учетом структуры грузопотока в порту и возможных неблагоприятных климатических условий должно быть предусмотрено хранение металлогрузов, оборудования, ценных сортов пиломатериалов в обычных крытых складах.

Полезная высота складов (от пола до низа несущих конструкций покрытия или междуэтажного перекрытия) принимается в:

- а) одноэтажных складах – 7,8 м;
- б) многоэтажных складах:
 - первого этажа – 6,0 м;
 - остальных этажей – на менее 4,8 м.

Высота проема ворот складов (одноэтажных и 1-го этажа многоэтажных) – 5,4 м, ширина – 4,8 м.

Верхние этажи многоэтажных складов, находящихся в зоне действия порталных кранов, должны иметь в зависимости от этажности и конструкции складов грузовые балконы или террасы. Ширину грузовых балконов или террас верхних этажей многоэтажных складов принимают равной 3,5 м (размеры от внутренней грани ограждения до наружной стены склада). Возвышение грузового балкона либо террасы верхнего этажа многоэтажного склада не должно превышать высоту подъема груза порталными кранами с учетом безопасного проноса груза над ограждением.

Крытые одноэтажные склады и первые этажи многоэтажных складов рекомендуется оборудовать погрузочно-разгрузочными рампами, предназначенными для производства погрузочно-разгрузочных работ. В зависимости от назначения рампы оборудуются мостиками для возможности въезда средств механизации в вагоны, на автотранспорт, в контейнеры и т. д. (рис. 121)

Ширина погрузочно-разгрузочных рамп складов:

– для обработки вагонов, расположенных *вне зоны действия порталных кранов*, для обработки автотранспорта, ролл-трейлеров и контейнеров, установленных на средства транспортирования – 7 м;

– для обработки вагонов, расположенных в зоне действия порталных кранов – не менее 7 м.

Высота рампы применяется в соответствии с нормами для обработки крытых и рефрижераторных вагонов, а для обработки автотранспорта и контейнеров на полуприцепах и прицепах (трейлерах) – 1,2 м от верха покрытия территории; для обработки ролл-трейлеров – 0,7 м от верха покрытия территории.

В зависимости от назначения, количества и размещения рампы склады могут быть:

– *однорамповые* (рампа в тыловой или фронтальной, по отношению к причалу, стороны склада в зависимости от принятой технологии перегрузочных работ;

– *двухрамповые*, с устройством рампы с двух длинных сторон склада;

– *трехрамповые*, с устройством рампы с тыловой или фронтальной стороны склада (в зависимости от принятой технологии перегрузочных работ) и с торцевых его сторон;

– *четырехрамповые* – с устройством рампы по периметру склада.

Погрузочно-разгрузочные рампы, не обслуживаемые кранами, должны иметь *навесы*.

Высота от покрытия рампы до низа выступающих конструкций навеса (в плоскости передней грани навеса) должна приниматься:

– для складов, где работают вилочные погрузчики – 4,5 м;

– при других средствах механизации (подвесные и мостовые краны, погрузчики со стрелой и др.) – с учетом габаритов этих средств в рабочем состоянии, размеров грузовых единиц и технологии перегрузки грузов.

Навес должен перекрывать:

– рампу и не менее 0,6 ширины вагона при обработке железнодорожных вагонов вилочными погрузчиками;

– рампу и вагон по всей его ширине при обработке вагонов другими перегрузочными машинами;

– рампу, часть автомашины или контейнера в месте их загрузки (разгрузки) длиной не менее 1,5 м при обработке крытого автотранспорта и контейнеров.

Особые требования к крытым складам для химических грузов в таре заключаются в том, что хранение химических грузов в таре, обладающих агрессивностью по отношению к другим грузам, следует предусматривать в особых крытых складах либо в отдельных секциях общих (обычных) складов, специально предназначенных к такому хранению.

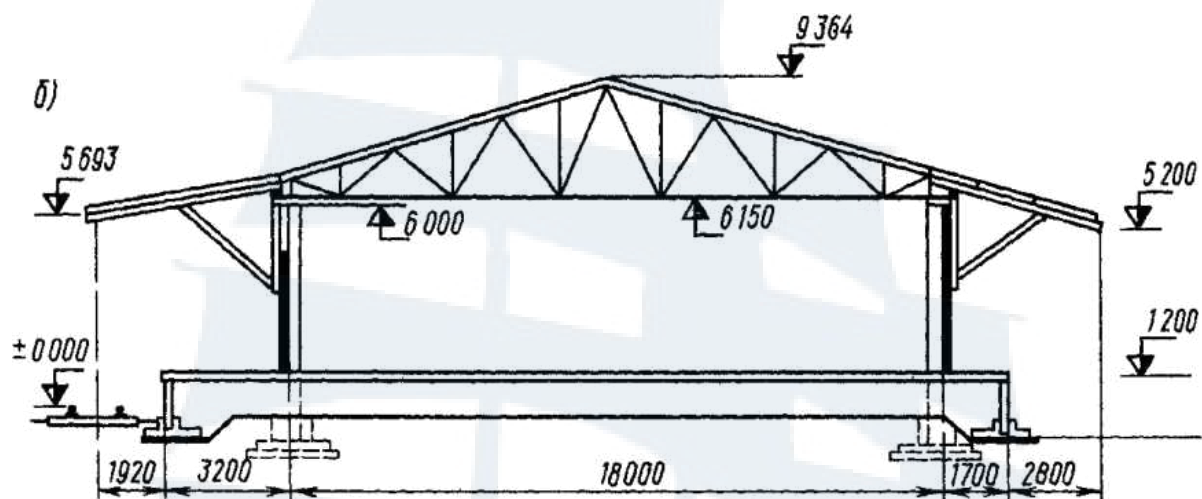


Рис. 121. Схема рам и навесов склада

Склады, предназначенные для одновременного хранения различных химических грузов в таре, должны делиться на секции для хранения конкретных грузов. Склады для хранения химических грузов должны быть одноэтажными, хорошо защищенными от проникновения атмосферных осадков и солнечных лучей, хорошо вентилироваться, иметь освещение в безопасном исполнении. Конструкции и оборудование складов должны быть изготовлены из соответствующих материалов или иметь защитные покрытия, предохраняющие их от агрессивного воздействия химических веществ, легко поддаваться санитарной обработке.

Открытые склады. Хранение металлогрузов, оборудования, угля, руды, лесных и минерально-строительных грузов осуществляют на площадках открытых складов. При планировке открытых складов расстояние от торца штабеля со стороны путей и автодорог либо подпорной стенки должно приниматься:

1) до оси ближайшего железнодорожного пути при высоте груза (стенки):

а) до 1 200 мм – 2,75 м;

б) более 1 200 мм – 3,25 м;

2) до оси рельса кранового пути – 2,0 м;

3) до кромки проезжей части автодороги – 1,5 м.

Расстояние от штабелей *круглого леса* (поштучно при объеме штабелей до 10 тыс. м) до оси железнодорожного пути должно принимается 5 м.

Особые требования предъявляются к открытым складам лесных грузов и пиломатериалов, угля и руды, опасных грузов.

В частности, для открытых складов *лесных грузов и пиломатериалов* учитывают строительные и противопожарные нормы при определении размеров складов, разрывов между складами, способов складирования и схем механизации складских работ. Хранение лесных грузов в складах должно осуществляться в штабелях, отдельно для каждого вида и сорта груза.

Высота штабелей регламентируется. Например, высота штабеля пиломатериалов (включая пакеты) при нахождении людей на штабеле – 6 м, без нахождения людей – 10 м, крупный длинномерный лес – 6 м, непакетированный круглый лес диаметром до 3 м – 2 м, то же в пакетах – 6 м.

Ширина штабеля принимается по длине досок или бревен, длина штабеля (пакеты пиломатериалов – по длине досок; круглый длинномерный лес до 200 м, а короткий до 30 м. Также регламентируется расстояние от штабелей леса до оси ж/д пути и оси рельса кранового пути (от 2 до 5 м в зависимости от вида груза).

Особые требования к открытым *складам угля и руды* заключаются в том, что

а) для каждой марки и класса навалочных грузов должны устраиваться отдельные штабели, причем их устройство должно обеспечивать отвод атмосферных осадков и не допускать стока воды на соседние штабели;

б) устраиваются подпорные (ограждающие) стенки со стороны крановых и железнодорожных путей;

в) размеры штабелей в плане определяются техническими возможностями перегрузочных машин, способом производства погрузочно-разгрузочных операций на складе и условиями планировки участка;

г) высота штабелей определяется эксплуатационной нагрузкой на основание склада и на причал, и в зависимости от группы углей (склонности к окислению) – от 5 до 10 м;

д) проходы между смежными штабелями угля и руды в пределах одного ПК (причала) – не менее 3 м;

е) для складов углей с незначительной устойчивостью к окислению должны быть резервные площадки не менее 5 % полезной площади для охлаждения разогревшегося угля ворошением и освещения угля и освежения угля длительного хранения.

На рис. 122 показан штабель угля, орошаемый водой.



Рис. 122. Орошаемый штабель угля

Основными параметрами склада являются потребная площадь, вместимость и допустимая технологическая нагрузка от хранимого груза на покрытие склада.

Потребную площадь крытых и открытых складов Π определяют по формуле

$$\Pi = \frac{E}{q \cdot k_{\text{и}}}, \text{ м}^2. \quad (34)$$

Расчетная вместимость склада E определяется с учетом чистой грузоподъемности расчетного судна $D_{\text{расч.}}$, а также возможного несоответствия груза и судна по портам назначения и создания запаса вместимости $e_{\text{зап}}$ (на несовпадение режимов обработки судна и подвижного состава) по формуле

$$E = k_{\text{сл}} \cdot D_{\text{расч.}} + e_{\text{зап.}}, \text{ т (конт.)}, \quad (35)$$

где $k_{\text{сл}}$ – коэффициент сложности исходящего грузопотока, учитывающий необходимое превышение наличного количества груза в связи

с требованиями рациональной загрузки судна и возможным несоответствием груза и судна по портам назначения, принимают равным: для однородных грузов 1,0÷1,3; для смешанных 1,3÷1,6.

Для хранения металлов и оборудования в *открытых* складах $k_{и}$ принимают: в зоне действия порталных кранов и перегружателей – 0,80; вне зоны действия порталных кранов и перегружателей – 0,70.

Коэффициент использования площади складов $k_{и}$ для хранения смешанных генеральных грузов в крытых складах принимают по табл. 26.

Таблица 26

**Коэффициент использования площади крытых складов
для хранения генеральных грузов**

Тип склада	Коэффициент использования $k_{и}$	
	при однородных грузах	при смешанных грузах
Одноэтажные, шириной, м:	0,65	0,55
менее 24		
от 24 до 30		
более 30	0,75	0,60
Многоэтажные, шириной, м:	0,60	0,50
менее 36		
от 36 до 48		
более 48	0,70	0,60

Запас вместимости $e_{зап}$ определяется по формуле

$$e_{зап} = P_{сут} \cdot n_c, \text{ т (конт)}, \quad (36)$$

где $P_{сут}$ – суточная пропускная способность причала, т/сут (конт/сут); n_c – нормативный запас времени. При равномерной работе железнодорожного транспорта, не зависящей от режима подхода судов, нормативный запас принимают – 2 сут., а при нерегулярном судоходстве – 4 сут.

Технологическая нагрузка q при хранении в крытых складах смешанных генеральных грузов принимается по табл. 27. Технологическая нагрузка q при хранении в крытых складах однородных генеральных грузов принимается по табл. 28. Технологическая нагрузка q при хране-

нии на открытых складах металлогрузов и оборудования принимается по табл. 29.

Таблица 27

**Технологическая нагрузка q от складированного груза
в крытых складах смешанных генеральных грузов**

Этажность склада	Нормативная эксплуатационная нагрузка на пол склада, q кПа ($\text{т}/\text{м}^2$)	Технологическая нагрузка по видам плавания q , кПа ($\text{т}/\text{м}^2$)	
		океанское	каботаж
одноэтажный	60 (6)	25 (2,5)	17,5 (1,75)
многоэтажный:			
<i>первый этаж</i>	40 (4)	21 (2,1)	17,5 (1,75)
<i>остальные этажи</i>	20 (2)	13,5 (1,35)	17,5 (1,75)

Таблица 28

**Технологическая нагрузка q от складированного груза
в крытых складах однородных генеральных грузов**

Категория груза	Технологическая нагрузка q , кПа ($\text{т}/\text{м}^2$) при нормативной эксплуатационной нагрузке на пол склада, кПа ($\text{т}/\text{м}^2$)		
	60 (6)	40 (4)	20 (2)
в мешках	25,5 (2,55)	22,5 (2,25)	12,5 (1,25)
в кипах	37,5 (3,75)	34,0 (3,40)	17,0 (1,70)
в рулонах	33,5 (3,35)	25,5 (2,55)	14,0 (1,40)
в ящиках	29,0 (2,90)	28,0 (2,80)	16,5 (1,65)

**Технологическая нагрузка q от складированного груза
на открытых складах металлогрузов и оборудования**

Груз	Технологическая нагрузка q , кПа (т/м ²)
Сборный металлогруз	40,0 (4,0)
Оборудование сборное (включая металлоконструкции)	12,5 (1,25)

Нагрузки от складированных грузов на *открытых* складах зависят от категории нагрузок на причальные сооружения, определяемых по табл. 25. Схемы нормативных нагрузок на причальные сооружения даны на рис. 116.

Склады хранения контейнеров предназначены для накопления судовых партий контейнеров при отправлении из порта морем или маршрутных/вагонных партий при отправлении из порта железной дорогой и краткосрочного хранения груза. На складах обеспечивают прием контейнеров, доставляемых с грузовых фронтов, их хранение и накопление, подготовку к отправке морским или смежными видами транспорта, хранение порожних контейнеров, а также сезонное накопление контейнеров для терминалов с сезонной навигацией.

Основными параметрами контейнерного склада являются площадь, вместимость и допустимая технологическая нагрузка от контейнеров (груза) на покрытие склада. Склад для хранения контейнеров состоит из:

- площадки для складирования контейнеров;
- сортировочной площадки;
- площадки для хранения порожних контейнеров.

Общая площадь склада рассчитывается по формуле

$$P_{\text{конт}} = \frac{E \cdot F_{\text{конт}}}{n_{\text{я}} \cdot k_{\text{и}}}, \text{ м}^2, \quad (37)$$

где E – расчетная площадь склада, определяемая по формуле (35); $F_{\text{конт}} = 14,8 \text{ м}^2$ – площадь одного 20-футового контейнера; $n_{\text{я}}$ – количество ярусов складирования; $k_{\text{и}} = 0,5$ – коэффициент использования площади склада.

Вместимость площадки для складирования контейнеров

$$E_{\text{скл}} = Q_{\text{мес}} \cdot \left(\frac{D_{\text{конт}}}{720 \cdot P_{\text{м.л.}}} + 0,019 \right), \text{конт.}, \quad (38)$$

где $Q_{\text{мес}}$ – месячный грузооборот; $D_{\text{конт}}$ – контейнеровместимость судна-представителя; $P_{\text{м.л.}}$ – эксплуатационная производительность технологической линии определяется по формуле (28).

Вместимость площадки

$$E_{\text{сорт}} = 2 \cdot D_{\text{конт}}, \text{конт.} \quad (39)$$

Вместимость площадки для складирования порожних контейнеров

$$E_{\text{пор}} = \frac{0,2 \cdot Q_{\text{мес}}}{30}, \text{конт.} \quad (40)$$

Площади для складирования контейнеров, сортировки, порожних контейнеров рассчитывается по формуле (37) для вместимостей $E_{\text{скл}}$, $E_{\text{сорт}}$, $E_{\text{пор}}$ соответственно.

Нагрузки от складированных контейнеров определяются по табл. 25, для категории нормативных нагрузок 0-к по табл. 34.

4.9. Общие принципы компоновки порта

4.9.1. Основные требования

Основными элементами технологической структуры порта являются морские терминалы – перегрузочные комплексы (ПК), которые представляют собой совокупность объектов транспортной инфраструктуры, технологически связанных между собой и предназначенных и (или) используемых для осуществления операций с грузами, в том числе для их перевалки, обслуживания судов, иных транспортных средств и (или) обслуживания пассажиров.

В соответствии с современными и перспективными способами перевозки и перегрузки грузов порт в зависимости от структуры грузооборота может иметь в своем составе следующие типы ПК:

- ПК универсального назначения;
- ПК, специализированные для навалочных и насыпных грузов;
- ПК, специализированные для контейнеров;

- ПК, специализированные для накатных грузов;
- ПК, специализированные для наливных грузов;
- ПК, специализированные для судов лихтеровозной системы;
- ПК морских паромных переправ.

Компоновка портового ПК должна предусматривать размещение сооружений, зданий, оборудования и других технических средств, обеспечивающих: проектную пропускную способность перегрузочных фронтов ПК, хранение и выдачу грузов клиентам (получателей и отправителей), обслуживание судов транспортного флота и др.

Основными *технологическими* элементами, обеспечивающими выполнение вышеперечисленных функций ПК, являются:

- а) защищенные от волнения портовые акватории или рейды для стоянки морских судов до их постановки под обработку;
- б) причальный фронт с прилегающей акваторией для стоянки транспортных судов под обработкой (погрузкой-выгрузкой);
- в) склады;
- г) тыловой (железнодорожный, автомобильный, речной) грузовой фронт.

При технологическом проектировании порта должны быть соблюдены требования, установленные законодательством Российской Федерации в области промышленной безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, взрывопожарной и пожарной безопасности, экологической безопасности, охраны труда и производственной санитарии.

Рациональная компоновка акватории и территории порта должна отвечать определенным требованиям.

- 1) *Эксплуатационные* требования к компоновке порта включают:
 - обеспечение безопасных условий судоходства на акватории порта;
 - высокая механизация и автоматизация перегрузочных работ;
 - эффективное взаимодействие всех видов транспорта;
 - комплексное обслуживание судов в период нахождения их в порту.

- 2) *Технические* требования обеспечиваются выбором современных конструкций оградительных, причальных и др. сооружений и технологии строительства порта, позволяющей в сжатые сроки возводить новые перегрузочные комплексы.

При компоновке ПК следует использовать следующие исходные данные:

- ситуационный план района размещения порта;
- топографический план земельного участка;

- градостроительный план земельного участка;
- план существующего порта (при его расширении или реконструкции);
- характеристику естественных условий района и площадки строительства (данные инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий);
- состав грузооборота и транспортные характеристики груза;
- расчетные типы и характеристики судов, железнодорожных вагонов и автотранспорта, включая перспективные;
- типы, количество и размеры объектов терминала;
- вместимость складов.
- сведения о производственной программе порта, включая задаваемые предельные объемы обеспечения судов электроэнергией, питьевой водой и средствами связи, объемы, принимаемые с судов всех видов мусора, балластных и льяльных вод;
- грузооборот порта на расчетный год ввода ПК в эксплуатацию и на перспективу и его распределение по видам груза, видам транспорта и направлениям перевозок;
- судооборот порта с распределением его по типам судов с указанием типоразмера максимального расчетного судна;
- сезонность перевозок по видам транспорта;
- продолжительность навигации для судов морского и речного транспорта;
- режим работы порта (количество смен, продолжительность рабочего дня);
- особые требования к хранению и транспортировке грузов;
- градостроительный план земельного участка или топографическая съемка территории, отводимой под строительство терминала;
- технические условия на подключение к сетям инженерно-технического обеспечения;
- условия примыкания к железнодорожным путям и автомобильным дорогам общего и необщего пользования;
- условия обеспечения судов электроэнергией, питьевой водой, средствами связи;
- условия технологического обеспечения надлежащей стоянки судов у причалов порта, включая способы бункеровки судов, подачи предметов материально-технического снабжения, приема с судов всех видов мусора, балластных и льяльных вод, что необходимо для обеспечения экологической безопасности эксплуатации терминала.

Компоновку отдельных портовых ПК представляют на генеральном плане порта (района). Также необходимо иметь технологическую схему ПК (план и разрезы).

ПК необходимо компоновать так, чтобы обеспечить:

- а) сохранность груза;
- б) комплексную обработку транспортных средств;
- в) рациональное использование места размещения ПК;
- г) минимальный ущерб окружающей природной среде;
- д) технологическую взаимоувязку элементов ПК, его объектов и других районов порта как единого комплекса;
- е) условия для взаимоувязки работы ТУ (ПК – железнодорожный, автомобильный и морской транспорт).
- ж) сроки хранения груза на складе.

При компоновке ПК следует выбирать кратчайшие пути транспортировки груза внутри терминала. Размещение зданий, сооружений и коммуникаций должно быть компактным с целью экономного использования территории и минимальных энергозатрат. Сочетание машин, осуществляющих различные технологические операции по перегрузке груза на ПК, называют *схемой механизации*.

Ниже будут рассмотрены ПК универсального назначения; ПК, специализированные для навалочных и насыпных грузов; ПК, специализированные для контейнеров.

