

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Управление эксплуатационной работой"

Н. Н. КАЗАКОВ

ИНФРАСТРУКТУРА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Учебное пособие

Гомель 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Управление эксплуатационной работой"

Н. Н. КАЗАКОВ

ИНФРАСТРУКТУРА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по специальности
«Экономика и организация производства»*

Гомель 2013

УДК 656.6
ББК 39.48
К14

Р е ц е н з е н т ы : *А. Д. Молокович*, заведующий кафедрой «Логистика» Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета канд. экон. наук, доцент;
М. И. Туманов, главный специалист по перевозкам и эксплуатации флота Республиканского транспортного унитарного предприятия «Белорусское речное пароходство»

Казаков, Н. Н.

К14 **Инфраструктура водного транспорта : учеб. пособие / Н. Н. Казаков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 225 с.**
ISBN 978-985-554-246-0

Содержит систематизированные сведения об инфраструктуре водного транспорта и его материально-технической базе. Рассмотрены аспекты управления инфраструктурой, влияние системы технической эксплуатации на надежность объектов инфраструктуры. Приведена характеристика инфраструктуры обеспечения габаритов водных транспортных путей, прибрежных пунктов, судоремонтных и судостроительных предприятий, флота.

Предназначено для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» направления «Экономика и организация производства (водный транспорт)». Рекомендовано для студентов транспортных специальностей.

УДК 656.6
ББК 39.48

ISBN 978-985-554-246-0

© Казаков Н. Н., 2013
© Оформление. УО «БелГУТ», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ПОНЯТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА.....	7
1.1 Понятие инфраструктуры транспорта.....	7
1.2 Характеристика материально-технической базы водного транспорта.....	10
2 СУДОХОДНЫЕ ПУТИ. ИНФРАСТРУКТУРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГАРАНТИРОВАННЫХ ГАБАРИТОВ СУДОВЫХ ХОДОВ.....	14
2.1 Классификация водных путей.....	14
2.2 Основы гидрологии.....	16
2.3 Обеспечение гарантированных габаритов водных путей.....	27
2.3.1 Тральные работы.....	28
2.3.2 Руслоочистительные работы.....	30
2.3.3 Дноуглубительные работы.....	30
2.3.4 Берегоукрепительные работы.....	36
2.4 Судоходная обстановка речных и морских путей.....	37
2.5 Шлюзование водных путей.....	46
2.6 Судоходные каналы.....	49
2.7 Водоохранилища.....	51
2.8 Озера.....	54
2.9 Морские устья рек.....	55
3 ИНФРАСТРУКТУРА ПРИБРЕЖНЫХ ПУНКТОВ.....	58
3.1 Прибрежные пункты. Классификация и назначение портов.....	58
3.2 Основные элементы порта.....	62
3.3 Портовые устройства.....	65
3.3.1 Гидротехнические устройства.....	66
3.3.2 Перегрузочные устройства.....	75
3.3.3 Складские устройства.....	106
3.3.4 Транспортные устройства портов.....	112
3.3.5 Административно-бытовые и специальные устройства.....	117
3.3.6 Инженерные сети портов.....	120
4 ИНФРАСТРУКТУРА СУДОРЕМОНТНЫХ И СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	127
4.1 Производственные процессы на судоремонтных и судостроительных предприятиях.....	127
4.2 Производственная инфраструктура судоремонтных и судостроительных предприятий.....	129
4.3 Судоподъемные сооружения судоремонтных и судостроительных пред- приятий.....	130
4.4 Производственные процессы и оборудование корпусно-сварочного цеха.....	134
4.5 Производственные процессы и оборудование механосборочного цеха.....	143
4.6 Производственные процессы и оборудование деревообделочного цеха.....	147
4.7 Производственные процессы и оборудование литейного и кузнечно- прессового цехов.....	147

4.8	Инструментальное хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий.....	149
4.9	Энергетическое хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий.....	149
4.10	Складское и транспортное хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий.....	150
4.11	Особенности технической эксплуатации судоремонтных и судостроительных предприятий.....	151
5	ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	153
5.1	Классификация флота.....	153
5.2	Общие сведения об устройстве судна. Технические и эксплуатационные характеристики судов.....	159
5.3	Корпус судна и надстройки.....	170
5.4	Характеристика судовых энергетических установок.....	172
5.4.1	Главные двигатели.....	174
5.4.2	Валопровод.....	176
5.4.3	Двигатели.....	177
5.5	Вспомогательные механизмы судна. Электрооборудование судов.....	181
5.6	Топливо и смазочные материалы.....	182
5.7	Судовые устройства.....	183
5.7.1	Рулевое устройство.....	183
5.7.2	Якорное устройство.....	184
5.7.3	Швартовное устройство.....	185
5.7.4	Буксирное и сцепное устройства.....	187
5.7.5	Другие судовые устройства. Дельные вещи.....	188
5.8	Судовые системы и снабжение.....	189
5.9	Комплексное обслуживание и техническая эксплуатация флота.....	190
5.9.1	Техническая эксплуатация флота.....	190
5.9.2	Комплексное обслуживание флота.....	193
5.9.3	Технические средства обслуживания флота.....	194
6	УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРОЙ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА. НАДЕЖНОСТЬ.....	199
6.1	Управление инфраструктурой.....	199
6.2	Техническая эксплуатация объектов инфраструктуры водного транспорта.....	204
6.3	Надежность объекта инфраструктуры.....	208
6.3.1	Основные понятия надежности объекта.....	208
6.3.2	Влияние эксплуатации на надежность объекта.....	216
6.4	Стоимость жизненного цикла объекта инфраструктуры.....	220
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	224

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития экономики Республики Беларусь руководители предприятий и организаций различных отраслей все большее внимание уделяют современным технологиям и моделям управления, которые разработаны для использования в глобальной конкурентной среде, проявляясь в форме снижения доли транспортных услуг в стоимости сырья и готовой продукции. Одним из важнейших шагов в данном направлении является повышение эффективности использования инфраструктуры транспорта и ее объектов.

Инфраструктура транспорта, определяемая как совокупность производственно-выраженных подсистем, которые включают транспортную сеть определенной конфигурации, используемую для осуществления перевозок, а также подсистемы организационно-сервисного обслуживания для обеспечения эффективной транспортной работы, является сложной управляемой системой. Эффективность ее использования наряду с эффективным использованием подвижного состава во многом определяет конкурентоспособность транспортной деятельности и оказывает влияние на логистическую систему страны.

Управление инфраструктурой транспорта является важнейшим элементом стратегии организационного развития страны (отрасли экономики, региона, отдельного вида транспорта). Это объясняется прежде всего тем, что инфраструктурные проекты имеют длительные инвестиционные циклы, поэтому правильный выбор стратегии использования и развития инфраструктуры транспорта является залогом конкурентоспособности транспортной деятельности в будущем.

Одной из составных частей транспортного комплекса Республики Беларусь является водный транспорт. Для достижения целей своего функционирования водный транспорт располагает соответствующей инфраструктурой и подвижным составом. Сегодня это десять речных портов, способных переработать 22 млн тонн грузов в год; портовое хозяйство, оснащенное плавающими и портальными кранами, грузовыми механизированными линиями скоростной обработки судов, складскими площадями, гидротехническими сооружениями; предприятия водных путей, располагающие дноуглубительными средствами, современными судопропускными шлюзами и гидросооружениями, навигационным оборудованием; судостроительно-судоремонтные заводы, мощности которых позволяют осуществлять строительство новых судов дедефтом до 3000 тонн, а также ремонт эксплуатирующихся су-

дов; пассажирские суда, прогулочные суда пригородных линий, высокоманевренный буксирный флот, несамоходные грузовые суда, самоходный флот класса «О-ПР» и суда специального назначения.

Содержание технических устройств водного транспорта в востребованном количестве и техническом состоянии, обеспечивающих эффективное выполнение своих функций, осуществляется системой технической эксплуатации как комплекса технических и организационных мероприятий, реализуемых для содержания транспортных объектов, отдельных устройств и сооружений, в готовности их эффективно выполнять свое функциональное назначение.

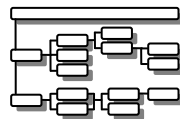
В учебном пособии, в систематизированном виде, представлены сведения, характеризующие современное состояние объектов инфраструктуры водного (морского и речного) транспорта, особенности системы технической эксплуатации этих объектов как подсистемы управления инфраструктурой.

В существующей научно-технической литературе, как правило, характеристика объектов инфраструктуры водного транспорта рассматривается обособлено, то есть вне связей с объектами других элементов водно-транспортной системы. Цель учебного пособия – устранить этот недостаток: дать полное, целостное представление об инфраструктуре водного транспорта как сложной технико-организационной системы.

Автор выражает благодарность заведующему кафедрой «Логистика» Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета А. Д. Молоковичу и главному специалисту по эксплуатации флота РТУП «Белорусское речное пароходство» М. И. Туманову за ценные рекомендации по улучшению рукописи и рецензирование учебного пособия.

1

ПОНЯТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА



1.1 Понятие инфраструктуры транспорта

До настоящего времени отсутствует однозначное толкование понятия «инфраструктура». Ориентируясь на перевод термина «инфраструктура» (*infra* – под, внизу, *structure* – строение, подстройка), ее обычно представляют как нечто внешнее по отношению к рассматриваемому объекту. Самым общим определением термина является следующее: **инфраструктура** – комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур, составляющих и (или) обеспечивающих основу для решения проблемы (задачи).

Термин инфраструктура стал широко использоваться в экономической литературе в конце 40-х годов XX века для обозначения комплекса отраслей хозяйства, обслуживающих некоторое производство.

Позднее область применения термина расширилась и его стали применять не только к производственной, но и к социальной сфере. К объектам инфраструктуры стали относить дороги, мосты, каналы, терминалы, склады, энергетическое хозяйство, связь, водоснабжение и канализацию, жилищно-коммунальное хозяйство, общее и профессиональное образование, науку, здравоохранение и т.п. Под инфраструктурой стали понимать совокупность зданий, сооружений, коммуникаций, систем и служб, необходимых для производства и обеспечения жизнедеятельности общества. С тех пор инфраструктуру стали рассматривать на различных уровнях: на макроэкономическом – страны, региона, города, муниципалитета, отрасли экономики; на микроэкономическом – конкретного предприятия.

Инфраструктура предприятия – это совокупность цехов, участков, хозяйств и служб предприятия, имеющих подчиненный вспомогательный характер и обеспечивающих необходимые условия для деятельности предприятия в целом. На данном уровне различают производственную и социальную инфраструктуры предприятия.

Производственная инфраструктура предприятия – это совокупность его производственных подразделений, которые прямо с выработкой продукции не связаны. Основное их назначение состоит в техническом обслуживании основных процессов производства. К ним относятся вспомогательные и обслуживающие цехи и хозяйства, занимающиеся перемещением предметов труда, обеспечением производства сырьем, топливом, всеми

видами энергии, обслуживанием и ремонтом оборудования и других средств труда, хранением материальных ценностей, сбытом готовой продукции, ее транспортировкой и другими процессами, предназначенными для создания нормальных условий ведения производства.

Социальная инфраструктура предприятия – это совокупность его подразделений, обеспечивающих удовлетворение социально-бытовых и культурных потребностей работников предприятия и членов их семей. Социальная инфраструктура состоит из подразделений общественного питания (столовые, кафе, буфеты), охраны здоровья (больницы, поликлиники, медпункты), детских дошкольных учреждений (сады, ясли), заведений образования (школы, ПТУ, курсы повышения квалификации), жилищно-коммунального хозяйства (собственные жилые дома), заведений бытового обслуживания, организаций отдыха и культуры (библиотеки, клубы, пансионаты, летние лагеря школьников, спортивные комплексы) и т.п.

Основываясь на имеющихся подходах к определению инфраструктуры и рассматривая в дальнейшем в качестве объекта исследования инфраструктуру предприятий транспорта, принимается, что под инфраструктурой последних понимается совокупность внутренних структурных единиц (подразделений, служб, хозяйств), а также внешних субъектов, созданных с участием предприятий и организаций для их обслуживания, и сторонних организаций, обеспечивающих услугами нормальное функционирование основного производственного процесса (основной деятельности) указанных объектов.

Под транспортной инфраструктурой понимается реальная транспортная сеть, используемая для осуществления перевозок, в виде ряда узлов и связывающих их дуг, причем каждому из элементов присущи сугубо индивидуальные характеристики. Для транспортной инфраструктуры преимущественно характерен линейно-узловой тип размещения объектов, отличный от преобладающих типов размещения промышленной (точечный тип) и сельскохозяйственной (ареальный тип) инфраструктуры. Инфраструктура транспорта характеризуется универсальностью технико-экономических связей и ролью транспорта как материального носителя территориально-экономических связей и выразителя общественного и производственного (технологического) пространственного разделения труда.

Инфраструктура транспорта представляет собой совокупность производственно-выраженных подсистем, включающих транспортную сеть определенной конфигурации, используемую для осуществления перевозок, а также подсистемы организационно-сервисного обслуживания для обеспечения эффективной транспортной работы.

Основу транспортной инфраструктуры составляет транспортная сеть. Сооружения и устройства транспортной сети отличаются значительной капиталоемкостью, длительными сроками строительства и реконструкции и,

как следствие, невозможностью их быстрого приспособления к изменяющейся ситуации (а иногда и практической невозможностью приспособления вообще), что требует от специалистов особой тщательности при выборе мероприятий по развитию транспортной инфраструктуры, а также создания определенных резервов мощности. Анализ показывает, что объемы работы и меры по развитию транспортной сети, осуществляемые в определенный период, оказывают влияние на ее работу в течение последующих лет. Качество выбора таких мер и своевременность их осуществления имеют особое стратегическое значение.

К объектам транспортной инфраструктуры относятся пути сообщения, технические сооружения и коммуникации, грузовые и пассажирские вокзалы, станции, порты и аэропорты, терминалы, агентства по продаже билетов и организации перевозок, логистические центры, склады, инженерные сети, коммуникации и т.д. Полную объектную характеристику транспортной инфраструктуры дать довольно сложно из-за ее крайней обширности.

Транспортная инфраструктура оказывает влияние на размещение производства, без его учета нельзя достичь рационального размещения производительных сил. При размещении производства учитывается потребность в перевозках, масса исходных материалов готовой продукции, их транспортабельность, обеспеченность транспортными путями, их пропускная способность и т.д. В зависимости от влияния этих составляющих и размещаются предприятия. Рационализация перевозок влияет на эффективность производства как отдельных предприятий, так и районов, и страны в целом.

Важное значение транспортная инфраструктура имеет и в решении социально-экономических проблем. Обеспеченность территории хорошо развитой транспортной системой служит одним из важных факторов привлечения населения и производства, является важным преимуществом для размещения производительных сил и дает интеграционный эффект.

Транспорт создает условия для формирования рынка. С одной стороны, от транспортного фактора зависит эффективность работы предприятий, что в условиях рынка напрямую связано с его жизнеспособностью, а с другой стороны, сам рынок подразумевает обмен товарами и услугами, что без транспорта реализовать невозможно, следовательно, невозможен и сам рынок. Поэтому транспорт является важнейшей составной частью рыночной инфраструктуры. Именно поэтому термин инфраструктура транспорта часто используется и в более широком понимании. Поскольку транспортная сфера всегда увязывается с общим развитием производительных сил, то она рассматривается как одна из важнейших составных частей инфраструктуры экономики в целом. В этом смысле понятия «транспортная система» и «транспортная инфраструктура» практически тождественны и такая подсистема как «транспортные средства» являются неотъемлемой частью инфраструктуры транспорта, без которой невозможно реализовать решение основной задачи транспортной системы – перевозку грузов и пассажиров.

1.2 Характеристика материально-технической базы водного транспорта

В соответствии с материалами подразд. 1.1 можно утверждать, что в зависимости от широты рассматриваемой задачи в состав инфраструктуры водного транспорта могут включаться и транспортные средства, т.е. флот. Однако специфика развития экономических отношений, связанных с использованием одних и тех же производственных объектов различными участниками рынка, некоторые из которых могут иметь собственный подвижной состав, накладывает необходимость четкого разделения понятий «транспортная инфраструктура» и «транспортные средства». Именно такой подход к данным понятиям реализован в основных нормативных документах, регламентирующих транспортную деятельность в странах Содружества независимых государств и странах Балтии.

Однако без изучения и знаний особенностей подсистемы «транспортные средства» невозможно сформировать компетенции о специфике работы водного транспорта. Именно по этой причине в учебном пособии дается характеристика не только инфраструктурных объектов водного транспорта, но и его транспортных средств, что объединяется понятием материально-техническая база.

Материально-техническая база водного транспорта представляет собой многообразный производственный комплекс технических средств самого судоходства и его обеспечения и включает следующие производственные подразделения: флот, порты, судоходные пути и гидротехнические сооружения, судоремонтные и судостроительные предприятия и средства управления судоходством.

Структура основных производственных фондов водного транспорта (в стоимостном выражении) характеризуется примерным их распределением по видам деятельности, представленном на рисунке 1.1. Многообразие элементов материально-технической базы водного транспорта наглядно представлено на рисунке 1.2.

Технические средства каждого производственного подразделения классифицируют по их назначению.

Флот состоит из транспортных, технических и вспомогательных судов. Транспортные суда предназначены для перевозки грузов и пассажиров; технические – для выполнения работ по поддержанию габаритов пути и обслуживания судоходной обстановки; служебно-вспомогательные – для обслуживания транспортного и технического флота, перегрузочных работ и других видов деятельности водного транспорта. В состав служебно-вспомогательного флота входят ледоколы, предназначенные для вскрытия ото льда судоходных трасс и проводки транспортных судов в начальный и конечный периоды навигации, обеспечивая тем самым ее надежное открытие и завершение, а в конечном счете – продление.

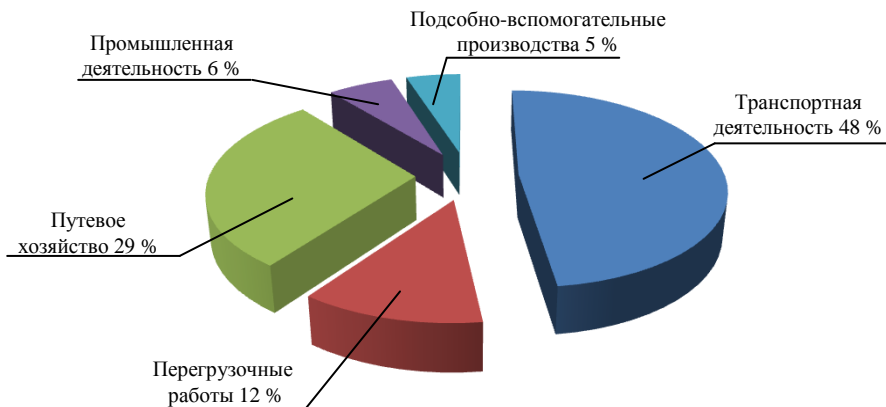


Рисунок 1.1 – Структура основных производственных фондов водного транспорта

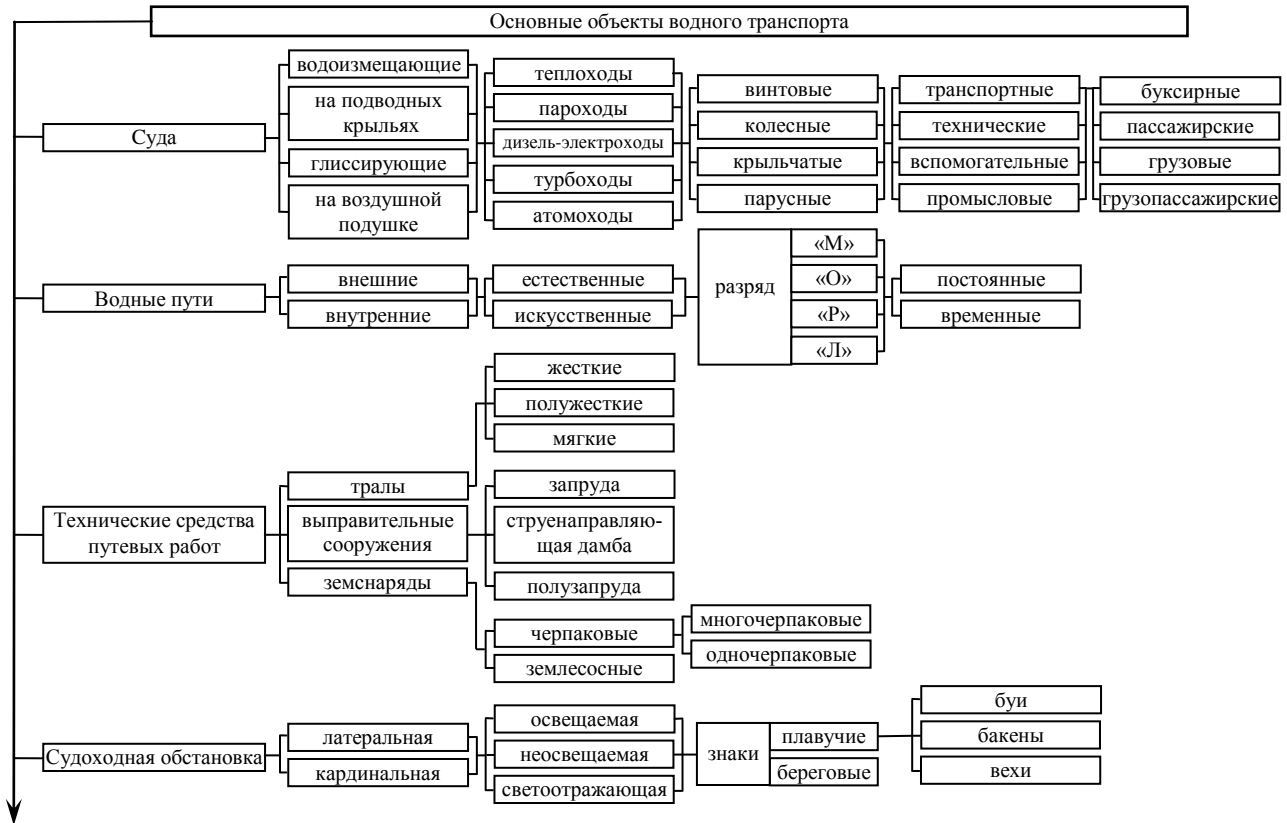
Порт как комплекс технических средств предназначен для приема, хранения и отправления грузов; производства перегрузочных работ; посадки, высадки и обслуживания пассажиров; обслуживания и безопасного отстоя транспортных судов, взаимодействия смежных видов транспорта. Соответственно такой комплекс включает причальные и оградительные гидротехнические сооружения, перегрузочные машины и механизированные установки, подъездные и внутрипортовые железнодорожные и автодорожные пути, склады, оборудованные рейды.

Судоходные пути предназначены для безопасного движения в обоих направлениях судов, судовых и плотовых составов и состоят из естественных (реки в свободном состоянии, озера и внутренние моря) и искусственных (каналы, шлюзованные реки с водохранилищами, участки рек с зарегулированным стоком) водных путей.

Обеспечением условий для регулярной безаварийной работы водного транспорта занимаются работники путевого хозяйства, в состав материально-технической базы которого входят навигационные знаки, технический флот для проведения землечерпательных и выправительных работ, судопропускные сооружения на шлюзованных участках рек и каналов.

Судоремонтные предприятия (заводы, мастерские и ремонтно-эксплуатационные базы) осуществляют все виды ремонта судов и полное техническое их обслуживание для поддержания их состояния в соответствии с требованиями.

Технические средства управления судоходством предназначены для сбора, передачи, обработки, хранения и избирательной выдачи информации по управлению транспортными процессами и операциями и включают средства связи, вычислительную и организационную технику.



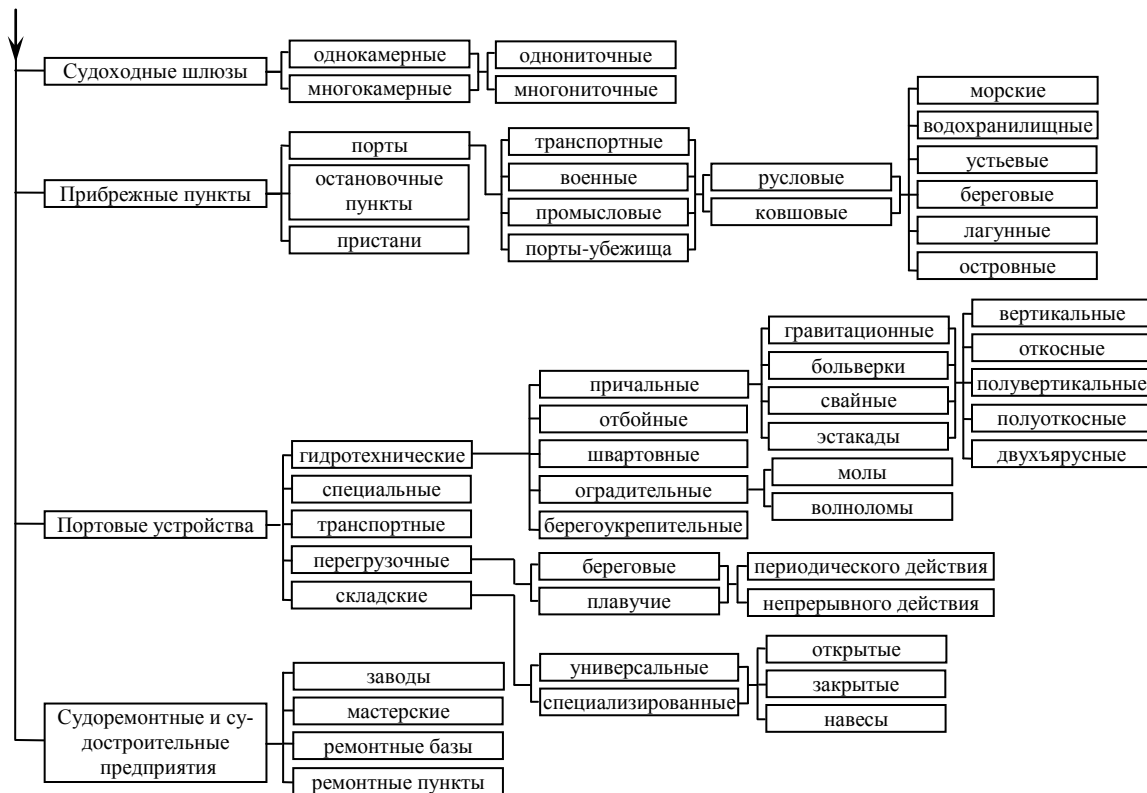
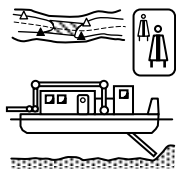


Рисунок 1.2 – Состав основных объектов водно-транспортной системы



2

СУДОХОДНЫЕ ПУТИ. ИНФРАСТРУКТУРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГАРАНТИРОВАННЫХ ГАБАРИТОВ СУДОВЫХ ХОДОВ

2.1 Классификация водных путей

Водные пути подразделяются на внутренние и внешние. Внешние водные пути – это моря и океаны, которые из-за глубин, несравнимо больших величины осадки морских судов, эксплуатируются практически в естественных условиях. Лишь на подходах к береговым ориентирам (например, маякам) или портам, расположенным на мелководье или в устьях крупных рек, где значение гарантированной глубины недостаточно для судоходства таких судов применяются специальные средства навигации или эксплуатации морского флота. В состав внешних водных путей также входят морские каналы: Панамский – соединяющий Атлантический и Тихий океаны, Суэцкий – Средиземное и Красное моря.

Внутренние водные пути делятся на естественные и искусственные. К *естественным водным путям* относятся озера и реки в свободном состоянии. К *искусственным* – судоходные каналы, шлюзованные реки и водохранилища. Данная группа водных путей является наиболее благоустроенной для судоходства и поэтому их доля в общей протяженности водных путей региона является важной качественной характеристикой.

Внутренние водные пути разделяются также на пути с судоходной обстановкой (освещаемой или неосвещаемой) и без нее, с гарантированными и негарантированными габаритами судовых ходов.

По условиям ветро-волнового режима внутренние водные пути разделены на разряды: «М» – морской, «О» – озерный, «Р» – речной и «Л» – легкий. Главным фактором при установлении разряда водоема является обеспеченность менее 4 % навигационного периода волн тех размеров, на которых рассчитана прочность судов соответствующих классов: если высота волны достигает 4 м, длина – 40 м, то водный путь относится к разряду «М» соответственно 2 и 20 м – к разряду «О», 1,2 и 12 м – «Р». К разряду «Л» относятся водные пути, не вошедшие в указанные разряды.

В зависимости от гарантированных габаритов судового хода внутренние пути делятся на классы от I (сверхмагистрالی с гарантированной глубиной более 3,2 м, шириной – свыше 85 м и радиусом закругления судового хода –

свыше 600) до VII (мелкие реки с соответствующими параметрами – менее 0,7 м, менее 14 м и менее 90 м).

По составу и требованиям к навигационному оборудованию, в зависимости от интенсивности судоходства водные пути делят на 5 групп: 1 – водные пути с интенсивным судоходством (30 и более судов в сутки); 5 – водные пути, с нерегулярным судоходством.

Общая классификация водных путей приведена на рисунке 2.1.