4.9.2. Перегрузочные комплексы универсального назначения с крановыми схемами

Перегрузочные комплексы универсального назначения с крановой схемой механизации предназначены для перегрузки широкой номенклатуры грузов крытого и открытого хранения (как генеральных, так и навалочных) при различных направлениях грузопотока, контейнеров, тяжеловесных грузов, обработки судов и подвижного состава смежных видов транспорта, подачи судам материалов, электроэнергии, питьевой воды и продовольствия, приема с судов всех видов мусора, балластных и льяльных вод. ПК представляет собой совокупность функциональных элементов, предназначенных для выполнения следующих технологических функций:

- приема подвижного состава морского и смежных видов транспорта, перевозящих перерабатываемые на терминале грузы;
- погрузки-выгрузки грузов, перевозимых на подвижном составе морского и смежных видов транспорта;
- хранения и подготовки грузов к дальнейшей отправке;
- комплексного обслуживания судов.

В состав функциональных элементов ПК входят:

- морской грузовой фронт;
- железнодорожный грузовой фронт;
- автомобильный грузовой фронт;
- склады;
- административно-бытовые и служебные помещения;
- сети инженерно-технического обеспечения.

При проектировании ПК подлежат расчету и обоснованию следующие его технологические параметры:

- проектная мощность;
- количество причалов;
- пропускная способность грузовых фронтов;
- валовая интенсивность грузовых работ;
- длина причальной линии;
- вместимость и площадь складов.

Морской грузовой фронт предназначен для обработки и обслуживания морских судов, судов смешанного (река-море) плавания, судов внутреннего плавания и включает причалы с грузовыми оперативными площадками, оснащенными подъемно-транспортным оборудованием для погрузки-разгрузки судов и транспортировки грузов в крытые или открытые склады и обратно, а также устройствами для комплексного обслуживания судов в процессе грузовых работ. *Расчетной единицей морского грузового фронта* служит причал, принимающий под обработку и обслуживание одно судно. Причал оборудуется крановыми (при использовании порталных кранов) и железнодорожными путями, сетями электроснабжения и водоснабжения с раздаточными колонками, расположенными вблизи кордона причала.

Железнодорожный грузовой фронт предназначен для приема и отправки железнодорожных вагонов, выгрузки груза из груженых вагонов на склад или на судно, погрузки в порожние вагоны груза со склада или с судна. *За расчетную единицу железнодорожного фронта* принимается железнодорожная грузовая оперативная площадка, предназначенная для приема под обработку одной подачи железнодорожных вагонов. Железнодорожная грузовая оперативная площадка включает: грузовые пути для размещения железнодорожных вагонов, соединительный (маневровый) путь, подъемно-транспортное оборудование, проезды, крановые пути, инженерные коммуникации и другие устройства, необходимые для приема и обработки железнодорожных вагонов. Длину грузовых путей определяют:

- длиной крытого склада для грузов, хранимых в крытых складах;
- длиной причала (за вычетом стрелочных переводов и противопожарных проездов) для грузов, хранимых на открытых площадках.

Протяженность железнодорожных путей и их размещение на универсальном ПК определяется с учетом следующих требований:

- прикордонные железнодорожные пути в месте производства перегрузочных операций должны обеспечивать расстановку вагонов по всей длине судна, стоящего у причала;
- ширина территории с внешней стороны путей должна обеспечивать возможность установки грузовых столов;
- на расстоянии не менее 125 м от места производства погрузочно-разгрузочных работ следует располагать маневровый путь или тупик для отвода груженых вагонов или вагонов, ожидающих выгрузки.

Размещение прикордонных крановых и железнодорожных путей должно выполняться с учетом возможности обеспечения беспрепятственной обработки вагонов машинами внутрипортовой механизации.

Автомобильный грузовой фронт предназначен для приема, погрузки или разгрузки автомобилей в зависимости от вариантов грузовых работ на терминале. В состав автомобильного грузового фронта входят грузовые оперативные площадки для стоянки и маневрирования автомобилей под погрузкой и разгрузкой, место стоянки автомобилей в ожидании погрузочно-разгрузочных работ, контрольно-пропускной пункт, оснащенный, при необходимости, весовыми устройствами. Автомобильный грузовой фронт обеспечивается средствами механизации грузовых работ. За *расчетную единицу автомобильного фронта* принимается автомобильная грузовая площадка, предназначенная для приема под обработку одного автотранспортного средства.

Автомобильные дороги и полосы для движения внутрипортового транспорта должны удовлетворять условиям подъезда погрузчиков и средств внутрипортового транспорта к местам производства работ по одному, с соблюдением интервалов и *возможностью кольцевого движения*. При невозможности организации кольцевого движения следует предусматривать устройство петлевых объездов или площадок для разворота. Размеры этих площадок устанавливаются в зависимости от габаритов автомобилей и перевозимых грузов, но не менее 12х12 м.

Склады предназначены для накопления и краткосрочного хранения судовых партий груза при отправлении из порта морем, вагонных партий при отправлении из порта железной дорогой или автомобильных партий при отправлении из порта автотранспортом. На складах обеспечивается прием грузов, доставляемых с грузовых фронтов, их хранение

и накопление, подготовка к отправке морским или смежными видами транспорта, а также сезонное накопление грузов для ПК с сезонной навигацией.

Административно-бытовые и служебные помещения на ПК предназначены для размещения административного и оперативного персонала, обеспечения комфортных условий работы и бытовых удобств и располагаются, как правило, в тылу ПК. В административно-бытовых или служебных зданиях должны быть предусмотрены помещения для диспетчерской, столовой или буфета, медпункта, лаборатории качества (при перегрузке грузов, требующих лабораторного анализа при отправке морским или смежным видом транспорта), такелажной мастерской, а также пункты обогрева.

Для обеспечения потребности универсального терминала в связи, электроэнергии, воде и тепле и отвода дождевых, производственных и бытовых вод должны быть следующие сети инженерно-технического обеспечения:

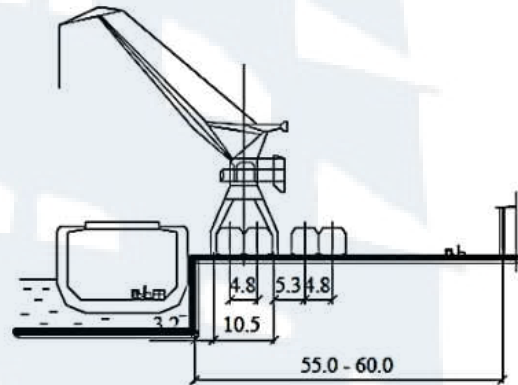
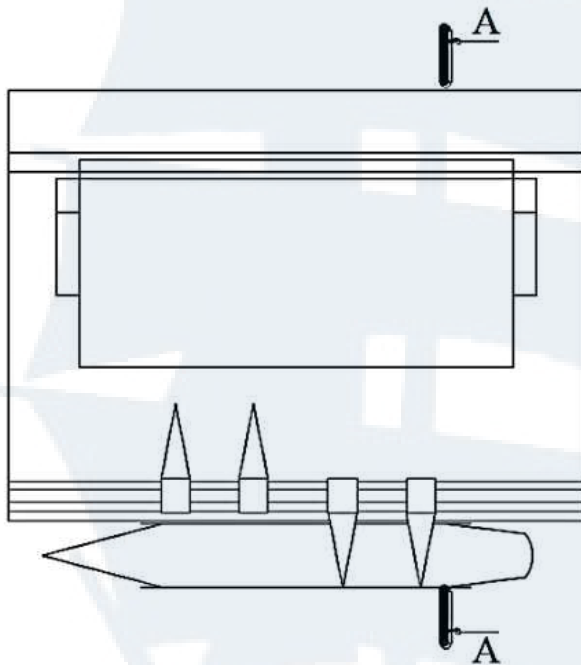
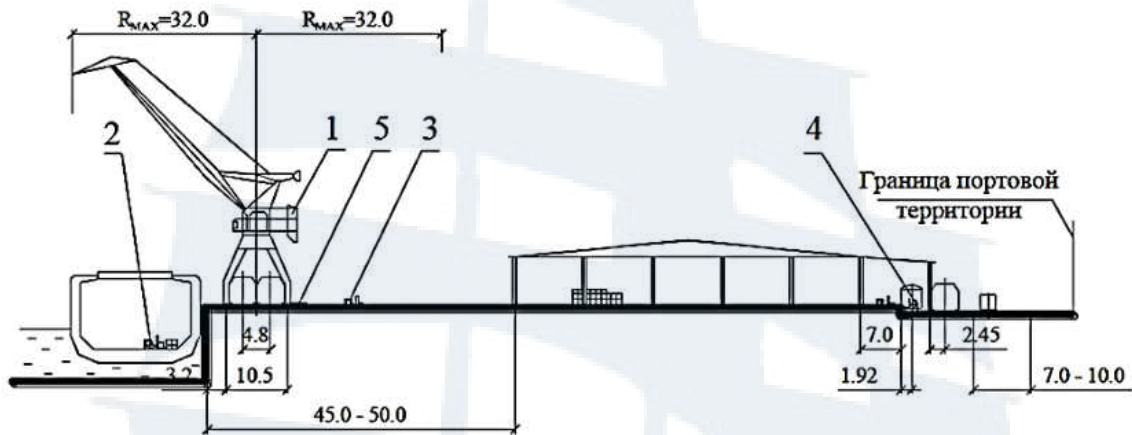
- связи и сигнализации;
- электроснабжения, обеспечивающие технологические и бытовые потребности терминала;
- водоснабжения;
- водоотведения;
- теплоснабжения;
- пожарного водоснабжения

Схемы механизации и перечень основного перегрузочного оборудования для применения на ПК универсального назначения представлены на рис. 123-126.

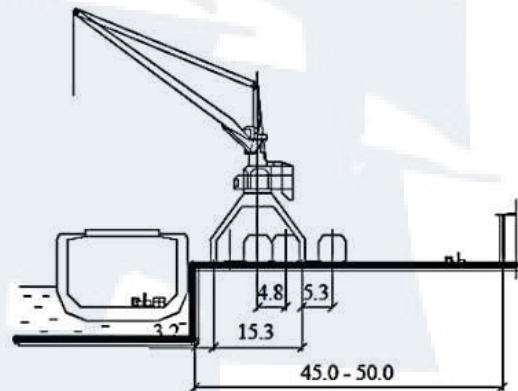
4.9.3. Перегрузочные комплексы, специализированные для навалочных и насыпных грузов

ПК, специализированный для навалочных и насыпных грузов, предназначен для перевалки грузов, перевозимых навалом (уголь, кокс, железная руда – грузы открытого хранения, химические грузы, минеральные удобрения – грузы крытого хранения, и т. п.), зерновых грузов, перевозимых насыпью, хранения грузов, обеспечения судов электроэнергией и питьевой водой, обработки подвижного состава смежных видов транспорта.

Разрез А-А



Вариант с четырьмя прикордонными ж/д путями



Вариант с тремя прикордонными ж/д путями

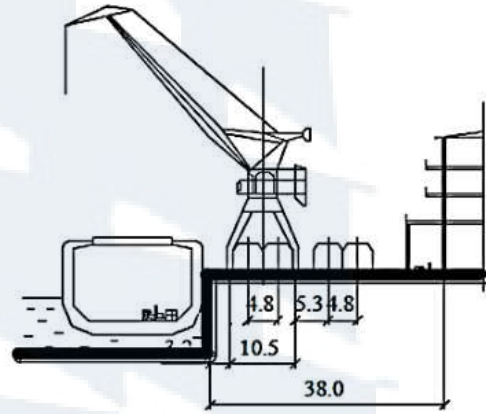
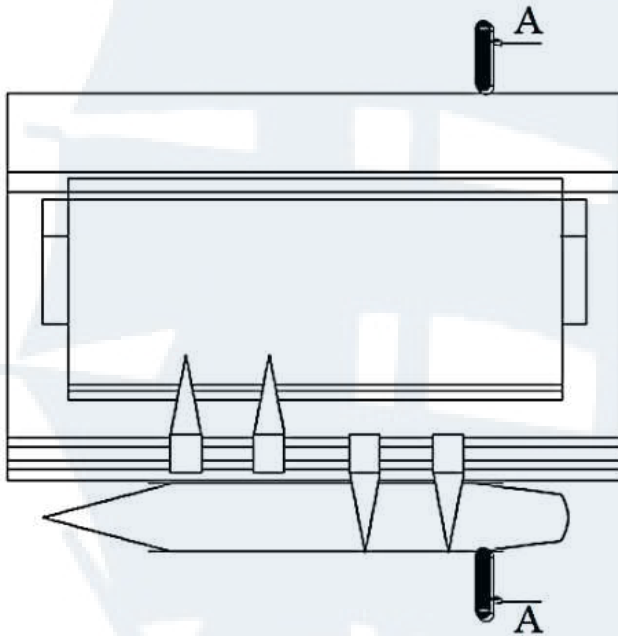
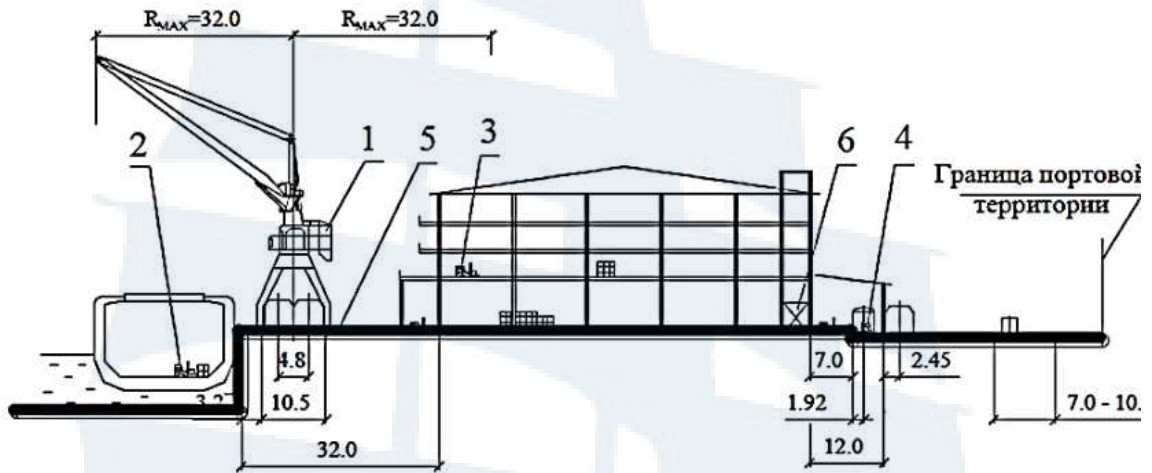
Основное перегрузочное оборудование

N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во перегрузочного оборудования					
			Число технологических линий					
			2	3	4	5	6	
1	Кран порталный	Q=16-10т R _{max} =32м Q=10-20т R _{max} =32м	2	3	4	5	6	
			1-2					
2	Погрузчик трюмный	Q=2-3т	2	3	4	5	6	
3	Погрузчик складской	Q=3-5т	4	6	8	10	12	
4	Погрузчик вагонный	Q=1-2т	8	12	16	20	24	
5	Погрузочный стол	4.5x4.0м	4	6	8	10	12	

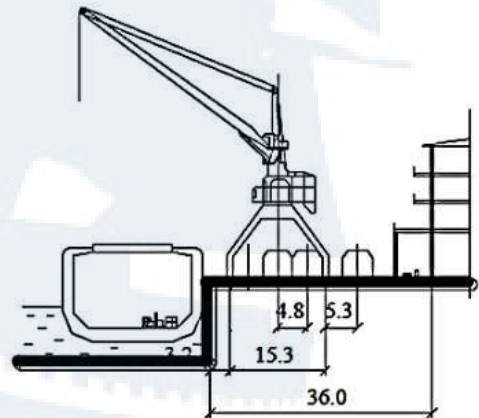
Примечание: показанные на схеме погрузочные столы в зависимости от конкретных условий проектируемого порта могут быть заменены разборными рампами

Рис. 123. Схема механизации для генеральных (смешанных) грузов крытого хранения (при краткосрочном хранении)

Разрез А-А



Вариант с четырьмя прикордонными ж/д путями



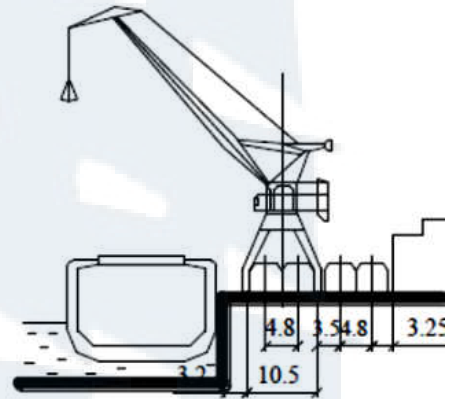
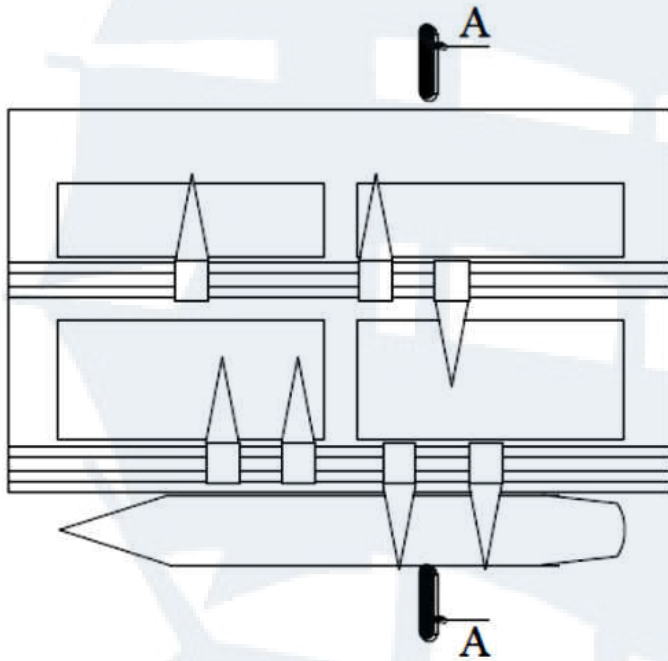
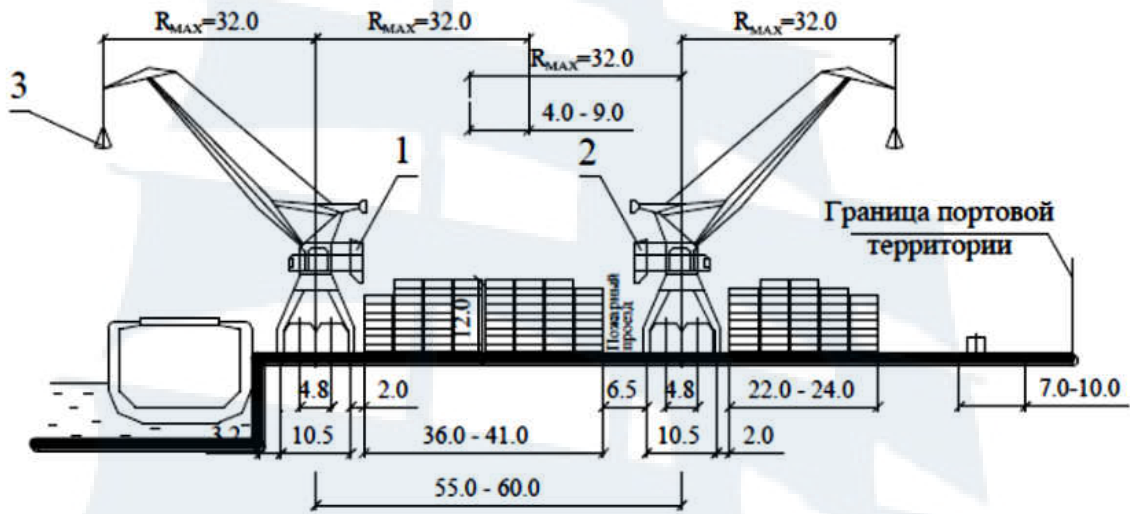
Вариант с тремя прикордонными ж/д путями

Основное перегрузочное оборудование

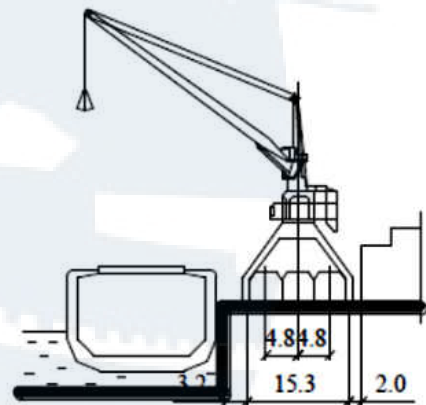
N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во перегрузочного оборудования					
			Число технологических линий					
			2	3	4	5	6	
1	Кран портальный	Q=5,0-6,3т R _{max} =32м Q=10-20т R _{max} =32м	2	3	4	5	6	
2	Погрузчик трюмный	Q=2-3т	2	3	4	5	6	
3	Погрузчик складской	Q=3-5т	8	12	16	20	24	
4	Погрузчик вагонный	Q=1-2т	8	12	16	20	24	
5	Погрузочный стол	4.5x4.0м	4	6	8	10	12	
6	Грузовой шпфт	Q=3-5т	4 - 6					

Рис. 124. Схема механизации для генеральных (смешанных) грузов преимущественно крытого хранения

Разрез А-А



Вариант с четырьмя прикордонными ж/д путями



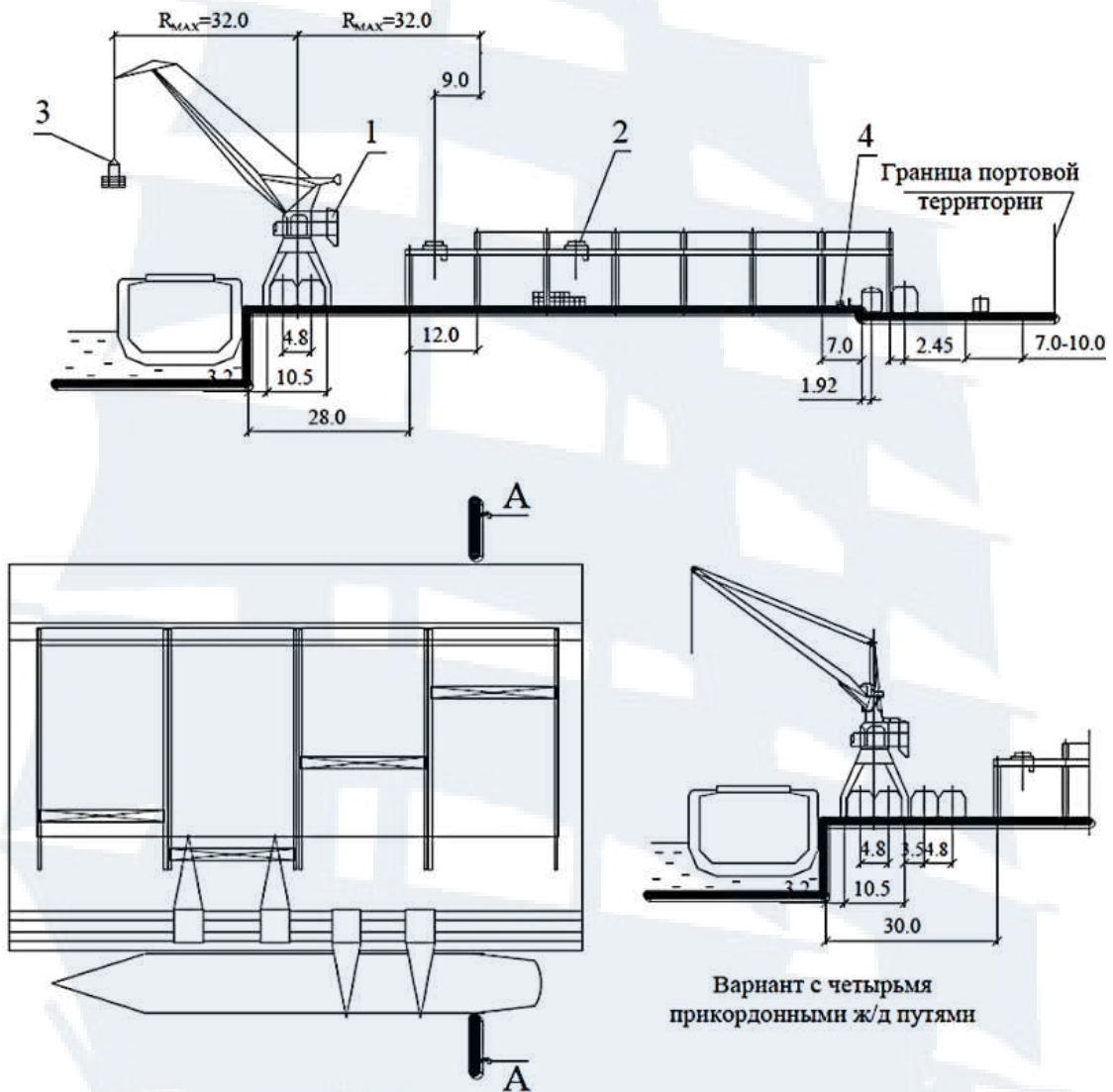
Вариант с тремя прикордонными ж/д путями

Основное перегрузочное оборудование

N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во перегрузочного оборудования			
			Число технологических линий			
			2	3	4	5
1	Кран порталный (прикордонный)	Q=16т R _{max} =32м	2	3	4	5
2	Кран порталный (тыловой)	Q=16т R _{max} =32м	1 - 3			
3	Грейфер для круглого леса или подвеса (самоотцеп) для пакетов леса	-	3 - 8			

Рис. 125. Схема механизации для круглого леса

Разрез А-А



Основное перегрузочное оборудование

N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во перегрузочного оборудования					
			Число технологических линий					
			2	3	4	5	6	
1	Кран портальный (прикордонный)	Q=16т R _{max} =32м	2	3	4	5	6	
2	Кран мостовой	Q=15т Пролет: 10,5; 16,5; 22,5; 28,5; 34,5 м	4 - 6					
3	Подвеска для пакетов или захваты для пиломатериалов	-	6 - 12					
4	Погрузчик складской	Q=3-5т	4	6	8	10	12	

Рис. 126. Схема механизации для экспортных пиломатериалов, подлежащих крытому хранению, при переработке в пакетах

ПК представляет собой совокупность функциональных элементов, предназначенных для выполнения следующих технологических функций:

- приема подвижного состава морского и смежных видов транспорта, перевозящих перерабатываемые на терминале грузы;
- погрузки-выгрузки грузов, перевозимых на подвижном составе морского и смежных видов транспорта;
- хранения и подготовки грузов к дальнейшей отправке;
- комплексного обслуживания судов.

В состав функциональных элементов ПК входят:

- морской грузовой фронт;
- железнодорожный грузовой фронт;
- автомобильный грузовой фронт;
- склады;
- центральный пункт управления;
- лаборатория;
- административно-бытовые и служебные помещения;
- сети инженерно-технического обеспечения.

Морской грузовой фронт предназначен для обработки и обслуживания морских судов, судов смешанного (река-море) плавания, судов внутреннего плавания. Он включает в себя причалы с оперативными площадками, оснащенными береговой (причальной) галереей и судоразгрузочными либо судопогрузочными машинами в зависимости от специализации терминала для погрузки-выгрузки судов и транспортирования грузов в крытые или открытые склады и обратно, устройствами для комплексного обслуживания судов в процессе грузовых работ. За *расчетную единицу морского грузового фронта* принимается причал для приема под обработку одного судна. Причал терминала включает в себя причальное сооружение, причальное специализированное перегрузочное оборудование и территорию, ограниченную кордоном причала, а с тыловой стороны причальной галереей либо другим перегрузочным устройством, взаимодействующим с причальным перегрузочным оборудованием.

Железнодорожный грузовой фронт предназначен для погрузки-выгрузки грузов в вагоны, а также приема-отправления железнодорожных вагонов (маршрутов, подач). В состав железнодорожного фронта входят станция погрузки или разгрузки вагонов в зависимости от специализации ПК, железнодорожные пути, маневровое устройство для подачи и уборки вагонов, а также, при необходимости, размораживающее или другое устройство для восстановления сыпучести груза, весы и устройства обнаружения металлических примесей. За *расчетную единицу железнодорожного фронта* принимается железнодорожная грузо-

вая оперативная площадка, предназначенная для приема под обработку одной подачи железнодорожных вагонов. Железнодорожная грузовая оперативная площадка включает: грузовые пути для размещения железнодорожных вагонов, соединительный (маневровый) путь, станция погрузки/разгрузки вагонов, проезды, инженерные коммуникации и другие обустройства, необходимые для приема и обработки железнодорожных вагонов.

Автомобильный грузовой фронт предназначен для приема, погрузки или разгрузки автомобилей в зависимости от специализации ПК. В состав автомобильного грузового фронта входят станция загрузки/разгрузки автотранспорта, площадка для стоянки автотранспорта в ожидании погрузочно-разгрузочных работ, контрольно-пропускной пункт, оснащенный весовыми устройствами. За *расчетную единицу автомобильного фронта* принимается автомобильная грузовая площадка, предназначенная для приема под обработку одного автотранспортного средства.

Склады предназначены для оперативного (краткосрочного) хранения груза и накопления судовых партий груза при отправлении из порта морем, вагонных партий при отправлении из порта железной дорогой или автомобильных партий при отправлении из порта автотранспортом. На складах обеспечивается прием грузов, доставляемых с грузовых фронтов, их хранение и накопление, подготовка к отправке морским или смежными видами транспорта, а также сезонное накопление грузов для терминалов с сезонной навигацией.

Централизованное управление работой ПК осуществляется из *Центрального пункта управления (ЦПУ)*, оборудованного пультом управления. ЦПУ оснащается аппаратурой управления основным перегрузочным оборудованием, промышленным телевидением и другими системами, включая диспетчерскую связь с диспетчерской ПК. ЦПУ располагается, как правило, в тылу терминала, или размещается в одном здании, совмещенным (сблокированным) с помещением другого назначения, например, с лабораторией.

Лаборатория предназначена для контроля и документальной фиксации качества отгружаемого груза на терминале. Лаборатория оснащается автоматическими пробоотборниками и средствами транспортировки проб к месту их анализа, а также другим минимально необходимым оборудованием.

Административно-бытовые и служебные помещения располагаются, как правило, в тылу ПК.

Для обеспечения потребности терминала в связи, электроэнергии, воде, тепле и для отвода дождевых, производственных и бытовых вод

в составе ПК имеются следующие *сети инженерно-технического обеспечения*:

- связи и сигнализации;
- электроснабжения, обеспечивающие технологические и бытовые потребности терминала;
- водоснабжения;
- водоотведения;
- теплоснабжения;
- пожарного водоснабжения.

Схемы механизации и перечень основного перегрузочного оборудования для применения на ПК, специализированных для навалочных и насыпных грузов, представлены на рис. 127, а, б (с различными перегрузочными машинами); 128; 129.

4.9.4. Перегрузочные комплексы, специализированные для контейнеров

Перегрузочные комплексы, специализированные для контейнеров, предназначены для перевалки грузов, перевозимых в контейнерах, хранения груженых и порожних контейнеров, обеспечения судов электроэнергией и питьевой водой, обработки подвижного состава смежных видов транспорта. ПК представляет собой совокупность функциональных элементов, предназначенных для выполнения следующих технологических операций:

- приема подвижного состава морского и смежных видов транспорта, перевозящих перерабатываемые на терминале контейнеры;
- погрузки (выгрузки) контейнеров, перевозимых на подвижном составе морского и смежных видов транспорта;
- хранения контейнеров для дальнейшей отправки, а также хранения неконтейнеризированных грузов и подготовки грузов к контейнерной перевозке;
- хранения рефрижераторных контейнеров с подключением к сети электропитания;
- комплектации контейнеров при отправке судами неконтейнеризированными грузами, поступившими другими видами транспорта;
- раскомpletации контейнеров при потребности отправки части груза из контейнеров, выгруженных из судов, в неконтейнеризированном виде по железной дороге и автотранспортом;
- перегрузки, при необходимости, сборных грузов из одних контейнеров в другие;
- комплексного обслуживания судов.

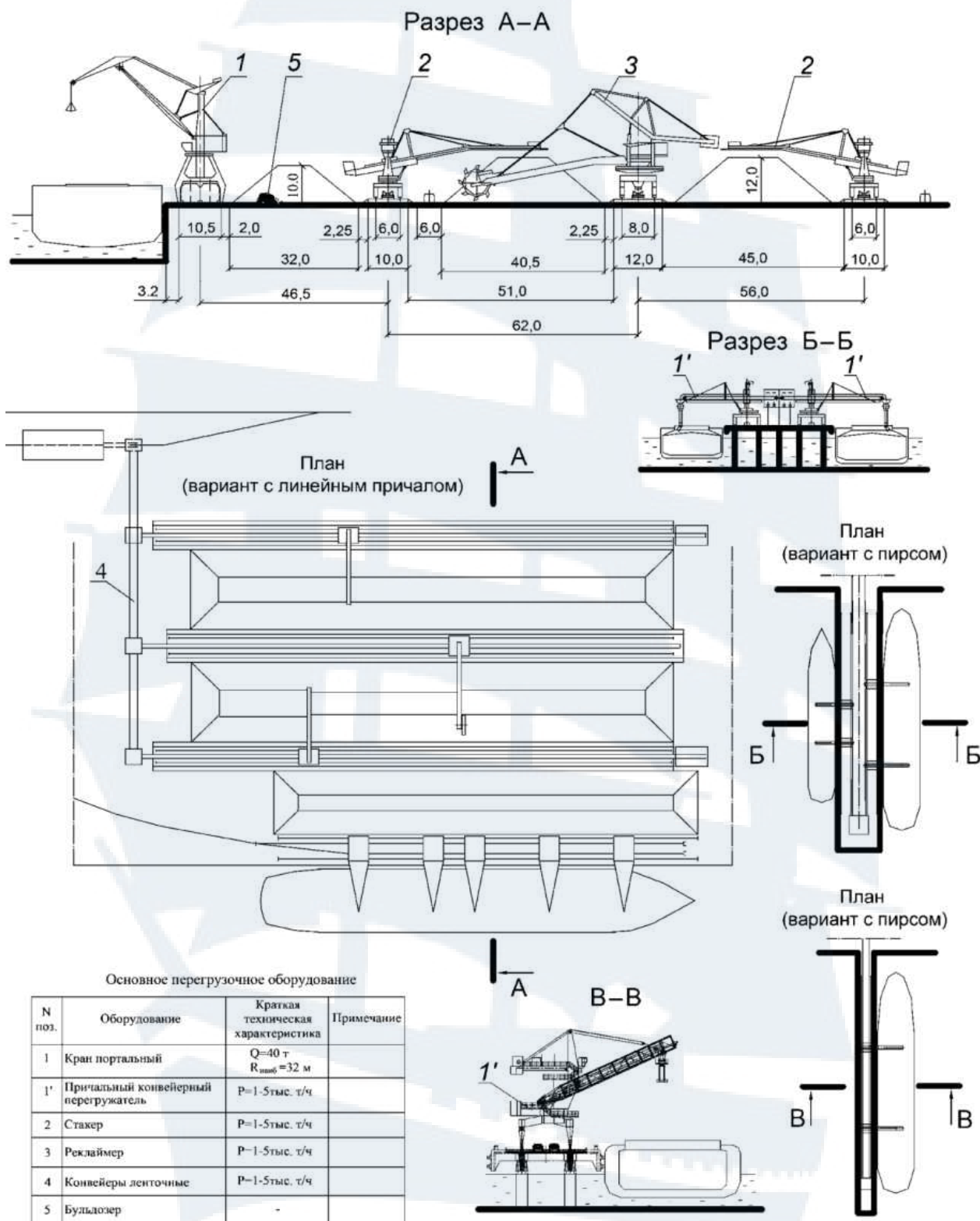
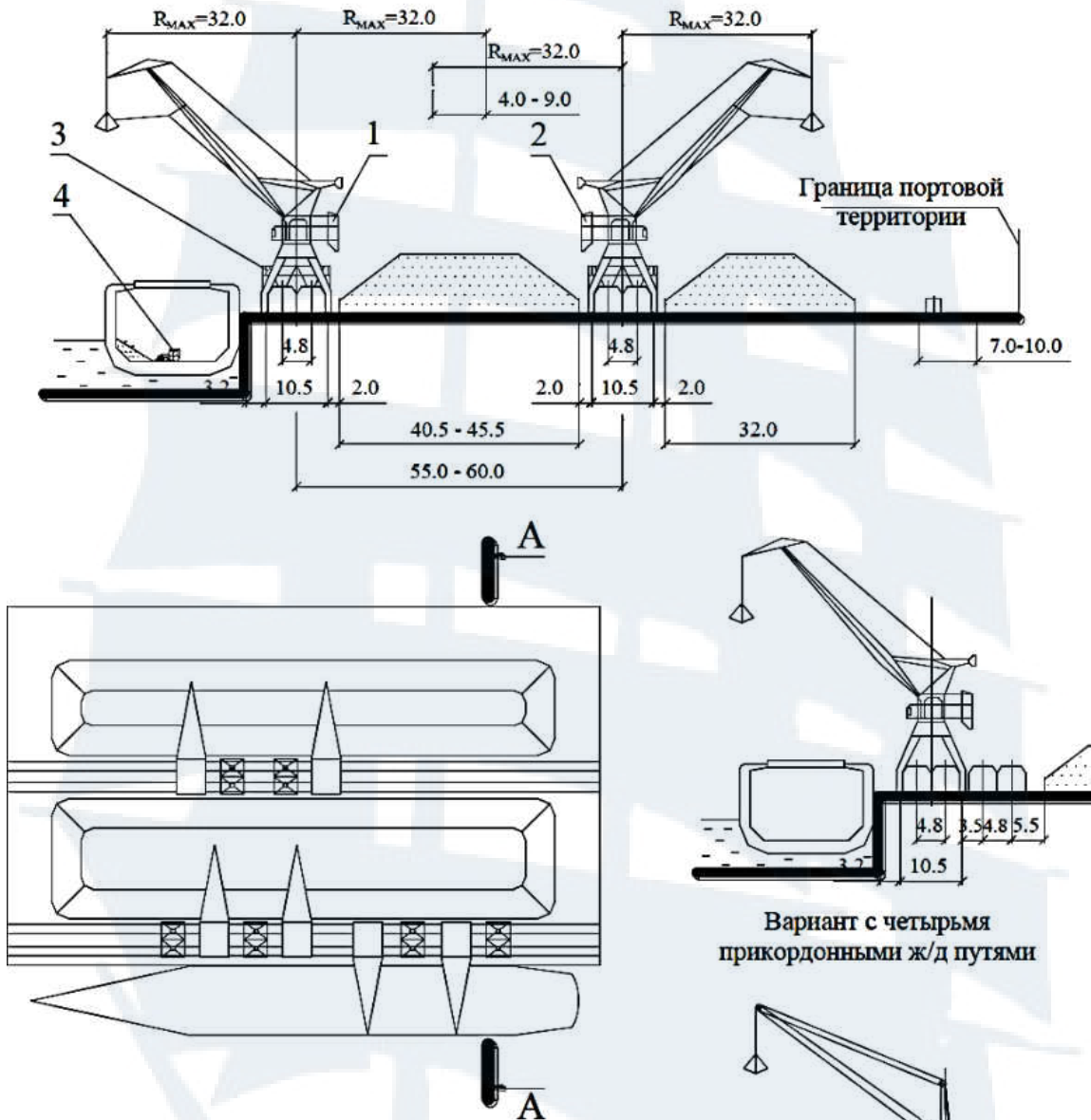


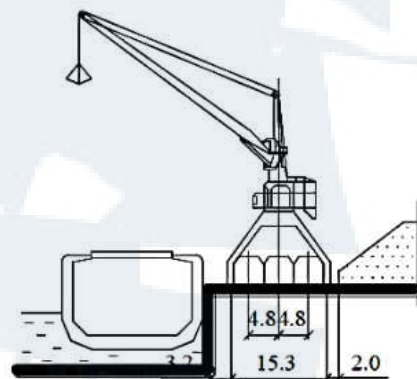
Рис. 127, а. Схема механизации для навалочных грузов открытого хранения угля, руды и т. п.

Разрез А-А



Основное перегрузочное оборудование

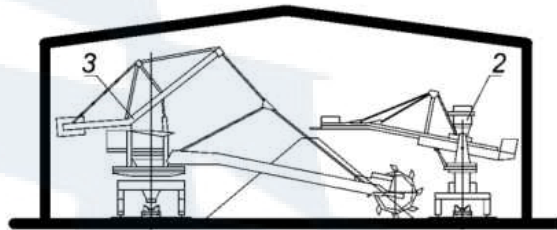
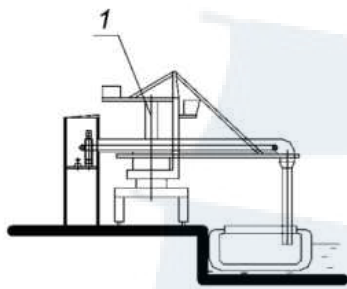
N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во перегрузочного оборудования					
			Число технологических линий					
			2	3	4	5	6	
1	Кран порталный (прикордонный)	Q=16-40т R _{max} =32м	2	3	4	5	6	
2	Кран порталный (тыловой)	Q=16-40т R _{max} =32м	1 - 3					
3	Передвижной погрузочный бункер	Емкость 12-15м³	3 - 9					
4	Бульдозер	-	1 - 6					



Вариант с тремя прикордонными ж/д путями

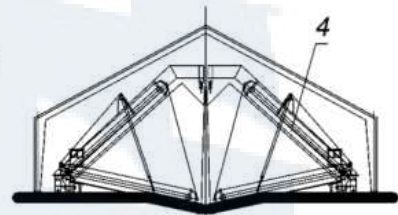
Рис. 127, б. Схема механизации для навалочных грузов открытого хранения угля, руды и т. п.