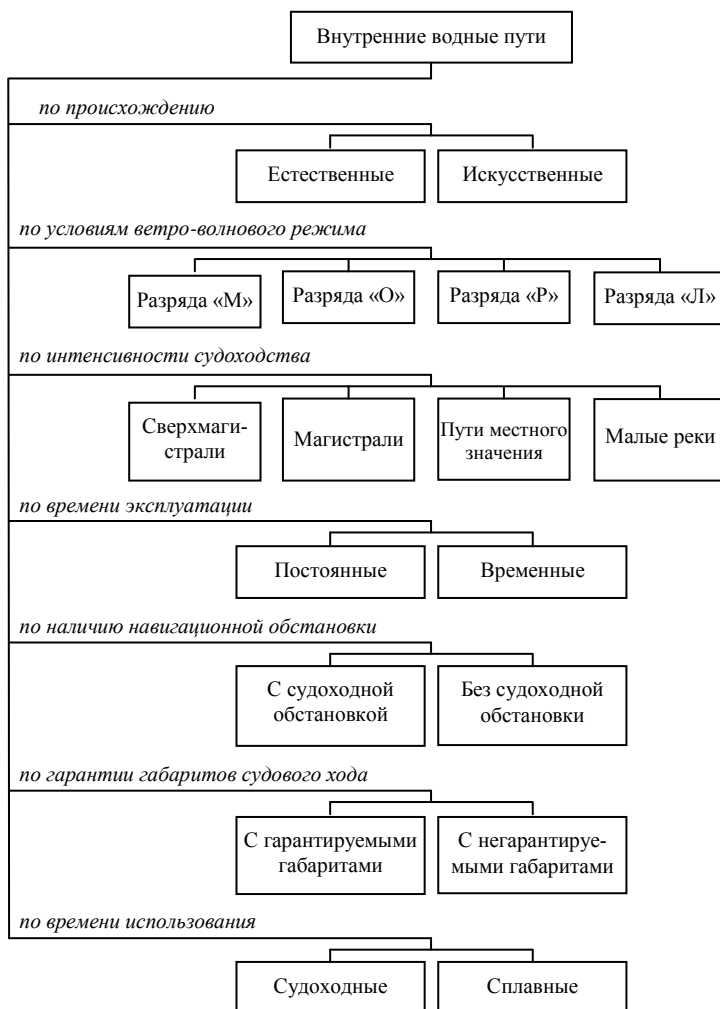


Рисунок 2.1 – Классификация внутренних водных путей

По территории Республики Беларусь протекает более 20 тыс. рек общей протяженностью более 90 тыс. км, густота рек, т. е. их общая протяженность, отнесенная на 1 км² общей площади территории региона (207,6 тыс. км²), составляет 0,44 км/км². Из этой протяженности судоходные реки составляли в 1987 году 3,8 тыс. км, в 1991 – 2,8 тыс. км, в 2002 – 1,8 тыс. км, в 2008 – 1,5 тыс. км (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Схема транспортных связей Республики Беларусь

Судоходство осуществляется по Припяти, Днепру, Березине, Сожу, верховьях Немана и Западной Двины.

2.2 Основы гидрологии

Поверхность Земли составляет 510 млн км², из них поверхность морей и океанов – 360 млн км² (70,5 %), суши – 150 млн км² (29,5 %). Запас воды земного шара, исключая воду, находящуюся в химически связанном виде, составляет более 1,3 млрд км³. Данный ресурс распределяется следующим образом: океаны – 1,3 млрд км³, полярный лед – 3,5 млн км³, моря и океаны – 250 тыс. км³, подземные воды – 250 тыс. км³, реки – 50 тыс. км³, атмосфера – 12,3 км³, болота – 6 тыс. км³, снежный покров – 250 км³.

За счет лучистой энергии Солнца с поверхностей океанов, морей и других водоемов происходит испарение воды, пары ветром переносятся на значительные расстояния и конденсируются, выпадая в виде осадков. Эти естественные процессы определяют сущность **круговорота воды в природе** (рисунок 2.3).

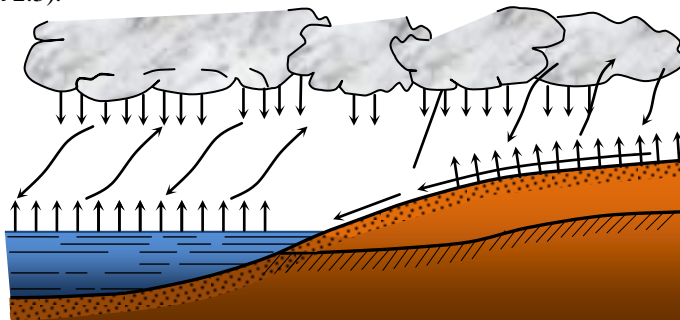


Рисунок 2.3 – Круговорот воды

Различают два вида круговорота воды: большой, когда вода, испарившаяся с поверхности океана, выпадает на сушу и стекает по рекам опять в океан; малый, когда вода, испарившаяся с поверхности океана, снова возвращается в виде осадков непосредственно в океан или, испарившись с суши, выпадает в виде осадков снова на сушу.

Уровень океана сохраняет относительно стабильное положение. Это означает, что в общем круговороте воды в природе существует баланс (равновесие) между испарением, осадками, просачиванием и стоком воды по рекам.

Реки занимают важное место в круговороте воды в природе. За год реки земного шара выносят в моря и океаны около 37 тыс. км³ воды.

Питание рек происходит за счет поверхностных и грунтовых вод. Оно зависит от комплекса физико-географических условий: климата, почвы, растительности, а также деятельности человека. Основным источником питания реки принято считать источник, дающий более половины всего годового объема воды.

Поверхностное питание реки разделяется на снеговое, дождевое и ледниковое. Основным источником пополнения грунтовых вод являются осадки и пары воды, проникающие в поры грунта и конденсирующиеся там.

Та часть суши, с которой воды стекают в данную реку, называются **поверхностным бассейном реки**.

Начало реки называется **истоком**, место впадения ее в море, озеро или другую реку – **устьем**. Как правило, счет километров ведется от устья, как более определенной точки, чем исток (рисунок 2.4).

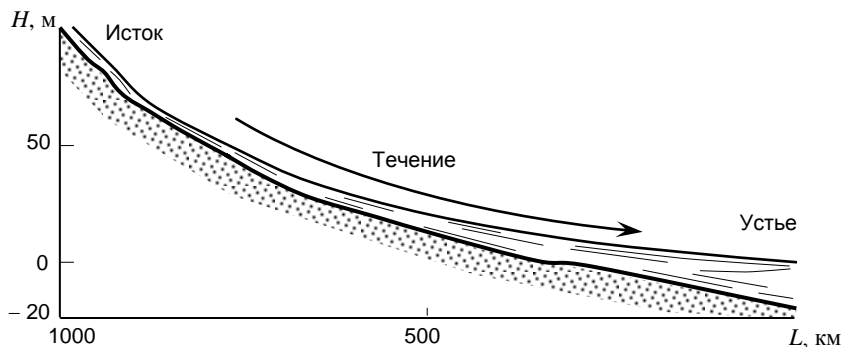


Рисунок 2.4 – Продольный профиль реки

Совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды к месту впадения в другой водоем в виде общего потока, именуется **речной системой**. Река, впадающая в море или озеро, считается главной рекой, остальные реки системы – ее притоки. Различают притоки первого порядка – это реки, впадающие в главную реку, второго порядка – реки, впадающие в приток первого порядка, и т. д.

Все реки в плане имеют извилистую форму. Отношение длины реки между двумя точками к расстоянию между этими точками по прямой называется коэффициентом извилистости участка.

Река отличается от ручья наличием долины, которая представляет собой вытянутое, обычно также извилистое углубление земной поверхности, образованное многолетней деятельностью реки и имеющее наклон от истока к устью.

Наиболее пониженная часть долины, заполненная водой в течение всего года, является руслом реки; та часть долины, которая заливается водой только в паводок, называется поймой.

Количество воды, протекающее по реке в течение года (сток), изменяется в значительных пределах. Исключение составляют лишь реки, вытекающие из больших озер. Объясняется это тем, что атмосферные осадки выпадают в течение года неравномерно. Кроме того, на географической территории государств-участников СНГ и стран Балтии значительная часть осадков выпадает в основном в виде снега и, следовательно, в реку попадает лишь весной при его таянии. Более равномерно в течение года поступают в реку подземные воды.

Для корректного сравнения стока рек в разных географических районах приняты условные четыре сезона, определяющие неравномерность его величины. Весенний период для большинства рек стран Европы и СНГ явля-

ется периодом половодья (более 50 % объема годового стока). Питание большинства рек в летний и осенний период происходит в основном за счет грунтовых вод и за счет дождей (в летний период – в незначительной степени). В зимний период питание рек происходит почти исключительно за счет грунтовых вод.

В водном режиме рек наблюдается несколько характерных фаз повторяющихся из года в год и обуславливаемых видом питания реки. Для большинства рек Европы и стран СНГ **основные фазы** – половодье, межень и паводок.

Половодье характеризуется наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня, обычно сопровождающимся выходом воды из русла на пойму. Половодье наблюдается ежегодно примерно в один и тот же период и является результатом таяния снега или выпадения обильных дождей. Весеннее половодье продолжается от двух-трех недель до одного-двух месяцев.

Межень – длительный период низкого уровня и расхода воды в реке. Межень наступает при уменьшении или прекращении поверхностного стока в питание реки, когда реки питаются главным образом за счет грунтовых вод. Меженный период бывает летним и зимним. Обычно, за начало летней межени принимают конец половодья, а за окончание – наступление осенних уровней от дождей.

Паводок представляет собой ежегодные кратковременные и нерегулярные подъемы уровней воды в реках, обычно вызываемые дождями. Продолжительность паводка – от недели до месяца, величина зависит от интенсивности дождей. Большие паводки вызывают длительные разливы рек и для большинства рек наблюдаются осенью.

Реки преимущественно снегового питания имеют мощное весеннее половодье, после спада которого наступает период стояния низких уровней воды – межень. Выпадающие в это время осадки вызывают лишь кратковременные подъемы уровней воды. На реках европейской части России, Украины, Республики Беларусь, стран Дунайского бассейна и Балтии часто происходит осенний подъем уровней воды (паводок), вызванный обилием осадков в это время года. График колебания уровня воды в реках Республики Беларусь представлен на рисунке 2.5.

Как видно из графика (см. рисунок 2.5), апрель, май и июнь – месяцы навигации, когда флот может быть загружен на максимальную грузоподъемность, и, следовательно, эксплуатация флота в данный период наиболее эффективна. На малых реках данный период может быть единственным, когда судоходство по ним возможно, в этой связи особую значимость приобретает учет колебаний уровней воды при организации завоза грузов на боковые и малые реки.

В зависимости от характера питания, времени года и фазы водного режима уровни воды в различных реках имеют значительные колебания. Для судоходных рек Республики Беларусь значение колебания уровней может достигать 3,5 м.

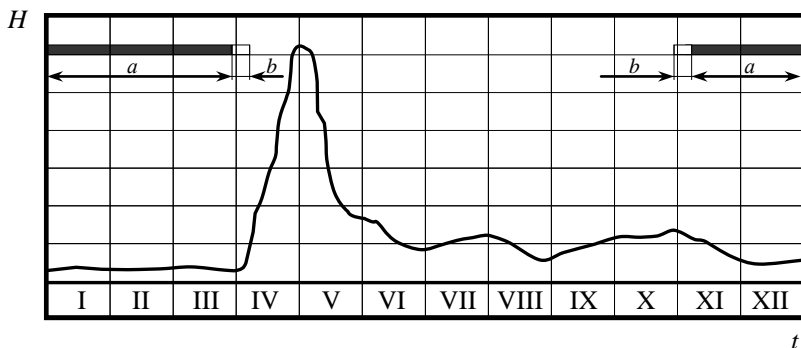


Рисунок 2.5 – График колебания уровней воды за год:
 H – высота уровня воды; t – периоды года (месяцы); a – ледостав; b – ледоход

Для наблюдения за уровнями воды, а также ее температурой, осадками, замерзанием воды, ледоходом и волнением на реках организуют водомерные (гидрологические) посты (рисунок 2.6).

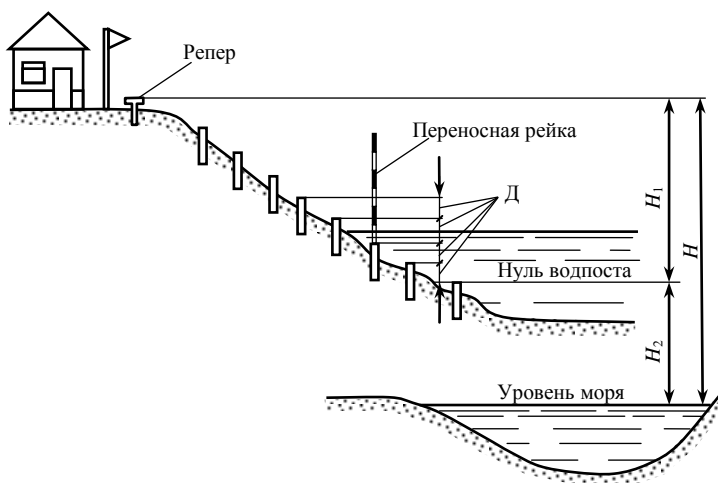


Рисунок 2.6 – Гидрологический пост

Посты организованы на всех больших и средних реках, водохранилищах, озерах и на некоторых малых реках.

Результаты наблюдений за уровнями воды представляют в табличном виде или изображают графически в виде кривой $Q = f(t)$, называемой гидрографом (см. рисунок 2.5).

Высоту уровня на графике откладывают от точки, называемой нулем гидрографа. Данная величина неизменна и необходима для сопоставления данных разных лет. Обычно за нуль гидрографа принимается уровень нуля водпоста, по которому делались измерения (см. рисунок 2.6).

Поверхность речного потока непрерывно понижается от истока к устью. Степень понижения характеризуются падением и продольным уклоном поверхности воды в реке (рисунок 2.7).

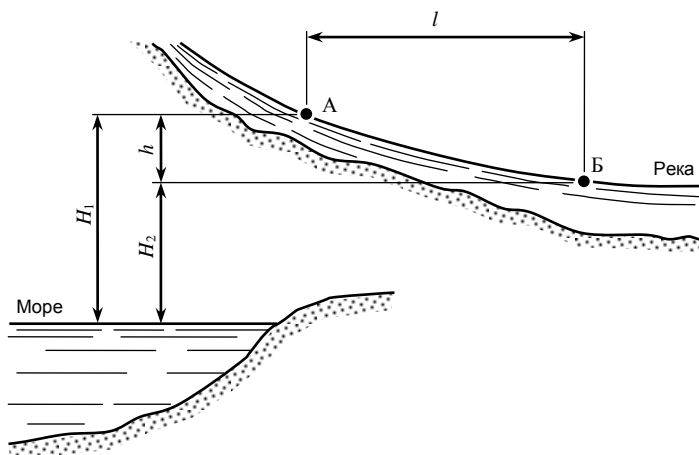


Рисунок 2.7 – Схема определения падения и продольного уклона поверхности воды в реке

Падением h уровня воды называется разность между его отметками H_1 и H_2 в двух пунктах реки. Продольным уклоном поверхности воды в реке называется отношение падения на данном участке к длине этого участка L (см. рисунок 2.7).

Величина продольных уклонов поверхности воды в реках является переменной и зависит от высоты уровня воды, вида продольного профиля реки, плановых очертаний русла и т.д. Продольный уклон во многом определяет скорость течения воды в реке: чем больше уклон, тем выше скорость течения и наоборот.

Как было сказано ранее, сток – объем воды, протекающей через живое сечение реки в единицу времени. Другие характеристики стока определяются по формулам (2.1)–(2.3):

Модуль стока

$$M = \frac{Q}{F}, \quad (2.1)$$

где Q – сток, м³/с;

F – площадь водосбора, км².

Слой стока

$$h = \frac{W}{F}, \quad (2.2)$$

где W – объем стока, который равен площади, образованной гидрографом и осью абсцисс, км³.

При движении воды в реках наблюдается значительная неравномерность распределения скоростей по вертикалям живого сечения реки.

Для представления о распределении скоростей течения в речном русле измеряют их осредненные значения и строят графики. Если измерить осредненные скорости течения в нескольких точках, затем измеренные скорости в этих точках отложить от прямой линии в соответствующем масштабе на чертеже в виде отрезков, то, соединив концы этих отрезков плавной кривой, получается график скоростей, называемый годографом, или эпюрой скоростей. Обычно эпюры скоростей строят по вертикали, живому сечению и в плане. Эпюры скоростей течения на вертикалях русла реки, при различных условиях, приведены на рисунке 2.8.

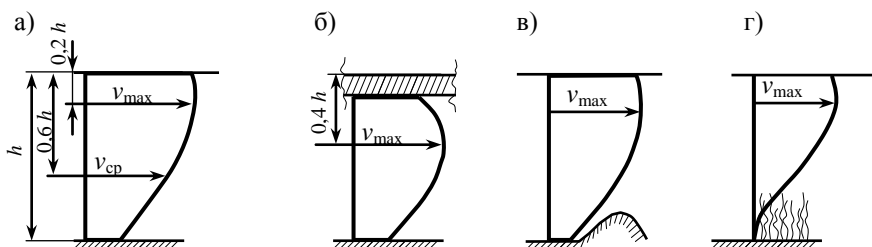


Рисунок 2.8 – Эпюры скоростей течения на вертикалях русла реки:

a – при отсутствии ветра; *б* – при наличии ледяного покрова;

в – при наличии донных препятствий; *г* – при наличии донной растительности

В открытых руслах средняя скорость течения по вертикали v_{cp} (см. рисунок 2.8, *a*) обычно находится на расстоянии 0,6 глубины от поверхности. Наибольшая скорость v_{max} располагается обычно несколько ниже поверхности воды, что обусловлено влиянием на скорость у поверхности сил трения о воздух и поверхностного натяжения воды. Наименьшая скорость течения – у дна.

Как видно из рисунка 2.8, такое распределение скоростей течения по вертикали подвергается значительным изменениям под действием различных факторов. Например, при ветре, направление которого совпадает с направлением течения, поверхностная скорость увеличивается, и наоборот. Неровности дна и водная растительность также вызывают перераспределение скоростей. В местах сжатия потока, например между устоями мостов, скорости течения увеличиваются особенно в придонной части.

В зимний период скорость течения вблизи ледяного покрова бывает такая же, как у дна, или меньше, а наибольшая скорость находится на расстоянии 0,3–0,4 глубины русла.

Скорость движения воды на отдельных участках рек с малоизменяющейся формой и размерами русла, уклоном свободной поверхности и расходом воды считают равномерной и определяют по формуле

$$v = c\sqrt{Ri}, \quad (2.3)$$

где c – скоростной множитель (коэффициент Шэзи), $m^{1/2}/c$;

R – гидравлический радиус, м;

i – уклон свободной поверхности.

Если известна поверхностная скорость течения, то скорость в любой точке сечения

$$v = v_{\text{пов}} \sqrt{1 - P \left(\frac{Y}{h} \right)^2}, \quad (2.4)$$

где $v_{\text{пов}}$ – поверхностная скорость, м/с;

P – эмпирический параметр, $P = 0,57 + 3,3/c$ (при $c = 10 \dots 60$),

$P = 0,0222 + 0,000197c^2$ (при $c = 60 \dots 90$);

Y – глубина потока, отсчитываемая от поверхности воды, м;

h – глубина реки, м.

Кроме продольного течения в реках наблюдаются течения циркуляционные, поперечные по отношению к оси русла. Такие течения возникают на повороте русла под действием центробежных сил и существенно усложняют процесс судовождения. В поверхностных слоях они направлены в сторону вогнутого берега, в донных – в обратную сторону (рисунок 2.9). Эти течения подмывают вогнутый берег и отлагают наносы у выпуклого, вследствие чего глубины у вогнутого берега больше, чем у выпуклого.

Русла, создаваемые естественными водными потоками, из-за сложности и неравномерности русловых процессов имеют очень сложную геометрию. Они обычно криволинейны в плане, формы их поперечных сечений исключительно многообразны и характеризуются беспорядочным изменением местных глубин и лишь в редких случаях приближаются к параболическим.

Структура и форма речных русел определяются принципами формирования наносных образований.

Частицы грунта, переносимые речным потоком, – это **наносы**. Они попадают в реку с поверхности водосборного бассейна или в результате размыва русла. Наносы могут быть двух видов: взвешенные – находящиеся непосредственно в толще речного потока; влекомые – перекатываемые потоком по дну.

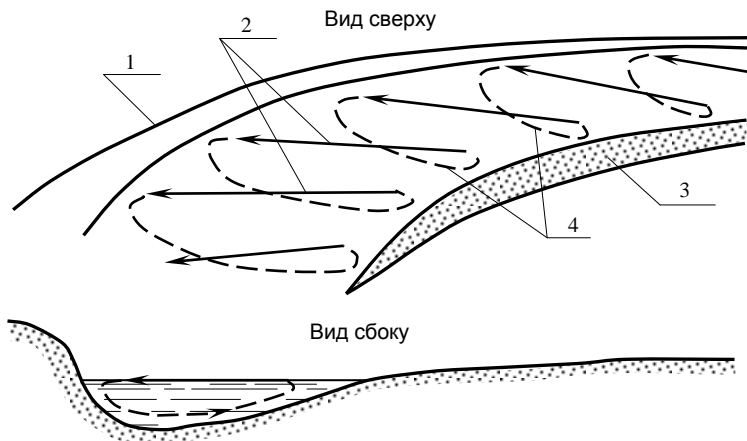


Рисунок 2.9 – Циркуляционное течение:

- 1 – вогнутый подмываемый берег; 2 – направление течения у поверхности;
3 – выпуклый берег; 4 – направление течения у дна

Во время движения частицы наносов постоянно переходят из влекомого состояния во взвешенное и обратно. Взвешенные наносы распределяются очень неравномерно, влекомые же еще неравномернее; часто они движутся по дну узкими полосами.

Реки обладают значительной энергией, которая зависит от массы движущейся воды и ее скорости. Большая часть энергии речного потока расходуется на размыв русла, трение частиц жидкости между собой и о дно, нагревание воды, взвешивание твердых частиц и на их истирание при перекатывании по дну.

Содержание взвешенных наносов в потоке оценивается степенью мутности, которая характеризуется количеством взвешенных наносов в граммах в 1 м^3 воды.

Количество всех твердых частиц, проносимых через живое сечение за единицу времени в килограммах называется твердым стоком реки. Годовой твердый сток крупных рек измеряется миллионами тонн. Большая часть твердого стока равнинных рек, составляющая от 50 до 90 % годового, приходится на время весенних половодий и паводков.

Выделяют три основных вида речных русел:

- прямолинейные или слабоизогнутые однорукавные русла, к берегам которых в шахматном порядке причленены массивные песчаные образования, так называемые *побочки* (рисунок 2.10, а);
- извилистые или меандрирующие русла (рисунок 2.10, б);
- разветвленные или многорукавные русла.

Различают островную и осередковую многорукавность. В первом случае основными русловыми образованиями являются покрытые древесной или кустарниковой растительностью острова, длины которых соизмеримы с общей шириной русла (рисунок 2.10, в). Отметки их близки к отметкам поверхности поймы. При осередковой многорукавности образований, закрепленных растительностью, в русле встречается мало. Длины осередков и разделяющих их рукавов измеряются долями общей ширины русла (рисунок 2.10, г).

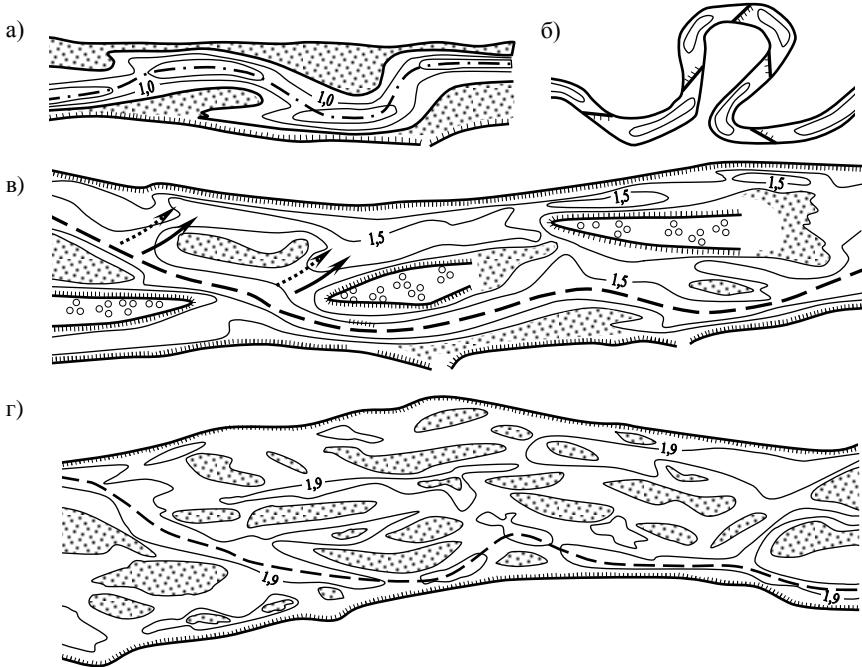


Рисунок 2.10 – Типы речных русел:

а – побочное; б – меандрирующее;
в – островная многорукавность; г – осередковая многорукавность

Значительную часть года осередки покрыты водой.

Независимо от того, является ли речное русло прямолинейным или извилистым, глубины по его длине распределяются неравномерно: глубокие участки, называемые плёсовыми лощинами или плёсами, чередуются с мелкими участками – перевалами или перекатами (рисунок 2.11). При низких уровнях глубины на перекатах ограничивают осадку судов, поэтому для увеличения судоходных глубин на перекатах ведутся систематические дноуглубительные работы.

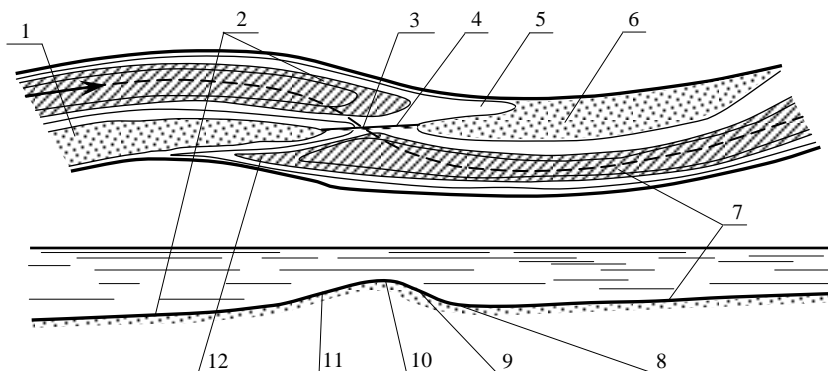


Рисунок 2.11 – Элементы рельефа переката:

- 1 – верхняя коса (верхний побочень); 2 – верхняя плесовая лощина; 3 – корыто (наиболее глубокая часть седловины); 4 – седловина переката; 5 – выбоина; 6 – нижняя коса;
- 7 – нижний плес; 8 – подвалье; 9 – нижний скат; 10 – гребень переката;
- 11 – напорный скат; 12 – затонная часть

В руслах побочного типа перекаты и перевалы образуют непрерывную цепочку и судовой ход, проходящий по зоне наибольших глубин, переходя (переваливая) через гребень переката или перевала, следует то вдоль правого, то вдоль левого берегов, как показано на рисунке 2.7, а. В меандрирующих руслах перекаты большей частью располагаются на участках перегиба русла (см. рисунок 2.11, б). При островной многорукавности перекаты обычно размещаются на участках разделения и слияния потоков, а при значительной длине рукавов – и в средней их части. В осередковой многорукавности перекаты имеют наиболее сложное строение, а потому представляют большие затруднения для движения судов.

Под воздействием энергии речного потока русло непрерывно изменяется (деформируется). По скорости русловых деформаций различают устойчивые и неустойчивые реки. На устойчивых реках, русло которых, как правило, сложено из крупного песка и гравия, большие русловые формы сохраняются относительно неизменными многие годы. На неустойчивых реках русло может быть коренным образом перестроено в течение

только одного весеннего половодья. Естественно, что техническая эксплуатация водных путей в этом случае существенно усложняется, что выражается дополнительными мероприятиями, направленными на выяснение особенностей изменений геометрии русла, и, в случае необходимости, на устранение их нежелательных для судоходства последствий.

За редким исключением, все судоходные реки стран СНГ, Балтии и Дунайского бассейна зимой покрываются льдом. Замерзание реки начинается после того, как температура воды понизится до 0 °С. Первоначально появляются тонкие ледяные пленки, состоящие из смерзшихся кристаллов игольчатой формы. Эти пленки напоминают разлитую маслянистую жидкость и поэтому называются салом. Одновременно с появлением на поверхности воды сала в толще потока образуется губчатый лед. Большая часть внутриводного губчатого льда всплывает на поверхность реки, где смешивается с салом, снегом и отдельными льдинками, оторвавшимися от берегов, и образует комки непрозрачного льда, называемого шугой. Соприкасаясь с холодным воздухом, отдельные комки шуги смерзаются и превращаются в льдины.

Осенний ледоход продолжается до тех пор, пока под влиянием каких-либо причин на каком-нибудь участке не прекратится движение льда и не произойдет быстрое его смерзание и образование ледяного покрова.

Вскрываются реки при наступлении положительных температур воздуха. Под воздействием солнечной радиации и теплого воздуха происходит таяние льда и расслабление его прочности. Одновременное таяние снега в бассейне увеличивает приток воды в реку. Это поднимает уровень в ней и отрывает лед от берегов, образуются трещины и подвижки больших ледяных полей. Дальнейшее повышение уровня воды в реке приводит к тому, что большие поля начинают дробиться на более мелкие льдины и вся масса льда приходит в движение – начинается весенний ледоход.

Момент полного очищения реки ото льда считается началом физической навигации, момент появления осенью сала – ее окончанием. Длительность физической навигации как на одной реке, так и на отдельных реках, в зависимости от геодезических и других прочих условий, изменяется в значительных пределах, например, для водных путей Украины и Республики Беларусь эта величина составляет от 200 до 215 суток.

2.3 Обеспечение гарантированных габаритов водных путей

На практике, не все пространство водных путей может быть использовано для судоходства. Это обусловлено рядом причин, которые препятствуют использованию водного пространства для данной цели как по длине, ширине, радиусу закругления водного пути, так и по габаритам надводных коммуникаций.

Для движения судна или состава несамоходных судов по водному пути выделяется пространство, называемое судовым ходом и ограниченное минимальными глубиной T , шириной B , радиусом кривизны R и надводным габаритом коммуникаций $H_{нг}$ (рисунок 2.12). Перечисленные параметры называются габаритами судового хода.

Гарантируются минимальные габариты судовых ходов, ниже которых фактические габариты не должны снижаться в течение навигации. Габариты судовых ходов гарантируются на всех водных путях, где размер перевозок оправдывает работы по их поддержанию или где судовый ход в своем естественном состоянии пригоден для плавания на данном участке судов.

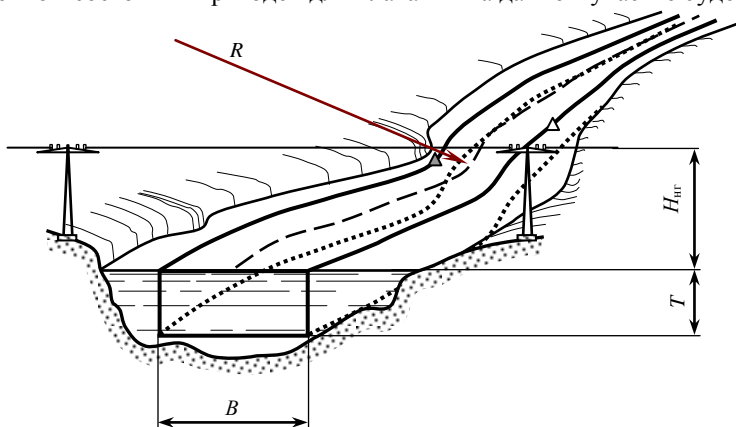


Рисунок 2.12 – Схема водного пути и судового хода

Для большинства водных путей в зависимости от интенсивности движения транспортного флота многолетняя навигационная обеспеченность проектных уровней воды принимается в пределах 80–99 %. На реках, эксплуатируемых лишь в период половодья, обеспеченность проектного уровня воды бывает значительно меньше.