Разрез А–А

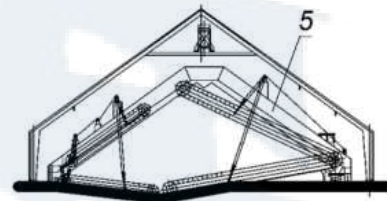


Загрузка – стакером, разгрузка – реклаймером

Разрез Б–Б

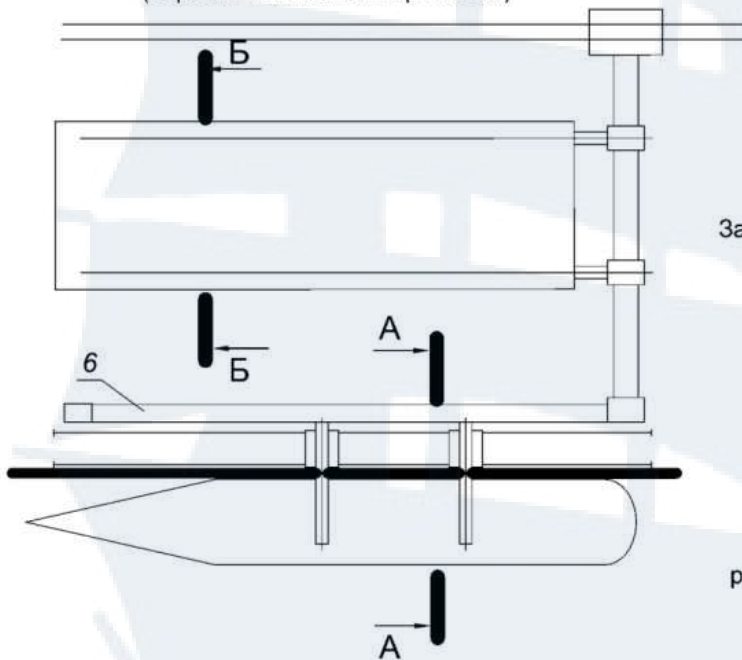


Загрузка и разгрузка комбинированным полупортальным кратцер-краном

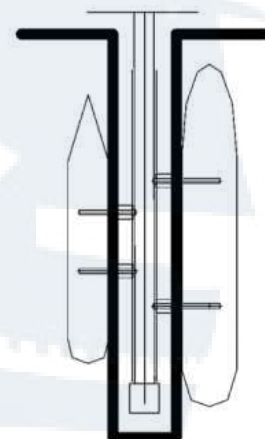


Загрузка – конвейером ленточным, разгрузка – портальным кратцер-краном

План (вариант с линейным причалом)



План (вариант с пирсом)



Основное перегрузочное оборудование

№ поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Примечание
1	Причальный конвейерный перегружатель	$P=1-5$ тыс. т/ч	
2	Стакер	$P=1-5$ тыс. т/ч	
3	Реклаймер	$P=1-5$ тыс. т/ч	
4	Полупортальный кратцер-кран	$P=1-5$ тыс. т/ч	
5	Портальный кратцер-кран	$P=1-5$ тыс. т/ч	
6	Конвейеры ленточные	$P=1-5$ тыс. т/ч	

Рис. 128. Схема механизации для навалочных грузов закрытого хранения (химических грузов, концентратов и т. п.)

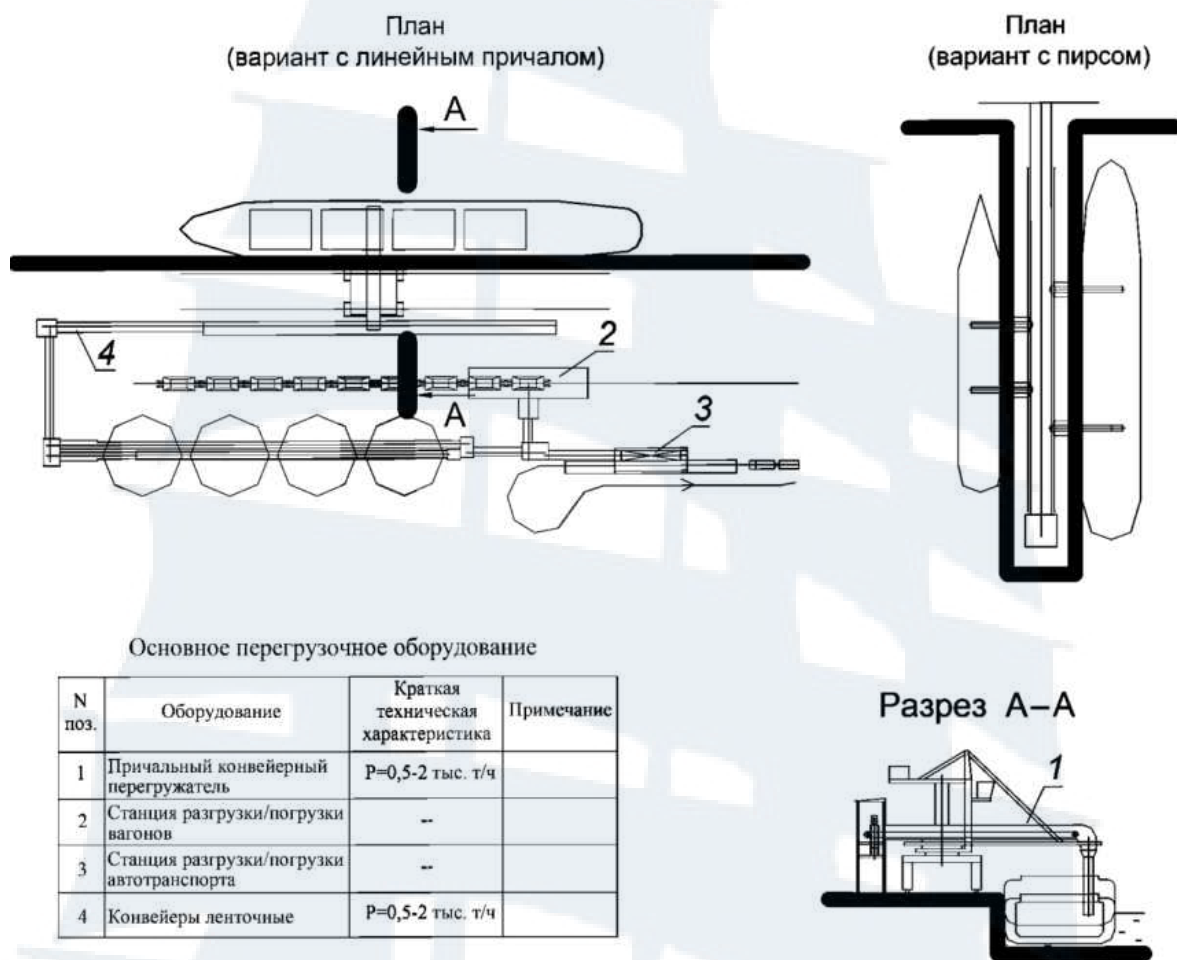


Рис. 129. Схема механизации для перевалки зерна, поступающего в порт водным и отправляемого железнодорожным транспортом

В состав функциональных элементов ПК входят:

- морской грузовой фронт;
- железнодорожный грузовой фронт;
- автомобильный грузовой фронт;
- склады хранения контейнеров;
- склад комплектации грузов в контейнеры;
- сортировочная площадь;
- центральный пункт управления;
- блок служебно-бытовых помещений;
- сети инженерно-технического обеспечения.

При компоновке ПК выбираются кратчайшие пути транспортировки контейнеров внутри терминала. Размещение зданий, сооружений и коммуникаций должно быть компактным с целью экономного использования территории и минимальных энергозатрат.

Морской грузовой фронт предназначен для обработки и обслуживания морских судов, судов смешанного (река-море) плавания, судов внутреннего плавания. Он включает в себя причалы с оперативными площадками, перегрузочное оборудование для погрузки и транспортировки контейнеров в склады и обратно, устройствами для комплексного обслуживания судов в процессе грузовых работ. За *расчетную единицу морского грузового фронта* принимается причал для приема под обработку одного судна.

Железнодорожный грузовой фронт предназначен для погрузки-выгрузки контейнеров на платформы, а также приема-отправления железнодорожных платформ (маршрутов, подач). В состав железнодорожного фронта входят площадка погрузки или разгрузки контейнеров на платформы, железнодорожные пути, участок комплектации, весы. За *расчетную единицу железнодорожного фронта* принимается железнодорожная грузовая оперативная площадка, предназначенная для приема под обработку одной подачи железнодорожных платформ. Железнодорожная грузовая оперативная площадка включает: грузовые пути для размещения железнодорожных платформ, проходной (маневровый) путь, проезды, инженерные коммуникации и другие обустройства, необходимые для приема и обработки железнодорожных платформ.

Автомобильный грузовой фронт предназначен для приема, погрузки или разгрузки контейнеров с автомобилями. В состав автомобильного грузового фронта входят площадка загрузки/разгрузки автотранспорта, площадка для стоянки автотранспорта в ожидании погрузочно-разгрузочных работ, контрольно-пропускной пункт, оснащенный весовыми устройствами. За *расчетную единицу автомобильного фронта* принимается автомобильная грузовая площадка, предназначенная для приема под обработку одного автотранспортного средства. Погрузку-разгрузку автомобилей-контейнеровозов производят подъемно-транспортными машинами из числа используемых для складских работ на сортировочной площади. При использовании на сортировочной площади козловых контейнерных (пневмоколесных) кранов и козловых контейнерных перегружателей обработку автомобилей-контейнеровозов допускается производить на любых оперативных площадках сортировочной площади. В случае применения порталных контейнерных погрузчиков, при погрузке-разгрузке автомобилей-контейнеровозов предусматривается площадка при въезде на ПК. Прием, осмотр и взвешивание контейнеров, прибывающих автомобильным транспортом, производят на контрольно-пропускном пункте, оборудованном весами, при въезде на ПК. Пропускная способность весов принимается равной

25 конт./ч. Время на оформление приемки-передачи контейнера принимается равным 3 мин. Длину грузовой площадки для обработки одного автомобиля-контейнеровоза принимают равной 16 м, ширину – 4 м. Количество грузовых площадок определяется в зависимости от грузооборота тылового автомобильного фронта, исходя из пропускной способности одной площадки, принимаемой равной 70 конт./сут.

Склады хранения контейнеров предназначены для накопления судовых партий контейнеров при отправлении из порта морем или маршрутных/вагонных партий при отправлении из порта железной дорогой и краткосрочного хранения груза. На складах обеспечивается прием контейнеров, доставляемых с грузовых фронтов, их хранение и накопление, подготовка к отправке морским или смежными видами транспорта, хранение порожних контейнеров, а также сезонное накопление контейнеризации опасных химических грузов предусматриваются специальные площадки с обеспечением очистки, промывки контейнеров, утилизации россыпи, фумигации грузов в контейнерах.

Крытый склад комплектации предназначен для оперативного хранения не контейнеризированных грузов, выгруженных из вагонов, автомобилей и контейнеров, подготовки этих грузов к отправлению и укладки их в автомобили-контейнеровозы, вагоны и контейнеры. У склада комплектации со стороны сортировочной площади должна быть предусмотрена площадка комплектации контейнеров. При доставке контейнеров на площадку комплектации портовыми тягачами с полуприцепами у склада комплектации, как правило, предусматривается рампа. Ширина рампы принимается равной 1,5 м при наличии продольного проезда для вилочных погрузчиков внутри склада комплектации или 6,0 м, если проезд для погрузчиков предусмотрен вне склада. На рампе предусматриваются мостики для въезда вилочных погрузчиков в контейнер. При доставке контейнеров на площадку комплектации портальными контейнерными погрузчиками склад комплектации выполняется без рампы. Для погрузки-выгрузки железнодорожных вагонов и грузовых автомобилей у склада комплектации с противоположной стороны от площадки комплектации контейнеров устраивается рампа шириной 7,0 м.

Для работы на *сортировочной площади* и у склада комплектации используются те же транспортные машины, что и в технологических линиях грузовых фронтов. Вместимость сортировочной площади комплекса определяют в зависимости от расчетной схемы: контейнерный

причал обслуживает одну судоходную линию; контейнерный причал обслуживает несколько судоходных линий.

Централизованное управление работой терминала осуществляется из *Центрального пункта управления* (ЦПУ), оборудованного пультом управления. ЦПУ оснащается аппаратурой управления: основным перегрузочным оборудованием, системами (информационной, связи, промышленного телевидения и др.), системой диспетчерской связи с диспетчерской и другими. Как правило, ЦПУ располагается в тылу терминала и может размещаться в одном здании совмещенным (сблокированным) с помещением другого назначения.

Блок *служебно-бытовых помещений* располагается в тылу терминала.

Сети инженерно-технического обеспечения обеспечивают электроснабжение, связь и сигнализацию, теплоснабжение, водоснабжение, водоотведение ПК.

Отдельные схемы механизации и перечень основного перегрузочного оборудования для применения на контейнерном ПК представлены на рис. 130, а, б; 131, а, б.

4.10. Механизация грузовых работ

4.10.1. Виды обрабатываемых грузов

Как было показано в предыдущих разделах, компоновка и оборудование причалов, схемы механизации ПК зависят от вида перегружаемых грузов. По условиям и технологиям перевозки, перегрузки и хранения все грузы можно разделить на три категории: генеральные (штучные), массовые и особорежимные.

К *генеральным* грузам относят мешковые, кипные, катно-бочковые, ящичные, металлы и металлоизделия, тяжеловесы и машины, а также иногда лесные грузы.

В *мешках* перевозят сыпучие и пылевидные грузы. Масса одного места грузов в бумажных мешках – 40÷50 кг, в тканевых – 40÷150 кг.

В *тюки* и *кипы* упаковывают естественное и искусственное волокно и изделия из них. Непрессованный материал транспортируют в тюках, прессованный (хлопок, джут и т. д.) – в кипах. Масса кип – 80÷800 кг.

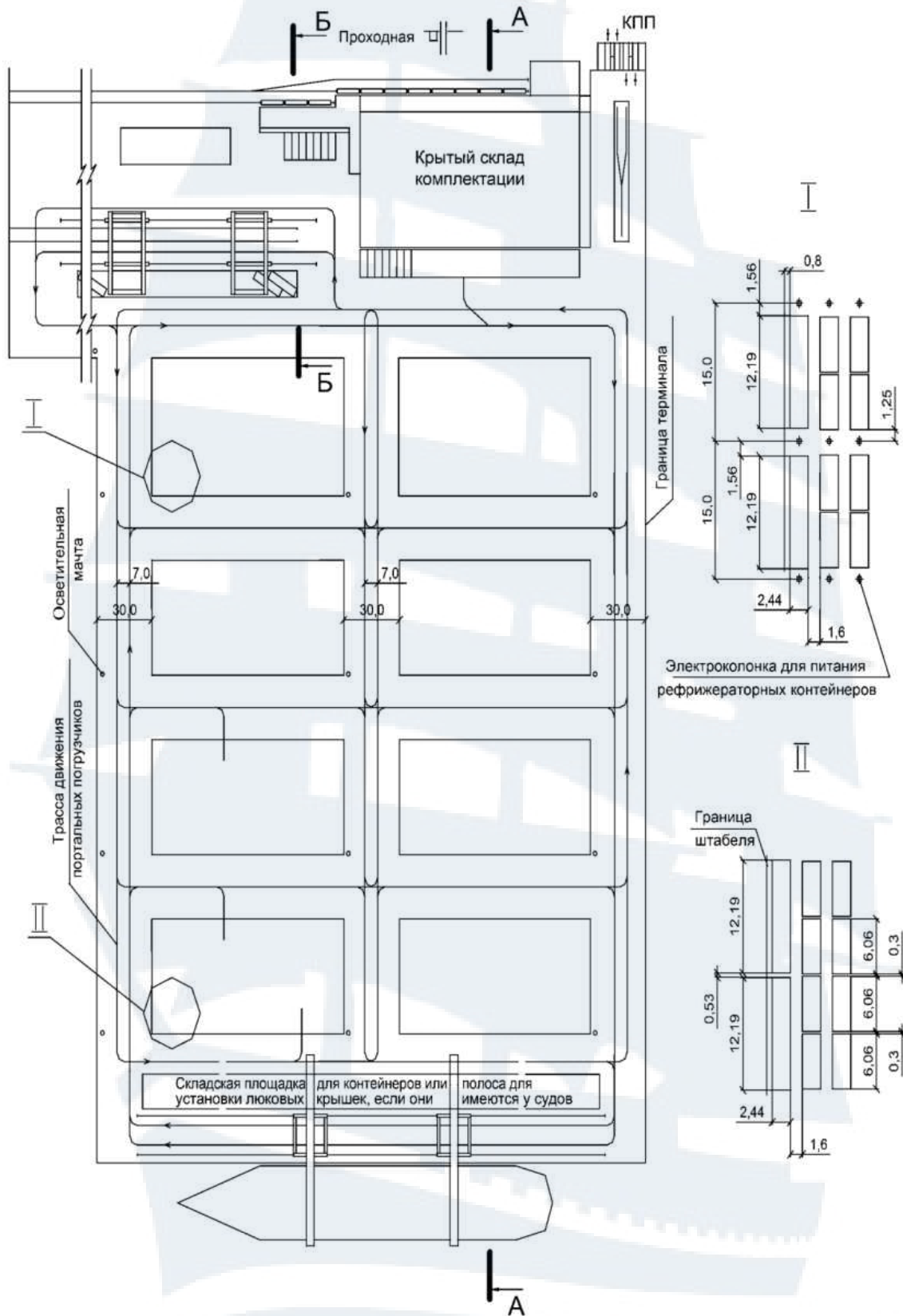
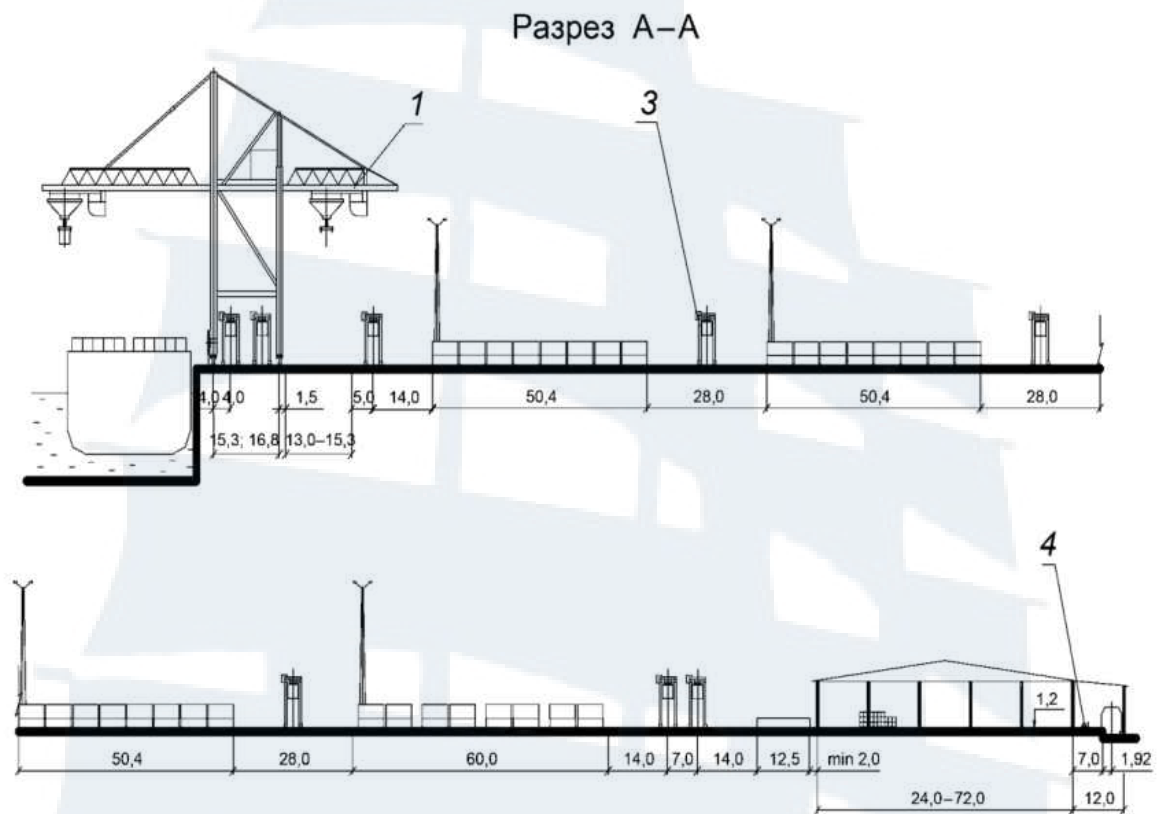


Рис. 130, а. Схема механизации с размещением контейнеров перпендикулярно линии кордона (план)



Основное перегрузочное оборудование

N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во	Примечание
1	Причальный контейнерный перегружатель	Q=30,0-35,0 т Колеса 15,3; 16,8 м	2	В зав-ти от объема компл.
2	Козловой кран	Q=30,0-35,0 т Колеса 20,0 м	2	
3	Портальный погрузчик	Q=30,0-35,0 т 2- и 3-ярусные	10-12	
4	Вилочный погрузчик	Q=1,5-2,5 т	5-20	

Рис. 130, б. Схема механизации с размещением контейнеров перпендикулярно линии кордона (разрезы)

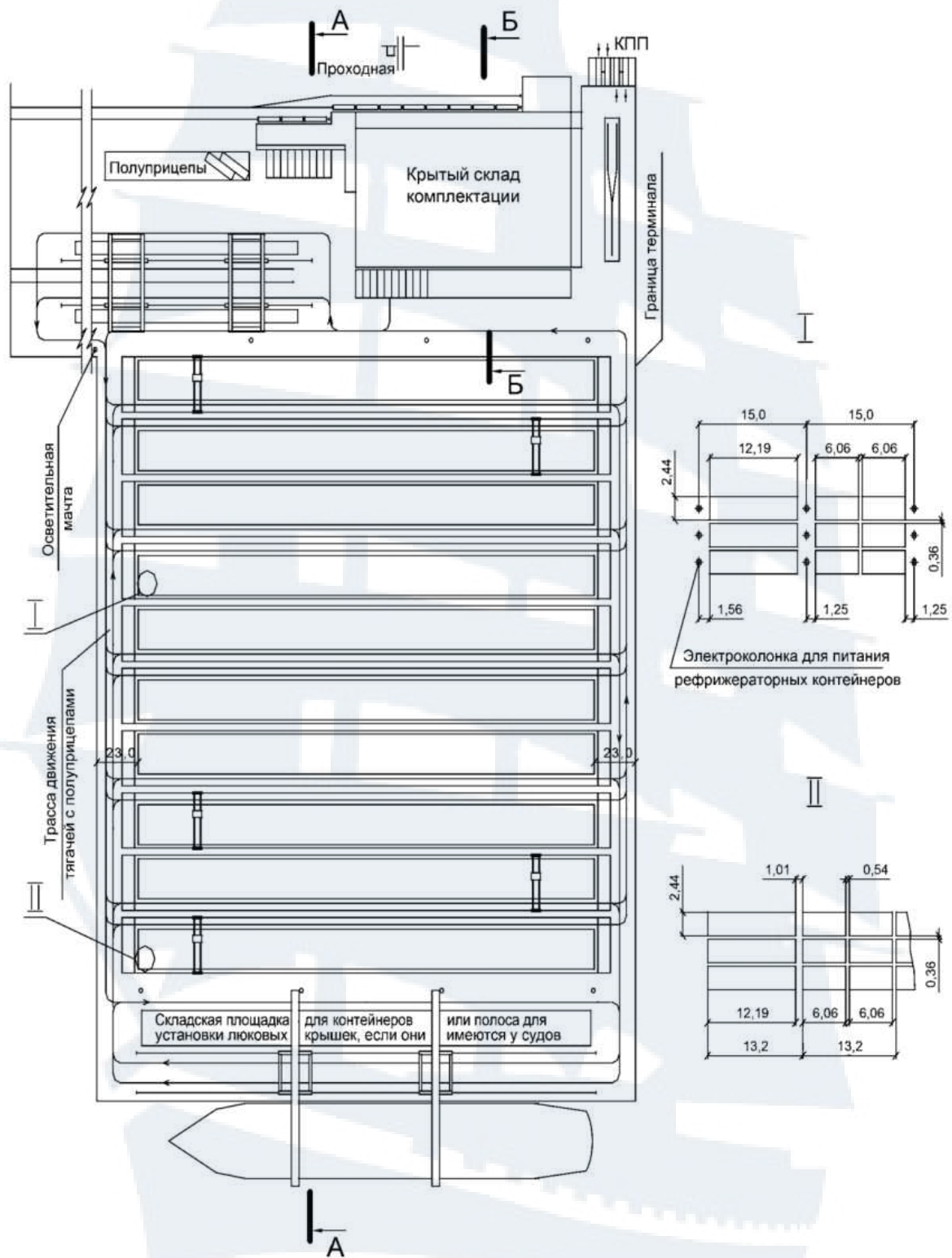
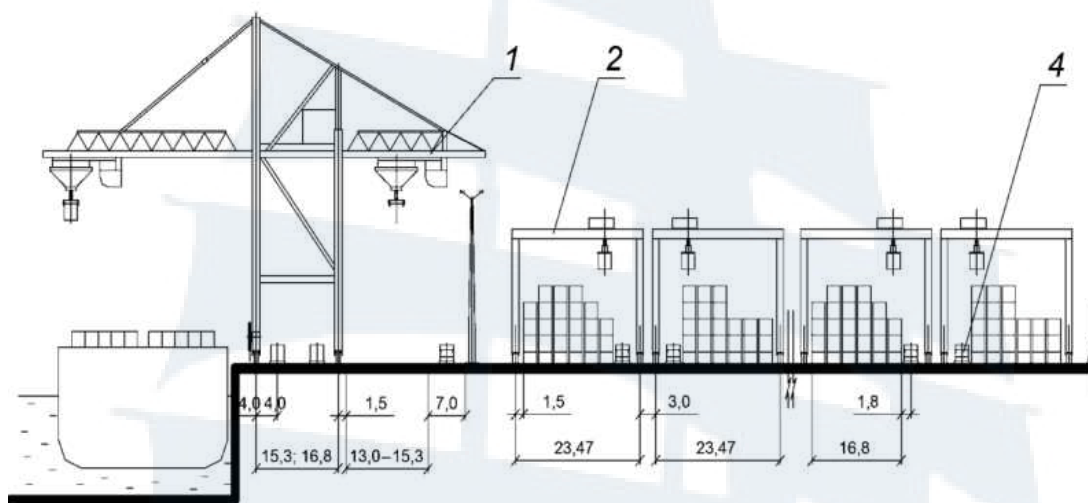
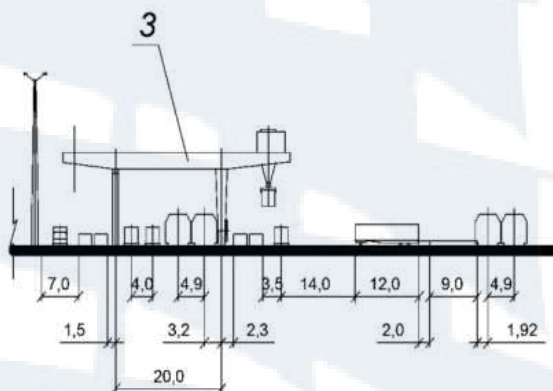
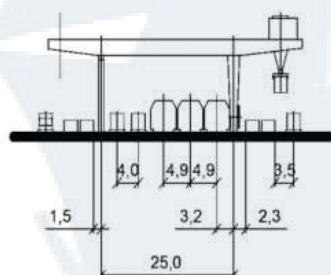


Рис. 131, а. Схема механизации с размещением контейнеров параллельно линии кордона (план)

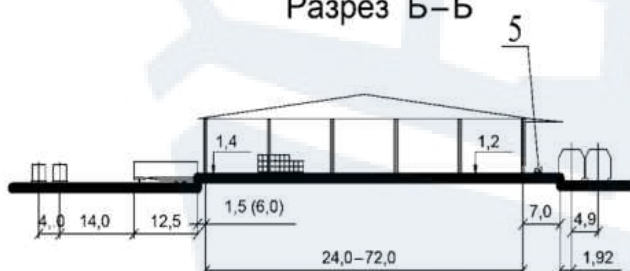
Разрез А-А



вариант с 3-мя ж/д путями на грузовом фронте



Разрез Б-Б



Основное перегрузочное оборудование

N поз.	Оборудование	Краткая техническая характеристика	Кол-во	Примечание
1	Причальный контейнерный перегрузатель	Q=30,0-35,0 т Колея 15,3; 16,8 м	2	В зав-ти от объема компл.
2	Пневмоколесный кран	Q=30,0-35,0 т Колея 23,8 м	5	
3	Козловой кран	Q=30,0-35,0 т Колея 20,0 м	2	
4	Тягач с полуприцепом	для конт. 20°, 40° и 45°	9-11	
5	Вилочный погрузчик	Q=1,5-2,5 т	5-20	

Рис. 131, а. Схема механизации с размещением контейнеров параллельно линии кордона (разрезы)

К *катно-бочковым* относят грузы, перевозимые в барабанах, бочках и рулонах. Емкость металлических бочек, в которых перевозят жидкое топливо, смазочные материалы, пищевые продукты – $0,3 \div 0,5 \text{ м}^3$.

В *ящиках* перевозят: продукты пищевой промышленности и сельского хозяйства, промышленные и потребительские товары, метизы, машины и т. п. Ящики изготавливают из досок, фанеры, картона, пластмассы. Типоразмеры ящиков регламентируются специальным стандартом на тару и упаковку. Масса ящика с грузом в зависимости от рода груза колеблется от нескольких килограммов до десятка тонн. К этой категории грузов относят также пакеты металлических прокатных профильных элементов, арматурных стержней, проволоки и т. п. Масса их может достигать нескольких тонн и более.

Средствами морского транспорта перевозят также машины, в том числе автомобили, разного рода оборудование и прочее. Масса оборудования может составлять десятки тонн. Такие грузы относят к *тяжеловесам*.

К *лесным* грузам относят круглый лес, пиломатериалы, фанеру и другие изделия из древесины. Современная технология перевозки и перегрузки лесных грузов предусматривает широкое использование пакетирования для всех видов лесоматериалов. Пакетные перевозки леса способствуют внедрению комплексной механизации перегрузки лесоматериалов, сокращению необходимой складской площади и снижению транспортных расходов. Экспортные материалы перед погрузкой на судно должны иметь транспортную влажность и необходимую товарную кондицию.

Генеральные грузы перевозят поштучно, в пакетах и в *укрупненных грузовых единицах* (УГЕ) – контейнерах. Поштучная перевозка значительно усложняет перегрузку и сокращает производительность перегрузочного оборудования. Пакетирование (укрупнение отдельных мест) и контейнеризация генеральных грузов позволяют в значительной мере устранить эти недостатки.

Для пакетирования рекомендуется использование следующих вспомогательных средств: поддонов (плоских, стоечных, ящичных), стропов, кассет. Конструкция и размеры поддонов стандартизованы.

Коренным образом изменяются перегрузочные процессы и перевозка при использовании контейнеров. Загружать контейнер можно непосредственно у производителя, а разгружать – у потребителя, что особенно целесообразно при смешанных перевозках, когда груз последовательно передается с одного вида транспорта на другой (морской, речной, железнодорожный, автомобильный, а иногда и воздушный).

Контейнеры разделяют на две большие группы: *универсальные* для перевозки штучных грузов и *специальные* для перевозки скоропортящихся, сыпучих, кусковых, пылевидных и жидких грузов.

Экономический эффект от контейнеризации заключается в уменьшении трудоемкости и стоимости перегрузочных операций, в снижении расходов на транспортную упаковку, сокращении потерь и порчи грузов во время их перегрузки, транспортирования и складирования и др. Недостатки контейнеризации: масса контейнеров больше массы других видов упаковки, применение контейнеров ведет к менее полному использованию вместимости транспортных средств. Однако преимущества контейнерных перевозок при сравнительно незначительных недостатках вызвали их быстрое развитие во всех странах мира.

Массовые грузы делят на две основные группы: *навалочные* и *наливные*.

К *навалочным* грузам относят: руды, угли, сланцы, строительные материалы, удобрения. К этой же группе относят зерно: пшеницу, овес, ячмень, кукурузу, сою и прочее.

К *наливным* грузам относят: нефть и нефтепродукты, сжиженные газы, растительные масла, спирты, вина, растворители, кислоты, жиры и прочее.

К *особоопасным* грузам относят некоторые виды массовых грузов, содержащих фосфор, мышьяк, серу, свинец и тому подобные вещества, которые могут вызывать отравление. При перегрузке и хранении их требуется соблюдение особой предосторожности. Кроме того, к *особоопасным* относят грузы, которые в условиях перевозки и хранения могут послужить причиной взрыва, пожара, заболевания людей и животных, все виды скоропортящихся грузов, требующих особых режимов хранения и перевозки в связи с опасностью потери ими товарных качеств.

4.10.2. Перегрузочное оборудование порта

Представленные выше схемы механизации включают в себя применяемое *основное перегрузочное оборудование*.

Основным назначением портового перегрузочного оборудования является перемещение груза в пространстве, из одного положения в другое (из судна в вагон, в склад, на автотранспорт, из склада в склад, внутритрюмное, внутривагонное и внутрискладское перемещение и т. п.).

По принципу действия перегрузочное оборудование подразделяется на машины *периодического, непрерывного и смешанного действия*.

К *машинам периодического действия* относят краны, автоэлектропогрузчики, бульдозеры, вагоноопрокидыватели, работа которых характеризуется циклом, состоящим из последовательных операций:

- а) захват груза;
- б) ход с грузом;
- в) освобождение груза;
- г) холостой ход к месту нового захвата.

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком по определенной трассе: конвейеры, элеваторы, пневматические и гидравлические перегружатели. К этому типу машин относят машины с тяговым органом или без него, обеспечивающие движения груза непрерывным потоком или равномерно распределенными порциями, конвейеры всех типов, элеваторы пневматические и гидравлические перегружатели. Машины с тяговым органом можно разделить на три группы:

- конвейеры, перемещающие груз по горизонтали;
- конвейеры, перемещающие груз как по горизонтали, так и по вертикали;
- элеваторы или нории (черпаковый подъемник), перемещающие груз по вертикали (черпаковый подъемник).

Конвейеры конструктивно разделяются на *ленточные* и *цепные*.

На *ленточных* конвейерах груз перемещается с помощью непрерывной ленты, приводного и натяжного барабанов и поддерживается по длине рабочей и холостой ветвей роликовыми опорами. Ленточные конвейеры: стационарные и передвижные. Ширина ленты – 700 мм, скорость перемещения 0,5-0,8 м/с передвижные короткие, их можно включить в любой ПК. Стационарные конвейеры служат для перегрузки между складами и причалами, в пределах склада и т. п. длина: сотни метров, ширина до 2 м, скорость перегрузки – более 6 м/с.

Цепные конвейеры представляют собой непрерывные цепи, располагаемые попарно и на которых закрепляются скребки, пластины и другие захваты (для штучных грузов).

Элеваторы: ковшовые для перемещения сыпучих грузов и с захватами разные формы для штучных грузов. Скорость до 2 м/с.

В машинах *смешанного действия* используется как циклический, так и непрерывный режимы обработки груза.

Перегрузочные машины, способные перегружать разнородные грузы по различным видам работ, называют *универсальными* – это краны разнообразных конструкций. Машины, предназначенные для вы-

полнения определенных операций, называют *трюмными, вагонными, складскими*.

Машины, предназначенные для однородных грузов, по какому-либо одному варианту работ называются *специализированными*. К ним относят: пневмо- и гидроперегрузжатели, вагоноопрокидыватели, конвейеры.

При значительных грузооборотах отдельных грузов, постоянном их направлении высокопроизводительные специализированные машины значительно эффективнее универсальных.

Количество видов и типоразмеров перегрузочных машин, перемещающихся в портах, чрезвычайно велико, что затрудняет их техническую эксплуатацию и рациональное использование. Обычно стремятся к тому, чтобы однотипные операции выполнялись одинаковыми машинами. При значительных грузооборотах оказывается целесообразной узкая специализация машин.

Для перегрузочных работ в портах наиболее часто применяют краны. *Краном* называют оборудованную реверсивными механизмами грузоподъемную машину циклического действия, служащую для подъема и перемещения груза в пределах обслуживаемой ею зоной. Краны имеют опорную (ходовую) часть, на которую опирается поворотная часть со стрелой и грузоподъемными устройствами. Краны имеют различную конструкцию, отдельные типы кранов могут иметь дополнительные части и устройства, кроме указанных выше, или не иметь некоторых из них (например, стационарные краны не имеют ходовой части, мостовые не имеют стрелы и т. п.)

Краны могут быть *передвижными*, в т. ч. и плавучие, а также *стационарные*, область применения которых сравнительно невысока из-за малой и ограниченной зоны обслуживания.

По конструктивной форме различают краны: *портальные*, (рис. 132), *полупортальные* (рис. 133), *козловые* – безконсольные (рис. 134) и *двухконсольные* (рис. 135), *мостовые* (рис. 136).

Портальные краны разделяют:

а) по типу портала (с полным порталом или полупорталом; с одно-, двух или трехпутным порталом;

б) по типу грузозахватного устройства: крюковые, грейферные, магнитные, контейнерные;

в) по типу стрелы: с уравновешенной и неуравновешенной стреловой системой, т. е. с противовесом или без него;



Рис. 132. Краны порталные



Рис. 133. Кран полупортальный



Рис. 134. Козловой кран бесконсольный



Рис. 135. Козловой кран двухконсольный

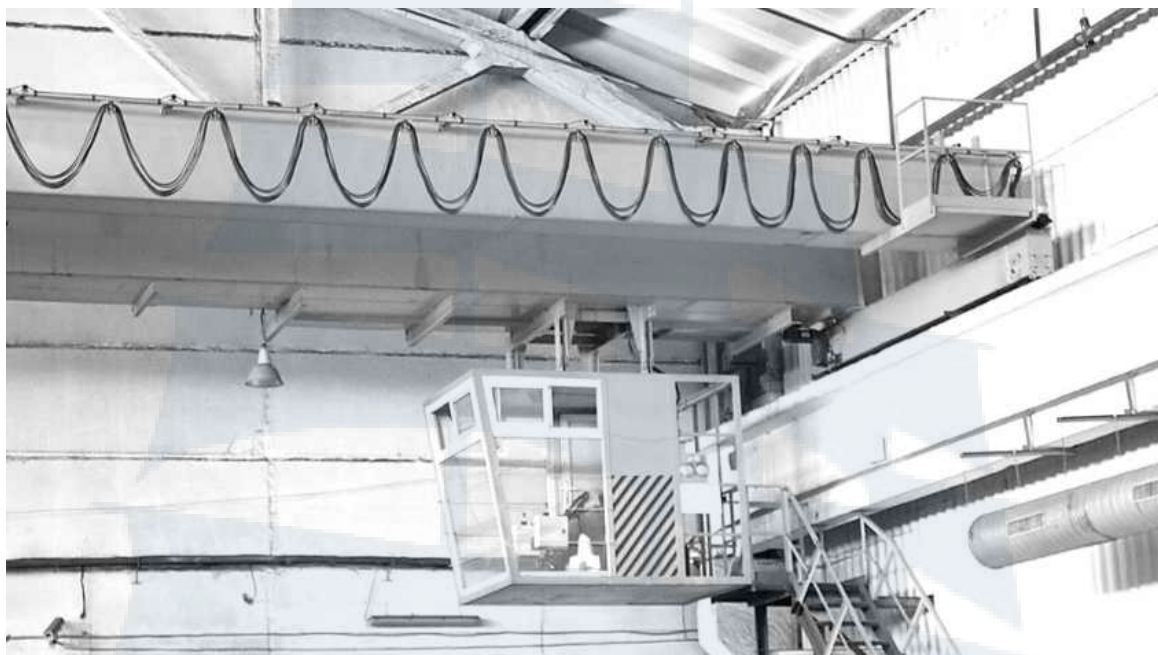


Рис. 136. Мостовой кран

г) по грузоподъемности: легкие (менее 10 т), средние (10÷50 т), тяжелые (более 50 т), а также по другим признакам (тип опорно-поворотных устройств, тип грузовых лебедок, тип привода).

Для обработки тяжеловесов применяют уникальные порталные краны повышенной грузоподъемности. Например, кран английской фирмы «Беттерс» имеет грузоподъемность 102 т, вылет стрелы 49 м, высота подъема 67 м, кран японской фирмы «Харима» – грузоподъемность 300 т, вылет стрелы 8 м, высота подъема 117 м.

По способу опирания – катковые, пневмоколесные и гусеничные.

Основные параметры крана:

– *грузоподъемность* – масса, на подъем которой рассчитан кран. Большинство порталных кранов имеют грузоподъемность от 5 до 40 тонн и более, козловые 5-65 т, мостовые 5-32 т;

– *вылет (радиус) стрелы* (R_{\max} и R_{\min}) рассчитывается по горизонтали от оси вращения крана до оси крюковой подвески (до 45 м);

– *высота подъема крюка* крана над оперной поверхностью или головкой подкранового рельса (до 30 м);

– *скорости рабочих движений* – подъема/опускания груза (40÷60 м/мин), изменения вылета стрелы, передвижения крана, поворота/частота вращения (1÷1,5 об./мин);

– *производительность* – масса груза, перегружаемого за единицу времени (час);

– *давление на опоры* – на колесо, тележку или ногу.