На свободных реках гарантированные и дифференцированные габариты судовых ходов обеспечиваются с помощью **комплекса путевых работ**: облуживание навигационного оборудования водного пути, траление, руслоочистительные, землечерпательные, скалоуборочные, выправительные и берегоукрепительные работы.

2.3.1 Тральные работы

Цель тральных работ – проверка чистоты и габаритов судовых ходов и выявление подводных препятствий, представляющих опасность для судов и плотов и подлежащих ограждению и удалению.

В зависимости от характера и сроков проведения различают местное, сплошное и аварийное траление.

Местное траление на перекатах с песчаным руслом, глубина на которых равна гарантированной или превышает ее не более чем на 30–50 см, охватывает прилегающие к перекатам участки верхних и нижних плесовых лощин. Данный вид траления должен осуществляться один раз в 7–30 дней.

Сплошное траление, как правило, выполняется на спаде половодья, при наступлении межени и в последующем через каждые 1,5–2 месяца, в зависимости от интенсивности движения на участке.

Аварийному тралению подвергается ограниченный участок в случае аварии с судном или плотом, если утерян якорь, лот и т. п.

Тралы делятся на две различные конструктивные схемы: гибкие и жесткие.

Наиболее распространены счалы жестких лодочных тралов с длиной тралящей части каждой секции 6 м. Таким тралом выполняется местное траление каменистых участков для определения глубины. Траление им производится последовательными заездами с обязательным перекрытием смежных протраливаемых полос. Более совершенен жесткий буксируемый секционный трал на понтонах (рисунок 2.13).

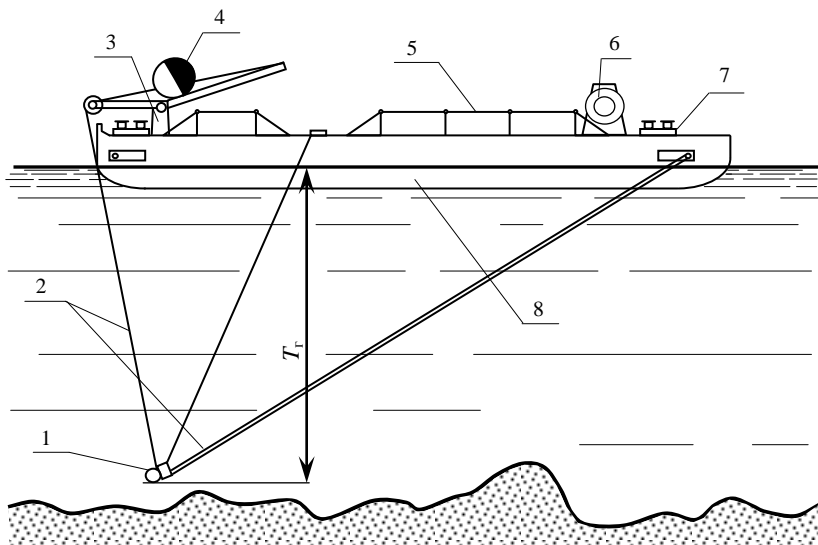


Рисунок 2.13 – Жесткий трал:

- 1 – тралящая труба; 2 – тросы, удерживающие тралящую часть; 3 – рычаги, поворачивающиеся при задевании трала за препятствие; 4 – сигнальный буй;
5 – леерное ограждение; 6 – лебедка; 7 – буксирные кнехты; 8 – понтон;
 T_g – гарантированная глубина

Гибкий (мягкий) трал, представляющий собой пеньковый или стальной трос, волочащийся по дну, используют для сплошного траления участков с песчаным грунтом (рисунок 2.14). Обнаруживаемые в процессе траления подводные препятствия извлекают с помощью дноочистительных снарядов.

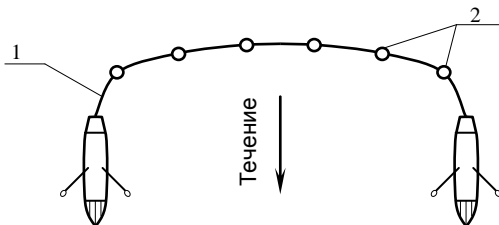


Рисунок 2.14 – Мягкий трал:

1 – трос; 2 – грузы

Для траления судовых ходов на водохранилищах, озерах и крупных реках применяется полужесткий поплавковый трал с тралящим тросом, поддерживаемым на заданной глубине металлическими буйами. Ширина протраливаемой полосы – до 150 м. Буксируется такой трал, как правило, двумя теплоходами.

2.3.2 Руслоочистительные работы

Руслоочистительные работы делятся на дноочистительные – по извлечению подводных препятствий и берегоочистительные – по уборке препятствий с береговой полосы.

На реках применяются преимущественно два типа дноочистительных снарядов – самоходный и несамоходный (рисунок 2.15).

Основное рабочее устройство снаряда – кран грузоподъемностью 5–20 т. Для перемещения по участку снаряд оснащен лебедками. Подводные препятствия извлекаются грейфером или крюком с использованием строп или других видов грузозахватных приспособлений.

Берегоочистительные работы, как правило, выполняются в межнавигационный период работниками обстановки и заключаются в уборке упавших в воду деревьев и камней, и в рубке деревьев, которые в результате подмыва берега могут оказаться в реке.

2.3.3 Дноуглубительные работы

На реках землечерпательные работы в большинстве случаев выполняют на перекатах, прорывая в них подводные каналы – *судоходные прорези*. Скалоуборочные работы проводятся с целью углубления и

расширения судовых ходов и включают дробление, подъем и удаление подводных камней. Выправительные работы выполняются с целью увеличения габаритных размеров водных путей и улучшения плановых очертаний русла. При классификации путевых работ землечерпание, скалоуборку и выправление русел принято объединять в один комплекс – **дноуглубление**.

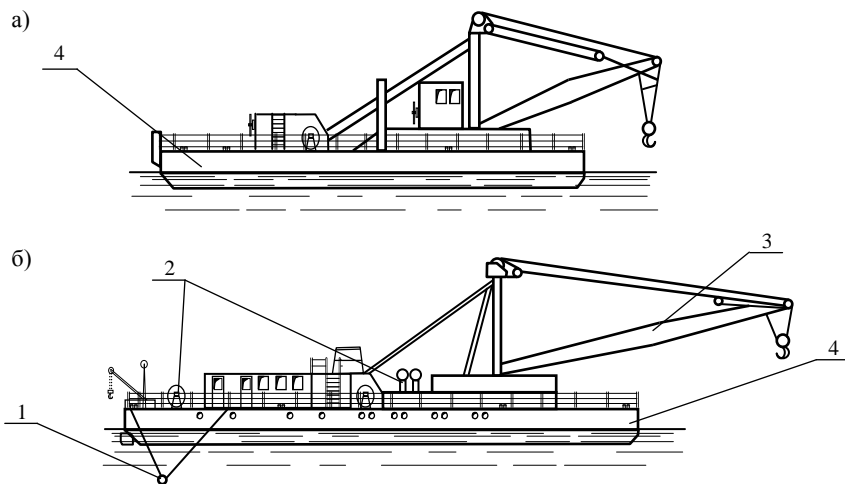


Рисунок 2.15 – Схема дноочистительного снаряжения:

а – несамостоятельного; *б* – самостоятельного;

1 – тралящая часть; 2 – лебедка; 3 – стрела; 4 – корпус судна

При дноуглублении грунт со дна водоемов извлекается **земснарядами**, которые характеризуются следующими признаками:

- способом отделения и подъема грунта со дна;
- устройством для удаления грунта за пределы разрабатываемых прорезей;
- режимом рабочих перемещений в процессе извлечения и удаления грунта;
- способом перемещения с одного участка работы на другой;
- классом Речного Регистра.

По способу отделения грунта от дна водоема различают снаряды черпаковые (с одним черпаком и многочерпаковые) и землесосы.

У черпаковых снарядов грунт к месту укладки транспортируется специальными судами – *шаландами* (рисунок 2.16). У землесосов грунт извлекается и транспортируется к месту укладки гидравлическим способом.

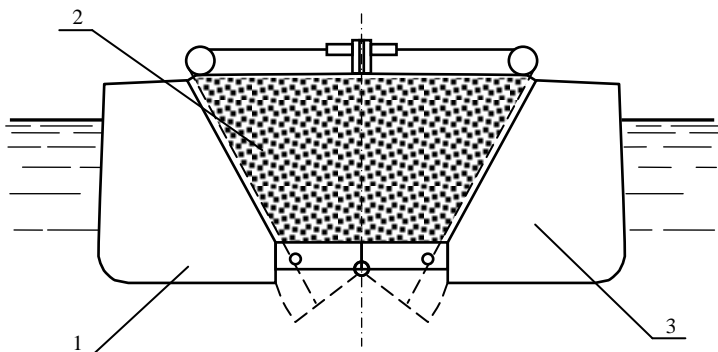


Рисунок 2.16 – Схема шаланды:
1 – корпус судна; 2 – грунтовой ящик; 3 – створки люка

Шаланда представляет собой металлическую баржу, в средней части которой расположен грунтовой ящик. Дно грунтового ящика имеет открывающиеся створки.

Земснаряды бывают самоходные и несамоходные. Основное рабочее устройство многочерпакового земснаряда (рисунок 2.17) – черпаковая цепь,двигающаяся по черпаковой раме и барабанам.

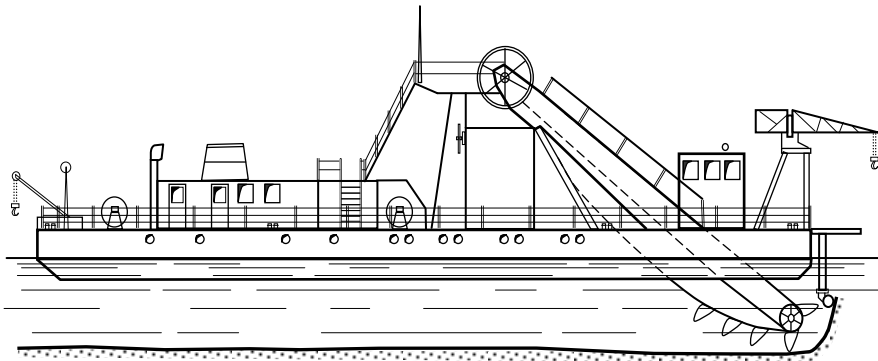


Рисунок 2.17 – Схема многочерпакового земснаряда

Одночерпаковые земснаряды бывают *штанговые* и *грейферные* (рисунок 2.18). У штангового земснаряда рабочее устройство – экскаваторная прямая лопата, у грейферного – стрела с грейферным ковшом.

Основной рабочий орган землесоса (рисунок 2.19) – грунтовой насос, приводимый в действие двигателем. К приемному патрубку грунтового

насоса при помощи гибкого соединения присоединяется всасывающая труба с грунтозаборным устройством на конце. Глубина погружения наконечника грунтозаборного устройства регулируется рамоподъемной лебедкой.

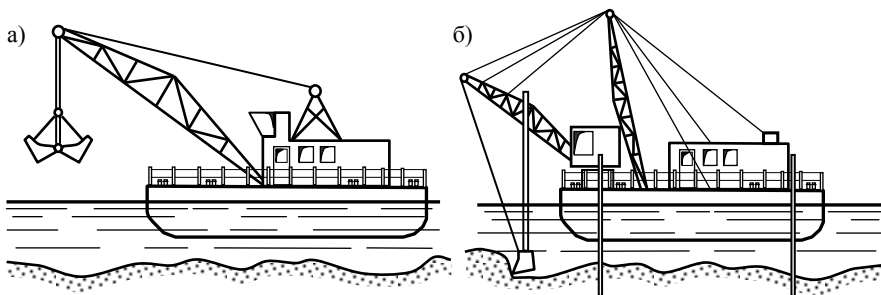


Рисунок 2.18 – Схема одночерпаковых земснарядов:
а – грейферный; б – штанговый

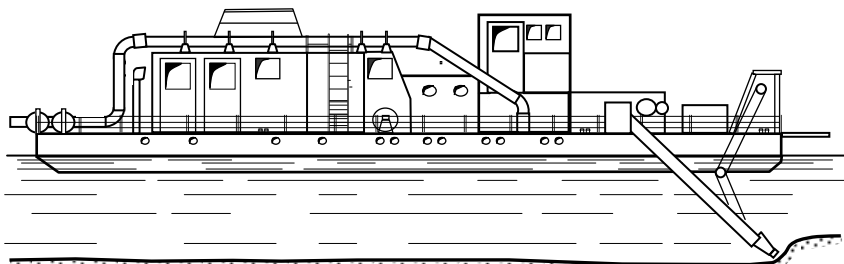


Рисунок 2.19 – Схема землесосного снаряда

Землесосы всасывают грунт вместе с водой. Наконечник грунтозаборной трубы землесоса погружают ниже поверхности дна, и вода, поступающая в трубу, размывает грунт. Смесь воды с грунтом, называемая гидросмесью или пульпой, по всасывающей трубе попадает в грунтовой насос, затем в напорный грунтопровод, находящийся в корпусе землесоса. С напорным грунтопроводом соединен плавучий грунтопровод (рефулер), предназначенный для перемещения (рефулирования) грунта на место укладки.

Для извлечения грунта в пределах участка работ земснаряд перемещают поперек или вдоль прорези (рисунок 2.20). Поперечное движение по отношению к продольной оси прорези называется *патильонажным*, продольное – *траншейным*.

Наиболее распространенными способами удаления грунта являются шаландовый, рефулерный и лонгкулуарный (лотковый).

При удалении грунта шаландами (см. рисунок 2.16) их поочередно подают к снаряду под загрузку. Емкость шаланды 20–400 м³.

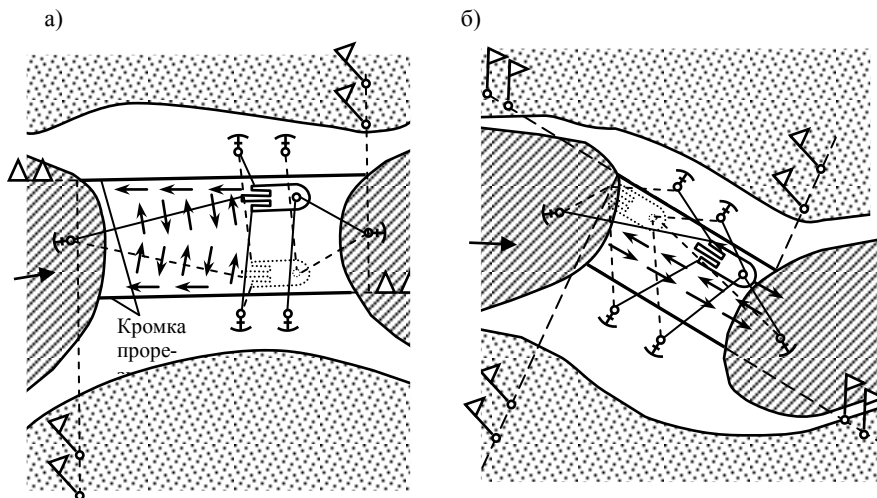


Рисунок 2.20 – Способы работы земснарядов на прорези:
а – папильонажный, б – траншейный

При рефулерном способе масса грунта с водой перемещается по напорному плавучему грунтоотводу, состоящему из отдельных труб длиной до 9 м, опирающихся на площадки между спаренными понтонами. Длина рефулера составляет 200–500 м. На месте свала грунта концевую часть трубопровода удерживают якорем.

При лонгкуларном способе к стреле земснаряда на тросах подвешивают длинный лоток, по которому самотеком движется грунт вместе с водой. Длина лотка достигает 40 м. Данный метод удаления грунта применяется достаточно редко, как правило на малых реках и каналах.

Для улучшения судоходных условий применяют также различные сооружения, которые влияют на энергию речного потока. Такой способ улучшения судоходных условий называется *руслорегулированием*.

В зависимости от назначения выправительные сооружения должны обеспечивать:

- перемещение за пределы судового хода транзитных наносов, поступающих на улучшаемый участок реки;
- углубление дна реки в границах судового хода за счет увеличения скорости и изменения направления течения;
- отложение наносов в несудоходных протоках, неблагоприятно влияющих на состояние судового хода;
- предотвращение нежелательных русловых переформирований.

Выправительные сооружения делятся на сооружения долговременного и кратковременного (для улучшения судоходных условий в течение одной навигации) действия.

Различают две системы выправления рек – сплошную и выборочную. При первой системе выправительные сооружения располагаются по всей длине реки; при второй – только на наиболее затруднительных участках, преимущественно перекатных.

К **выправительным сооружениям** относят: полузапруды, запруды и струенаправляющие дамбы.

Полузапруда (рисунок 2.21) представляет собой примыкающее к берегу сооружение, которое перекрывает часть поперечного сечения русла на затруднительном участке. Она перераспределяет расход воды по ширине русла, увеличивает скорость течения по судовому ходу, приводит к размыву дна переката и увеличению глубины.

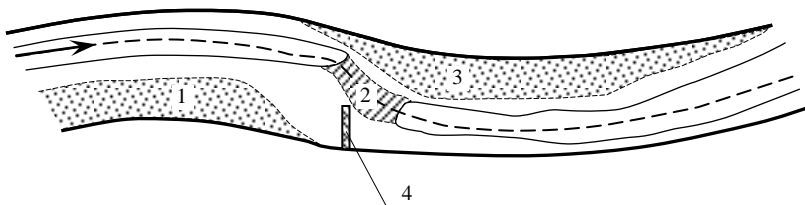


Рисунок 2.21 – Полузапруда на перекате:

1, 3 – верхний и нижний побочень; 2 – зона размыва дна; 4 – полузапруда

Запруда (рисунок 2.22) представляет собой сооружение, которое перекрывает несудоходный рукав. Поток воды распределяется в пользу судоходного рукава, увеличивая тем самым скорость течения, под воздействием которой происходит размыв дна и углубление переката.

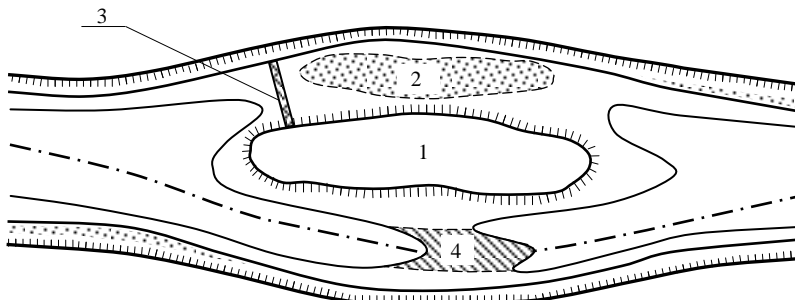


Рисунок 2.22 – Запруда:

1 – остров; 2 – зона отложения наносов в несудоходном рукаве;
3 – запруда; 4 – зона размыва дна в судоходном рукаве

Струенаправляющая дамба (рисунок 2.23) – продольное сооружение, предназначенное для направления течения в сторону судового хода или плавного сопряжения сливающихся потоков. Такие сооружения ликвидируют свальные течения и предотвращают отложение наносов на судовом ходу.

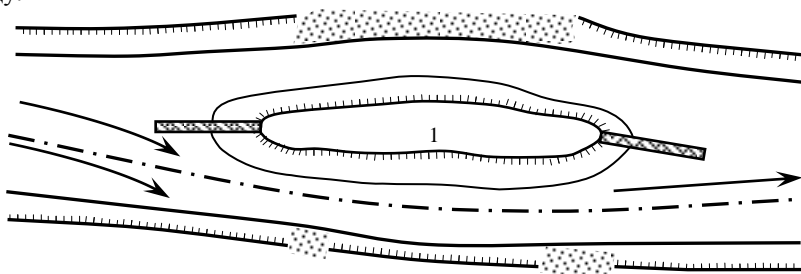


Рисунок 2.23 – Продольные струенаправляющие дамбы:
1 – остров

Все дноуглубительные и выправительные работы производятся по проектам. Для этого работниками путевых подразделений отрасли водного транспорта выполняются русловые съемки, гидрометрические и геологические изыскания, производится подсчет объемов дноуглубительных работ на запроектированных прорезях.

2.3.4 Берегоукрепительные работы

Берегоукрепительные работы включают работы по возведению сооружений, защищающих берега от размыва. Эту задачу выполняют сооружения активного и пассивного действия. Первые оказывают воздействие на структуру потока в районе берега с помощью берегозащитных штор из коротких высоких полузапруд (рисунок 2.24, а).

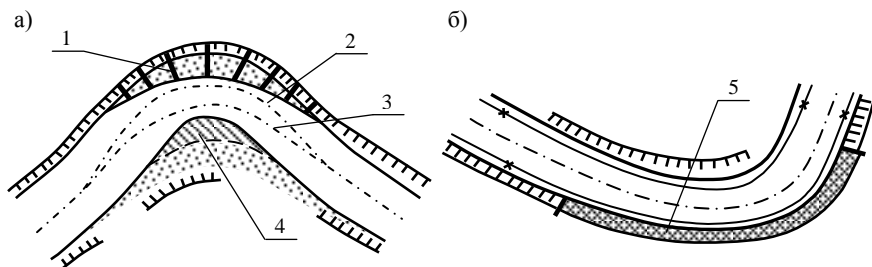


Рисунок 2.24 – Схема берегоукрепительных сооружений:
1 – берегоукрепительные шторы; 2 – старый судовый ход; 3 – новый судовый ход; 4 – зона размыва песков выпуклого берега; 5 – береговое укрепление вогнутого берега

Такая система полузапруд (штор) способствует уменьшению скоростей течения вдоль защищаемого берега и приводит к уменьшению или предотвращению размыва, а в ряде случаев к формированию нового берегового откоса после заполнения наносами промежутков между шторами.

Пассивные укрепления (рисунок 2.24, б) представляют собой различные береговые покрытия. Они защищают от размыва берега, закрепляют благоприятное для судоходства положение размываемого берега или защищают активные выправительные сооружения в местах их примыкания к берегу. Береговые покрытия могут быть сплошными (по всей линии размыва) или ленточными (закрепляют отдельные части берегового откоса). Сплошные береговые укрепления наиболее эффективны на реках с невысоким по продолжительности паводком.

2.4 Судоходная обстановка речных и морских путей

Судоходная обстановка представляет собой систему навигационных знаков и предназначена для обеспечения на внутренних водных путях условий для безопасного и беспрепятственного плавания судов, судовых и плотовых составов.

Судоходная обстановка должна выполнять следующие задачи:

- указание направления и кромок судового хода на реках, водохранилищах и озерах;
- указания пролетов мостов, предназначенных для движения судов и проводки плотов;
- обозначение мест свальных течений и участков пути, на которых судоводители должны принимать меры предосторожности (узкости, крутые повороты, перекаты и пр.);
- обозначение мест пересечения судовых ходов подводными и надводными сооружениями (кабелями, трубопроводами, дюкерами, линиями связи и электропередачи);
- указание границ рейдов;
- ограждения подходов к портам и пристаням, к судопропускным сооружениям;
- информирование судоводителей о габаритах судового хода.

Как было сказано в подразд. 2.3, для судоходства пригодна лишь часть водного пути, называемая судовым ходом, где обеспечиваются гарантированные его габариты. Выход судна за пределы судового хода может повлечь аварийную ситуацию, поэтому важнейшей задачей судоходной обстановки является информирование судоводителей о расположении судового хода и, соответственно, для обеспечения движения судна в его границах.

Знаки судоходной обстановки бывают береговые (рисунок 2.25, а) и плавучие (рисунок 2.25, б). Они указывают направление, границы и га-

бариты судового хода, границы акваторий портов, пристаней и рейдов, места свальных течений, начало и конец однопутных участков и возможность движения по ним в том или ином направлении, судходные пролеты мостов, подводные и надводные переходы и места, где суда должны подавать сигналы. Специальными знаками судходной обстановки регулируется движение судов, судовых и плотовых составов через судопропускные сооружения.

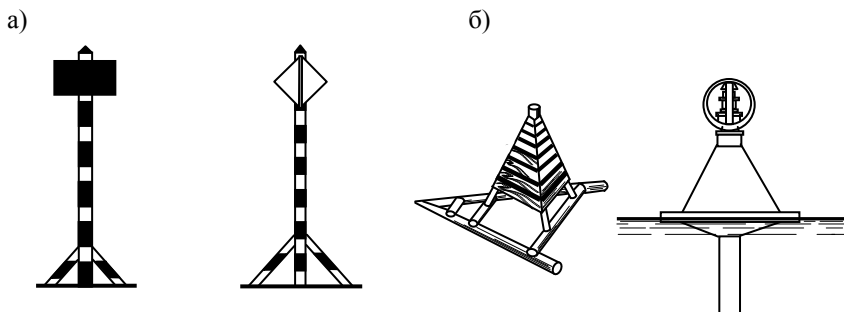


Рисунок 2.25 – Знаки судходной обстановки:

а – береговые знаки (перевальный, ходовой); б – плавучие знаки (бакен, буй)

Береговые знаки судходной обстановки на регулярно эксплуатируемых водных путях действуют с момента начала движения судов по участку до окончания расстановки судов на зимний отстой.

Плавучие знаки, кроме вех и буюв-сигар, выставляют, когда водный путь очистится ото льда. Убирают их при появлении ледового сала.

На временно эксплуатируемых путях обстановка действует в течение периода их эксплуатации.

На водных путях с достаточно интенсивным судходством для того, чтобы было возможно круглосуточное движение судов применяют *освещаемые обстановочные знаки*, например магистральный участок Днепра ниже порта Киев, река Дунай. На путях, где густота движения судов не оправдывает содержания освещаемой обстановки, применяется *неосвещаемая обстановка* и судходство на таких участках осуществляется лишь в светлое время суток – водные пути Республики Беларусь. На тех путях, где судходство не является интенсивным, но при этом требуется круглосуточное движение судов, применяется *светоотражающая обстановка*, обнаруживаемая в темное время суток с помощью судовых прожекторов.

На внутренних водных путях применяются три системы расстановки плавучих знаков: латеральная (ограждаются кромки судового хода), осевая (указывается ось судового хода) и кардинальная (препятствия ограждаются относительно стран света). Плавучие знаки каждой из указанных систем имеют свои отличительные признаки.

Форма, размеры, окраска и конструкции знаков судоходной обстановки, характеристики навигационных огней, а также технические требования на изготовление этих знаков и светосигнального оборудования определяются государственными стандартами и типовыми проектами.

Наиболее распространенными береговыми обстановочными знаками являются **створы**. Навигационный створ представляет собой систему двух или нескольких знаков, с помощью которой судоводитель должен своевременно обнаруживать отклонение судна из зоны, безопасной для плавания, – *створной зоны*. Существуют линейные, щелевые и кромочные створы.

Линейный (осевой) створ показывает направление и положение оси судового хода. Два знака располагаются на одном берегу на различной высоте: один впереди – ниже, другой позади – выше (рисунок 2.26, а). Их совпадение по горизонтали при видимости из рубки означает нахождение судна на осевой линии судового хода. При этом по взаимному расположению знаков створа можно определить положение судна в границах судового хода (рисунок 2.27).

Щелевые створы показывают направление и ширину судового хода (рисунок 2.26, б). Применяются такие створы в основном на водохранилищах. Симметричное попадание одного знака в щель между парой других при видимости из рубки означает нахождение судна на оси линии фарватера. Совпадение центрального и одного из боковых створных знаков показывает, что судно находится на соответствующей кромке оси судового хода.

Кромочные створные знаки определяют положение судового хода и его кромок. Такой створ состоит из пары двойных знаков – двух передних и двух задних (рисунок 2.26, в). Если створ определяет только одну кромку, то количество знаков уменьшается до двух.

Окрашивают створные знаки в зависимости от фона местности в белый, красный или черный цвет. Кроме того, на прямоугольных и трапециевидных щитах линейных створов посередине наносится вертикальная полоса – белая или черная при красном цвете щита и черная при белом цвете щита (рисунок 2.26, г–е).

Перевальные знаки указывают лишь примерное направление судового хода и поэтому применяются при большой ширине и небольшой длине участка судового хода (рисунок 2.28). В отличие от створных знаков перевальные имеют, как правило, два щита, которые устанавливают перпендикулярно двум направлениям судового хода.

Если судовой ход проходит у приглубого берега, применяют *ходовые знаки*. Ставят их на том берегу, вдоль которого проходит судовой ход (см. рисунок 2.28). Ходовой знак представляет собой столб с двумя крестнакрест расположенными ромбовидными щитами. Знаки правого берега окрашивают в красный цвет, левого – в белый.