Важными характеристиками являются габаритные размеры крана: ширина колеи, база портала.

Полупортальный кран отличается от портального тем, что его тыловая ходовая тележка перемещается по повышенному крановому пути, опирающимся на стеновую конструкцию склада или специальные балки, уложенные по стойкам – колоннам.

Козловыми кранами обычно называют краны со сравнительно малым пролетом, при котором обе ноги могут быть выполнены жесткими (пространственными). Прикордонные козловые краны выполняют *двухконсольными*, тыловые – *бесконсольными*, одно-, двухконсольными. Длина и рабочий вылет прикордонной консоли определяется требованиями обслуживания судов, а тыловых складскими площадями. Мостовые и козловые краны в основном применяют на складах и на открытых складских площадках. Мостовые краны предназначаются для загрузки и разгрузки судов, вагонов, автомобилей, обслуживания судов. Выпускают эти краны в крановом и грейферном исполнении, также снабжаются электромагнитом. Имеют грузоподъемность до 50 т, пролеты до 34,5 м.

Для перегрузки тяжеловесов в портах нередко используют плавучие краны (рис. 137). Они монтируются на понтонах и бывают как самоходные, так и несамоходные (буксируемые). Большинство плавкранов имеет грузоподъемность 100-300 т, но встречаются плавкраны грузоподъемностью 1 200÷3 000 т.



Рис. 137. Плавучий кран

Для обработки контейнеров на причалах используются порталные краны (рис. 138), причальные контейнерные краны-перегрузатели (STS – ship to shore) – краны, располагающиеся на береговой линии, и являющиеся средством перегрузки контейнеров между судами и наземными погрузочно-разгрузочными центрами (рис. 139).



Рис. 138. Погрузка контейнеров порталными кранами



Рис. 139. Причальные контейнерные краны-перегрузатели

На контейнерных площадках-складах для перемещения контейнеров применяются козловые краны (рис. 134; 135), козловые перегружатели (рис. 140), мобильные краны (рис. 141), для складирования ричстакеры (рис. 142), погрузчики (рис. 143), автоконтейнеровозы (рис. 144).



Рис. 140. Козловой контейнерный кран-перегрузатель

Все эти машины используют грузозахватное устройство (ГЗУ) – спредер (рис. 145). Перегрузочное оборудование, применяемое на перегрузочных комплексах для навалочных грузов весьма разнообразно. Для разгрузки вагонов могут быть использованы вагоноопрокидыватели (рис. 146),

Применяются универсальные крановые (грейферные) схемы, при которых используется кран порталный грейферный (рис. 147) с ГЗУ – грейфером (рис. 148), грейферно-конвейерный кран-перегрузатель (рис. 149), а также стакеры (рис. 150), машины, формирующие штабели (to stack – складывать), реклаймеры (рис. 151), конвейеры, предназначенные для обратного транспортирования груза из штабеля (to reclaim – очищать, разгребать) и совмещенные комплексы: стакер-реклаймеры (рис. 152). Также используют передвижной перегрузочный бульдозер для заполнения вагонов (рис. 153), перегрузатель ковшово-ленточный (рис. 154), конвейер ленточный (рис. 155).



Рис. 141. Погрузка контейнера мобильным краном



Рис. 142. Погрузка контейнера ричстакером



Рис. 143. Погрузка контейнера автопогрузчиком



Рис. 144. Автоконтейнеровозы на контейнерной площадке



Рис. 145. Спредер



Рис. 146. Разгрузка вагона вагонопрокидывателем



Рис. 147. Кран порталный грейферный



Рис. 148. Грейферный ковш



Рис. 149. Грейферно-конвейерный кран-перегрузатель



Рис. 150. Стакер



Рис. 151. Реклаймер



Рис. 152. Стакер-Реклаймер



Рис. 153. Перегрузочный бульдозер



Рис. 154. Перегрузатель ковшово-ленточный



Рис. 155. Конвейер ленточный

Кроме того, могут применяться перегружатели мостового типа в виде перемещающейся по мосту тележки с грейфером (рис. 156), шнеково-конвейерные (рис. 157).

При перевозках и перегрузке навалочных грузов применяется также их транспортирование во взвешенном состоянии – в виде пульпы по пульпопроводам (рис. 158), при этом в специальном бункере соединяются частицы груза и вода, затем насосами передаются на разгрузку/погрузку. Также применяются гидравлические перегрузочные устройства для перегрузки песка и других грузов, не боящихся влаги. В трюм судна вводят различные трубопровода и заборное сопло пульпопровода, который выводят на берег. Пульпа подается в специальный резервуар или открытую площадку, а вода удаляется через колодцы и дренажные устройства.

В пневматической установке частицы груза перемещаются во взвешенном состоянии под действием струи воздуха, движущиеся по трубопроводам с большой скоростью. Движение смеси воздуха и частиц груза происходит под влиянием разности давлений по концам трубопровода, создаваемые разрежением или нагнетанием воздуха.



Рис. 156. Перегрузатель мостового типа

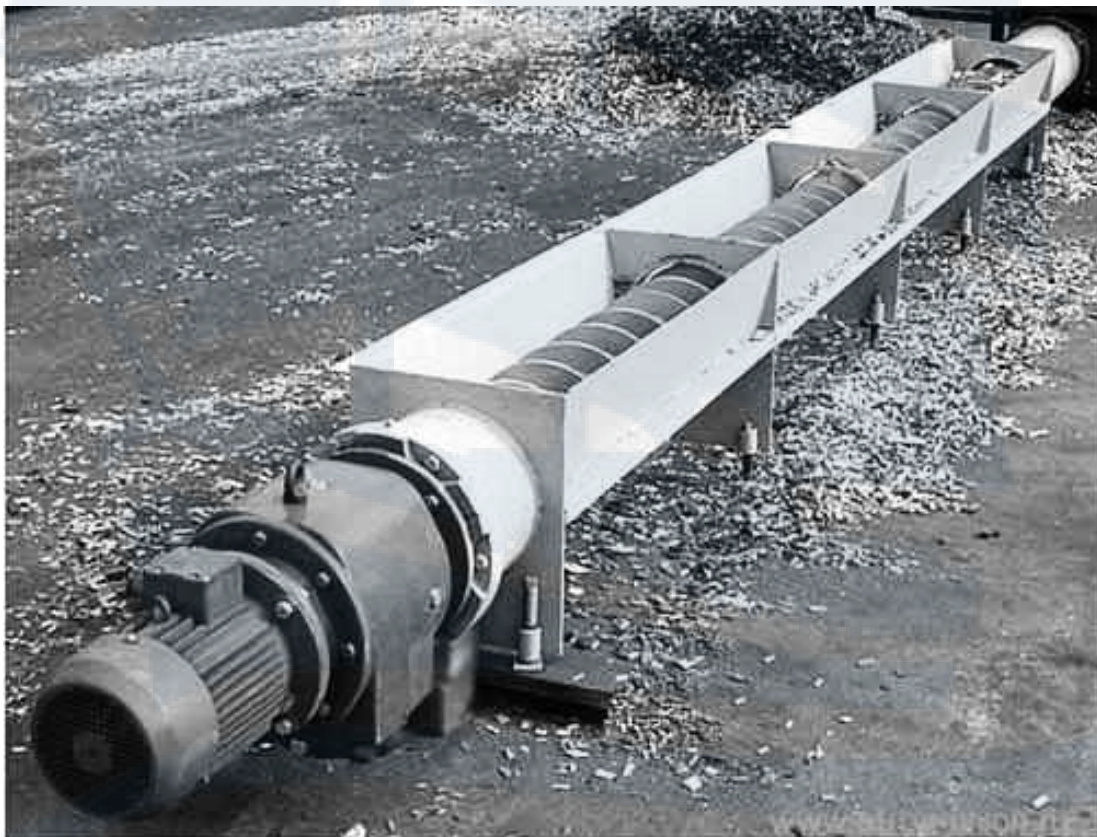


Рис. 157. Шнеково-конвейерный перегружатель



Рис. 158. Перевалка груза по пульпопроводу

Пневматические перегрузочные устройства надежны и в большей степени удовлетворяют требованиям охраны окружающей среды. Они состоят из всасывающих устройств, приемного бункера, фильтров для улавливания пыли, вентиляторов и пр. (рис. 161). При перегрузке зерна и других мелкозернистых (пылевидных) грузов часто используют механические и пневматические перегрузатели (рис. 159), вертикальные черпаковые конвейеры – *нории* (рис. 160). Для налива нефти и нефтепродуктов в морские и речные танкеры применяются стендеры (рис. 162). Конструкция стендера – пантографическая, позволяющая сохранять соединение при изменении осадки судна, избегать влияния приливов и отливов, а также воздействия других внешних факторов.

На перегрузочных комплексах используются также погрузчики с различными видами захватов (рис. 163; 164; 165; 166).



Рис. 159. Пневматический перегружатель



Рис. 160. Разгрузка зерна норией



Рис. 161. Погрузочная машина зерновая



Рис. 162. Разгрузка танкера стендерами



Рис. 163. Перегрузка контейнера вилочным погрузчиком



Рис. 164. Перегрузка круглого леса погрузчиком



Рис. 165. Перегрузка слэбов погрузчиком с магнитным ГЗУ



Рис. 166. Перегрузка рулона погрузчиком

4.10.3. Выбор схемы механизации

Выбор схемы механизации грузовых работ, состава и схемы компоновки технологических элементов ПК зависят от объема грузооборота, рода груза и транспортных характеристик грузов, длительности хранения в порту, параметров территории и др.

Что имеется в виду, когда рассматривается вопрос выбора схемы механизации. Это схема, обеспечивающая наиболее совершенные и эффективные способы перегрузочных работ, обеспечивающих работу ПК и всего порта в оптимальном режиме. Материально-техническая база, соответствующая принятой технологии перегрузочных работ в значительной мере определяется принимаемой схемой механизации.

В понятие материально-технической базы включается не только комплекс перегрузочных машин и устройств, а также типы и взаимное расположение сооружений, соответствующее принятым схемам механизации.

При выборе схемы механизации, как правило, предусматривают выполнение всех операций с помощью взаимосвязанных машин, т. е. использование комплексной механизации.

Выбираемая схема механизации должна обеспечить требуемый уровень интенсивности обработки судов, определяемый величиной судочасовых норм и устанавливаемый с учетом расчетных параметров морских транспортных судов.

Под судочасовой нормой понимают среднее значение массы груза определенного вида, который может быть погружен/выгружен за 1 час на судно данного типа, при оптимальном числе грузовых механизированных линий.

Проектная судочасовая норма $P_{с.ч.}$ определяет продолжительность грузовых операций $t_{гр}$, по которой определяется суточная пропускная способность причала ($P_{сут}$).

Судочасовая норма разрабатывается и утверждается федеральным агентством морского и речного флота и отражает современное состояние оборудования причальных фронтов российских портов и организации перегрузочных работ в портах.

Пределы изменения $P_{с.ч.}$ весьма значительны: от 20÷30 т/час для небольших судов и генеральных грузов, до 4 000÷5 000 т/час для крупнотоннажных балкеров, для танкеров $P_{с.ч.}$ еще выше.

Естественно, что величина $P_{с.ч.}$ – величина переменная и увеличивается при совершенствовании организации перегрузочных операций, ритмичности поступления грузов в порты и захода в них судов.

При проектировании новых портов или реконструкции существующих, где предусматриваются более совершенные перегрузочные машины и технология перегрузочных работ или намечается переработка новых грузов, для которых отсутствуют утвержденные судов-часовые нормы, последние приходится устанавливать расчетным путем для конкретных условий.

Проектная судов-часовая норма $P_{с.ч.}$ в этом случае может быть вычислена по формуле

$$P_{с.ч.} = \frac{m_c (P_{к.б.} \cdot n_{л.б.} + P_{к.с.} \cdot n_{л.с.}) \lambda_1 \lambda_2}{24}, \text{ Т/ч}, \quad (41)$$

где m_c – число смен в сутках; $P_{к.б.}$ – проектная комплексная норма выработки основной перегрузочной машины одной грузовой линии в смену; $P_{к.с.}$ – проектная комплексная норма выработки основной перегрузочной машины судовых перегрузочных средств; $n_{л.б.}$, $n_{л.с.}$ – соответственно число береговых и судовых грузовых линий; $\lambda_1 = 0,85 \div 0,90$ – коэффициент использования машин, учитывающий перерывы в работе в связи со швартовкой и отходом судов, сменой железнодорожных составов и т. п.; $\lambda_2 = 0,80 \div 0,95$ – понижающий коэффициент, учитывающий число грузовых линий.

Для определения $P_{с.ч.}$ требуется определить производительность основной машины в составе грузовой линии.

1) Часовая эксплуатационная производительность машин циклического (периодического) действия $P_k^ч$, определяется по формуле

$$P_k^ч = 3600 \cdot \frac{M_{гр.}}{t_{ц.}} \lambda_{г.} \cdot \lambda_{в.}, \text{ Т/ч}, \quad (42)$$

где $M_{гр.}$ – масса груза в одном подъеме, т; $t_{ц.}$ – продолжительности цикла, с; $\lambda_{г.}$, $\lambda_{в.}$ – коэффициенты использования машины по грузоподъемности и по времени.

Выше было указано, что под циклом понимается комплекс операций, необходимых для подъема груза, перемещений его от места подъема к месту укладки и возвращения машины в исходное положение. Продолжительность цикла $t_{ц.}$ обычно указывается в паспорте машины или может быть вычислена на основании паспортных данных о скоростях отдельных движений. Для действующих машин может быть введен хронометраж.

Коэффициент использования перегрузочных машин по грузоподъемности ($\lambda_{г.}$) в значительной степени зависит от вида груза и типа перегрузочных устройств. Так, для навалочных грузов, перегружаемых

грейферами $\lambda_r \approx 0,7 \div 0,8$, так как масса самого грейфера составляет 15÷50 % полной грузоподъемности машины. Если грейфер заполняется не полностью также происходит снижение λ_r .

Для штучных грузов может приближаться к 1, но $\lambda_r < 1$, если из-за малой плотности груза, при которой возможность его подъема определяется габаритами отдельного места. Подъем малых грузов тоже не производителен, поэтому стремятся использовать укрупненные грузовые единицы (УГЕ), чтобы приблизить λ_r к 1.

Коэффициент использования перегрузочной машины по времени (λ_b) учитывает планируемые перерывы в работе (профилактический осмотр, операции эпизодического характера, например перемещение вдоль причала, не входящие в расчетный цикл: $\lambda_b = 0,85 \div 0,95$).

2) Часовая производительность машин непрерывного действия $P_k^ч$, определяется по формуле

$$P_k^ч = 3600 \cdot q \cdot v \cdot \lambda_r \cdot \lambda_b, \text{ т/ч}, \quad (43)$$

где q – нормативная масса груза на погонный метр длины конвейера, т/м; v – скорость движения конвейера (потока груза), м/с; λ_r, λ_b – те же коэффициенты, причем λ_r для ковшовых подъемников – это степень заполнения ковшей; для ленточных конвейеров, перемещающих навалочный груз – отношение площади действительного поперечного сечения потока груза к ее нормативной величине.

Соответствующие сменные производительности определяются

$$P_k = P_k^ч \cdot t_{см}, \text{ т/см}, \quad (44)$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч.

Если перегрузочные работы выполняются цепочкой последовательно установленных перегрузочных машин, следует говорить о производительности грузовой линии, соответствующей производительности основной машины, определяющей эффективность работы всей линии. Схему механизации выбирают, исходя из минимальных затрат по флоту и порту по специальным методикам.

Нормами проектирования морских портов даются конкретные рекомендации для универсальных и специализированных ПК по выбору схем механизации грузовых работ, составу, расчету параметров и схемам компоновки технологических элементов на территории этих ПК.

4.11. Сооружения на территории порта

4.11.1. Рельсовые пути

Железнодорожные пути

Внутренние железнодорожные пути подразделяются на:

- прикордонные, предназначенные для обработки судов и вагонов по прямым вариантам работ и располагаемые в зоне действия судовых и прикордонных перегрузочных машин;
- тыловые, располагаемые вне зон действия прикордонных перегрузочных машин.

В состав железнодорожных грузовых фронтов входят:

- погрузочно-разгрузочные пути, на которых обрабатываются вагоны;
- соединительные (маневровые) пути, которые служат для подачи (уборки) вагонов на грузовые пути.

В ряде случаев в состав железнодорожных грузовых фронтов могут входить транзитные пути, предназначенные для подачи вагонов на объекты, не относящиеся к данному терминалу. Описание железнодорожных грузовых фронтов для ПК различного назначения приведено в разделе 4.8.

Количество прикордонных железнодорожных путей, располагаемых на участке причальной линии, обслуживаемом одним самостоятельным подходом железнодорожных путей, зависит от числа причалов, входящих в этот участок, их специализации по роду груза, количества судов, одновременно обрабатываемых по прямому варианту на этом участке, расчетного количества технологических линий, которыми обрабатываются эти суда по прямому варианту. Рекомендуемое «Нормами технологического проектирования морских портов» количество железнодорожных путей приведено в табл. 30. Количество железнодорожных путей, предназначенных для обработки вагонов у крытых рамповых складов, зависит от взаимного расположения складов:

- при размещении складов в одну линию со стороны рампы (либо рамп) укладываются два пути (один у рампы грузовой, второй – маневровой);
- при двух линиях складов, обращенных прирельсовыми рампами друг к другу, укладываются три пути (у рамп – грузовые, а средний – маневровой).

Таблица 30

Определение количества прикордонных путей

№ схемы прилжения	Специализация причалов	Полезная нагрузка вагона, т	Расчетное количество технологических линий прямого варианта	Длина причала, м											
				200 — 225			200			175			150		
				Количество причалов на терминале											
				2	3—4	2	3—4	2	3—4	2	3—4	2	3—4	2	3—4
				Количество судов, одновременно обрабатываемых по прямому варианту											
				2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Количество железнодорожных путей															
1, 2	Генеральные грузы (крытого хранения)	35—45	3	—	—	—	—	—	—	3	4	4	3	4	4
			4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	—	—	—
			5	3	4	4	3	4	4	—	—	—	—	—	—
3—5	Генеральные грузы (открытого хранения); лесные грузы	до 50	3	—	—	—	—	—	—	2	2	3	2	2	3
			4	2	2	3	2	2	3	2	2	3	—	—	—
			5	3	4	4	3	4	4	—	—	—	—	—	—
6	Навалочные грузы открытого хранения	до 120	3	—	—	—	2	2	4	2	2	3	2	2	2
			4	—	—	—	3	3	4	3	3	4	—	—	—
			5	3	3	4	3	3	4	—	—	—	—	—	—
7	Зерновые грузы	до 73	3	—	—	—	2	2	4	2	2	3	2	2	2
			4	—	—	—	3	3	4	3	3	4	—	—	—
			5	3	3	4	3	3	4	—	—	—	—	—	—

Прочерки в таблице означают: для причалов большой длины расчетное количество технологических линий (ТЛ), равное 3 и даже 4 (для навалочных и зерновых грузов), не приемлемо из-за невозможности обеспечить нужную интенсивность обработки судов; наоборот, для причалов малой длины – расчетное количество ТЛ завышено и следует обходиться меньшим количеством ТЛ.

Схемы расположения прикордонных железнодорожных путей на терминале с порталными кранами с колеей 10,5 м приведены в табл. 31. Количество железнодорожных путей, предназначенных для обработки вагонов у крытых рамповых складов, зависит от взаимного расположения складов:

– при размещении складов в одну линию со стороны рампы (либо рамп) укладываются два пути (один у рампы грузовой, второй – маневровый);

– при двух линиях складов, обращенных прирельсовыми рампами друг к другу, укладываются три пути (у рамп – грузовые, а средний – маневровый).

Минимальное расстояние от оси ближайшего железнодорожного пути, расположенного вне портала, до подкранового рельса следует принять $B_{ск} = 3,5$ м, а на участках универсальных терминалов, перерабатывающих смешанные генеральные грузы (крытого и открытого хранения), при размещении электроколонок между крановым рельсом и железнодорожным путем вне портала, где также могут устанавливаться столы-рампы, это расстояние должно быть принято не менее $B_{ск} = 5,3$ м.