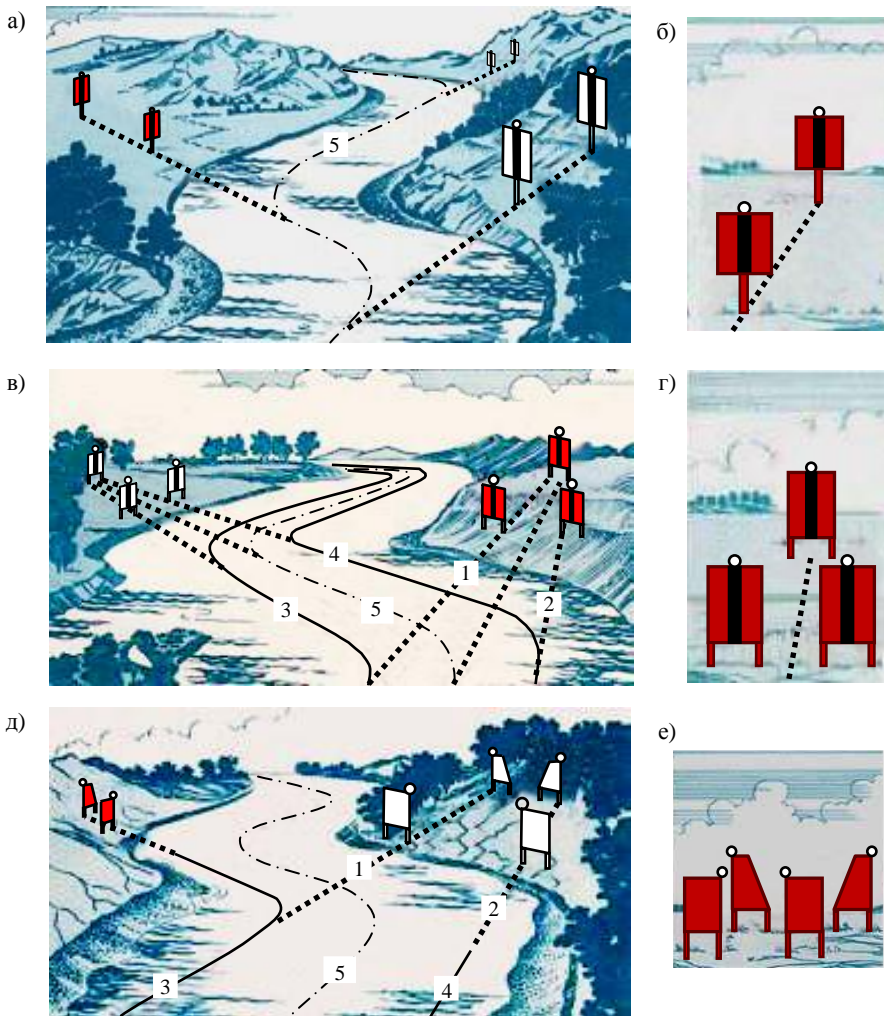


Рисунок 2.26 – Схема навигационных створов:

a, б – линейный; *в, г* – щелевой; *д, е* – кромочный; 1, 2 – ходовая часть створа;
3, 4 – изобаты проектной глубины (кромки судового хода), 5 – ось судового хода

В период половодья на реках затопленные берега и острова ограждаются *весенними знаками*. Весенние знаки состоят из столбов с укрепленными на них щитами, имеющими форму круга на правом берегу и трапеции – на левом.

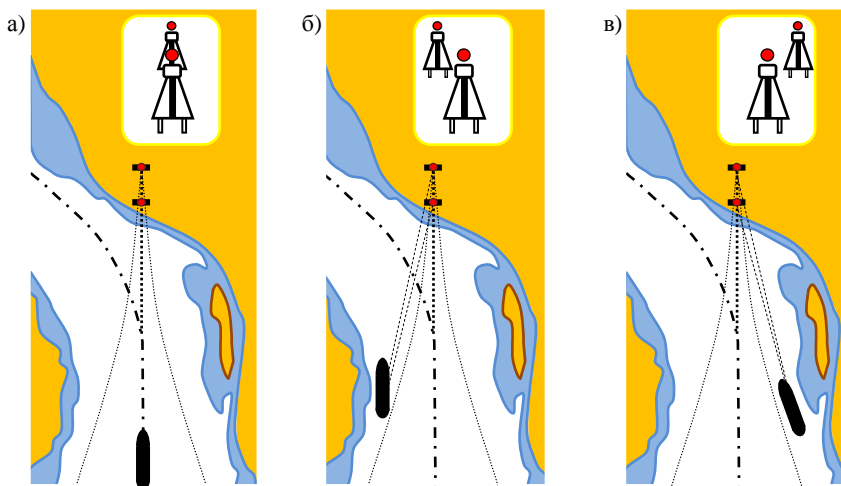


Рисунок 2.27 – Схема ориентирования судоводителя по осевому створу

На водохранилищах и озерах, а также больших реках для ограждения мысов, островов и других характерных мест береговой полосы применяются знаки «Ориентир». Они изготавливаются в виде одиночных столбов со щитами прямоугольной или трапециевидальной формы и трех- или четырехгранных пирамид. Щиты на правом берегу окрашиваются четырьмя чередующимися красными и белыми (черными) горизонтальными полосами, на левом – черными и белыми полосами.

В местах подводных переходов трубопроводов и кабелей для предупреждения судоводителей о том, что в данном месте нельзя бросать якоря, на берегах помещают знаки «Якоря не бросать!» (подводный переход). Ставят их на 100 м выше и ниже подводного перехода.

Ходовые пролеты мостов, предназначенные для прохода судов и судовых составов, обозначают квадратным щитом красного или белого цвета, а предназначенные для проводки плотов – круглым щитом также красного или белого цвета. Сигнальные огни располагают по оси моста: один – на передней ферме и один – под задней фермой таким образом, чтобы они образовывали створ.

В качестве **плавучих знаков** на внутренних водных путях применяют бакены, буи и вехи.

Бакены применяются только при латеральной системе, когда ограждаются правая и левая кромки судового хода. Состоит бакен из деревянного плотика и укрепленной на нем фигуры: в виде пирамиды – у бакенов, устанавливаемых на левой кромке судового хода, и в виде шара или цилиндра – у бакенов, находящихся на правой кромке.

В настоящее время вместо бакенов, как правило, используются буйи.

Буйи по сравнению с бакенами имеют большую строительную стоимость, но являются более надежными при эксплуатации. Буй представляет собой плавучий объект, закрепленный ко дну якорем и обладающий высокой остойчивостью. В верхней части буя размещается отсек, в котором находится навигационный фонарь с аккумулятором для его питания и устройством, устанавливающим режим его горения (постоянный, проблесковый, частопроблесковый). Корпус современных буйев изготавливается, как правило, из пластмасс.

Плавучие вежи применяют в качестве самостоятельного знака на водных путях с неосвещаемой обстановкой. Вежа представляет собой круглый шест длиной от 3 до 19,5 м, закреплённый на специальном поплавке. Вежа располагается вертикально относительно водной поверхности, на верхнем конце вежи устанавливаются отличительные топовые фигуры. Разметка (раскраска) и форма топовой фигуры вежи должна соответствовать кардинальной или латеральной системам навигационного оборудования. К нижнему концу вежи крепят цепь или трос с грузом (якорем).

Помимо геометрических особенностей формы как береговых, так и плавучих знаков, а также их цветового оформления, для участков с освещаемой навигационной обстановкой для каждого знака характерен свой цвет огня и режим его горения. Именно по этим характеристикам судоводитель отличает тот или иной знак в ночное время суток.

Часто, для лучшего обнаружения, навигационные знаки оборудуются радиолокационными отражателями.

Знаки судоводной обстановки на водных путях расставляют согласно утвержденной схеме. Они должны указывать непрерывно направление судового хода (представлять собой непрерывную цепь сигналов) и его границы – на тех участках, где подводные препятствия расположены вблизи кромок хода.

На рисунке 2.28 показан пример расстановки навигационных знаков на характерном участке реки. Направление судового хода на перекатах указывается створами 13 и 14. Свальный буй 3, расположенный на левой кромке, служит для предупреждения судоводителей о свальном течении в правобережную протоку. Буйи 4–6, 8–10 ограждают кромки судового хода на перекатах. При этом буй 6 является также разделительным, указывая судовой ход к местной пристани, расположенной в левобережной протоке в начале участка. Этот ход огражден двумя белыми буйями 1 и 2. Правая кромка судового хода между перекатами обозначена буюм 7.

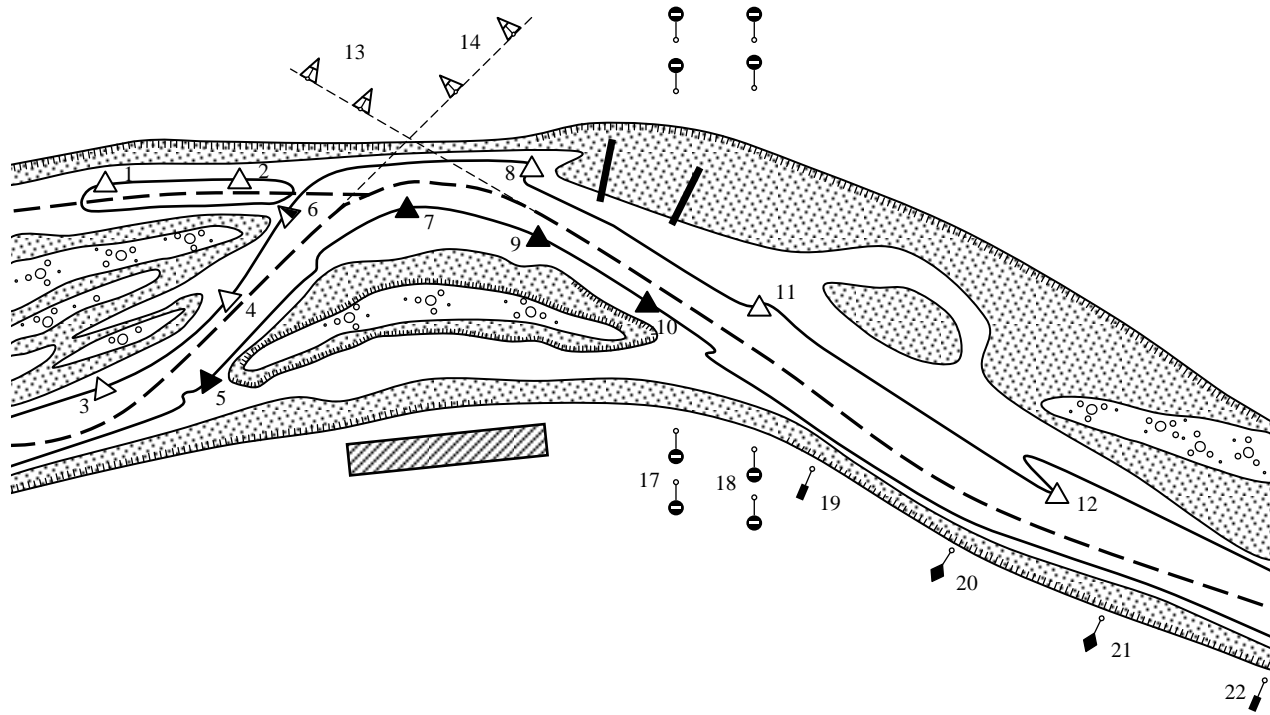


Рисунок 2.28 – Расстановка навигационных знаков на участке реки

На ходовом берегу за перекатами установлены перевальные знаки 19 и 22 и ходовые знаки 20 и 21. Ввиду того что ширина судового хода не позволяет ограничиться только знаками на ходовом правом берегу, левая кромка судового хода обозначена белыми бакенами 11 и 12. Для указания границ зоны подводного перехода установлены знаки 15–18 «Якоря не бросать».

Специфика лоции морских путей определяет отличия и в их навигационном оборудовании. **Навигационные опасности**, затрудняющие плавание судов в море, подразделяются на постоянно существующие (опасности морского дна и затонувшие объекты) и временные (вызванные гидрометеорологическими факторами, а также дрейфующие в море объекты).

К опасностям морского дна относятся следующие:

– *банка* – изолированное и ограниченное по площади резкое поднятие морского дна, затрудняющее судоходство;

– *мель* – участок дна, отделенный от берега, с глубинами, затрудняющими судоходство;

– *отмель* – мель, идущая от берега и находящаяся в пределах лимитирующей изобаты;

– *риф* – мель или отмель с твердым грунтом;

– *скала* – отдельное, небольшое по площади резкое возвышение дна, образованное твердыми породами;

– *подводная коса* – узкая длинная отмель, являющаяся подводным продолжением полуострова, мыса или надводной косы;

– *яма* – небольшой участок дна с резким увеличением глубины;

– *отличительная глубина* – глубина, резко отличающаяся от окружающих глубин;

– *район свалки грунта* – район в море, отведенный для сваливания грунта, извлеченного земснарядами.

Временные навигационные опасности включают в себя тропические циклоны, штормы, туманы, дожди, снег, пургу, льды, течения.

Для обеспечения безопасности морского судоходства применяют, по аналогии с речным, береговые и плавучие средства навигационного оборудования.

Береговые средства (маяки, огни, навигационные знаки, створы, радиомаяки, береговые радиолокационные станции) устанавливают в прибрежной полосе материков или островов. Их основное предназначение – определение места расположения морского судна при плавании вблизи берега.

Маяк – средство навигационного оборудования побережья крупных водоёмов в виде капитального сооружения, нередко башенного типа, предназначенное для сопоставления наблюдаемой судоводителем картины с определённым местом на географической карте, имеющим точно установленные координаты (рисунк 2.29).

Основное требование, предъявляемое к маякам, это возможность их обнаружения и безошибочной идентификации в любую погоду и в любое время суток с использованием как средств визуального наблюдения, так и средств радиолокации и обнаружения по звуку.

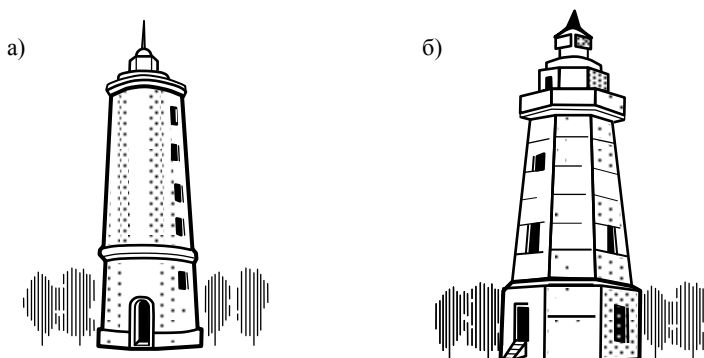


Рисунок 2.29 – Береговые маяки:
а – с цилиндрической каменной башней; б – с многогранной каменной башней

По месту установки маяки разделяют:

- на *береговые*, устанавливаемые на берегу либо в непосредственной близости от него, например, на прибрежных островах;
- *морские* или *плавучие*, устанавливаемые на судах, используемые вдали от береговой линии и при входах в порты в качестве лоцманской станции.

По выполняемой функции береговые маяки бывают:

- *опознавательные* (одиночные), служащие для обозначения определенной точки на земной или водной поверхности, которые, в частности, служат знаками при входе в порт или в том месте, где суда меняют курс, а также для обозначения опасных участков;
- *створные*, используемые обязательно в паре и служащие для обозначения определенной линии на карте (курса судна).

Несмотря на развитие техники, визуальное наблюдение остается важнейшим средством ориентации на море, и потому маячным сооружениям придают характерную форму и окраску, визуально выделяющую их на фоне окружающей обстановки.

Для обеспечения своей оптической заметности в неблагоприятных условиях наблюдения маяки оснащаются сильным источником света и, как правило, снабжаются оптическими устройствами, служащими для его концентрации в заданных направлениях и увеличения силы света используемого источника излучения.

2.5 Шлюзование водных путей

Для повышения гарантированной глубины судового хода (H_r) на реках и судоходных каналах возводят гидроузлы с судоходными сооружениями. Река или трасса судового канала в этом случае делится напорными сооружениями на отдельные, соприкасающиеся между собой участки – бьефы (рисунок 2.30).

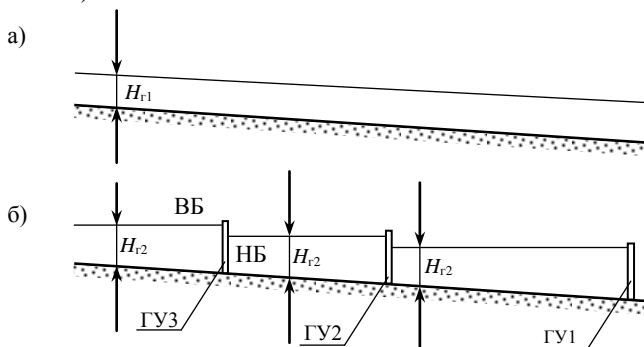


Рисунок 2.30 – Схемы продольного профиля водного пути:

а – в естественных условиях (H_{r1}); б – зарегулированного гидроузлами (H_{r2})

Разность уровней верхнего и нижнего бьефов называется напором.

Напор воды от одного гидроузла (ГУ1) распространяется до следующего, вышерасположенного (ГУ2). У гидроузла, таким образом, создается верхний бьеф (ВБ) и нижний бьеф (НБ). В результате устройства на естественных водных путях гидроузлов продольный профиль реки приобретает ступенчатый вид (см. рисунок 2.30).

Как правило, гидроузлы решают комплекс задач, цель которых перераспределение водных ресурсов и удовлетворение потребностей в воде различных отраслей экономики (энергетика, сельское и рыбное хозяйство, водный транспорт, водоснабжение и др.). В состав гидроузла, как правило, входят плотина, шлюз, гидроэлектростанция, подходные каналы к шлюзу, оградительные дамбы и др. Расположение сооружений гидроузла в плане отличается большим разнообразием.

Пропуск судов и составов из верхнего в нижний бьефы гидроузла и наоборот осуществляется через судоходный шлюз. Процесс прохода судна через шлюз называется шлюзованием.

На рисунке 2.31 приведена общая принципиальная схема плана судоходного шлюза. Шлюзы бывают одно- и многокамерными, в одну нитку и параллельные. Однокамерные шлюзы успешно работают при напоре до 23 м на нескальных грунтах и до 42 м – на скальных.

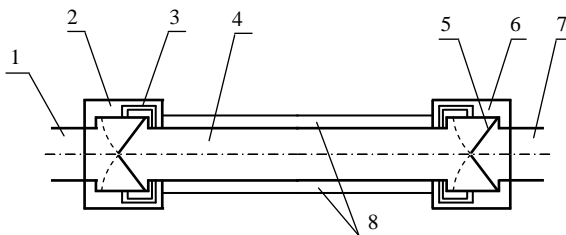


Рисунок 2.31 – Принципиальная схема плана камеры шлюза:

1 – верхний подходный канал; 2 – верхняя голова; 3 – водопроводные галереи; 4 – камера; 5 – ворота; 6 – нижняя голова; 7 – нижний подходный канал; 8 – стены камеры

Многокамерные шлюзы (например, Запорожский шлюз) возводят при значительных напорах или в связи со спецификой грузопотоков. Эксплуатация многокамерных шлюзов сложнее эксплуатации однокамерных, так растет число операций при шлюзовании и, следовательно, снижается пропускная способность системы.

Наибольшее распространение на реках и судоходных каналах получили однокамерные шлюзы.

Самая высокая часть дна шлюза называется *королем* или *порогом*. Вертикальная грань порога образует стенку падения. Емкость, в которую непосредственно поступает вода из верхнего бьефа в процессе наполнения шлюза, называется камерой гашения энергии. Глубина на верхнем короле шлюза со стенкой падения и дна подходного канала задается исходя из осадки судов, принимаемых на расчетную перспективу с учетом запаса воды верхнего бьефа, а также с учетом предвесенней сработки уровня водохранилища, и оказывает влияние на значение гарантированной глубины участка водного пути.

Шлюз оборудован механизмами для открытия и закрытия ворот и затворов галерей, причальными устройствами для швартовки судов и плотов, направляющими палами и другими устройствами для управления процессом шлюзования.

На всех шлюзах для безопасного прохода судов и информации их капитанов о порядке движения через шлюз существует световая и звуковая сигнализация. Для этого на подходах к шлюзам установлены светофоры, красными или зелеными огнями которых регулируется движение, вход и выход из шлюза.

Технологию шлюзования укрупненно можно представить как: вход судна, состава или группы судов в камеру, выравнивание уровней воды в камере с другим бьефом или со смежной камерой (для многокамерных шлюзов), выход шлюзуемого судна, состава или группы судов в другой бьеф или переход в смежную камеру (рисунок 2.32).

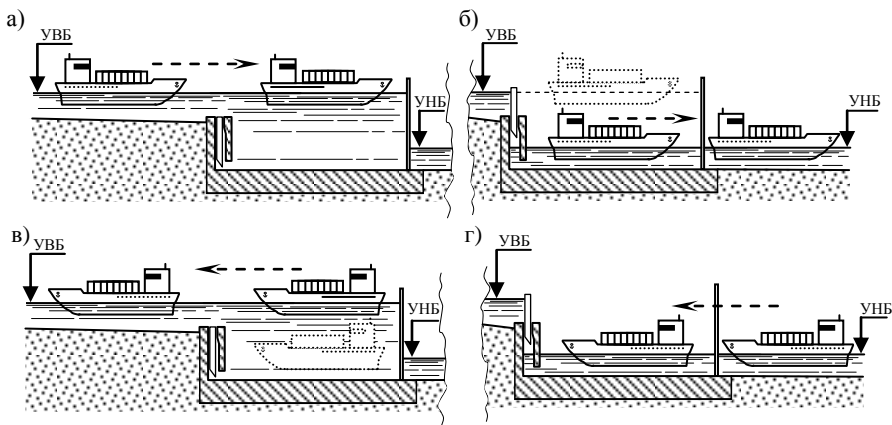


Рисунок 2.32 – Схема пропуска судов через шлюз:

а, б – из верхнего бьефа в нижний; в, г – из нижнего бьефа в верхний;
УВБ, УНБ – уровни верхнего и нижнего бьефов

Для удобного и безопасного захода судов в шлюз устанавливают специальные направляющие сооружения – палы. Они представляют собой сваи, установленные на определенном расстоянии друг от друга, железобетонные или деревянные эстакады, стенки или удерживаемые на одном месте цепями понтоны. Для швартовки судов, ожидающих шлюзования палы оборудуются специальными устройствами. Такие палы принято называть *причальными*. В большинстве случаев они представляют собой железобетонную стенку с причальными тумбами.

При заполнении камеры шлюза водой в них создается беспорядочное течение, под воздействием которого судно движется. Для предотвращения столкновения судна со стенками камер оно должно надежно ошвартоваться. С этой целью камеры шлюзов оснащаются подвижными и неподвижными причальными устройствами. При шлюзовании суда зачаливают за эти устройства при помощи троса, который подбирают или подтравливают по мере наполнения или опорожнения камеры.

Для подхода судов к шлюзу со стороны верхнего и нижнего бьефов проектируются подходные каналы. Обычно канал верхнего бьефа короткий, созданный дамбами, расположенными на акватории близ шлюза, а каналы нижнего бьефа имеют значительное протяжение.

Руководство пропуском судов и управление механизмами ворот, затворами водопроводных галерей на шлюзах дистанционное.

2.6 Судоходные каналы

Судоходным каналом называется искусственное русло правильной формы, предназначенное для движения по нему судов. Цели создания судоходного канала – соединение бассейнов двух водоемов в случае отсутствия такового, сокращение пути между двумя водоемами, обеспечение гарантированного судоходства, решение проблемы транспортной доступности по водным путям пунктов назначения, создание экономически эффективных путей транспортировки.

По назначению каналы делятся на соединительные, обходные и подходные.

Соединительные каналы служат для соединения водным путем отдельных рек разных бассейнов (например, Днепровско-Бугский канал (см. рисунок 2.2), Августовский канал Республики Беларусь), а также для соединения рек с озерами и морями. Обходные каналы предназначены для обхода судами озер, на которых наблюдаются сильные штормы, а также центральных частей крупных городов и пр. Подходные каналы служат для подхода судов с основного водного пути к портам, населенным пунктам, шлюзам и причалам промышленных предприятий.

По форме продольного профиля каналы бывают открытые (с горизонтальным дном) и шлюзованные (со ступенчатым дном). Открытые каналы соединяют два водных пути с одинаковыми уровнями воды, а шлюзованные – с разными уровнями. К шлюзованным каналам относится Днепровско-Бугский канал, географическая схема которого представлена на рисунке 2.33.

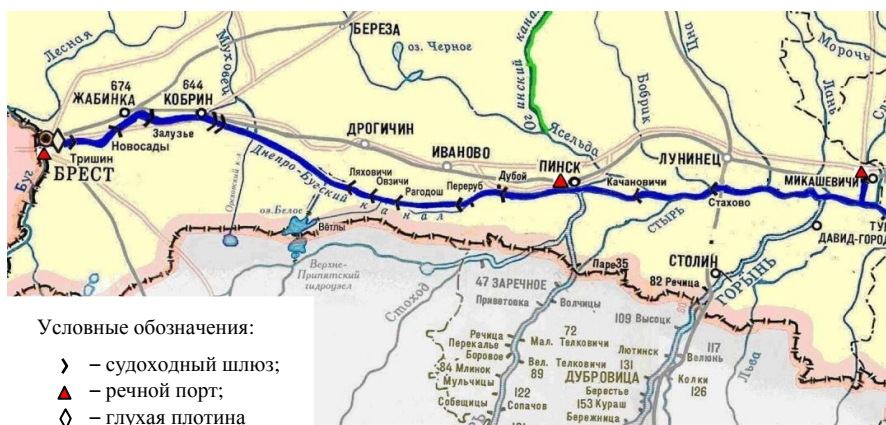


Рисунок 2.33 – Схема Днепровско-Бугского канала

По способу питания каналы бывают самотечные и с искусственным питанием. В самотечные каналы вода поступает непосредственно из реки или озера и сама распространяется по всему каналу. У каналов с искусственным питанием воду из источника при помощи насосов накачивают в водораздельный бьеф, откуда она стекает самотеком. Естественно, что первый тип каналов наиболее распространен на практике вследствие большей простоты эксплуатации.

Учитывая искусственный характер создания каналов, для обеспечения его использования для судоходства требуются специальные гидротехнические сооружения, к которым относятся судоходные шлюзы (см. подразд. 2.5), аварийные ворота, аварийные водосборы и водоспуски.

Аварийные ворота служат для перекрытия отдельных участков канала в случае аварии или с целью их ремонта.

Аварийные водосборы предназначены для сброса воды из канала в случае его переполнения. Обычно, они представляют собой боковой водослив в дамбе канала, располагающийся на уровне нормального уровня воды в канале.

Водоспуски служат для опорожнения каналов и представляют собой соединение труб, закладываемых в дамбы ниже уровня воды.

Строительство каналов очень затратное мероприятие, требующее серьезных изысканий и выбора соответствующих способов проектирования и строительства. Во многом на величину затрат на строительство канала оказывает влияние выбор типа его поперечного сечения. Основные формы поперечных сечений судоходных каналов – ложбинообразная, прямоугольная, трапециевидная и полигональная (рисунок 2.34).

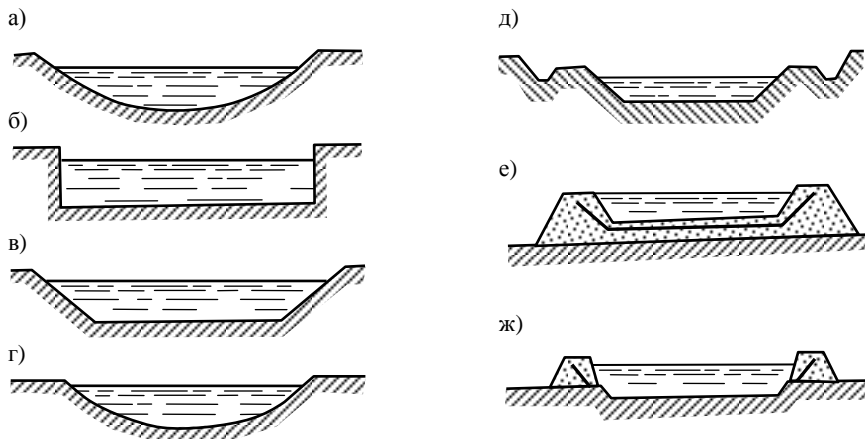


Рисунок 2.34 – Схемы поперечных сечений судоходных каналов

Если прогнозируемая интенсивность эксплуатации канала невелика и суда будут двигаться в основном по его оси, используя наибольшие глубины, – применяют ложбинообразную форму поперечного сечения (см. рисунок 2.34, *а*). Такая форма крайне неудобна при высокой интенсивности использования канала, так как в этом случае суда чаще должны встречаться и обгонять друг друга – в этом случае возникает опасность их соударения друг с другом или с откосом берега.

Для устранения данного недостатка проектируют каналы с прямоугольным (см. рисунок 2.34, *б*) или трапециевидальным (см. рисунок 2.34, *в*) поперечным сечением. Первые встречаются достаточно редко, что вызвано сложностью строительства вертикальных стенок и поддержания их в таком состоянии в течение длительного периода.

На современных судоходных каналах преимущественно используется полигональная (см. рисунок 2.34, *г*) форма поперечного сечения. Дно в таких каналах горизонтальное, а откосы имеют различную крутизну, зависящую от рода грунта.

В зависимости от положения относительно поверхности земли канал может быть спроектирован в выемке (см. рисунок 2.34, *д*), в насыпи (см. рисунок 2.34, *е*) или полунасыпи (см. рисунок 2.34, *ж*).

Судовые волны, набегаая на откосы канала, разрушают их. Это приводит к сползанию с откосов каменной отмостки и, как следствие, уменьшению судоходных глубин. Учитывая, что размеры судовых волн во многом определяются скоростью движения флота, в каналах она ограничивается и не превышает, как правило 15 км/ч.

Морские судоходные каналы представляют собой искусственный пути для соединения двух морских бассейнов или для подхода судов к морским портам. Такие каналы, по аналогии с речными могут быть открытые и шлюзованные.

Открытые каналы наиболее распространены, к ним относятся все подходные каналы, проходящие по суше, протокам морского устья или морю, или представляющие собой искусственную прорезь. Открытые каналы могут быть без ограждения или ограждены парными или одиночными дамбами. Огражденные каналы меньше подвергаются действию волн и менее засоряются наносами.

Примерами морских подходных каналов являются такие каналы Черного моря как Днепровско-Бугский (лиманы), Херсонский (лиманы, рукава и река).

2.7 Водохранилища

Водохранилище – это искусственный водоём, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях ее использования в промышленности, энергетике и дру-

гих отраслях экономики страны. Показательным примером может служить Днепровский каскад гидроэлектростанций, построенных на Днепре и использующих подпоры шести водохранилищ: Киевского, Каневского, Кременчугского, Днепродзержинского, Днепровского и Каховского (рисунок 2.35), после образования которых стало возможно осуществление судоходства по Днепру от его устья до Киева и выше (в естественном состоянии судоходство могло осуществляться только от устья до Запорожья).



Рисунок 2.35 – Схема Днепровского водного пути

Размеры водохранилищ зависят от очертаний и рельефа долины, дальности распространения подпора и вида регулирования стока.

Водоохранилища делятся на два типа: озёрные и речные. Для водохранилищ озёрного типа (например, Рыбинского) характерно формирование водных масс, существенно отличных по своим физическим свойствам от свойств вод притоков. Течения в этих водохранилищах связаны больше всего с ветрами. Водоохранилища речного (руслового) типа имеют вытянутую форму, течения в них, обычно, стоковые, а водная масса по своим характеристикам близка к речным водам.

Создание водохранилищ существенно изменяет ландшафт речных долин, а регулирование ими стока преобразует естественный гидрологический режим реки в пределах подпора. Изменения гидрологического режима, вызываемые созданием водохранилищ, происходят также и в нижнем бьефе гидроузлов, иногда на протяжении десятков и даже сотен километров.