Крановые пути

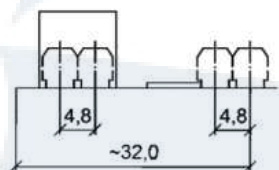
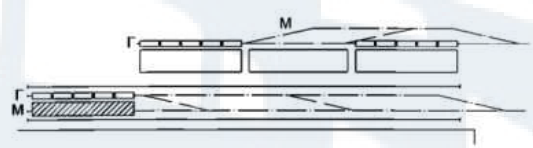
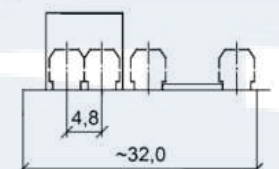
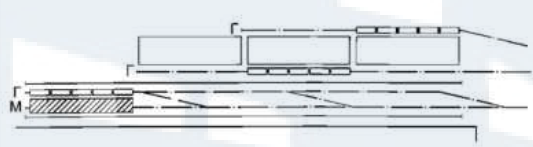
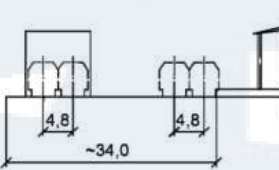

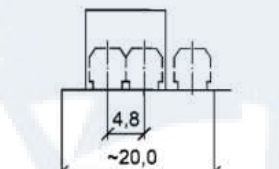



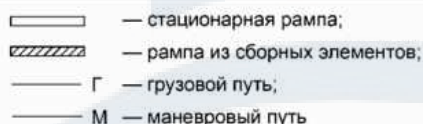
Крановые рельсовые пути на ПК устраиваются на грузовых фронтах, а также на открытых складских площадках для различных перегрузочных машин на рельсовом ходу: порталных и козловых кранов, перегружателей и т. п. Расположение колеи крановых путей на грузовых фронтах и открытых складских площадках принимают для ПК различного назначения в зависимости от используемого на них перегрузочного оборудования, а также технологии и организации перегрузки и складирования грузов. Прикордонные крановые пути располагают в непосредственной близости от кордона. При этом расстояние от линии кордона до оси ближайшего рельса порталного крана составляет по «Нормам проектирования...» – 2,75 или 3,20 м, а для перегружателей 2,75 или 4,0 м в зависимости от расположения швартовых тумб и электроколонок.

На путях для причальных перегружателей, козловых складских и железнодорожных кранов (как отечественных, так и импортных) не допускаются криволинейные участки. На путях для порталных кранов минимальный радиус криволинейных участков принимается равным 250 м. Расстояние от кордона до оси ближайшего кранового рельса, как правило, принимается при установке на причалах:

– причальных контейнерных перегружателей грузоподъемностью до 40 т – 4 м;

– порталных кранов – 3,2 м.

Схема расположения прикордонных железнодорожных путей на причалах с порталными кранами с колеей 10,5 м

№ схемы	Кордон портала и количество железнодорожных путей				Ширина прикордонной зоны, м	
	Разрез	Пирс				
		Смежные причалы				
		1	2	3	4	
Обработка крытого железнодорожного подвижного состава						
1						32
2						32
3						34
Обработка открытого железнодорожного подвижного состава						
4						20
5						25
Условные обозначения						
 <ul style="list-style-type: none"> — стационарная рампа; — рампа из сборных элементов; — грузовой путь; — маневровый путь 						

Колея крановых путей на грузовых фронтах и открытых складских площадях принимается для соответствующих терминалов в зависимости от используемого на них перегрузочного оборудования, а также технологии и организации перегрузки или складирования грузов. Колея крановых путей контейнерных перегружателей: 15,3; 16,8; 20; 25 м, козловых кранов: 6,0; 10,5; 15,3 м, а перегружателей: 32,0; 43; 52,8; 63 м.

Выбор размеров зависит от характеристик используемого оборудования. Рельсы крановых путей укладывают в зависимости от прочности грунта и грузоподъемности крана на шпалах, железобетонных балках или плитах, на свайном основании, либо непосредственно на конструкции причала.

4.11.2. Пути для безрельсового транспорта

Автотранспорт так же, как и железнодорожный транспорт, в основном выполняет перевозки, связанные с ввозом грузов на территорию порта или с вывозом в обратном направлении. Для внутривортовых перевозок по подаче грузов на склад или между складами применяют специализированные машины, хотя иногда и обычные автомобили. При широком внедрении автомобильных перевозок в процессе работы портов изменяется компоновка некоторых элементов: расширяется прикордонная полоса для пропуска автомобильного транспорта; склады штучных грузов со стороны кордона делают безрамповыми; вблизи грузовых фронтов ПК предусматривает специальные площадки для стоянки автомобилей. Внутривортовые автомобильные дороги проектируются городского типа с двусторонним движением. Наименьший радиус закругления для портовых дорог рекомендуется принимать 30 м, а при движении по ним автопоездов и автолесовозов – 50 м. При фронтальном начертании причалов магистральные дороги располагаются в тылу прикордонной полосы за складами и соединяются с прикордонными оперативными площадками поперечными проездами. При пирсовом начертании – в тыловой части территории, прилегающей к корневой части пирсов. Проезды на пирсах располагаются по их периметру в тыловой части прикордонной зоны и иногда по оси пирса.

Основные сведения об автомобильных дорогах в порту приведены в разделе 4.9.

Полосы для движения безрельсового транспорта. Параметры прикордонной полосы для движения безрельсового транспорта рассчитываются на основании технических характеристик транспортных средств. Полоса для безрельсового транспорта складывается из:

- полосы (А) для движения и стоянки автомашин;
- полосы (Б) для погрузчиков и тягачей с прицепами.

Общая ширина полосы для безрельсового транспорта устанавливается в зависимости от назначения, расположения и ширины двух ее составляющих (А) и (Б) по табл. 32.

Таблица 32

Общая ширина полосы для безрельсового транспорта

Назначение	А. Полоса для движения и стоянки автомашин		Б. Полоса для движения погрузчиков или тягачей с прицепами		А+Б, м
	Расположение	Ширина В, м	Расположение	Ширина В, м	
1	2	3	4	5	6
Интенсивная обработка судов с участием автотранспорта при установке автомашин вдоль линии кордона	За прикордонными крановыми и железнодорожными путями или за первой линией открытых складов	7,7	Рядом с полосой А	4,0	11,7
Интенсивная обработка судов с участием автотранспорта при установке автомашин перпендикулярно к линии кордона	То же	16,0	Совмещается с полосой А	—	16,0
Обработка судов с участием автотранспорта в незначительном объеме	То же	6,0	Рядом с полосой А	4,0	10,0

4.11.3. Покрытия территории

Все внутривортовые складские площадки, проезды, дороги, подъезды должны иметь постоянные покрытия – монолитные (цементобетонные или асфальтобетонные); из сборных железобетонных или цементобетонных плит. Конструкция покрытий портовой территории выполняется с учетом величины и характера приложения нагрузок, климатических, гидрологических, санитарно-гигиенических требований, а также наличия местных строительных материалов. При этом, покрытия из сборных железобетонных плит применяют, как правило, в качестве временных, а также как постоянное покрытие в зонах прокладки сетей инженерно-технического обеспечения. В табл. 33 приведены сведения о покрытиях для некоторых ПК.

Конструкции покрытий должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь прочность, обеспечивающую надежную и долговечную эксплуатацию при принятых расчетных (подвижных, статических) нагрузках;
- противостоять пластическим деформациям;
- быть морозо- и трещиностойкими;
- иметь ровную поверхность, обеспечивающую организованный водоотвод;
- обладать шероховатостью для надежного сцепления с колесами машин внутрипортового транспорта;
- обладать антикоррозийными свойствами (на причалах химических, санитарно-опасных и тому подобных грузов).

Покрытия обычно состоят из следующих конструктивных слоев:

- верхнего слоя (собственного покрытия), воспринимающего усилия от технологических транспортных средств либо от веса складироваемых грузов;
- основания – морозозащитное, теплоизоляционное, дренажное.

Толщина постоянных покрытий должна быть не менее 18 см для верхнего слоя цементобетонного монолитного, 14 см – для сборных железобетонных плит, при насыпных грунтах высотой более 3-х метров. В монолит цементобетонного покрытия рекомендуется закладывать арматурную сетку на глубине 1/3 толщины.

Для обеспечения отвода дождевых вод поверхность территории причалов и поверхность складских площадок должны иметь уклоны: для контейнеров и навалочных грузов: 0,01÷0,02; на площадках у механических мастерских, гаражей, на стоянках автомашин и погрузчиков: 0,015÷0,02. Уклон (скат) в основном делается в сторону акватории.

4.11.4. Сети инженерно-технического обеспечения

Для нормального функционирования порта служат сети инженерно-технического обеспечения, включающие в себя сети электроснабжения, связи, водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.

При этом, сети инженерно-технического обеспечения ПК для перевалки нефтепродуктов, химических, санитарно-опасных и других специфических грузов проектируются с учетом норм хранения и перевалки данного вида грузов.

Предусматривается взаимная увязка различных сетей инженерно-технического обеспечения между собой. В целях увязки взаимной прокладки различных сетей составляется сводный план сетей инженерно-технического обеспечения с обозначением мест подключения проектируемого объекта к существующим сетям инженерно-технического обеспечения. Сети инженерно-технического обеспечения прокладывают в местах, доступных в процессе эксплуатации для ревизии и ремонта, предпочтительно вдоль тыловых автомобильных дорог с учетом мест, где невозможна последующая застройка. На широких пирсах полоса для прокладки магистральных сетей, как правило, предусматривается в средней части пирса.

Сети электроснабжения

Электрическое хозяйство порта состоит из *группы сильных токов* (питание портового перегрузочного оборудования, освещение порта) и *группы слабых токов* (телеграф, телефон, радиосвязь, пожарная сигнализация).

Потребление электроэнергии в портах распределяется примерно следующим образом: 70 % общей установленной мощности расходуется перегрузочными подъемно-транспортными машинами и механизмами; 18 % – вспомогательным оборудованием; 12 % – на освещение и другие нужды порта. Электроснабжение порта должно быть надежным и бесперебойным. Для этого питание электроэнергией производят от двух независимых источников по самостоятельным линиям электропередачи.

Система электроснабжения порта состоит из электрических сетей высокого напряжения (6÷10 кВ); трансформаторных подстанций, понижающих напряжение до 380/220 В; распределительных сетей из бронированных кабелей или шинопроводов; электрических колонок в надземном и подземном исполнении для подключения передвижных потребителей электроэнергии (погрузочные машины, причальные перегружатели, порталы краны). Портовые сети напряжением 6÷10 кВ выполняют кабельными, ввиду невозможности прокладки воздушных линий по территории порта. Подстанции применяют одно- и двухтрансформаторные мощности до 1 000 кВ·А. Для передачи энергии на подвижные перегрузочные машины применяют также троллейное питание. Особенности электроснабжения порта – переменный характер нагрузки, обусловленный режимом работы перегрузочных машин, сезонность нагрузки, линейное расположение потребителей, значительная протяженность сетей напряжением 380 В и связанные с этим большие потери энергии.

Вид покрытия в зависимости от назначения площадок и нормативной эксплуатационной нагрузки

Назначение площадок	Нормативная эксплуатационная нагрузка				Тип покрытия	Вид покрытия	Примечание
	Схема	От безрельсового транспорта		Равномерно распределенная, кПа (тс/кв. м)			
		на колесо, кН (тс)	давление в пневматиках, кПа (кгс/кв. см)				
1 Складские площадки для хранения крупнотоннажных контейнеров, блок-пакетов и других тяжеловесных грузов, проездов в зонах указанных площадок, контейнерных перегружателей	КВ-70 (КВ-35)	350 (35)	0,85 (8,5)	100 (10,0)	постоянные	Монолитные цементобетонные	Допустимо применение блочных дорожных покрытий из искусственных камней мощения
		175 (17,5)			временные	Сборные железобетонные плиты	
2 Складские площадки для металлов и оборудования	Н-30	60 (6,0)	0,59 (5,9)	200 (20,0)	постоянные	Монолитные цементобетонные, сборные железобетонные плиты	Предпочтительнее цементобетонные
					временные	Сборные железобетонные плиты, щебеночные, гравийные, обработанные битумом	
3 Складские площадки для навалочных грузов и минеральных стройматериалов	Н-30	60 (6,0)	0,59 (5,9)	200 (20,0)	постоянные	Монолитные цементобетонные, из скального грунта	
					временные	из скального грунта	
4 Складские площадки для сборных тарно-штучных грузов	Н-30	60 (6,0)	0,59 (5,9)	100 (10,0)	постоянные	Монолитные цементобетонные, асфальтобетонные	Предпочтительнее цементобетонные
					временные	Сборные железобетонные плиты, щебеночные, гравийные	



На рис. 167 показана схема электроснабжения порта.

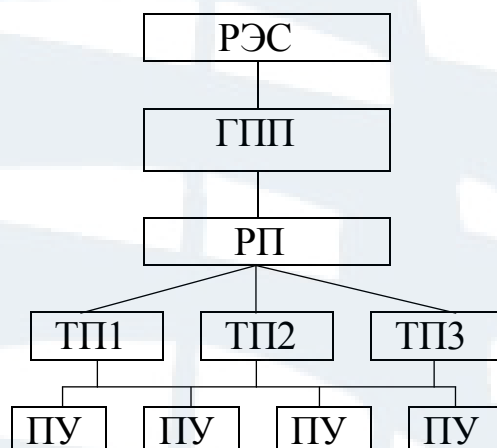


Рис. 167. Схема питания порта электроэнергией

Электроэнергия от районной электростанции (РЭС) передается на главную понизительную подстанцию (ГПП), снижающую напряжение с $35\div 100$ кВ до $6\div 10$ кВ. ГПП обычно располагается в центре потребителей энергии. Питающая линия от РЭС до ГПП преимущественно воздушная. ГПП находится в тыловой зоне в удалении от пылящих грузов. Распределительные пункты (РП) также размещают в тыловой зоне, что позволяет сократить число кабелей высокого напряжения. Понижающие трансформаторные подстанции (ТП), от которых осуществляется непосредственное питание электроэнергией всех основных потребителей, располагают вблизи от подключающих устройств. Обычно одна ТП обслуживает 2 причала. Расстояние между ТП около 400 м, а от ТП до линии кордона примерно $50\div 60$ м. Кабели от ТП к ПУ напряжением 380 или 220 В прокладываются в траншеях, перекрываемых съемными плитами.

Перегрузочные машины (передвижные краны и т. п.), подключаются с помощью шлангового кабеля к электроколонкам наземного, подземного или навесного типа, располагающихся на причале вдоль причордонных подкрановых рельсов (расстояние между колонками обычно не более 40 м), напряжение в электроколонках 380 или 660 В.

Электроколонки для снабжения судов от береговых сетей (380 В) располагаются вдоль кордона в одну линию с крановыми электроколонками. На одном причале располагают 2 колонки, которые подключены к отдельной линии, снабженной прибором учета расхода электроэнергии. Электроколонки тыловых кранов устанавливаются за тыловым подкрановым рельсом на расстоянии $35\div 40$ м друг от друга. Контейнерные и

другие перегружатели, работающие от сети 6÷10 кВ, подключаются индивидуально к распределительному устройству ближайшей подстанции. Шланговые высоковольтные кабели при сматывании с барабана на кране или перегружателе укладываются в лотки или канавки, которые устраиваются в бетонном покрытии причала.

Наружное освещение портовой территории: рабочее, дежурное и охранное. Рабочее освещение (380÷220 В) включается при выполнении грузовых работ – наиболее энергоемкое. Дежурное освещение включается в то время, когда работы не производятся. Охранное освещение включается вдоль охраняемых границ порта. Устанавливают их на местах или зданиях достаточной высоты. Высота мачт освещения типовая: 21, 28, 35, 45 м, расстояние между прожекторными мачтами – 200÷250 м, на мачтах – до 30÷60 прожекторов.

Освещенность территории устанавливается по нормам для причалов генеральных грузов – 20 лк, навалочных и зерновых – 5 лк, в трюмах судов и в местах грузовых операций 10...30 лк, в местах работы весовщиков и тальманов – 40 лк.

Усиленное освещение применяют в зонах работы промышленного телевидения.

Сети связи и сигнализации в портах следующие:

– комплексная телефонная сеть, организуемая для следующих видов связи: производственной автоматической телефонной связи, директорской и диспетчерской телефонной связи, связи совещаний с использованием абонентских усилителей, телеграфной связи, передачи данных, передачи постоянным током до 60 В сигналов телемеханики, единого показания времени, сигнала тревоги в системах пожарной и охранной сигнализаций;

– сеть распорядительно-поисковой громкоговорящей связи;

– сеть радиофикации;

– сеть диспетчерского телевидения.

В емкости комплексной телефонной сети учитывается потребность в связи для передачи данных автоматизированных систем управления (АСУ).

На причалах предусматривается возможность подключения судов к береговой телефонной сети. Грузовые терминалы поддерживают двухстороннюю радиотелефонную связь с каждым перегружателем, краном, автоконтейнеровозом, бригадами докеров. Многие порты имеют свои приемно-передающие радиоцентры для связи с транспортными судами.

Кроме того, в порту имеется громкоговорящее оповещение. Громкоговорители устанавливаются на прожекторных мачтах на высоте 5÷10 м или на стенах различных сооружений.

Сети теплоснабжения

Теплоснабжение необходимо для отопления, вентиляции и получения горячей воды. Обеспечивается от централизованных городских теплоэлектростанций (ТЭЦ), и/или от местных котельных порта. Потребителями тепла в порту являются: служебно-производственные, бытовые здания, отапливаемые склады, иногда пришвартованные суда. В качестве теплоносителей используется перегретая вода с температурой 70÷150°С, пар давлением 0,6÷1,6 мПа. Пар используется, как правило, для технических нужд (например, разогрев нефтепродуктов). Тепловые сети выполняются из стальных труб. Топливо: жидкое, твердое, газ.

При осуществлении теплоснабжения порта от внешнего источника на вводе теплосети в порт устраивается пункт учета потребляемой портом тепловой энергии.

При выборе способов и конструкции прокладки тепловых сетей учитывают особые условия строительства: сейсмичность 8 баллов и более, распространение вечномёрзлых грунтов, а также наличие торфяных и илистых грунтов.

Сети водоснабжения и водоотведения

Для снабжения водой судов и береговых потребителей в портах устраивается централизованный водопровод, объединенный для хозяйственно-противопожарных нужд. Система водоснабжения должна обеспечивать:

- снабжение объектов порта и судов водой питьевого качества;
- потребности пожаротушения на территории порта;
- потребности производственных объектов порта в воде, не обладающей питьевыми качествами (мойка машин, охлаждение агрегатов и т. п.)

Водоотведение является важным элементом в благоустройстве порта. Порты обычно имеют отдельные сети водоотведения: ливневую и производственно-фекальную. Эти сети предназначены для приема и отвода:

- бытовых сточных вод;
- загрязненных производственных вод, подлежащих обработке на очистных сооружениях;

- атмосферных и дренажных вод;
- атмосферных и условно чистых производственных вод (например, конденсационных вод, вод охлаждения компрессоров);
- всех видов сточных вод.

Сброс с берега и с судов неочищенных бытовых и загрязненных производственных сточных вод и выбрасывание твердых отходов и мусора в пределах акватории порта запрещается. Водопроводная сеть причалов при их длине более 200 м подключается к кольцевой водопроводной сети порта.

Снабжение судов водой с причала производится от раздаточных колодцев на причале и совмещается по времени с грузовыми операциями. Раздаточные колодцы устанавливаются вдоль причалов в их конструкции на расстоянии не далее чем 100 м друг от друга. Для учета количества воды, отпускаемой на суда, предусматривают установку переносных или стационарных водомеров. Переносные водомеры устанавливаются на время бункеровки судов в раздаточных колодцах. Стационарные водомеры устанавливаются в помещениях узлов управления.

Прикордонную водопроводную линию допускается прокладывать между крановыми или железнодорожными путями на расстоянии 3,0 м от оси трубы до кранового рельса на шпальном основании и не менее 2,4 м от оси трубы до оси железнодорожного пути. На прикордонной водопроводной сети причалов пожароопасных грузовых районов порта устанавливают пожарные гидранты. Минимальный свободный напор в сети водопровода на причале для обеспечения бункеровки судов не менее 0,2 МПа.

Для пожаротушения на судах, стоящих у причалов пожароопасных грузовых районов порта, как резервный источник используют противопожарные глубоководные колодцы на расстоянии 250÷300 м друг от друга из расчета подачи воды из них автонасосами по шлангам длиной до 150 м, устанавливаемые на выпусках дождевой канализации или специально сооружаемые вдоль линии причалов, соединенные с акваторией самотечной трубой диаметром не менее 300 мм.

4.11.5. Режимно-охранное обеспечение морских портов

Система контрольно-пропускного обеспечения порта создается с целью предотвращения несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов, обеспечения сохранности грузов от хищения, пресечения противоправных действий и правонарушений на объекте и защиты от актов незаконного вмешательства.

Для осуществления пограничного, таможенного и иных видов контроля при прохождении судов, грузов и экипажей через государственную границу Российской Федерации дополнительно предусматривается организация специального пункта пропуска через государственную границу, нормы и правила проектирования которого определены отдельными нормативными документами.

Система контрольно-пропускного обеспечения порта представляет собой совокупность инженерно-технических средств (защитные сооружения, защитное освещение, контрольно-пропускные пункты, системы охранного теленаблюдения и сигнализации), организационных мероприятий, действий производственных подразделений порта (терминала) и службы охраны. В целях недопущения проникновения посторонних лиц и обеспечения сохранности грузов от хищения территорию порта по периметру оборудуют охранным ограждением с системой видеонаблюдения и контрольно-пропускными пунктами (КПП) для пропуска людей, проезда автомобильного и железнодорожного транспорта.