На водохранилищах высота ветровых волн больше чем на реках (до 3 м и более).

Основными параметрами водохранилища являются объем, площадь зеркала и амплитуда колебания уровней воды.

Уровни воды на водохранилищах постоянно меняются и зависят во многом от изменения величины естественного притока воды, испарения, сгонов и нагонов под воздействием ветра, сбросов воды в нижний бьеф, потерь ее на фильтрацию и ледообразование.

В связи с изменением объема воды характерными уровнями (горизонтами) водохранилища являются следующие (рисунок 2.36):

- нормальный подпорный горизонт (НПГ) – самый высокий уровень, который длительное время поддерживается подпорными сооружениями водохранилища;
- форсированный горизонт (ФГ) – уровень, превышающий НПУ, поддерживаемый временно, обычно в период половодья;
- горизонт сработки (ГС) – уровень ежегодной сработки водохранилища, создающийся после зимней эксплуатации к началу половодья и новому наполнению водохранилища;
- горизонт опорожнения (ГО) – уровень, который может быть достигнут, при открытии всех водоспусков.

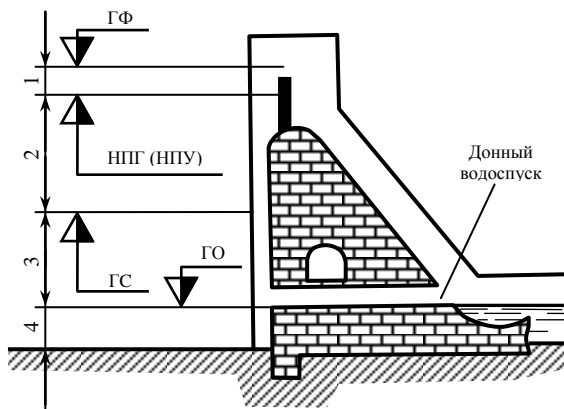


Рисунок 2.36 – Схема уровней воды водохранилища

Характерным уровням соответствуют определенные объемы воды в водохранилище: объем форсировки 1 (см. рисунок 2.36), рабочий объем 2, используемый объем 3, мертвый объем 4.

Колебания уровней воды у водохранилищ в связи с приходом и расходом воды составляют несколько метров в год.

Обычно в весенний период (в течение 2–3 месяцев) водохранилище наполняется стоком талых вод и уровень повышается на несколько метров. В течение лета и зимы происходит сброс воды и снижение уровня, что сказывается на судоходных глубинах.

Колебания уровней воды во многом зависят от вида регулирования стока водохранилища и количества поступающей воды в период половодья.

Течения воды на водохранилищах возникают под воздействием ветра и стока. Особенно сильные течения на водохранилищах наблюдаются в периоды половодья, но даже в этом случае в узких местах скорость течения редко превышает 1 км/ч.

На водохранилищах, подпор которых распространяется до вышележащего гидроузла, течения создаются при пропусках воды. В этом случае в водохранилище, которое является нижним бьефом верхней гидроэлектростанции, наблюдаются скорости течения, достигающие нескольких километров в час.

Ветровые течения, называемые дрейфовыми, возникают под влиянием трения воздушного потока о поверхность воды и давления ветра на наветренные склоны волн. Скорость ветрового течения зависит от скорости ветра, продолжительности его действия, скорости и направления предшествующих ветров, от глубины, близости берегов и островов. Обычно скорости такого течения составляют от 1–7 % скорости ветра.

Направление и скорости дрейфовых течений часто меняются, особенно при слабых ветрах. Ветровые течения наблюдаются в удалении от берегов. Вблизи берега на ветровое накладывается течение, возникающее от сгонов и нагонов воды.

Нагонно-сгонные колебания уровней происходят под воздействием ветра. При ветре поверхностное течение приводит к подъему уровня воды у наветренного берега и в результате разности уровней в глубине водоема образуется обратное – компенсационное течение, которое встречает сопротивление дна и поэтому имеет меньшую скорость, чем поверхностное.

2.8 Озера

Озера – компонент гидросферы, представляющий собой естественно возникший водоем, заполненный в пределах озерной чаши водой и не имеющий непосредственного соединения с морем или океаном.

Котловины озер с течением времени под действие текущих вод, ветров, волн, течения и растительности преобразуются. Наносы, образующиеся при стоке, ветровом выносе, разрушении берегов, отмирании водной растительности и организмов, заполняют впадины озер, выравнивают дно и приводят к обмелению водоема.

В большинстве случаев озера имеют сильно изрезанные берега, где выделяются заливы и бухты. Береговые области озер, состоящие из рыхлых пород, в течение многолетнего периода приобретают пологие очертания.

Озера делятся на бессточные и сточные. Первые не имеют поверхностного и подземного стока и теряют воду через испарения, вторые имеют подземный или поверхностный сток. Среди сточных озер имеются проточные, через которые протекает река.

Питание озер происходит поверхностными и подземными водами. Расход воды озера осуществляется за счет подземного и поверхностного стока и испарения, часть воды может быть использована в человеческой деятельности.

Гидрологический режим озер во многом совпадает с режимом водохранилищ.

Колебание уровней воды в озерах происходит главным образом при изменении объема воды (прихода и расхода), а также при движении водной массы. Величина колебаний уровня во многом зависит от площади и характера берегов озера.

Течения на озерах возникают под воздействием впадающих и вытекающих рек, вследствие неравномерного нагревания и охлаждения масс воды и под влиянием ветра. Для судоходства имеют значения лишь постоянные течения, вызываемые реками. Однако скорость этих течений невелика и редко достигает 1 км/ч.

Условия судоходства на озерах подобны условиям плавания в прибрежных морских районах.

2.9 Морские устья рек

Устья крупных рек, впадающих в моря, находятся на стыке речных и морских путей, поэтому они имеют большое значение для судоходства и хозяйственной деятельности человека. В устьях расположены многие крупные морские и речные порты.

Речные воды, поступающие в моря, выносят значительное количество наносов. Наносы, осаждаясь в устьях, создают песчаные подводные отмели и формируют устья **различных видов**.

Широкое морское устье реки с большим количеством островов называют дельтой. Судоходство в таких устьях из-за малых глубин, узкостей и переменчивости фарватера затруднительно.

Губа – это устье в виде широкого и длинного залива моря. Обладая в большинстве случаев значительными глубинами данный вид устьев удобен для судоходства.

Лиман – широкое устье реки, впадающей в море, не имеющее приливов (рисунок 2.37). Лиманы бывают *открытые* – соединенные с морем, и *закрытые* – отделенные от моря косой.



Рисунок 2.37 – Схема морских устьев Днепра и Южного Буга

Эстуарий – значительно расширенное и глубокое устье реки, впадающей в море, которое имеет приливы. Обычно, такой вид устьев обладает значительными глубинами и доступны для крупных морских судов.

Морской берег как непосредственно в самих устьях, так и вблизи них непрерывно меняется. Это происходит по причинам гидрологического характера или под влиянием гидрометеорологических явлений (волн, течения, льдов, ветра, осадков, резких изменений температур воздуха и воды).

Выделяют следующие основные **береговые образования**.

Лагуна – небольшой и неглубокий залив, отделенный от моря сплошной наносной полосой или сообщаемый с ним узким протоком – гирлом.

Гирла – это рукава или протоки в дельтах крупных рек. Гирлами также являются проливы, соединяющие лиманы и лагуны с морем.

Бухта – небольшой залив, защищенный от волнения береговыми мысами, выступающими в море.

Пересыпь представляет собой скопление наносов в устье лиманов, в узких бухтах или лагунах.

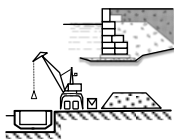
Стрелка – скопление наносов аналогичное пересыпи, но вытянутое вдоль берега на значительном расстоянии (иногда до сотни километров).

К о с а – выступающая в море низменная намывная полоса суши.

Л а й д а – низменный берег с большой песчаной прибрежной отмелью.

Ш х е р ы – прибрежный водный район с большим количеством небольших островов, скал и камней.

В устьях рек наблюдаются периодические и непериодические колебания уровней воды. К периодическим относятся подъемы и спады уровня под влиянием приливообразующих сил. Непериодические зависят от неравномерности стока рек, сейсмических явлений, осадков, водообмена с другими водоемами, а также нагонов и сгонов воды под воздействием ветра.



3

ИНФРАСТРУКТУРА ПРИБРЕЖНЫХ ПУНКТОВ

3.1 Прибрежные пункты. Классификация и назначение портов

Прием грузов, погрузка их на суда и посадка пассажиров для перевозки водным транспортом, выгрузка грузов из судов, выдача их получателям и высадка пассажиров, а также передача груза, доставленного по водному пути на смежные виды транспорта и наоборот, производятся в **прибрежных пунктах**. В зависимости от характера и рода деятельности эти пункты подразделяются на порты, пристани и остановочные пункты.

Портом называется береговой пункт, оборудованный причальными устройствами, береговыми сооружениями и техническими средствами, необходимыми для осуществления грузовых работ, хранения и перевалки грузов, комплексного обслуживания флота, а также обслуживания пассажиров.

Пристань – прибрежный пункт, принимающий и выдающий грузы, багаж, производящий посадку и высадку пассажиров, оборудованный соответствующими техническими средствами для выполнения своих функций.

Остановочный пункт – прибрежный пункт, производящий посадку и высадку пассажиров, а также прием и выдачу багажа. Остановочные пункты оборудуются простейшими средствами для причала судов.

Основное назначение порта заключается в передаче грузов с водного транспорта на сухопутный (рисунок 3.1).

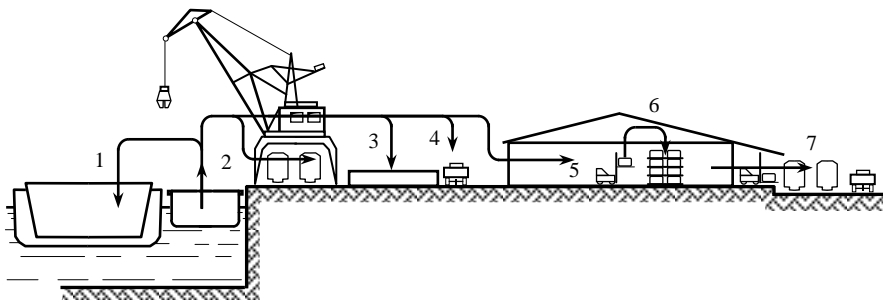


Рисунок 3.1 – Схема основных грузовых операций в порту

Прибывающие на судах грузы или перегружаются непосредственно на железнодорожный 2 и автомобильный 4 транспорт (прямой вариант перегрузки по схемам соответственно «судно-вагон», «судно-автомобиль») или на открытые площадки 3 и в крытые склады 5, где грузы сортируют и укладывают в штабеля 6, а в последующем передают на сухопутный транспорт 7.

В крупных устьевых портах применяется прямой вариант перегрузки по схеме «судно-судно» между речным и морским судном 1.

В порту производится широкая номенклатура операций по передаче грузов на сухопутные виды транспорта и наоборот. Различают следующие **виды портовых операций**: грузовые, пассажирские, технические и коммерческие.

Грузовые операции: выполнение перегрузочных работ и внутрискладских работ по подготовке помещений для приема, хранения и отправления грузов.

Пассажирские операции: оформление билетов; прием, выдача, хранение багажа: посадка и высадка пассажиров.

Технические операции: прием, отправление судов и обрабатываемых портом железнодорожных составов и средств автотранспорта; расстановка транспортных средств для выполнения погрузочно-выгрузочных операций; экипировка судов; мелкий ремонт транспортного флота; отстой судов.

Коммерческие операции: информация о прибытии груза, оформление документов по приему, выдаче, хранению, перевозке, выгрузке грузов; подготовка договоров, актово-розыскная работа, рассмотрение претензий.

Рассматривая все прибрежные пункты с прилегающей акваторией, объединяемые общим названием «порты», следует прежде всего обратить внимание на их большое разнообразие. Поэтому порты классифицируются по ряду признаков.

Основными классификационными признаками портов являются: назначение, экономическое значение, географическое положение, годовая продолжительность эксплуатации, отношение к уровню воды, отношение к международной торговле.

По назначению порты можно подразделить на транспортные, военные, промысловые и порты-убежища.

Транспортные порты, предназначенные для передачи грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой, могут быть разделены на порты *общего назначения*, в которых перерабатываются самые различные грузы и пересаживаются пассажиры, и порты *специальные*, предназначенные для переработки какого-либо одного рода груза.

Военные порты или базы флота предназначены для обслуживания военно-морского флота. Они характеризуются наличием больших рейдов, бассейнов для ремонта судов, специальных складов военного снаряжения и продовольствия.

Промысловые порты, из которых наибольшее развитие получили рыбные порты, оборудуются складами-холодильниками и имеют в своем составе перерабатывающие предприятия. Такие порты, являясь базами промыслового флота, располагают, как правило, и собственными судоремонтными устройствами.

Порты-убежища, как это видно из названия, предназначены для укрытия во время шторма судов, которые не рассчитаны на действие крупных волн. Как правило, для портов-убежищ используют естественные бухты и лагуны, производя в них минимальный объем дноуглубительных работ для создания рейдов. В некоторых случаях для создания защищенных рейдов возводят оградительные сооружения (порт Адамовка на Днепре). Максимальное расстояние между портами-убежищами определяется из условия, чтобы суда и плоты могли достичь их, находясь в любой точке судоходной трассы, с момента получения сигнала о подходящем шторме. К портам-убежищам следует отнести и специальные огражденные акватории у судопропускных сооружений в верхних бьефах водохранилищ (так называемые аванпорты), где суда отстаиваются в ожидании шлюзования в нижний бьеф или выхода в водохранилище.

По значению для экономики страны основным классификационным признаком порта являются размеры выполняемой портом работы.

В зависимости от **размеров выполняемого грузооборота и пассажирооборота** все порты подразделяются на несколько категорий. По категории порта определяются: административная структура порта и его эксплуатационные штаты, размеры ассигнований на его эксплуатацию и ремонтные работы, объемы работ по его развитию, класс основных сооружений, отметки территории и расчетные уровни воды.

Расчетная величина суточного грузооборота порта может быть охарактеризована зависимостью

$$q_{\text{сут п}} = \frac{Q_{\text{год}} k_{\text{мес}} k_{\text{сут}}}{N_{\text{нав}}}, \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовой грузооборот порта, т;

$k_{\text{мес}}, k_{\text{сут}}$ – коэффициенты соответственно месячной и суточной неравномерности прибытия и отправления груза;

$N_{\text{нав}}$ – длительность навигации для данного порта, сут.

По географическому положению различают порты: речные, водохранилищные, устьевые, береговые, лагунные и островные.

Речные порты, в зависимости от расположения на реке, подразделяют на *русловые*, вся акватория которых и причальный фронт находятся непосредственно в русле реки (рисунок 3.2, *а*) и *внерусловые*, или *затонные*, в которых акватория и причальный фронт находятся в естественном затоне или в искусственном ковше (рисунок 3.2, *б*) – в последнем случае порт называют *ковшовым*.

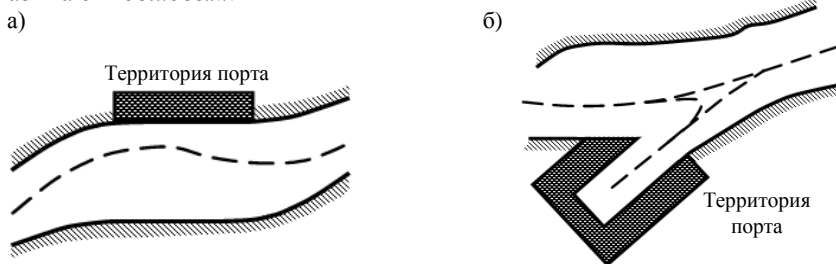


Рисунок 3.2 – Схемы расположения речных портов:
а – руслового; *б* – внеруслового (затонного)

Водохранилищные порты располагаются в верхних бьефах водохранилищ. Волны во время шторма могут достигать на этих участках значительной высоты. Поэтому водохранилищные порты так же, как и морские, имеют оградительные сооружения, защищающие рейды и причалы от волнения. Такие порты являются одновременно портами-убежищами.

Устьевые порты характерны тем, что в них сходятся морские и речные водные пути. Портовые устройства размещаются, как правило, по берегам реки или в вырытых в берегу затонах. При этом порты стремятся разместить на некотором расстоянии от моря, чтобы избежать строительства оградительных сооружений. В некоторых случаях на крупных реках морские порты располагаются на значительном расстоянии от устья и их следует отнести к особому разряду внутренних морских портов, например, Херсонский порт.

Береговые морские порты создаются на открытом морском берегу, и для защиты их акваторий и причалов от волнения приходится строить оградительные сооружения. Длина этих сооружений в портах на песчаных побережьях измеряется километрами. Если порт размещается в естественной, частично защищенной бухте, то длина оградительных сооружений бывает небольшой.

Лагунные порты размещаются в глубине лагун, образовавшихся на песчаных берегах вследствие отложения естественных кос, отделяющих лагуны от моря. Такие порты не нуждаются в защите от волнения, но имеют подходные каналы, на которых необходимо поддерживать глубины, удаляя наносы землечерпанием.

Островные порты, как видно из названия, располагаются на островах и не имеют сухопутной связи с берегом. Они создаются для перевалки грузов с судов одного типа на другие или для приема судов, которые ввиду большой осадки не могут подойти к причалам главного порта.

По годовой продолжительности эксплуатации порты на внутренних водных путях подразделяют на постоянные и временные. Постоянные порты эксплуатируются в течение всей навигации. Временные сезонные порты функционируют только часть навигации, что обуславливается гидрологическими условиями (продолжительностью периода высокой воды, когда возможен подход судов к причалам) или сезонностью груза (например, продукции сельского хозяйства).

По отношению к уровню воды морские порты бывают открытые и закрытые. Закрытые морские порты располагаются в бассейнах, отделенных от моря шлюзами или полушлюзами. Благодаря этому, на закрытой акватории путем поддержания повышенного уровня воды снижается амплитуда приливных колебаний, что значительно удешевляет строительство причальных сооружений и облегчает обработку судов.

По отношению к международной торговле морские порты разделяются на порты мирового, международного и внутреннего значения.

Порты мирового значения являются центрами мировой торговли и принимают суда, плавающие по всем морям и океанам. Порты международного значения принимают суда, плавающие в пределах того бассейна, на котором расположен сам порт. Порты внутреннего значения, или каботажные порты, обслуживают внутренние перевозки между портами одной страны.

3.2 Основные элементы порта

Для выполнения основной задачи по передаче грузов и пассажиров с одного вида транспорта на другой порт должен располагать комплексом инженерных сооружений и соответствующим оборудованием. Так как в порту сочетаются водный и сухопутные виды транспорта, то любой порт должен иметь водную площадь, называемую акваторией порта, и примыкающую к нему сухопутную площадь – территорию порта.

По составу основных элементов морские, водохранилищные и речные порты несколько различаются между собой. Схематически состав и расположение основных устройств морского (водохранилищного) порта представлен на рисунке 3.3, речного внеруслового – на рисунке 3.4.

У морских или водохранилищных портов выделяются следующие основные элементы.

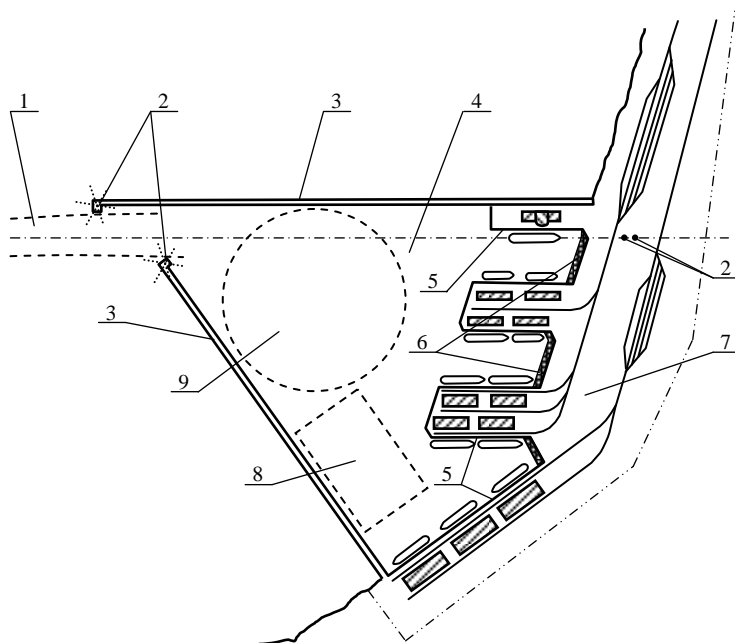


Рисунок 3.3 – Схема морского порта:

1 – подходный канал; 2 – знаки навигационной обстановки; 3 – внешнее оградительное сооружение; 4 – акватория порта; 5 – причальный фронт; 6 – берегоукрепительные сооружения; 7 – территория порта; 8 – перегрузочный рейд; 9 – навигационный рейд

Подходный канал необходим для обеспечения достаточных глубин на участке от моря или водохранилища до акватории порта. У портов, расположенных на крутых побережьях, подходные каналы отсутствуют благодаря естественным глубинам, достаточным для прохождения судов в порт и обратно.

Для безопасного направления движения судов при подходе их к порту служит судоходная обстановка.

Внешние оградительные сооружения, как это видно из самого названия, ограждают акваторию порта в первую очередь от волнения и отчасти от заносимости и движущегося льда.

На морях и водохранилищах во время шторма волны достигают высоты нескольких метров. Такие волны не представляют особой опасности для судов соответствующих разрядов плавания в открытом бассейне, однако стоянка судов у причалов при сильном волнении – далеко не безопасна. Поэтому, если у порта не имеется естественной защиты от волн, то при его проектировании на море или на водохранилище обязательно предусматривают оградительные сооружения.

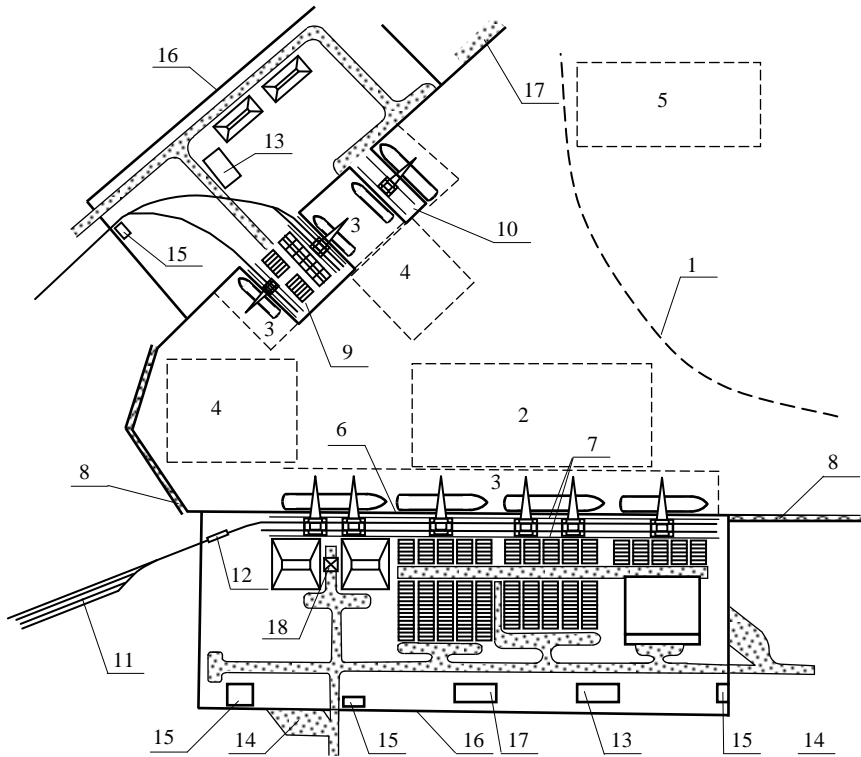


Рисунок 3.4 – Схема расположения устройств в речном порту ковшового типа:

- 1 – линия судового хода; 2 – сортировочный рейд; 3 – причальный рейд; 4 – навигационные рейды; 5 – рейд ожидания; 6 – причальная набережная; 7 – подкрановые пути;
 8 – укрепленная линия естественного берега; 9 – широкий пирс; 10 – узкий пирс;
 11 – портовый железнодорожный парк; 12 – весовой путь; 13 – административные и бытовые здания; 14 – стоянка для автомобилей; 15 – проходы; 16 – ограждение устройств порта; 17 – линия естественного берега; 18 – бункер

Акватория порта состоит из рейдов – площадей водной поверхности, отведенных для выполнения судами определенных операций. Площадь акватории, ограниченная окружностью, которая служит для разворота судов, носит название навигационного рейда.

В морских портах, в некоторых случаях, суда перегружаются на акватории. Для этой цели имеется особый участок акватории, называемый перегрузочным рейдом. Здесь, при помощи плавучих перегрузочных машин, грузы из крупных судов перегружаются в малые суда (или наоборот).

Полоса воды у причалов, где стоят суда при производстве перегрузочных операций, называется причальным рейдом.

Береговая линия, примыкающая к акватории порта, в большей своей части представляет собой причальный фронт, у которого швартуются и обрабатываются суда. Участки берега, не занятые причалами, имеют специальные берегоукрепления, предохраняющие берег от эрозии, результатом которой может быть не только разрушение берега, но и заносимость акватории у причалов.

Причальный фронт и берегоукрепления окаймляют территорию порта, на которой размещаются как основное его оборудование и сооружения (склады, погрузочно-разгрузочная техника, нефтехранилища и др.), непосредственно участвующее в передаче грузов с одного вида транспорта на другой, так и вспомогательные здания, сооружения, оборудование, обеспечивающие нормальное функционирование всего портового хозяйства (энергетическое оборудование, связь, водоснабжение, канализация, ремонтные и служебно-бытовые устройства).

Речные порты (см. рисунок 3.4) характеризуются, прежде всего, отсутствием оградительных сооружений. Если все же иногда речной порт имеет оградительные сооружения, то они служат для защиты порта не от волн, а от движущегося льда.

Состав акватории порта на внутренних водных путях сложнее, чем у морского порта, что объясняется спецификой перевозок, осуществляемых как самоходными, так и несамоходными судами. Составы несамоходных судов, иногда, не могут быть поданы сразу к причалам. Поэтому для размещения прибывающих составов на акватории выделяют сортировочный рейд.

В некоторых портах, расположенных на стыке участков реки с разными гарантированными глубинами, часть судов может перегружаться на акватории – на перегрузочном (оперативном) рейде. В некоторых случаях крупные суда выгружаются не полностью, а лишь паузятся, то есть частично освобождаются от груза для того, чтобы их осадка уменьшилась до величины, позволяющей дальнейшее движение судов по участку с малыми глубинами. Имеются в речных портах и навигационный рейд для разворота судов и причальный рейд.

В портах с незначительными размерами грузооборота (например, в портах Республики Беларусь) деление акватории на рейды – условное.

3.3 Портовые устройства

Все устройства и сооружения в порту можно разделить на гидротехнические, перегрузочные, складские, транспортные, административно-бытовые и специальные.

Гидротехнические портовые устройства обеспечивают непосредственную связь причала и судов, эффективную и долговечную работу всех взаимодействующих узлов. В их состав входят устройства: причальные, отбойные, швартовые, оградительные, берегозащитные.

Перегрузочные устройства обеспечивают выполнение грузовых операций на причале и на плаву (на оперативном рейде) и разделяются на береговые и плавсредства, которые обеспечивают соответственно грузовые операции по схемам «судно-вагон», «судно-склад» и «судно-судно».

Складские устройства можно разделить по назначению (открытые площадки, крытые склады), характеру и времени использования (временные, сезонные, постоянные), характеру складирования (одноэтажные и многоярусные), месту расположения (прикордонные и тыловые).

Транспортные устройства обеспечивают перемещение грузов в зоне порта (внутренний транспорт: автомобили, тележки, электрокары) и за пределами портовых сооружений (внешний транспорт: автомобильный, железнодорожный, речной, морской, трубопроводный, специальный).

Помимо перечисленных устройств немаловажное значение имеют административно-бытовые и специальные портовые устройства.

3.3.1 Гидротехнические устройства

Под портовыми гидротехническими сооружениями понимаются устройства и оборудование, предназначенные для улучшения использования водных путей, безопасной организации портовых работ и обеспечения сохранности портово-пристанского хозяйства.

К гидротехническим устройствам порта относятся причальные, отбойные, швартовые, берегоукрепительные и оградительные сооружения.

Причальными сооружениями называют гидротехнические сооружения, являющиеся основным элементом причала и предназначенные для швартовки и стоянки судов при производстве перегрузочных операций, посадки-высадки пассажиров, снабжения флота.

Причальные сооружения для швартовки и стоянки судов при производстве перегрузочных операций, посадки-высадки пассажиров, снабжения флота.

Причальные сооружения классифицируют *по назначению*: грузовые, пассажирские, специальные; *по планируемому сроку эксплуатации*: постоянные и временные; *по расположению в плане* (рисунок 3.5): фронтальные, пирсовые и бассейновые; *по возможности изменения месторасположения*: стационарные, передвижные; *по конструкции*: гравитационные, в виде тонких стенок, свайной конструкции, эстакады.

Причальные набережные образуют профиль прикордонной полосы и поэтому их классифицируют на вертикальные, полуоткосные, откосные, полувертикальные и двухъярусные (рисунок 3.6).

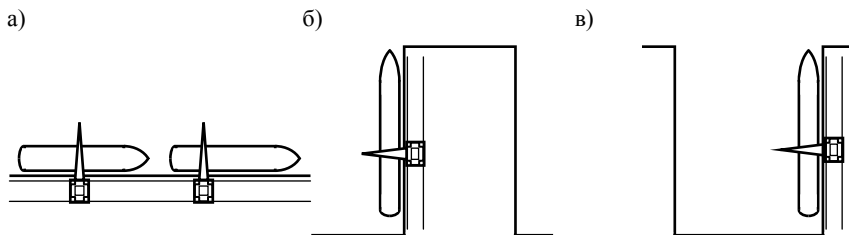


Рисунок 3.5 – Схемы расположения причальных сооружений:
а – фронтальная; *б* – пирсовая; *в* – бассейновая

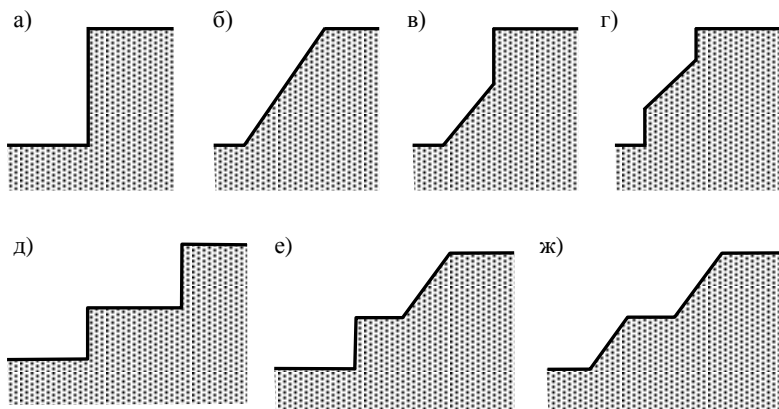


Рисунок 3.6 – Формы причальной набережной:
а – вертикальная; *б* – откосная; *в* – полувертикальная;
г – полукоткосная; *д–ж* – двухъярусные

Вертикальная набережная распространена наиболее широко, так как наиболее удобна в эксплуатации, особенно при производстве перегрузочных работ, но, в свою очередь, более дорогостоящая в сооружении по сравнению с откосными типами набережных.

Причалы откосного типа наиболее просты и часто применяются на реках при больших колебаниях уровня воды.

Полувертикальная форма используется достаточно редко – при возможных резких понижениях уровня воды (аванпорты шлюзов).

Полукоткосная форма причала используется в портах, где акватория характеризуется низкими горизонтами воды.

Двухъярусная форма причальной набережной применяется при значительных амплитудах сезонных колебаний уровня воды.

Гравитационные причальные сооружения представляют собой сооружение из массивных плит, устойчивость которых обеспечивается их собственным весом (рисунок 3.7). Сооружения подобного рода используются в местах, где затруднительно погружение в грунт опор или свай, например, при скальных грунтах, при наличии значительного количества валунов.

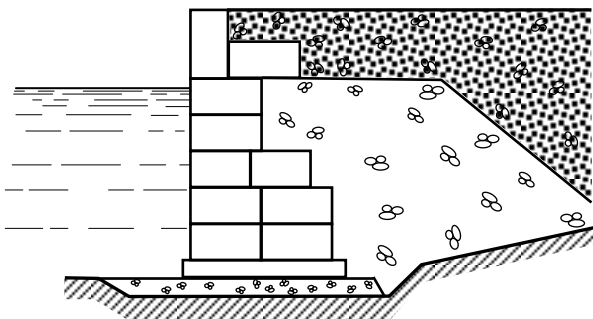


Рисунок 3.7 – Схема причальных сооружений гравитационного типа

Больверки (причальные сооружения в виде тонких стенок) представляют собой ряд железобетонных или металлических свай, погруженных в грунт вплотную одна к одной (рисунок 3.8).

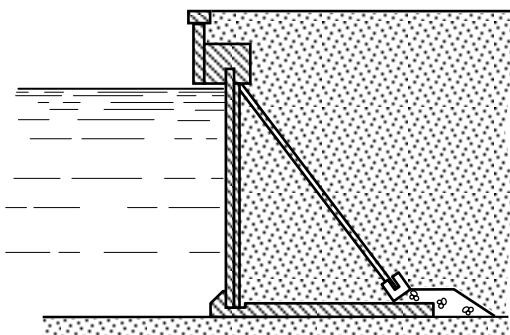


Рисунок 3.8 – Схема причальных сооружений в виде тонких стенок (больверк)

К набережным свайной конструкции (рисунок 3.9) относят причалы, сооружаемые из высоко возвышающихся над уровнем дна одиночных свай, связанных между собой и образующих территорию причала.

Иногда, в местах со значительным колебанием уровней воды или с систематическим переформированием русла реки, или в качестве временных причальных сооружений используются плавучие причалы.

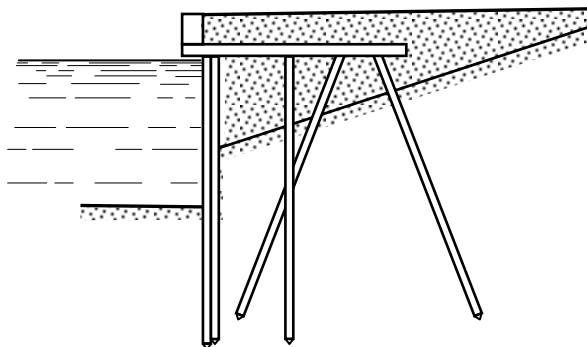


Рисунок 3.9 – Схема причальных сооружений свайной конструкции

В ряде случаев плавучие причалы в виде дебаркадеров, понтонов, барж-площадок располагают на акватории порта. Такие причалы называют рейдовыми.

В процессе обработки флота в речном или морском порту необходимо, чтобы его причальные сооружения не подвергались ударам и навалам со стороны судов, а крепление судна во время швартовки было надежным. Для этих целей причальные сооружения оснащают отбойными устройствами и швартовными приспособлениями.

Отбойные и швартовные устройства
Отбойные устройства предназначены для смягчения удара во время привала судов к причалу и предохранения, как причальных сооружений, так и судов от повреждения.

Все отбойные устройства должны обладать упругостью для смягчения удара, иметь гладкую поверхность (так как выступы могут нанести повреждения судну), быть удобными для швартовных операций.

Отбойные приспособления бывают двух принципиальных типов: в виде жестких конструкций и амортизирующие. *Жесткие* отбойные приспособления (рисунок 3.10, а) практически полностью передают нагрузки от приваленного судна причальному сооружению, в то время как *амортизаторы* поглощают часть энергии движущегося судна и снижают усилия, передающиеся от судна на причал. Наибольшее распространение получили амортизаторы с резиновыми элементами различной конфигурации (рисунок 3.10, б–д), пневматические устройства (рисунок 3.10, е) и гидropневматические устройства (рисунок 3.10, ж).

Существует несколько конструкций отбойных устройств: палы, отбойные стенки, отбойные деревянные рамы, кранцы и др.

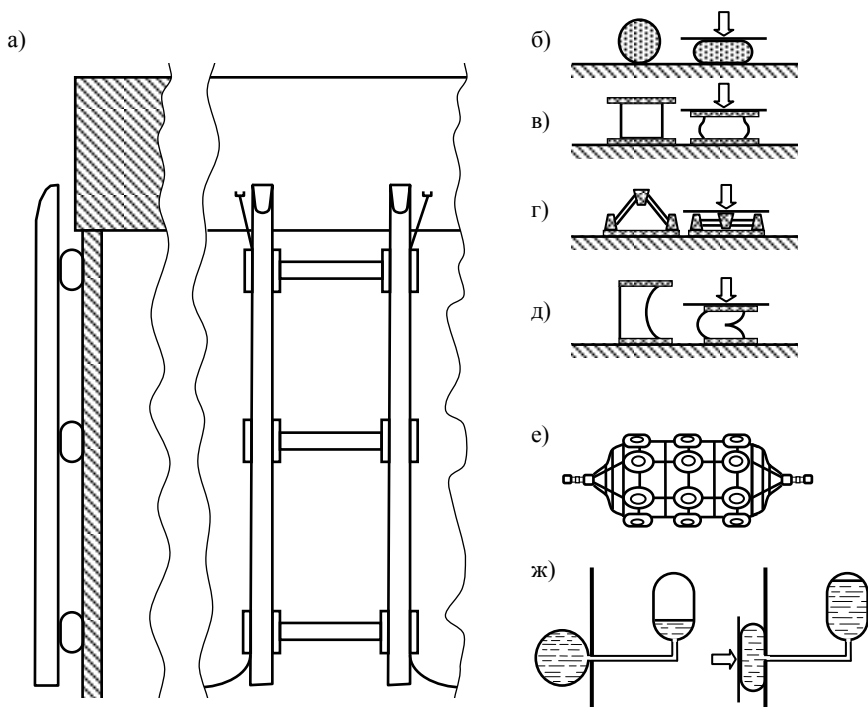


Рисунок 3.10 – Схемы отбойных портовых устройств:

а – жесткого типа; б–д – амортизирующего типа; е – пневматические; ж – гидропневматические

Отбойные палы бывают двух типов – несколько свай (не менее трех), наклонно прибитых к средней, находящейся в вертикальном положении (жесткие палы), или несколько вертикально забитых свай, связанных между собой (упругие палы).

Отбойные стенки представляют собой палы, попарно соединенные между собой и размещаемые на некотором расстоянии друг от друга.

Отбойные брусья крепят в вертикальном положении к лицевой грани набережной стенки, что обеспечивает плавное перемещение судна по вертикали вследствие изменения уровня воды или осадки судна во время производства грузовых работ. Брусья изготавливают из твердых пород дерева.

Кранцы являются мобильным типом отбойного приспособления и состоят из веревочных сеток, заполненных мягким материалом, например пенькой, резиновых труб, гирлянд отработанных автопокрышек и др. Они прикрепляются к набережной стенке и по мере изменения уровня воды поднимаются, опускаются.

Швартовные приспособления – рымы, причальные тумбы, скобы и плавучие причальные бочки (рисунок 3.11) – предназначены для крепления судна к причальному сооружению во время стоянки.

Рым представляет собой железный стержень, вмонтированный в причальное сооружение, сквозь ушко которого продето железное кольцо. Подаваемые с судна швартовные снасти закрепляются за это кольцо. Рымы размещают таким образом, чтобы они не выходили за наружные габариты отбойных устройств.

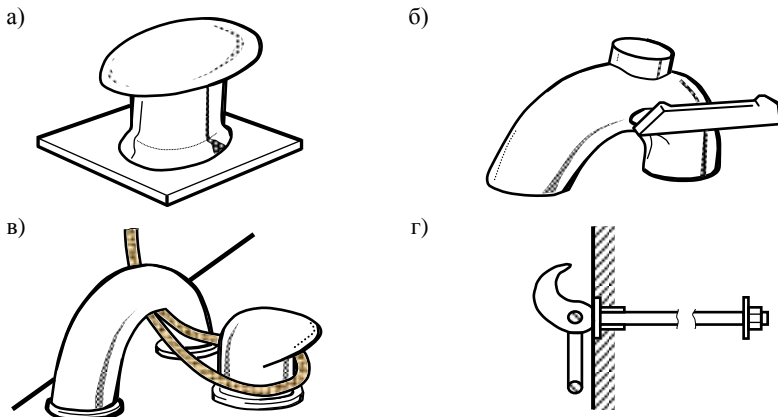


Рисунок 3.11 – Швартовные устройства:
а – тумба; б – скоба; в – скоба с тумбой; г – рым

Тумбы и *скобы* используют для швартовки крупных судов. Они выполняются из металла и надежно крепятся к стенке причала. Если стенки причала массивные, то тумбы устанавливают не только наверху, но и в нишах, находящихся на соответствующих уровнях.

Для швартовки судов на рейде или в портах-убежищах служат *швартовные бочки*. Швартовная бочка представляет собой стальной корпус, внутри которого закреплена стальная труба, возвышающаяся над уровнем воды. Бочки на рейдах закрепляются якорями.

Оградительные устройства защищают акваторию порта от внешних воздействий волн, течения реки, штормов, ледохода и т. д. К ним относятся молы и волноломы.

Оградительные и берегоукрепительные устройства

Мол – гидротехническое оградительное сооружение, предназначенное для защиты акватории порта от волнения, примыкающее одним концом к берегу.

В крупных морских портах мол, одновременно, может служить для размещения причалов и перерузочных устройств.

В морских портах, расположенных на открытом берегу, иногда сооружают два сходящихся или параллельных мола с воротами между ними (парные молы). Если порт расположен в бухте, берега которой частично защищают акваторию от ветра и волн, обычно ограничиваются одним молотом. Конструкция и тип мола в основном определяются гидрологическим режимом и геологическими условиями района расположения порта.

Различают молы:

- откосного типа, сооружаемые наброской из камня или бетонных массивов;
- вертикального типа в виде стенок, возводимых из каменной кладки, бетонных или железобетонных массивов;
- комбинированного типа (сочетание первых двух).

Волнолом – гидротехническое сооружение на воде (в море, на озере, водохранилище или реке), предназначенное для защиты береговой линии или акватории порта от волн, течений, льда и наносов.

Различают волноломы гравитационного типа, свайные, плавучие, гидравлические, пневматические, оградительные (окруженные водным пространством) и берегозащитные (расположенные непосредственно у берега).

Берегоукрепительные сооружения предназначены для предохранения естественной линии берега от разрушения волнами, течением и льдом. В качестве таковых в портах используют берегоукрепительные стенки разных видов (рисунок 3.12), которые сооружаются в местах сопряжения основных портовых строений для защиты незастроенных участков береговой линии.

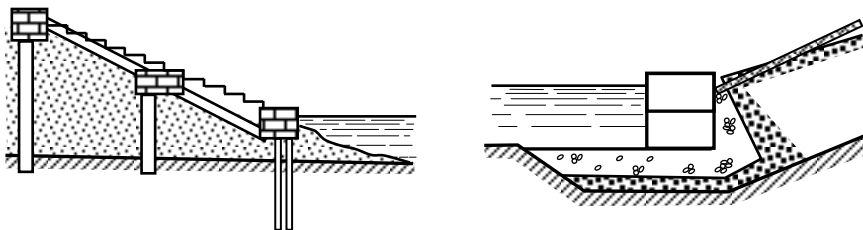


Рисунок 3.12 – Берегозащитные сооружения

Техническая эксплуатация портовых гидротехнических устройств и сооружений включает: установление режима эксплуатации, надзор за его соблюдением, систематические наблюдения за состоянием сооружения, устранение повреждений, составление планов и технической документации на ремонт и паспортизацию, проведение ремонтов и другие мероприятия.

Техническая эксплуатация портовых гидротехнических устройств

Долговечность и надежность гидротехнических сооружений в значительной мере зависят от природных условий. Природными агрессивными воздействиями являются: удар волны, течения, абразивное (истирающее) действие крупнозернистых наносов (песок, галька) и льда, разрушение при замерзании в порах бетона воды и кристаллизация солей в зоне переменного горизонта, химическая коррозия бетона и металла, гидробиологические факторы и др. Агрессивное действие перечисленных факторов присуще в той или иной мере всем видам материалов, применяемых в морском гидротехническом строительстве.

Важным гидрологическим фактором является волнение, имеющее первостепенное значение для внешних оградительных сооружений. Динамическим действием волновой нагрузки и морских течений взмучиваются песок и галька, оказывающие на материалы сооружений истирающее действие. Плавающие льдины при волнении могут создать опасные удары. Механическое действие льда при непринятии мер может привести к повреждениям отдельно стоящих опор.

Кроме указанных агрессивных факторов, быстрому разрушению бетонных и железобетонных элементов способствует низкое качество приготовления и укладки бетона. В процессе эксплуатации одной из основных причин, ускоряющих износ сооружений, является нарушение правил технической эксплуатации – неудовлетворительный надзор, нарушение плановых сроков ремонта. Своевременным устранением замеченных повреждений во многих случаях можно обеспечить нормальную эксплуатацию и достаточную долговечность сооружений.

Повреждения, связанные с эксплуатацией, имеют первостепенное значение для причальных сооружений, испытывающих воздействие складированных грузов, перегрузочного оборудования, рельсового и безрельсового транспорта, а также судов.

Одна из основных задач технической эксплуатации – это соблюдение грузового режима и норм разрешенных нагрузок.

Общая масса складированных по всем зонам грузов называется грузовой вместимостью причала. Если груз распределен равномерно с предельно допустимой интенсивностью для каждой зоны, то говорят о предельной грузовой вместимости причала.

Для повышения эффективности эксплуатации необходимо, с одной стороны, полнее использовать грузовой вместимости причалов, а с другой – научно обоснованными исследованиями выявить имеющиеся резервы несущей способности и путем их реализации повысить нормативные нагрузки. Применение более точных методов определения фактических нагрузок повышает надежность эксплуатации.

Постепенное разрушение материалов под воздействием различных природных (гидрометеорологических, химических), а также эксплуатационных факторов является причиной физического износа конструктивных элементов гидротехнических сооружений.

Воздействие агрессивных факторов на контактную поверхность элементов сооружения не везде одинаково и распределяется по характерным зонам. Самые неблагоприятные условия работы материалов находятся в зоне переменного горизонта воды, где сконцентрировано наибольшее количество разрушающих факторов. Интенсивность разрушения материалов на разных бассейнах неодинакова и зависит в основном от местных условий и естественного режима в районе эксплуатации сооружений.

Значительные трудности вызывают ремонт подводных частей сооружений и участков, расположенных в зоне переменного уровня. Если сооружение работает в сложных геологических и гидрологических условиях, то при ремонте следует систематически наблюдать за его осадкой и горизонтальными смещениями, а также за состоянием прилегающих к сооружению участков территории и дна акватории.

Классификация видов ремонта портовых гидротехнических сооружений идентична классификации ремонта флота и включает текущий, капитальный и аварийный.

При текущем ремонте ликвидируют начальные деформации, устраняют незначительные повреждения и дефекты в отдельных конструктивных элементах, не влекущие за собой снижения основных эксплуатационных характеристик сооружения, и проводят различные профилактические мероприятия, необходимые в процессе эксплуатации.

Капитальный ремонт отличается от текущего технической сложностью, большими объемами ремонтных работ, выполнение которых связано с выводом сооружения из эксплуатации на длительный срок. Во время капитального ремонта устраняют крупные дефекты в несущих конструкциях и устройствах, модернизируют их либо выборочно ремонтируют отдельные части сооружения, заменяя дефектные элементы и детали.

Аварийный ремонт применяют в случае, если обнаруживают угрожающие повреждения после воздействия стихийных сил или катастрофических нагрузок на сооружение. Основные документы, характеризующие техническое состояние сооружения, – это материалы периодических обследований, полученные в межремонтный период эксплуатации сооружения, и сведения обо всех изменениях, происшедших за это время (согласно исполнительным чертежам, данным о сроках, объеме и качестве проведенных ремонтов).

Строгое соблюдение сроков проведения текущих ремонтов и обеспечение высокого качества их позволяют удлинить период эксплуатации и значительно сократить расходы на капитальный ремонт.

3.3.2 Перегрузочные устройства

Решение морскими и речными портами поставленных перед ними задач осуществляется техническими средствами для грузовой обработки судов и специальными средствами портового обслуживания. Все виды обслуживания судов в портах должны обеспечить единую задачу – сокращение непроизводительных простоев дорогостоящего флота. Для успешного выполнения этих требований необходимо внедрение комплексной механизации и автоматизации работ.

Виды портовой механизации

В портах применяют **четыре способа производства погрузочно-разгрузочных работ**: ручной, механизированный, комплексно-механизированный и его высшая степень – автоматизированный.

К ручным относят все операции перегрузочного процесса, которые выполняются вручную или при помощи простейших средств механизации – тачек, тележек, домкратов, талей и прочих.

Механизированными считают работы, при которых весь перегрузочный процесс производится машинами, за исключением отдельных операций (начальных, конечных или некоторых вспомогательных), осуществляемых вручную.

При комплексно-механизированном способе все операции перегрузочного процесса (как основные, так и вспомогательные) выполняют машинами и приспособлениями (установками), а труд рабочего сводится к управлению машинами и некоторым вспомогательным работам, в основном непогрузочного характера, например, открывание и закрывание люков вагонов или судов, затворов траншей, сепарация грузов, установка стоек в вагонах и автомашинах.

При автоматизированном способе весь перегрузочный процесс, включая и управление им, выполняется машинами, а роль человека заключается в настройке технологической линии на определенный режим и контроле за работой машин.

Для погрузки-выгрузки судов, сухопутного подвижного состава и перегрузочных работ на складах в портах используются также простейшие средства механизации: перегрузочный инвентарь, перегрузочные машины и внутрипортовый транспорт.

Простейшие средства механизации – это простые механизмы или приспособления, которые значительно облегчают перемещение груза: тачки, ручные лебедки, домкраты, блоки и др. Применение их содействует увеличению производительности труда рабочих.

Они разделяются на средства вертикального или наклонного перемещения (самотечные трубы, винтовые спуски, блоки), горизонтального (катки, тачки, тележки) и смешанного (ручные тельферы, роликовые ломы).

Перегрузочный инвентарь – это такие простейшие приспособления, которые не снижают мускульную нагрузку, а только облегчают условия работы, как тачки, носилки, совки, ведра и другие приспособления.

Основными задачами комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ являются следующие:

1) сокращение простоев флота, вагонов и автомобилей под обработкой в порту. При этом повышается провозная способность подвижного состава, сокращаются капитальные вложения и эксплуатационные расходы в транспортные средства, повышается производительность труда плавсостава;

2) повышение производительности труда портовых рабочих путем повышения уровня механизации, совмещения профессий, улучшения организации перегрузочного процесса. При этом наблюдается экономия фонда оплаты труда персонала и фондов, связанных с ним;

3) снижение физической нагрузки на персонал, снижение уровня травматизма и профессиональных заболеваний, обеспечение благоприятных условий труда;

4) снижение капитальных вложений в инфраструктуру портов путем повышения пропускной способности причалов, складов, погрузочных и разгрузочных путей, улучшения использования технических средств;

5) снижение себестоимости перегрузочных работ в результате сокращения эксплуатационных расходов и повышения производительности погрузочно-разгрузочного оборудования;

6) обеспечение сохранности и качества перегружаемого груза путем внедрения прогрессивных технологических решений, при которых ликвидируются или снижаются потери груза вследствие распыления, дробления, снижения качества, повреждения тары, упаковки и самого груза.

Для ускоренного и эффективного повышения уровня комплексной механизации и автоматизации необходимо выполнение ряда условий:

– оборудование портов комплексом современных перегрузочных средств в оптимальном количестве;

– создание в порту инфраструктуры наиболее полно отвечающей перспективным требованиям автоматизации перегрузочных процессов;

– разработка, внедрение и постоянное совершенствование прогрессивных технологических процессов и приемов перегрузки груза;

– использование логистических технологий перевозки грузов на всем пути следования от производства до потребителя (в том числе, укрупнение грузовых мест, пакетизация, контейнеризация);

– перевозка грузов в подвижном составе, наиболее полно отвечающем требованиям комплексной механизации и автоматизации перегрузочных процессов;

– эффективная организация всего перевозочного процесса;

– достаточное количество квалифицированной рабочей силы.

Для выполнения перегрузочных работ в речных портах применяют различные типы перегрузочных машин. Их многообразие определяется широкой номенклатурой грузов и направлением грузопотоков (отправление или прибытие), различными типами обрабатываемых судов, вагонов и автомобилей, местом выполнения перегрузочных работ – у береговых или плавучих причалов и другими факторами.

Классификация перегрузочных машин

Основными требованиями, которым должны удовлетворять портовые перегрузочные машины, являются надежность, безопасность и удобство в эксплуатации, экономичность, обеспечение сохранности грузов и транспортных средств, экологическая безопасность.

Портовые перегрузочные машины можно классифицировать по двум основным признакам: принципу действия и по назначению. По принципу действия применяемые в портах перегрузочные машины делятся на две группы: периодического (циклического) и непрерывного действия.

Машины периодического действия перемещают груз отдельными партиями, выполняя несколько последовательных операций: захват, подъем и перемещение груза; его опускание и освобождение от захватного устройства; подъем, перемещение и опускание захватного устройства для приема очередной партии груза. Работа такой машины состоит из повторяющихся циклов.

По характеру перемещения груза машины периодического действия условно можно подразделить на три подгруппы: с одним рабочим движением – подъемом груза (подъемные лебедки, лифты, наклонные платформенные и ковшовые подъемники); с несколькими рабочими движениями – подъемом и горизонтальным перемещением груза (краны и перегружатели); специальные машины (вагоноопрокидыватели, бульдозеры, тягачи и др.).

Машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком без остановок для захвата и освобождения. В этой группе выделяют машины с тяговым органом и без него.

Машины с тяговым органом – ленточные, пластинчатые, скребковые, винтовые и цепные конвейеры; вертикальные и наклонные элеваторы, бревнотаски, консольно-стреловые отвалообразователи, норийно-конвейерные и роторно-конвейерные перегружатели.

Машины без тягового органа – вибрационные конвейеры, установок пневматического и гидравлического транспорта.

Отдельную группу составляют такие устройства, как бункеры и питатели.

Машины непрерывного действия могут перемещать грузы на значительное расстояние в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях. При этом скорости перемещения обычно выше, чем у машин периодического действия, разгрузка производится в заданной точке.

По назначению и условиям выполнения перегрузочных работ портовые перегрузочные машины подразделяются на основные и вспомогательные.

Основные машины устанавливают на кордоне причала. С их помощью перемещают грузы непосредственно из судов на берег или в обратном направлении.

В качестве основных машин периодического действия в речных портах используют стреловые поворотные краны (портальные, полупортальные, плавучие, башенные и деррик-краны). К этой группе относят также самоходные краны на гусеничном ходу, пневматическом и железнодорожном. В речных портах и на причалах необщего пользования находят применение краны с возвратно-поступательным перемещением грузозахватного устройства: мостовые, консольно-козловые, кабельные, мостокабельные краны, береговые перегружатели и др.

В качестве основных перегрузочных машин непрерывного действия в речных портах применяют; землесосные и черпаковые снаряды для русловой добычи и погрузки в суда, гидрперегружатели для выгрузки этих грузов на берег; пневматические перегружатели для перегрузки зерна и пылевидных грузов; конвейерные машины для погрузки навалочных грузов в суда; роторно-конвейерные и норийно-конвейерные перегружатели для выгрузки из судов навалочных грузов.

Вспомогательные машины используют для выполнения трюмных, складских и вагонных операций. При перегрузке тарно-штучных грузов в качестве вспомогательных машин используют электро- и автопогрузчики с комплектами сменных захватных устройств.

При выгрузке навалочных грузов из судов вспомогательные машины используют для подгребания и зачистки трюма от остатков груза, для образования штабелей груза на тыловых площадках, погрузки его в вагоны и автомобили. В качестве трюмных вспомогательных машин используют малогабаритные бульдозеры, в качестве складских – различные типы кранов, бульдозеры, отвалообразователи, экскаваторы.

При отгрузке навалочных грузов со склада в суда используют обычно краны и бульдозеры. При перегрузке круглых лесоматериалов со склада в полувагоны для выравнивания торцов бревен применяют торцевальные машины.

Из береговых перегрузочных машин периодического действия в речных портах наиболее распространены краны, перегружатели, авто- и электропогрузчики.

Береговые перегрузочные машины периодического действия

Производительностью перегрузочной машины периодического действия называется количество груза, перемещаемого ею в единицу времени (час, смену, сутки, навигацию). Например, часовая производительность такой машины определяется по формуле

$$P_n = \frac{3600q}{T}, \quad (3.2)$$

где q – масса груза, перемещаемого за один цикл, т;

T – продолжительность цикла, с.

В цикл крана входят: захват груза, подъем, поворот, опускание его, отдача и возвращение грузозахватного устройства в исходное положение для очередного захвата груза.

Продолжительность цикла, уменьшение которого, как видно из формулы, способствует увеличению производительности машины, зависит от варианта работ, типа судна, навыков крановщика и стропальщиков и прочих факторов. При выполнении цикла крановщики совмещают отдельные операции, например, подъем груза и поворот стрелы, что снижает величину T .

К **береговым портовым кранам** относятся порталные, полупортальные, мачтовые, гусеничные, пневмоколесные, автомобильные, железнодорожные, мостовые, козловые краны и перегружатели.

Портальные краны – универсальные перегрузочные машины, наиболее распространенные в речных портах. Их используют на перегрузке штучных грузов, контейнеров, навалочных, насыпных и других грузов. Портальные краны, применяемые в портах, могут быть на поворотной платформе (рисунок 3.13) или на колонне. Поворотная часть крана смонтирована на портале 9, который передвигается по рельсам 7 с помощью ходовых тележек 8.

Колея портала при размещении под порталом одного железнодорожного пути равна 6 м, двух – 10,5, трех – 15,3 м. Наибольшее распространение в речных портах получили краны с шириной колеи 10,5 м.

Поворотную платформу 10 крана выполняют вместе с металлическим каркасом, к которому присоединена стрела 2 с хоботом 1. Стрела уравнивается противовесом 5. На платформе смонтированы кабина 11 управления и машинное отделение 6, где размещены механизмы подъема груза и поворота. К каркасу также крепятся оттяжка стрелы 3 и механизм изменений вылета со стреловой тягой 4. Портал передвигается по рельсам, уложенным на железобетонном или свайном основании, с помощью ходовых тележек.

Полупортальные краны отличаются от порталных только своей опорной частью, выполненной в виде полупортала. Их устанавливают на причалах с откосной или полуоткосной стенкой (см. рисунок 3.5). Высокие опоры портала устанавливают на рельс, уложенный по откосу ближе к урезу воды, что позволяет приблизить кран к обрабатываемому судну.

Мачтовые краны (рисунок 3.14) в крупных речных портах применяют для перегрузки тяжеловесных грузов. Грузоподъемность крана составляет 100–300 т, вылет стрелы 30–50 м.

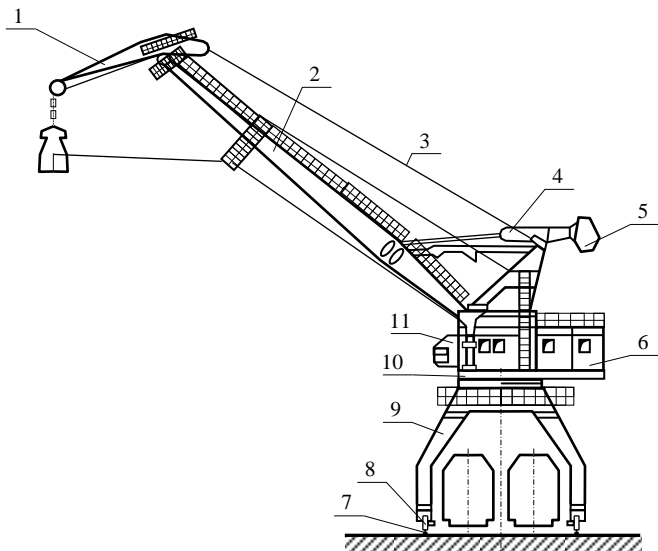


Рисунок 3.13 – Схема портального крана на поворотной платформе

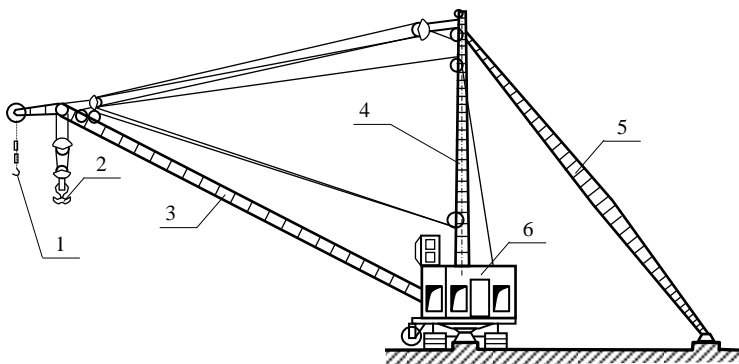


Рисунок 3.14 – Схема мачтового крана

К вращающейся колонне 4 шарнирно прикреплена стрела 3 с главным 2 и вспомогательным 1 грузовыми крюками. Мачта опирается на нижний радиально-упорный подшипник и удерживается от опрокидывания двумя жесткими оттяжками 5. При такой конструкции угол поворота стрелы ограничен до 220° . На платформе в нижней части колонны расположена машинная кабина 6, где размещены механизмы главного и вспомогательного подъемов, изменения вылета стрелы и вращения мачты.