Выбор типа и состава технических средств системы осуществляется с учетом:

- параметров порта, его месторасположения, степени уязвимости от вероятных действий нарушителей (групп, отдельных лиц, не санкционированно проникающих на территорию порта), характера окружающей местности и принятой концепции (способа) охраны;
- требований, предъявляемых к работе комплекса технических средств контролирующими органами;
- места установки технических средств;
- объема, площади, протяженности и конфигурации пункта пропуска;
- освещенности порта в различное время суток;
- реальных возможностей проведения монтажных работ (обеспеченности специальными машинами и механизмами);
- необходимости обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, входящего в состав комплекса технических средств, а также обеспечения защиты от действия вибрации, механических ударов;
- необходимости обеспечения экологических, эргометрических и медико-биологических условий для работы персонала морского порта.

Для пресечения противоправных действий и правонарушений на предусматривается:

- установка охранного заграждения;
- оборудование контрольно-пропускных пунктов;

- установка охранного освещения, системы охранного видеонаблюдения, охранной и тревожной сигнализации;
- обеспечение службы охраны современными средствами связи и оповещения;
- системы контроля и управления доступом;
- установка пассивных барьеров замедлителей движения автотранспорта и управляемых барьеров, блокирующих проезды в производственно-технологические зоны и на причальные сооружения.

Для контроля проезда грузового и легкового автотранспорта, пропуска на территорию порта физических лиц создаются контрольно-пропускные пункты (КПП), оснащаемые досмотровой техникой, смотровыми площадками, средствами радиационного контроля, пожаротушения, связи, тревожной и охранной сигнализацией и ограждаемые шлагбаумом и механизированными воротами.

4.11.6. Вспомогательные здания и помещения порта

Эти элементы инфраструктуры порта предназначены для обеспечения нормальной жизнедеятельности порта. Помимо зданий и помещений основного, подсобного, складского и обслуживающего назначения в порту имеется комплекс вспомогательных зданий и помещений. К ним относятся также здания и сооружения, предназначенные для берегового комплексного обслуживания судов.

Комплексное обслуживание судов включает в себя услуги:

- портово-эксплуатационные: лоцманская проводка, предоставление судну причала, оформление грузовых документов;
- снабжение: материально-техническое, продовольственное, топливом, маслами, водой, береговой электроэнергией;
- ремонтно-технические работы: межрейсовый ремонт судна, ремонт электронavigационных приборов и средств автоматизации;
- санитарно-технические работы;
- медицинские и культурно-бытовые и т. п.

В выполнении этих работ принимают участие разные предприятия и организации, а для обеспечения этой деятельности в портах возводят соответствующие здания и сооружения. Это производственные: (склады, морские вокзалы, пассажирские павильоны); подсобные производственные (ремонтные мастерские, гаражи погрузчиков, зарядные станции, центральный материальный склад, инвентарные склады грузовых районов); обслуживающего назначения (административно-конторские, помещения для обслуживания рабочих, учебные помещения, поликли-

ники); вспомогательного назначения (энергохозяйства, транспорта, связи, водоснабжения, канализации, теплофикации и т. п.) и т. д.

По организационному признаку эти здания и сооружения объединяются в блоки; портоуправление (управление, таможня и т. д.), оперативный корпус (диспетчеры, лоцмана, инфлот); службы района, мастерские, морской вокзал и т. д.

В зависимости от назначения и режима эксплуатации к вспомогательным зданиям и помещениям порта относятся: административно-бытовые здания с помещениями санитарно-бытового и медицинского назначения, общественного питания и административные помещения, здания контрольно-пропускных пунктов, отдельно стоящие здания и помещения логистических центров, администрации порта, диспетчерских, операторных на причалах наливных грузов, столовые, здания для обогрева рабочего персонала, санитарные узлы, охранный ограждение режимной территории.

Помещения медицинского назначения предусматриваются для оказания медицинской помощи портовым работникам (медпункты, фельдшерские и врачебные здравпункты и иные помещения). В портах, с числом работающих менее 300 человек, медпункт устраивают при условии отдаленности порта от ближайшего лечебно-медицинского учреждения более чем на 2 км. Каждый порт со списочным составом работающих от 300 до 4 000 человек должен иметь общепортовый здравпункт. При численности работников свыше 4 000 человек помещения медицинского назначения определяются действующими нормативами для больниц, поликлиник (амбулаторий).

Блоки санитарно-бытовых помещений размещают на расстоянии не более 500 м от места производства погрузочно-разгрузочных работ. По согласованию с органами охраны труда указанное расстояние может быть увеличено до 800 м.

Такелажные помещения предусматриваются для хранения, ремонта и изготовления съемных грузозахватных приспособлений и перегрузочного инвентаря в порту. Их устраивают в отапливаемых зданиях, размещаемые как можно ближе к производственным участкам. Площадь помещения должна обеспечивать хранение стропов в растянутом положении для удобства их осмотра при выдаче.

Перед воротами такелажного помещения необходимо предусматривают маневровую площадку для автомашин, трейлеров, погрузчиков. При такелажном помещении создается открытая площадка для хране-

ния, осмотра, освидетельствования и ремонта съемных грузозахватных приспособлений, габариты которых не позволяют разместить их в крытом помещении.

Гаражи погрузчиков предназначены для хранения, планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания авто- и электропогрузчиков. Гаражи погрузчиков обычно размещают в одном блоке с районными ремонтно-механическими мастерскими.

В состав гаража погрузчиков входят:

- стоянки для авто- и электропогрузчиков;
- зоны ремонта и технического обслуживания погрузчиков;
- участки: ремонта агрегатов, двигателей, электрооборудования, топливной аппаратуры и
- слесарно-механический;
- участки: кузнечный, сварочный, жестяночный, медницкий и термический;
- шиномонтажный участок;
- столярный и обойный участки;
- окрасочный;
- заправочные и зарядные станции;
- складские помещения для хранения: запчастей, агрегатов, шин, смазочных материалов;
- лакокрасочных материалов, химикатов и пр.;
- вспомогательные помещения (санитарно-бытовые, для приема пищи, служебные).

В каждом конкретном случае состав помещений гаража определяется в соответствии с парком обслуживаемых машин.

Ремонтные мастерские предназначены для осуществления ремонта и технического обслуживания основных производственных фондов порта с целью поддержания их в надлежащем техническом состоянии и должны выполнять следующие работы:

- плановый ремонт и техническое обслуживание подъемно-транспортного оборудования порта и судов портового флота;
- изготовление, ремонт и техническое обслуживание технологической оснастки: сменных грузовых органов, съемных грузозахватных приспособлений, средств укрупнения грузовых мест;
- ремонт оградительных, причальных, берегоукрепительных и других гидротехнических сооружений;
- ремонт электрических и других энергетических установок, средств связи и их сетей;

– ремонт зданий, покрытий территории и дорог, ограждений, сетей водопровода;

– ремонт хозяйственно-фекальной и ливневой канализации, теплоснабжения.

Исходя из производственной необходимости, ремонтные мастерские могут также производить:

– работы по навигационному ремонту транспортного флота без вывода его из эксплуатации, ремонт и испытания надувных спасательных средств и прочие работы для флота;

– выполнение заказов других смежных предприятий морского флота и сторонних организаций.

По характеру выполняемых работ в состав ремонтной базы порта могут входить: центральные ремонтно-механические мастерские (ЦРММ); районные ремонтно-механические мастерские (РРММ); судоремонтные мастерские (СРМ); ремонтно-строительные мастерские (РСМ); мастерские по ремонту контейнеров; пункт технического освидетельствования контейнеров.

В состав производственных подразделений ремонтно-механических мастерских входят:

– механосборочный цех (отделение) с отделениями (участками): станочным, слесарно-сборочным, ремонта ДВС, мойки и дефектации, заточным и др.;

– цех (отделение) металлоконструкций с отделениями (участками) – корпусно-сварочным и трубопроводным, жестяночным, металлизации и др.;

– электроремонтный цех (отделение) с отделениями (участками): слесарно-сборочным, намоточным, пропиточно-сушильным и др.;

– деревообделочный цех (отделение) с участками: столярным, плотницким и др.;

– кузнечное отделение (участок);

– термическое отделение (участок);

– малярно-окрасочное отделение (участок);

– отделение (участок) ремонта и вулканизации конвейерных лент;

– такелажный цех (отделение) с участками: холодной обработки тросов, испытания стальных тросов и такелажа, пошива и ремонта брезентов и др.;

– лаборатории (механическая, металлографическая, металлофизическая, химико-технологическая, сварочная, рентгеногаммадефектоскопическая, измерительная и др.);

– склады материально-технического обеспечения, оборудования, сменно-запасных частей, технических газов и др.;

– цеховые кладовые, включающие инструментально-раздаточные (ИРК) и распределительно-комплектовочные (РКК), а также кладовые хозяйственного инвентаря;

– открытые рабочие и складские площадки.

Ремонтно-механические мастерские, помимо вышеперечисленных подразделений, в зависимости от структуры производственной программы, других конкретных условий и специфических особенностей порта, могут также включать:

– судоремонтный причал, оборудованный грузоподъемными кранами и инженерными сетями;

– судоподъемное сооружение со стапельной площадкой;

– зарядную станцию судовых аккумуляторов и др.

4.12. Портовый флот

4.12.1. Состав портового флота

Порты, особенно крупные, располагают портовым флотом широкой номенклатуры, для которого требуется своя акватория и причальный фронт.

К судам портофлота относят:

– портовые буксиры-кантовщики, обеспечивающие маневровые операции в портах;

– буксиры морские, производящие буксировку несамоходных судов в портах, осуществляющие местные перевозки;

– катера портовые (рабочие – для буксировки несамоходных плавсредств, перевозки рабочих и снабжения; рейдовые – для доставки экипажей судов с рейдов; служебно-разъездные – для перевозки рабочих и работников органов надзора; швартовые – для заводки швартовых концов и т. д.);

– лоцманские суда и катера, для лоцманской проводки судов в портах и доставки лоцманов на борт судна;

– бункеровщики жидким топливом и маслами в процессе грузовых операций;

– бункеровщики-водолеи, для бункеровки судов водой;

– суда, предназначенные для предотвращения загрязнения акватории;

- пожарные суда;
- ледокольные суда, для ледокольной проводки в портах;
- плавкраны;
- пассажирские суда для пригородных сообщений.

Длина причалов, глубина и возвышение кордона причалов для портофлота определяют аналогично грузовым причалам.

В портах предусматривают также дополнительные причалы для вспомогательного и технического флота: морских спасателей, водолазных ботов, и т. п.

Количество и номенклатура портофлота определяется в зависимости от структуры флота, обслуживаемого портом, интенсивности движения на акватории, особенностей климатических, экологических требований по безопасному обеспечению всех технологических операций с транспортными судами на период их стоянок в портах.

Расчетное число судов, какого-либо типа в эксплуатации определяется по формуле

$$N_i = \frac{Q_i}{F_i \cdot k_i}, \quad (45)$$

где Q_i – объем работы судов i -го типа в месяц наибольшей загрузки в судо-часах; F_i – бюджет рабочего времени судов i -го типа в месяц в часах (учитывает потери времени на навигационный ремонт, прием топлива и грузов материально-технического снабжения, простои по метеорологическим причинам для самоходных судов; для самоходных судов – 625 ч/мес., для несамоходных судов – 660 ч/мес.); k_i – коэффициент использования бюджета рабочего времени (портовый буксир – 0,65; бункеровщики – 0,05; лоцманские – 0,40; буксиры морские – 0,80).

Количество и мощность *буксиров-кантовщиков* определяется из расчета обслуживания наибольшего транспортного судна в судообороте порта.

Для очистки акватории портов в составе портового флота предусматривают *нефтемусоросборщики*, а в портах, где производятся операции с нефтеналивными грузами или бункеровка флота, не менее двух нефтемусоросборщиков.

Для приема с судов загрязненных нефтью вод, остатков нефти, а также фекальных и льяльных вод, в портах предусматриваются *сборщики льяльных и фекальных вод*.

4.12.2. Береговая база портового флота

Береговая база портового флота предназначена для обеспечения жизнедеятельности портового флота и включает следующие объекты:

- причалы для стоянки и бункеровки судов портового флота и проведения хозяйственных операций;
- сети инженерно-технического обеспечения;
- административно-бытовые здания и помещения для размещения и деятельности берегового персонала портофлота;
- транспортные и перегрузочные средства.

4.12.3. Причалы портофлота

По назначению причалы портофлота подразделяются на:

- служебные, используемые для стоянки судов портового флота;
- бункеровочные, используемые для снабжения судов портового флота топливом и водой, налива плавбункеровщиков;
- хозяйственные, используемые для приема и переработки сухого мусора, хозяйственно-бытовых стоков, пищевых отходов, нефтесодержащих и фекальных стоков, доставляемых нефтемусоросборщиками с судов;
- универсальные, используемые для выполнения любых или всех перечисленных операций.

Длина служебных причалов портового флота определяется из условий стоянки лагом у причалов 50 % расчетного количества судов. Служебные причалы должны быть оборудованы:

- швартовными и отбойными устройствами;
- стационарными трапами;
- спасательными постами со средствами для спасения утопающих.

Служебные причалы оборудуют устройствами для снабжения судов:

- электроэнергией от электропитательных пунктов, устанавливаемых по длине причала через 25÷30 м;
- питьевой водой от пунктов подачи воды, оборудованных счетчиками и устанавливаемых не далее 50 м друг от друга; напор в сети водопровода должен быть не менее 20 м.

4.13. Бункерная нефтебаза

Бункерные базы предназначены для приема, хранения, подготовки (очистка, смешение) и отпуска судам жидкого топлива и смазочных материалов с температурой вспышки не ниже 60 °С (в дальнейшем именуемых «нефтепродукты»), а также для учета количества и контроля качества получаемых (отпускаемых) нефтепродуктов. Прием с судов загрязненных нефтью льяльных вод и балласта осуществляется только при наличии очистных сооружений. В соответствии с назначением бункерная нефтебаза состоит из следующих элементов:

- морской грузовой фронт;
- тыловые фронты загрузки (разгрузки) подвижного состава смежных видов транспорта;
- резервуарный парк;
- технологические трубопроводы с трубопроводной арматурой;
- коммерческие средства измерения количества груза;
- продуктовые насосные станции;
- пункт управления;
- лаборатория качества.

В операционной зоне морского грузового фронта (МГФ) размещаются причалы либо выносные устройства для приема и отпуска бункерного топлива; технологическая площадка с технологическим оборудованием слива-налива, включая шлангующие и сливно-наливные устройства (стендеры); операторная; безопасные проходы для персонала; автомобильные подъезды и места для разворота пожарных машин; пожарное оборудование; склады для хранения боновых заграждений и средств ликвидации разливов нефтепродуктов.

Бункерные причалы представляют собой совокупность гидротехнических сооружений, перегрузочного оборудования, обустройства, транспортных и инженерных коммуникаций, необходимых для швартовки судов, плавбункеровщиков, нефтеналивных барж, танкероснабженцев для проведения сливо-наливных операций.

На случай аварийных разливов нефтепродуктов бункерная нефтебаза оборудуется боновыми заграждениями, устанавливаемыми у бункерного причала при бункеровке судов и проведении сливо-наливных операций с судами-снабженцами, на рейде или у грузового причала при бункеровке судов в местах стоянки. Кроме того, предусматривается прием с судов загрязненных нефтью льяльных вод и балласта в очистные сооружения, прием отработанных масел, остатков нефти и их утили-

лизацию. Для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов (ЛАРН) бункерная нефтебаза располагает средствами ЛАРН.

На бункерных причалах устанавливают счетчики-расходомеры для определения количества нефтепродуктов, отгруженных на плавбункеровщики или бункеруемые суда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нормы технологического проектирования морских портов. Свод правил СП 350.1326000.2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://docs.cntd.ru/document/550965467>
2. СП 444.1326000.2019. Нормы проектирования морских каналов, фарватеров и зон маневрирования. Свод правил [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.portsup.com/wp-content/uploads/2017/11/SP-444.1326000.2019-Normy-proektirovaniya-morskikh-kanalov.pdf>
3. РД 31.3.01.01-93 Руководство по технологическому проектированию морских портов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39207/index.htm#i463323>
4. РД 31.3.05-97 Нормы технологического проектирования морских портов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // http://www.infosait.ru/norma_doc/8/8953/
5. СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://www.vashdom.ru/snip/20601-86/index-2.htm>
[documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008](http://www.vashdom.ru/snip/20601-86/index-2.htm#ELEMENT_ID=13008)
[main/rosstat/ru/statistics/accounts/](http://www.vashdom.ru/snip/20601-86/index-2.htm#ELEMENT_ID=13008)
6. Бабенко, Ю.И. Валовой внутренний продукт России: состояние и перспективы / Ю.И. Бабенко, Л.С. Уланова, С.В. Пономарев // Молодой учёный, 2017. – № 20. – С. 233-235.
7. Бройтман, Э.З. Железнодорожные станции и узлы: учебник для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / Э.З. Бройтман. – М.: Транспорт, 2004. – 366 с.
8. Гидротехнические сооружения морских портов: учеб. пособие / В.А. Погодин [и др.]; ред. А.И. Альхименко. – СПб.: Лань, 2014. – 432 с.
9. Единая транспортная система: учеб. для вузов / В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин и др.; под ред. В.Г. Галабурды. – 2-е изд. с измен. и дополн. – М.: Транспорт, 2001. – 303 с.

10. Естественный режим морских и речных побережий и его влияние на устройство и эксплуатацию портов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://allrefrs.ru/3-2425.html>

11. Загорский И.О. Транспортная инфраструктура: учеб. пособие / И.О. Загорский, П.П. Володькин, А.С. Рыжова. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 228 с.

12. Костенко Н.И. Транспортные узлы: инфраструктура основных подсистем: учеб. пособие / Н.И. Костенко; Дальневост. гос.ун-т путей сообщ. – Хабаровск: ДВГУПС, 2013. – 119 с.

13. Левачев С.Н., Порты и портовые сооружения [Электронный ресурс]: учеб. издание / С.Н. Левачев, Е.А. Корчагин, С.И. Пиляев, И.Г. Кантаржи, Л.А. Шурухин. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 536 с.

14. Морские порты и транспорт (эволюция): монография / В.В. Понятовский; МГАВТ, Мортехинформреклама. – М.: РКонсульт, 2006. – 429 с.

15. Остров Котлин и военные форты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://www.1723.ru/photo/okrestnosti/kotlin.htm> Каплин, П.А. / П.А. Каплин, О.К. Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г. Никифорова. – М.: Мысль, 1991. – 479 с.

16. Платов Н.А. Основы инженерной геологии, геоморфологии и почвоведения: учеб. пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Н.А. Платов, А.А. Касаткина. – М.: Академия, 2014. – 144 с.

17. Погодин, В.А. Гидротехнические сооружения морских портов: учеб. пособие / В.А. Погодин, В.С. Коровкин, А.И. Альхименко. – Изд-во: Лань, 2014 г. – 432 с.

18. Понятовский В.В. Основные технологические требования к морским портам / В.В. Понятовский. – М.: [s. n.], 2014. – 228 с.

19. Понятовский В.В. Техническая эксплуатация гидротехнических сооружений и других объектов порта / В.В. Понятовский. – М.: [s. n.], 2010. – 668 с.

20. Порты и портовые сооружения: учебник для вузов по специальности «Гидротехническое строительство» / Г.Н. Смирнов [и др.]; под ред. Г.Н. Смирнова. – 3-е изд., перераб. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2003. – 463 с.

21. Степанов А.Л. Порт в транспортной логистике / А.Л. Степанов, А.В. Титов, Е.В. Синельщиков и др. – СПб.: ГМА им. С.О. Макарова, 2008. – 225 с.

22. Сысоев С.В. Устройство и оборудование морских портов: учеб. пособие / С.В. Сысоев. – Владивосток: ВМРК, 2013. – 211 с.

23. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <https://www.mintrans.ru/>

24. Транспортные узлы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // http://irinakugut.narod.ru/geo9/transport_9kl.htm

25. Троицкая Н.А. Единая транспортная система: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 240 с.

26. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_



978980002166

Леонид Ефимович Мейлер
ПОРТ – ТРАНСПОРТНЫЙ УЗЕЛ

Учебное пособие
для курсантов и студентов направления подготовки
бакалавриата 26.03.01 «Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»
всех форм обучения

*Ведущий редактор О.В. Напалкова
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Компьютерное редактирование
О.В. Савина*

*Подписано в печать 31.10.2019 г.
Усл. печ. л. 15,4. Уч.-изд. л. 14,5.*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Печать офсетная.

Формат 70x100/16.

Заказ № 1517. Тираж 40 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

*Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.*

БГАРФ