Гусеничные краны в речных портах используют главным образом для погрузки со склада в автомобили и вагоны нерудных строительных материалов или на временных причалах, при небольших грузооборотах в качестве основной перегрузочной машины.

Обычно гусеничный кран (рисунок 3.15, а) представляет собой одноковшовый экскаватор. Сменное оборудование позволяет стрелу с ковшом экскаватора легко заменить стрелой с крюком 1 или стрелой с грейфером. Грузоподъемность крана-экскаватора 5–50 т при вместимости ковша соответственно 0,3–3,0 м³, длина стрелы 7,5–15 м. Ходовая часть крана состоит из двух многоопорных гусеничных тележек. Энергетическая установка может быть дизельной, дизель-электрической или электрической.

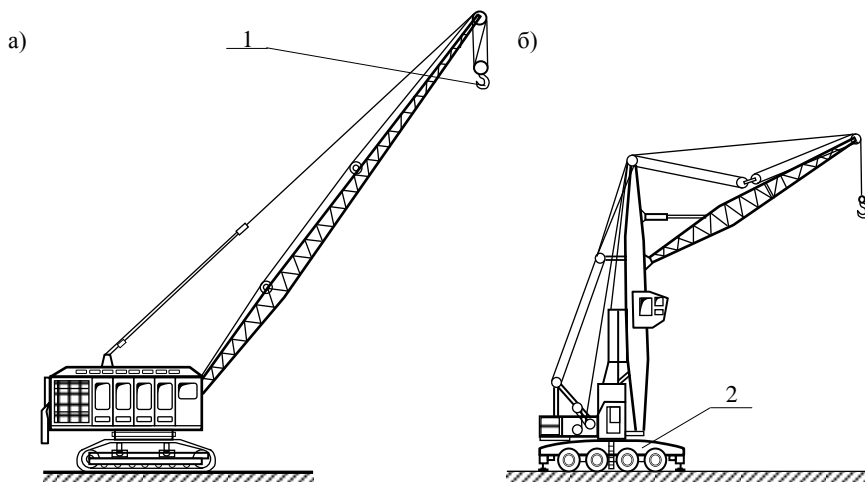


Рисунок 3.15 – Схема кранов:
а – гусеничного; б – пневмоколесного

Пневмоколесные и автомобильные краны различаются в основном конструкцией ходовой части. Пневмоколесный кран (рисунок 3.15, б) монтируют на специальном шасси 2, а автомобильный – на стандартном шасси грузовых автомобилей. В речных портах их применяют для перегрузки контейнеров и тяжеловесных грузов на складах, а на пристанях – для погрузки груза в судно и выгрузки из него.

Железнодорожные краны в некоторых портах используют для перегрузки тяжеловесных грузов в зоне внутриворотных железнодорожных перегрузочных путей. Грузоподъемность этих кранов достигает 100 т и более. Минимальный вылет стрелы крана 4,5–6,0 м, максимальный – 10–15 м и более.

Мостовые краны представляют собой жесткую несущую конструкцию (мост), установленную на колесах. Кран перемещается по рельсам, прокладываемым на эстакадах, опирающихся на колонны или конструкции зданий. По виду моста краны бывают одно- и двухбалочными. На перегрузочных работах применяют двухбалочные электрические краны (рисунок 3.16) грузоподъемностью 5–250 т с пролетом 6–32 м.

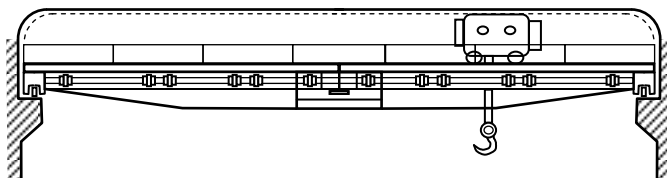


Рисунок 3.16 – Схема мостового крана

У такого крана грузоподъемностью 10 т с пролетом 23 м двухбалочный мост *б* установлен на ходовые колеса *2*. Двигается мост по рельсовому пути, проложенному на эстакаде *1*. По верхнему поясу моста по рельсам двигается грузовая тележка *3* с механизмом подъема *4*.

Кран может быть оборудован крюком *5* или грейфером и грузоподъемным электромагнитом. Управляют механизмами крана из кабины *7*.

Для механизации складских работ применяются также мостовые краны - штабелеры – мостовой кран в сочетании с вилочным погрузчиком.

Козловые краны (рисунок 3.17) представляют собой решетчатую или коробчатую ферму (мост) *2* на высоких опорах (козлах) *1*, передвигающихся на ходовых тележках *3* по наземным рельсам. Козловые краны бывают бесконсольные, с одной и двумя консолями. В речных портах применяют краны с двумя консолями и пролетом до 32 м.

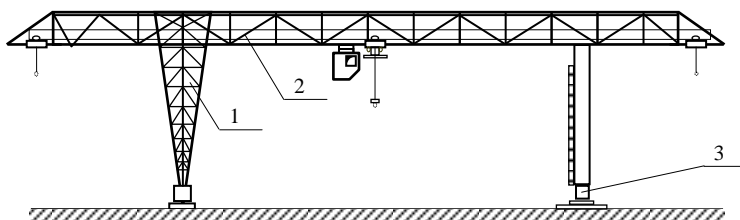


Рисунок 3.17 – Схема козлового крана

Мостовой перегружатель, или перегрузочный мост, имеет пролет более 32 м (до 150 м), грузоподъемность перегружателя – до 32 т, грузовые тележки движутся по нижнему или верхнему поясу фермы моста.

Иногда тележки конструируют с полноповоротной стрелой вылетом 5–6 м, что позволяет обслуживать склад шириной 10–12 м без передвижения перегружателя. Мостовой перегружатель (рисунок 3.18) может быть оборудован ленточными конвейерами 2, на верхнем поясе перегружателя установлен катучий поворотный кран 1. Такой перегружатель эффективен на перегрузке навалочных грузов.

Береговой перегружатель представляет собой катучий мост на двух высоких опорах. В настоящее время их применяют на причалах перегрузки крупнотоннажных контейнеров и навалочных грузов. По конструкции перегружатели могут быть одно- и двухконсольными.

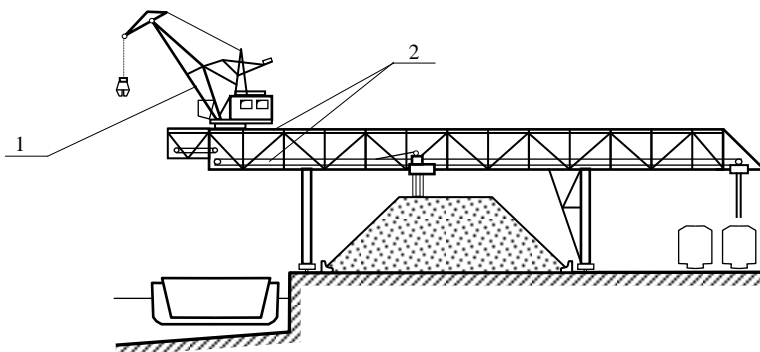


Рисунок 3.18 – Схема мостового перегружателя

Двухконсольный грейферно-бункерный перегружатель (рисунок 3.19, а) состоит из бункера б, опор 1, моста 4, консолей 2, по которым перемещается грузовая тележка 3 с грейфером 5. Сыпучий груз может перегружаться через бункер б на ленточные конвейеры 7 или непосредственно в вагон.

Перегружатели для крупнотоннажных контейнеров (рисунок 3.19, б), как правило, оснащены автоматическими контейнерными захватами – *спредерами* 8.

Авто- и электропогрузчики наиболее многочисленны в группе машин периодического действия, применяемых в речных портах.

Погрузчик (рисунок 3.20) – самоходная машина на колесном ходу, оборудованная устройствами для захвата груза, его перемещения, погрузки в транспортные средства или выгрузки и укладки в штабель. Они бывают с приводом от индивидуального источника энергии: двигателя внутреннего сгорания (автопогрузчики) или аккумуляторных батарей (электропогрузчики).

Для погрузки навалочных грузов в автомобили и вагоны в портах применяют ковшовые погрузчики, а для перемещения этих грузов на складе – бульдозеры, выполненные на базе гусеничных тракторов.

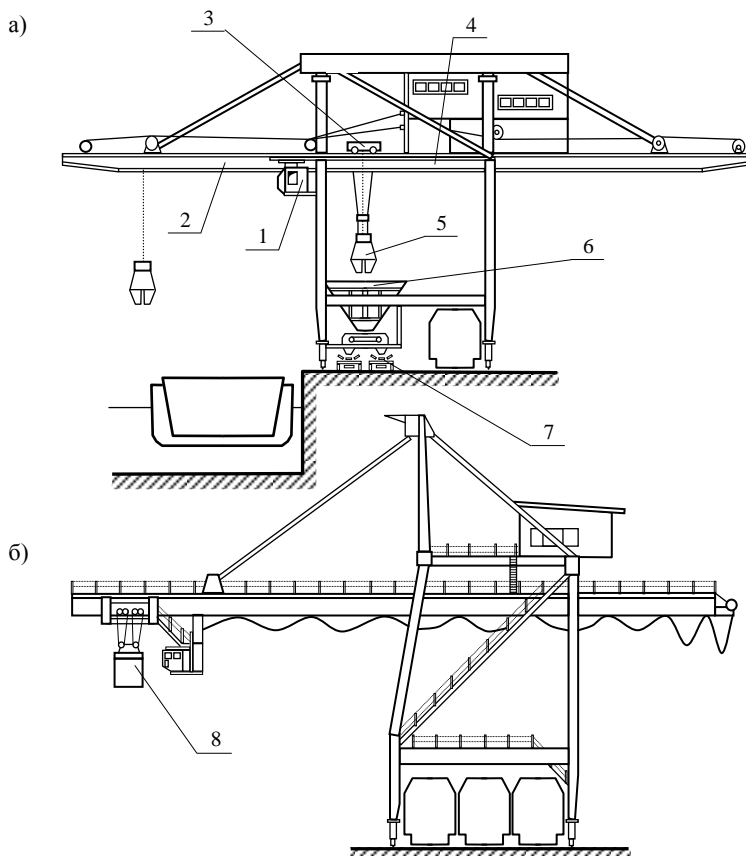


Рисунок 3.19 – Схемы перегружателей:
а – грейферно-бункерного; б – контейнерного

По назначению погрузчики бывают универсальные (для работы с широкой номенклатурой грузов в различных условиях) и специальные (для перегрузки и транспортирования длинномерных, крупногабаритных грузов, работы в трюмах судов, загрузки и выгрузки в контейнеры, штабелирования на большую высоту).



Рисунок 3.20 – Схема электропогрузчика

К машинам периодического действия принадлежат также вагонопрокидыватели, предназначенные для выгрузки из вагонов сыпучих грузов. Производительность их очень велика и составляет обычно 1800–3000 т/ч.

Из перегружочных машин непрерывного действия в речных портах применяют различные типы конвейеров, элеваторов, пневматических установок и их различных сочетаний.

Береговые перегружочные машины непрерывного действия

В общем виде формула для определения производительности машины непрерывного действия

производительности машины непрерывного действия

$$P_n = 3,6q'v, \quad (3.3)$$

где q' – масса перемещаемого груза, размещаемого в среднем на одном погонном метре ленты, кг;

v – скорость движения рабочего органа (ленты), м/с.

Конвейер – машина непрерывного действия с рабочим органом, перемещающим сыпучие грузы непрерывным потоком, а штучные – с определенными интервалами. В зависимости от тягового органа различают конвейеры ленточные, пластинчатые, цепные, скребковые и винтовые. В портах наиболее распространены ленточные конвейеры, обеспечивающие горизонтальное и наклонное перемещения сыпучих, навалочных и тарноштучных грузов. Конвейеры бывают стационарные и передвижные.

В стационарном ленточном конвейере (рисунок 3.21) на станине (раме) 10 натянута лента 4 между приводным 6 и натяжным 2 барабанами. Лента опирается на верхние и нижние роликовые опоры 5. Приводной барабан, сообщаящий ленте поступательное движение, приводится во вращение от электродвигателя через редуктор приводной станции 8. Натяжной барабан дает ленте постоянное натяжение посредством грузового 1, винтового или лебедочного механизмов. Груз поступает на верхнюю рабочую ветвь ленты через загрузочное устройство 3 (их может быть несколько). Выгружается груз через приводной барабан и разгрузочные устройства 7. Для очистки поверхности ленты от частиц груза предусмотрено очистное устройство 9.

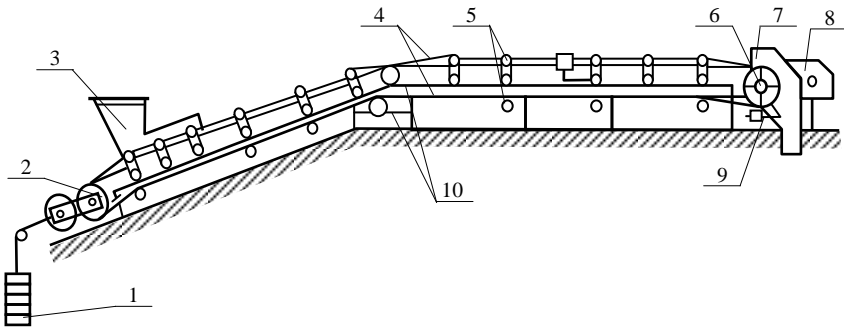


Рисунок 3.21 – Схема стационарного ленточного конвейера

Передвижной ленточный конвейер на колесном ходу применяют при небольшом объеме перегрузочных работ, выполняемых в разных местах порта или пристани.

Принцип их работы аналогичен принципу работы стационарного конвейера. Отличительная особенность – возможность перемещения к тому или иному месту работы.

Для укладки навалочных грузов в штабеля на больших складах применяют отвалообразователи (рисунок 3.22).

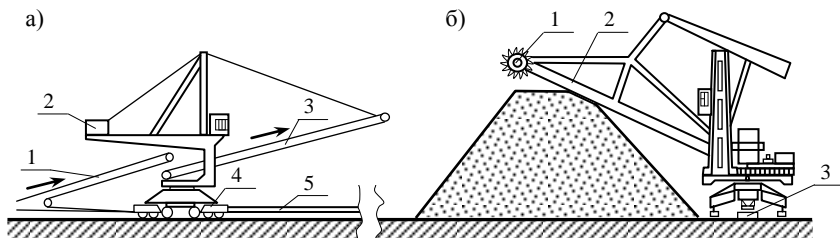


Рисунок 3.22 – Схема машин для работы со штабелем насыпного груза:
а – отвалообразователь; б – роторно-конвейерная машина

Отвалообразователь с поворотной стрелой (см. рисунок 3.22, а) имеет основание, опирающееся на четыре ходовые тележки 4, установленные над стационарным конвейером 5. Перемещается он вдоль основания по рельсовому пути. На поворотной части 2 шарнирно закреплена консольная конвейерная стрела, размещены мачтовое устройство и механизм поворота и подъема-опускания стрелы.

Груз, поступающий на склад по стационарному конвейеру 4 через сбрасывающую тележку, передается на ленту консольного конвейера стрелы 3 и сбрасывается в штабель.

Наиболее универсальной для работы на складе является роторно-конвейерная машина (см. рисунок 3.22, б), которая может подавать груз в штабель и отгружать его из штабеля. В отличие от отвалообразователя у нее на конце стрелового конвейера имеется заборный орган 1 в виде роторного колеса с самостоятельным приводом. Груз, забираемый из штабеля посредством ротора, передается на реверсивный конвейер 2, откуда поступает на конвейер 3 и далее в судно или бункер.

Для выгрузки из судов навалочных грузов применяют конвейерные перегружатели (рисунок 3.23): норийно-конвейерные и роторно-конвейерные производительностью до 1500 т/ч. Они могут быть стационарными и передвижными, береговыми и плавучими.

Поднятый из трюма груз поступает на систему ленточных конвейеров, затем на склад или в бункер с последующей отгрузкой на железнодорожный или автомобильный транспорт.

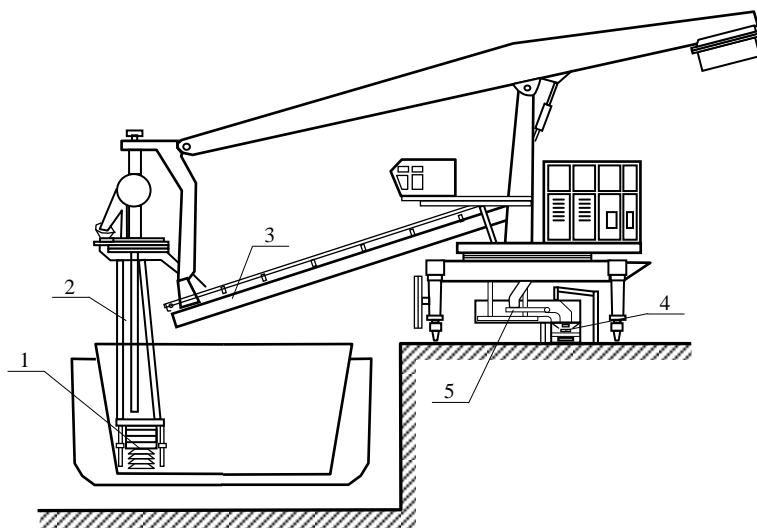


Рисунок 3.23 – Схема роторно-конвейерного перегружателя

Элеватор – машина, предназначенная для перемещения грузов в вертикальном или близком к нему направлении (рисунок 3.24). Для перемещения насыпных грузов применяют ковшовые, а штучных грузов и лесоматериалов – люлечные и полочные элеваторы.

Пневматические установки применяют для выгрузки из судов и вагонов зерна, цемента и других мелкозернистых сыпучих грузов. Принцип их действия основан на перемещении груза в воздушном потоке, создаваемом в трубопроводе под действием напора воздуха вследствие разности давлений в начале и конце трубопровода.

Установки бывают всасывающими, нагнетательными и комбинированными. Во всасывающей установке давление воздуха ниже атмосферного, в нагнетательной – выше (рисунок 3.25).

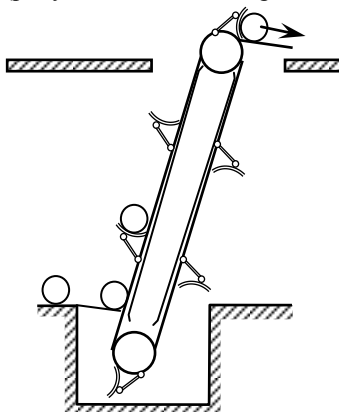


Рисунок 3.24 – Схема элеватора

Во всасывающей установке (см. рисунок 3.25, *а*) при работе вакуумного насоса 8 в системе происходит разрежение. Вследствие этого частицы груза вместе с воздухом через сопло 1 попадают в трубопровод 2 и далее в разгрузитель 4. Здесь из-за большой разницы в размерах сечения трубопровода и разгрузителя скорость потока резко падает и частицы груза выпадают вниз, скапливаются и отводятся через шлюзовый затвор 3. Воздух из разгрузителя 4 поступает в циклон 5, где оставшиеся в воздушном потоке частицы груза под действием центробежных сил прижимаются к внутренней поверхности циклона, оседают вниз и по трубопроводу 9 поступают к шлюзовому затвору 10. Из циклона 5 воздух по трубопроводу 6 идет в фильтр 7, очищается и поступает в вакуумный насос 8, который выбрасывает его в атмосферу.

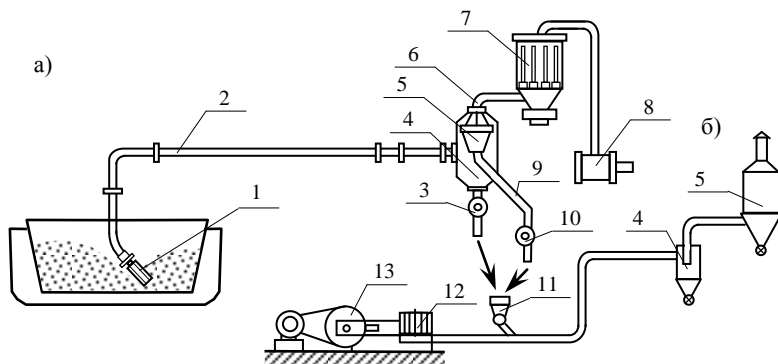


Рисунок 3.25 – Схемы пневмоустановок различных принципов действия:
а – всасывающего; *б* – нагнетательного

В нагнетательной установке (см. рисунок 3.25, *б*) компрессор 13 нагнетает воздух под давлением в трубопровод 12. Груз в струю воздушного потока вводится через загрузочное устройство 11. На месте разгрузки устанавливают разгрузитель 4 и циклон 5. Груз из разгрузителя и циклона отводится через шлюзовые затворы, а воздух после очистки выбрасывается в атмосферу.

На практике часто применяют комбинированную установку (см. рисунки 3.25, *а* и *б*), представляющую собой соединение всасывающей и нагнетательной установок в последовательности. При такой схеме комбинирования груз через затворы 5 и 10 всасывающей пневмоустановки поступает в загрузочное устройство 11 нагнетательной, где перемещается под давлением воздуха.

Пневматические установки непрерывного действия применяются для перемещения: зерна, апатитового концентрата, фрезерного торфа, фосфорной муки, порошковых и мелкокусковых химикатов, угля и прочих грузов.

К плавучим перегрузочным машинам, используемым в портах, относят плавучие краны и перегружатели, земснаряды.

Плавучие перегрузочные машины

Плавучий кран – полноповоротный стреловой кран (рисунок 3.26), установленный на плавучем несамоходном или самоходном понтоне 2. Поворотная часть 1 крана выполнена по такой же конструктивной схеме, как у порталного крана. Такие краны широко используются для выгрузки из судов различных грузов в пунктах с малым грузооборотом, где сооружать капитальные причалы нецелесообразно. Их применяют также для русловой добычи и погрузки в суда песка и песчано-гравийной смеси и для перегрузочных работ на плаву по варианту «судно-судно».

Плавучие краны строят несамоходными и самоходными. Последние в портах применяют редко, обычно в тех случаях, когда для перегрузочных работ необходимо часто менять место стоянки.

Преимущество плавучих кранов – их мобильность, что дает возможность эксплуатации в различных пунктах, а недостатки – более высокие строительная

стоимость и затраты на содержание по сравнению с береговыми кранами, значительные потери времени на перестановку при смене места работы.

К плавучим относят также судовые краны, устанавливаемые на отдельных типах грузовых самоходных судов (в основном грузоподъемностью 300 и 350 т), обслуживающих пункты малых рек, не имеющие береговых средств механизации.

Грузоподъемность кранов на таких судах составляет обычно 6 т при вылете стрелы до 8 м, при больших вылетах грузоподъемность составляет 3,2 т, максимальный вылет стрелы – 16 м, минимальный – 5 м. Передвигается кран по рельсам вдоль комингсов грузовых люков.

Плавучий норийно-конвейерный перегружатель (рисунок 3.27) смонтирован на понтоне 7.

Перегружатель состоит из опорно-поворотного устройства 6, колонны 4 и консоли 3, по которой перемещаются нории 1. Перед выгрузкой нории лебедкой подъемного устройства опускаются в трюм судна до соприкосновения с грузом.

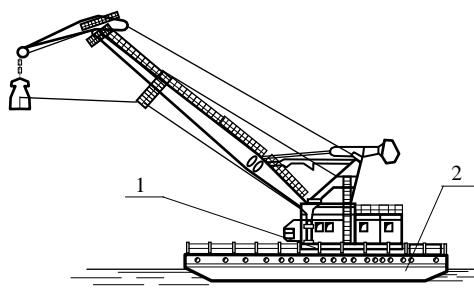


Рисунок 3.26 – Схема плавучего крана

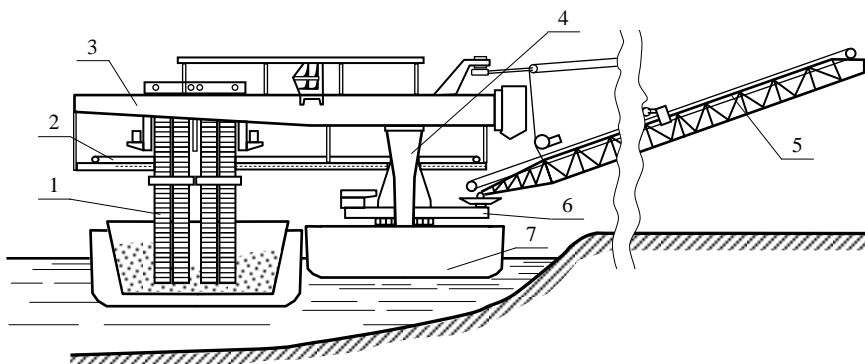


Рисунок 3.27 – Схема плавучего норийно-конвейерного перегружателя

При работе нория захватывает груз ковшами, поднимает вверх и сбрасывает на конвейер 2, которым он передается на отвальный конвейер 5. Подобные машины предназначены для выгрузки из судов навалочных грузов при стабильных массовых грузопотоках.

В настоящее время основную часть грузооборота портов Республики Беларусь составляют перевозки строительного песка и песчано-гравийной смеси с мест добычи до причала порта. Добыча и реализация этих строительных грузов является основной долей прибыли белорусских портов. Добыча осуществляется в основном землесосными и черпаковыми снарядами.

Землесосный снаряд – плавучая гидротранспортная установка, оснащенная грунтовым центробежным насосом, которая используется для добычи со дна водоемов и погрузки в суда песка и песчано-гравийной смеси (см. рисунок 2.19).

Черпаковый снаряд – плавучая установка, оснащенная металлическими черпаками на цепном тяговом органе, смонтированном на специальной раме. Эти установки используются для русловой добычи гравия при галечных твердых грунтах (см. рисунки 2.17, 2.18).

Гидроперегрузатель – плавучая установка для выгрузки песка и песчано-гравийной смеси из специального судна на берег (рисунок 3.28). Она смонтирована на понтоне 6. В трюме понтона расположены насосы – водяной 5 и грунтовой 4. От грунтового насоса в трюм 7 разгружаемого судна проходит всасывающий трубопровод 1, заканчивающийся заборным сосуном 8.

Водяные насосы забирают заборную воду и по трубопроводу 2 направляют ее в трюм судна. Выходя под напором из насадок 9, вода размывает груз, образуется пульпа (смесь груза и воды), которая засасывается грунтовым насосом и по напорному трубопроводу 3 направляется на склад.

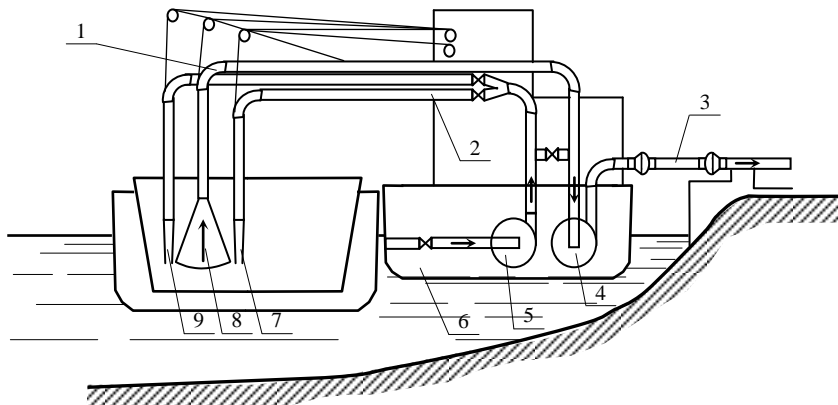


Рисунок 3.28 – Схема гидроперегрузателя

К плавучим перегрузочным машинам относятся также пневматические зерно- и цементоперегрузатели, устанавливаемые на судах, специализированных для перевозки соответствующих грузов, – в этом и заключается их основное отличие от прочих механизмов данного принципа действия.

Машины для зачистки трюмов судов подразделяют на зачистные, подгребающие, уборочные и специализированные.

Машины и установки для зачистки трюмов

Зачистные машины применяют в основном при обработке судов открытого типа. В речных портах в качестве зачистных машин используют бульдозеры на пневмоколесном или гусеничном ходу, оборудованные различными отвалами и гребками. Наиболее распространена зачистная машина на базе трактора (рисунок 3.29, а) с передним отвалом и задним гребком. Для повышения качества зачистки настила трюма металлические поверхности отвала могут быть окантованы резиновой полосой.

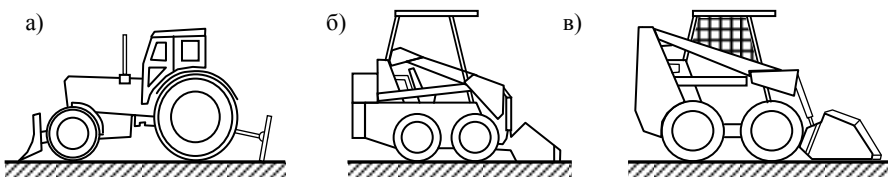


Рисунок 3.29 – Схемы машин для зачистки трюмов

Подгребающие машины используют для подачи груза из подпалубного пространства на просвет люка (в судах полуоткрытого и закрытого типов). К подгребающим относятся машины с парными подгребающими

лапами и отвальным конвейером и специальные бульдозеры с обратным отвалом. В речных портах для этих работ при зачистке трюмов судов полуоткрытого и закрытого типа широко используют ковшовые погрузчики (рисунки 3.29, б и в), имеющие малые размеры, хорошие проходимость и маневренность.

Уборочные машины используют для зачистки и сухой уборки трюмов судна, обеспечивая сборку остатков груза в специальные тару или пылесборник, установленный на машине. В этом качестве могут использоваться машины, применяемые для уборки вокзалов, дорожных покрытий, а также машины других типов.

К специализированным установкам относят плавучие промысловые станции откачки воды после выгрузки из судна обводненных грузов и др.

Машины для зачистки полувагонов от остатков навалочных грузов, применяемые в речных портах, подразделяют на механические, вибрационные и гидравлические.

В качестве машин механической зачистки применяют щеточные машины, средняя производительности которых 7–15 вагонов в час (рисунок 3.30).

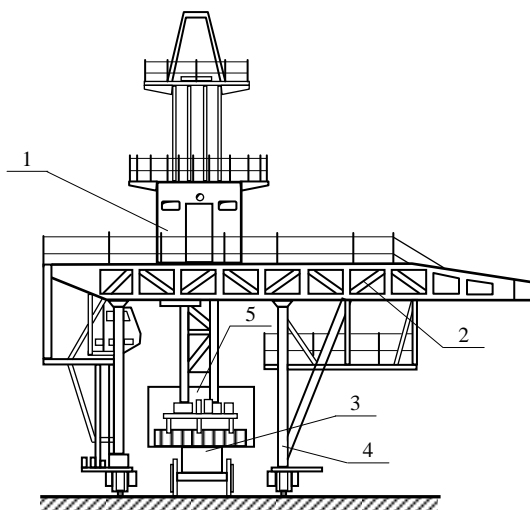


Рисунок 3.30 – Схема машины для зачистки полувагонов

На портале 4 расположены отвальные ленточные конвейеры 2, тележка с поворотной шахтой 1, элеватором 5 и зачистной вращающейся щеткой 3 с подгребающими винтами и скребковым питателем.

Вибрационные установки обеспечивают зачистку путем сообщения полувагону колебаний, под воздействием которых сыпучий материал высыпается. Наиболее распространены вибрационные устройства, применяемые для зачистки полувагонов, разгружаемых на эстакадах и роторных вагоноопрокидывателях. Производительность устройства 14–18 вагонов в час.

В некоторых портах используют установки гидромеханизированной зачистки полувагонов. Смываемый водой груз поступает в специальный резервуар (бункер), из которого вода после очистки в фильтрах и отстойниках используется для последующих циклов зачистки, а груз по мере его накопления выгружается из бункера грейфером на склад.

Грузозахватные органы и приспособления служат для захвата грузов при перегрузке краном или погрузчиком. В речных прибрежных пунктах применяют различные типы захватных органов и съемных приспособлений. Их конструктивные и эксплуатационные качества в значительной мере определяют производительность перегрузочных машин.

К грузозахватным органам перегрузочной машины относят крюк и устройства для захвата и освобождения груза аппаратами управления без участия стропальщика. Грузозахватные органы используют в основном на двух типах подъемно-транспортных машин – кранах и погрузчиках.

Грейферы – захватные органы, применяемые при перегрузке насыпных и навалочных грузов кранами. Они обеспечивают захват и отдачу груза без применения ручного труда. В речных портах в основном используют грейферы с канатным приводом (двухчелюстные общего назначения, подгребающие, лесные, специальные многочелюстные).

Краны грузоподъемностью 5 т оснащают двухканатными грейферами грузоподъемностью 10 т и более – четырехканатными (рисунок 3.31, *а*).

Особую группу составляют подгребающие двухчелюстные грейферы (рисунок 3.31, *б*), отличающиеся значительно большим размахом челюстей. Они предназначены для зачистки трюмов от остатков навалочного груза.

Трехчелюстной двухканатный грейфер (рисунок 3.31, *в*) используют для перегрузки металлолома, крупного камня и других аналогичных грузов. Круглые лесоматериалы россыпью перегружают трехлапым или многолапым двухканатным грейфером (рисунок 3.31, *г*).

Электромагниты – захватные устройства, используемые для перегрузки металлолома, металлической стружки, болванок, чугунных чушек и др. Их работа основана на использовании электромагнитных сил притяжения. Электромагниты представляют собой массивные шайбы круглой или прямоугольной формы.

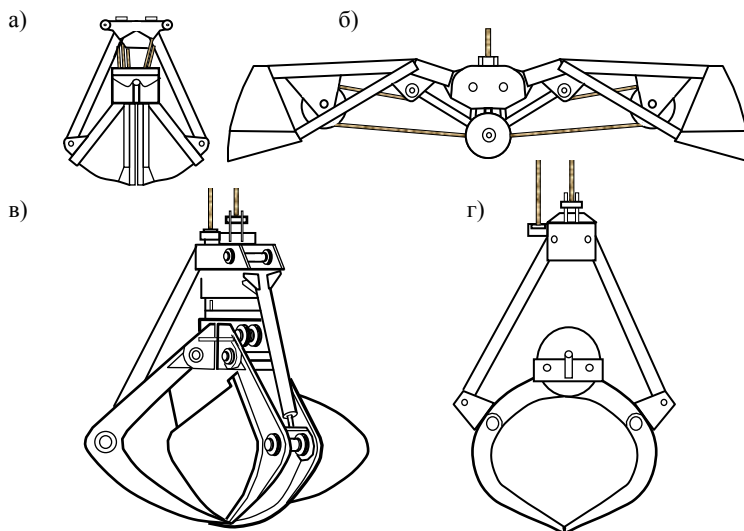


Рисунок 3.31 – Схемы грейферов с канатными приводами

Захваты для контейнеров бывают полуавтоматические (наиболее распространенные) и автоматические. При перегрузке универсальных среднетоннажных контейнеров применяют четырехстроповые захваты с крюками, полуавтоматические (самоотцепы) и автоматические (грейферного типа) захваты.

При перегрузке крупнотоннажных контейнеров перегружателями мостового типа их обычно оснащают специальными автоматическими захватами – спредерами.

В качестве сменных грузозахватных органов вилочных погрузчиков используются: вилы, штыри, ковши, боковые и специальные захваты, безблочные стрелы и др.

Вилы используют для перегрузки грузов на поддонах, в ящиках, кипах (рисунок 3.32, а). Для захвата разных по размеру штучных грузов вилы можно смещать (рисунок 3.32, б), а при специальной каретке (рисунок 3.32, в) – поворачивать на 360°.

Для груза значительных размеров применяют удлинители вилок, надеваемые на их основание и накладываемые сверху (рисунок 3.32, г). Штыри одиночные (рисунок 3.32, д) или сдвоенные (рисунок 3.32, е) применяют для перегрузки мотков, бухт, барабанов. Пакеты кирпича перегружают с использованием многовилочных захватов (рисунок 3.32, ж).

Ковши (рисунок 3.32, з) предназначены для перегрузки малогабаритных тарно-штучных, а также насыпных и навалочных грузов в незначительных объемах.

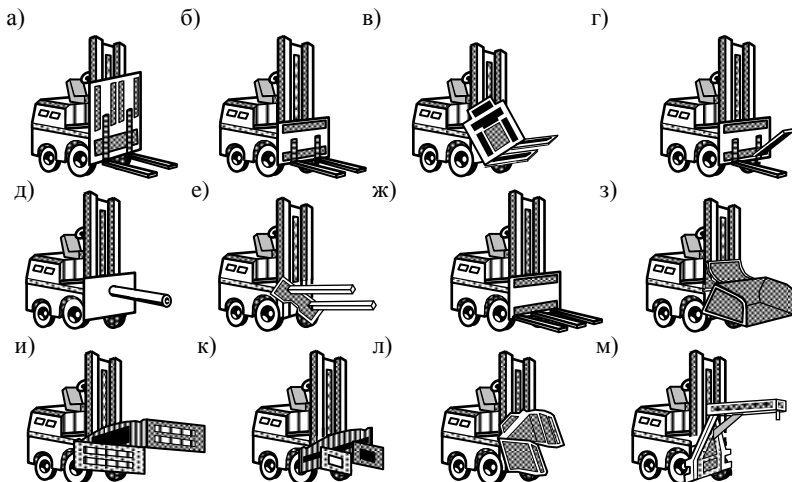


Рисунок 3.32 – Сменные грузозахватные органы и съемные грузозахватные приспособления к погрузчикам

Боковые захваты (рисунок 3.32, *и*) применяют для грузов в кипах и тюках. Захваты, зажимая груз с боков, могут обеспечивать его подъем на определенную высоту или спуск.

Специальные захваты предназначены для перегрузки тяжеловесных грузов (рисунок 3.32, *к*) и рулонов (рисунок 3.32, *л*): бумаги, толя, рубероида, пергамина.

Безблочные стрелы (рисунок 3.32, *м*) применяют для перемещения автопогрузчиками на территорию склада порта контейнеров.

К съемным грузозахватным приспособлениям относятся устройства, навешиваемые на грузозахватный орган и обеспечивающие захват или освобождение груза только с участием стропальщика. Наиболее широкий набор захватных приспособлений предназначен для перегрузки тарноштучных грузов. При работе кранами используют стропы и захваты, навешиваемые на крюковые подвески крана.

Стропы для перегрузки тарноштучных грузов – простейшие захватные приспособления из растительных и стальных канатов, цепей и синтетических лент, имеющие различную конфигурацию и назначение.

Стропы бывают в виде кольцевого каната (рисунок 3.33, *а*), канатов, имеющих на одном конце коуш, а на другом крюк (рисунок 3.33, *б*) или на обоих концах крюки (рисунок 3.33, *в*). Стропы с коушем и крюком (крюками) используют для перегрузки короткомерного груза, длинномерных металлоконструкций, ящиков больших размеров. Вместо стропов с крюками также используют стропы с карабинами (рисунок 3.33, *з*).

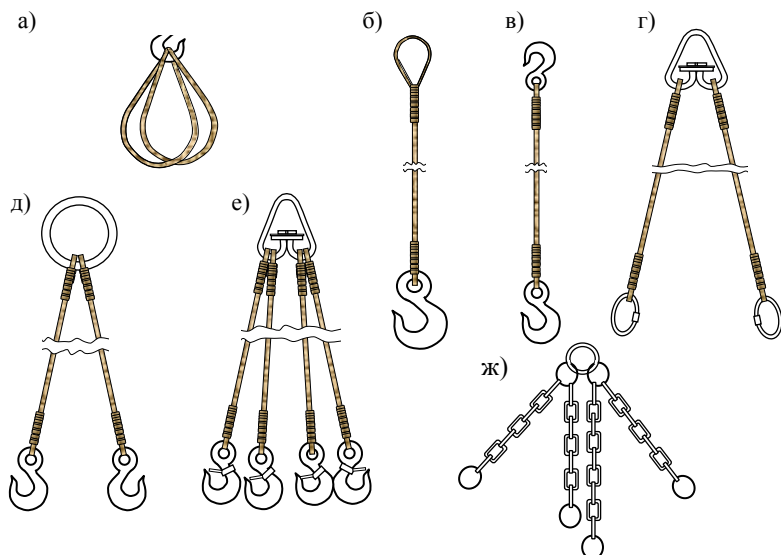


Рисунок 3.33 – Схемы стропов для перегрузки тарно-штучных грузов

Подвеска с двумя крюками (рисунок 3.33, д) состоит из двух стропов, надетых верхними петлями на кольцо из круглой стали. Используют подвески для грузов со специальными приспособлениями – рым-болтами, крюками, скобами, проушинами. Подвеску с четырьмя крюками (рисунок 3.33, е) применяют для перегрузки контейнеров, ящичных поддонов и других грузов, оборудованных четырьмя рымами и скобами.

Стропы из стальных канатов надежны в эксплуатации, но при работе скручиваются. Поэтому для перегрузки тяжелых грузов применяют цепные стропы (одно-, двух-, трех- и четырехветвевые, рисунок 3.33, ж).

Стропы из синтетических лент таких же конфигураций, как и канатные, обладают прочностью и долговечностью. Небольшая собственная масса и эластичность делают синтетические стропы удобными в эксплуатации.

Съемное грузозахватное приспособление после изготовления или ремонта подвергают осмотру и испытанию нагрузкой, превышающей в 1,25 раза его номинальную подъемную силу.

Важными требованиями к грузозахватным органам и приспособлениям являются быстрый захват и надежное удержание груза на весу, обеспечение быстрой и удобной его отдачи, простота и прочность конструкций, обеспечивающих надежность и безопасность в работе, минимальная собственная масса, возможность автоматизации перегрузочных операций, обеспечение сохранности груза, соответствие требованиям охраны труда и экологической безопасности.

Сочетание машин, осуществляющих различные технологические операции по перегрузке груза, называют **перегрузочным комплексом**, а совокупность подъемно-транспортных машин, вспомогательных устройств, объединенных в определенной последовательности работы в соответствии с характером и особенностями грузопотока, условиями производства перегрузочных работ на причале и предназначенная для перегрузки грузов по одному или нескольким вариантам – **схемой механизации**.

Портовые схемы механизации

Наибольшее распространение в речных портах получили универсальные схемы механизации. Основным преимуществом таких схем является возможность приспособлять их к часто изменяющейся ситуации в порту – при изменении направления движения груза, замене одного перегружаемого груза другим, изменении величины грузооборота. Такие схемы в портах организуются с участием, как правило, порталных и плавучих кранов различной грузоподъемности и оснащенных различными грузозахватными устройствами (рисунок 3.34, 3.35).

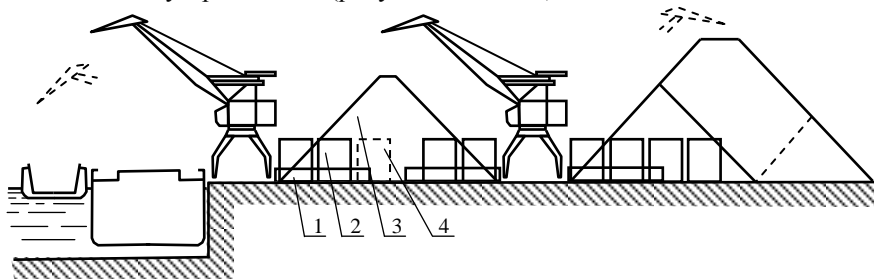


Рисунок 3.34 – Универсальные обратимые схемы механизации с порталными кранами:

- 1 – генеральные грузы; 2 – лесные грузы; 3 – навалочные грузы;
- 4 – зона передачи грузов между кранами первой и второй линии

Схемы, представленные на рисунках 3.34 и 3.35 получили наибольшее распространение при малых и средних грузооборотах. С целью повышения пропускной способности портов часто применяют более производительные универсальные схемы с использованием мостовых кранов и перегружателей (рисунок 3.36, 3.37).

Специализированные схемы механизации, организуемые для перегрузки однородных грузов, проходящих, как правило, в одном направлении (судно – берег или наоборот), наиболее эффективны при значительных грузооборотах портов и при необходимости создания складов значительной емкости. В состав таких схем входят высокопроизводительная специализированная погрузочно-разгрузочная техника – перегружатели, погрузчики или разгрузчики, устройства для горизонтальной разгрузки судов, обработки судов-лихтеровозов, перегрузки наливных грузов.

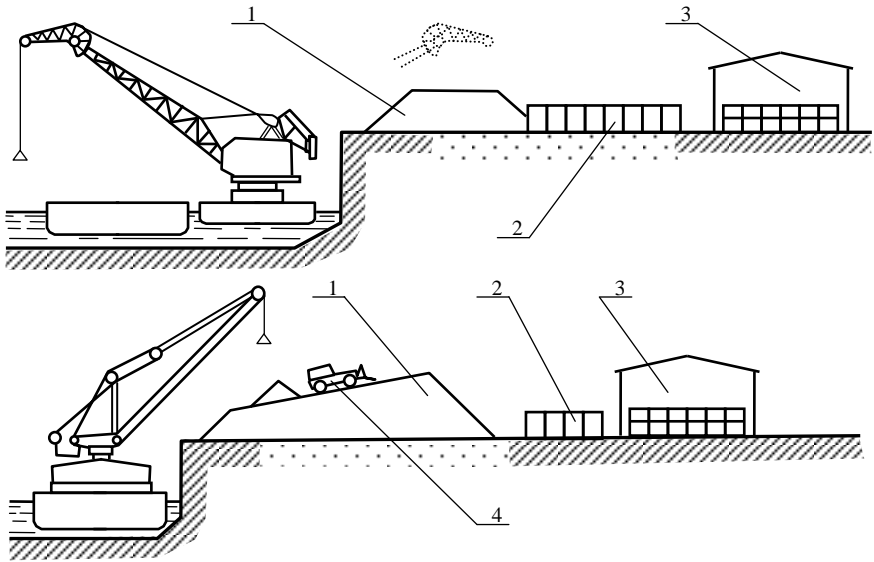


Рисунок 3.35 – Универсальные обратимые схемы механизации с плавучими и судовыми кранами:

а – с использованием плавучих кранов; *б* – с использованием судовых кранов; 1 – штабель навалочных грузов; 2 – генеральные грузы открытого хранения; 3 – закрытый склад тарно-штучных грузов; 4 – бульдозер, работающий на увеличении штабеля навалочных грузов

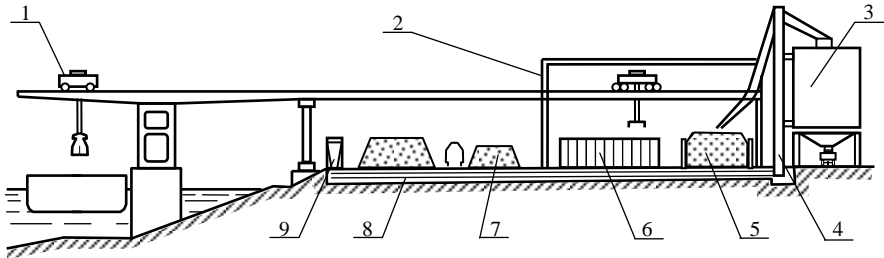
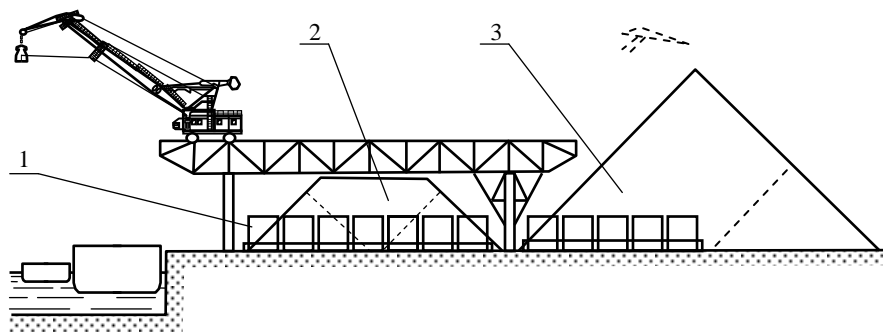


Рисунок 3.36 – Схема механизации перегрузки генеральных грузов и минеральных удобрений насыпью на комбинированных причалах:

1 – кран мостовой; 2 – навес над эстакадой; 3 – склад силосный; 4 – вертикальный ковшевый элеватор; 5 – склад насыпных грузов; 6 – штабель тарно-штучных грузов; 7 – штабель навалочных грузов; 8 – ленточный конвейер; 9 – бункер приема сыпучих грузов

В морских и речных портах схемы механизации перегрузки навалочных грузов разделяются на две принципиальные группы, определяемые тем, является ли данный груз грузом открытого или закрытого хранения.



3.37 – Универсальные обратимые схемы механизации с мостовым перегружателем:
1 – генеральные грузы; 2 – лесные грузы; 3 – навалочные грузы

Навалочные грузы открытого хранения – это песчано-гравийные материалы (песок, гравий, щебень, песчано-гравийная смесь), уголь, руды черных и цветных металлов, техническая соль, чугун в чушках, металлолом, камень. В особую группу по способам перегрузки обычно выделяют песок и песчано-гравийные материалы, перерабатываемые с использованием средств гидромеханизации.

Навалочные грузы закрытого хранения разделяются, в свою очередь на подгруппы – порошки, пылевидные и зерновые. Такие грузы имеют много сортов, различающихся по своим свойствам, назначению, качеству, размеру фракции, цене и прочим параметрам, в связи с чем смешивание их и даже частичное загрязнение не допускаются. Это накладывает дополнительные требования к организации погрузочно-разгрузочных работ.

На рисунках 3.38, 3.39 показаны примеры схем механизации погрузки-разгрузки навалочных грузов открытого хранения, на рисунке 3.40 – схема выгрузки песка с использованием гидроперегружателя, на рисунке 3.41 – схемы пневматической погрузки пылевидных грузов закрытого хранения.

По грузообороту на водном транспорте лесные грузы занимают менее 10 %, в то время как по трудоемкости – находятся на втором месте после непакетированных тарно-штучных грузов.

Лесные грузы принято разделять на следующие две основные группы:

- 1) круглый лес – пиломатериал, строительный круглый лес, сваи, столбы, пропсы и балансы (короткомерный круглый лес);
- 2) пиломатериалы – доски, брусья, шпальная заготовка и др.

Перевозка лесных грузов осуществляется как правило в плотной укладке (россыпью) и в пакетах. Короткомерный круглый лес и пиломатериалы должен перевозиться в пакетах, так как использование грейферов при его перегрузке является малоэффективным.

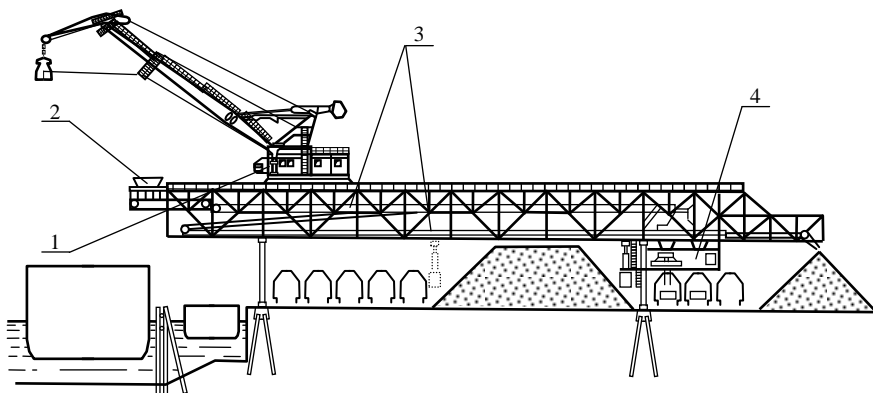


Рисунок 3.38 – Схема механизации погрузки-выгрузки навалочного груза с использованием мостового перегружателя:

- 1 – катучий кран; 2 – приемный бункер; 3 – ленточный конвейер;
4 – распределительное устройство для загрузки вагонов

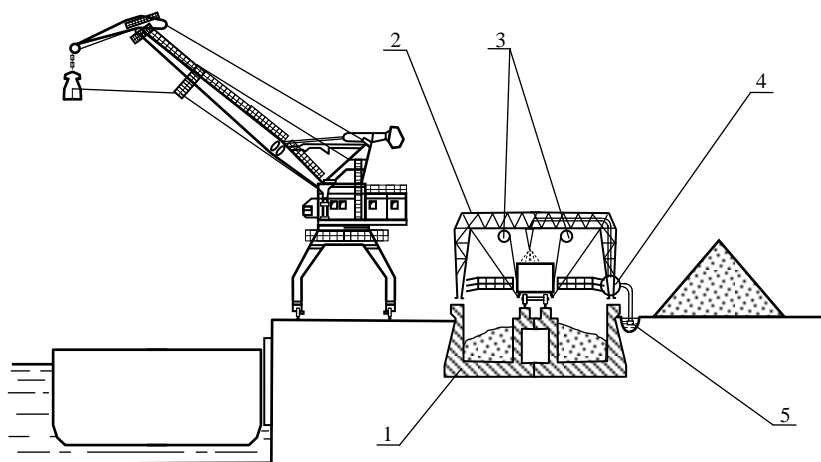


Рисунок 3.39 – Схема механизации перегрузки навалочного груза с использованием гидрозачистки вагонов:

- 1 – эстакада для разгрузки вагонов; 2 – установка для гидрозачистки вагонов;
3 – люкоподъемники; 4 – насос подачи воды; 5 – желоб питания насоса водой

Лесоматериалы имеют различную стоимость, что во многом определяет как режим их перевозки, так и осуществление погрузочно-выгрузочных операций. Так, например, экспортные дорогие лесоматериалы хранят в закрытых складах, так как воздействие агрессивных факторов окружающей среды может существенно повлиять на их качество.

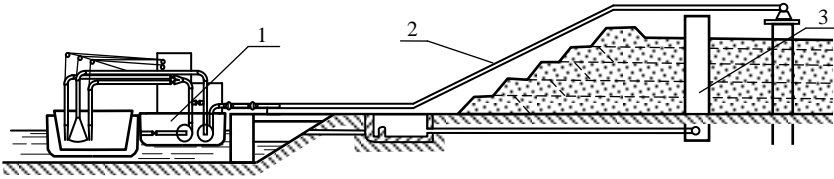


Рисунок 3.40 – Схема механизации выгрузки песка гидротреуголителем:
1 – гидротреуголитель; 2 – пульпопровод; 3 – водосборный колодец

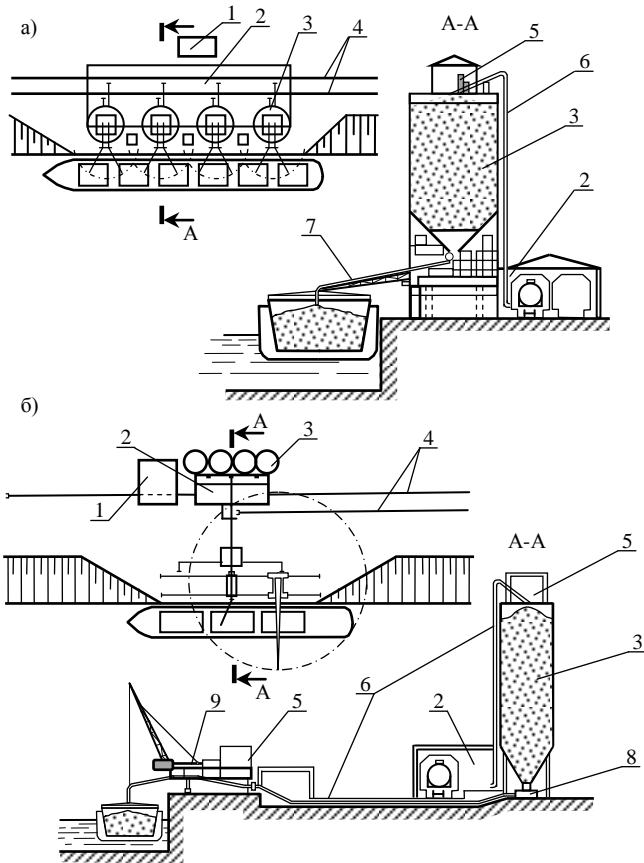


Рисунок 3.41 – Схемы механизации пневматической погрузки пылевидных грузов:
а – при расположении силосных складов у кордона; б – при расположении в тыловой зоне;
1 – компрессорная станция; 2 – разгрузочная галерея для специализированных вагонов и (или) автомобилей; 3 – силосный склад; 4 – железнодорожные пути;
5 – аспирационное оборудование; 6 – трубопровод; 7 – погрузочный аэрожелоб;
8 – насос; 9 – передвижной погрузочный агрегат

В портах, чаще всего, лес россыпью перегружается кранами, оснащенными специальными грейферами (см. рисунок 3.31, *з*), по схемам механизации, представленным на рисунках 3.42 и 3.43.

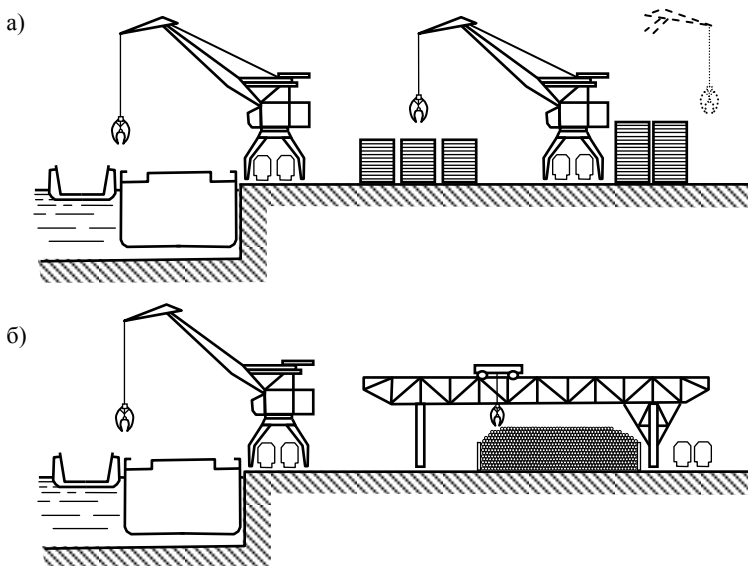


Рисунок 3.42 – Схема механизации перегрузки круглого леса с использованием двух линий кранов:
а – портальных; *б* – портального и козлового

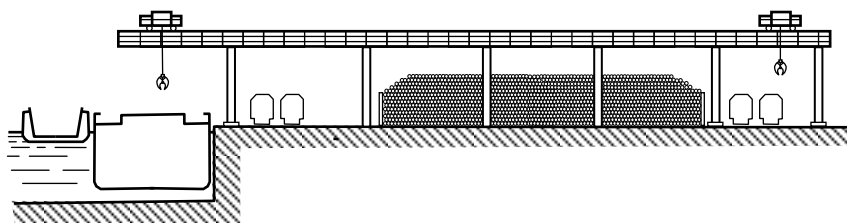


Рисунок 3.43 – Схема механизации перегрузки круглого леса с использованием мостового крана

Разгрузка и загрузка подвижного состава лесом относится к наиболее трудоемким и опасным операциям. Крепление леса на судах, вагонах и автомобилях является очень затратной операцией. Вследствие неправильности формы пучка леса, забираемого грейфером, на подвижном составе между

партиями леса требуется использовать сепарацию, а укладку осуществлять крайне аккуратно как с позиции обеспечения безопасности работы портовых бригад, так и безопасности плавания.

Несмотря на трудоемкость выполнения погрузочно-разгрузочных операций, перевозка леса россыпью занимает значительную долю грузооборота морского и речного транспорта. Однако основным направлением совершенствования перевозочного процесса является использование пакетных перевозок.

Пакетные системы перевозки круглого леса и пиломатериалов идентичны. Пакеты леса, как правило, формируются отправителем, по форме, представленной на рисунке 3.44.

Хотя такой способ перевозки леса значительно снижает трудоемкость и длительность обработки подвижного состава, остается ряд проблем, связанных во многом с надежностью формирования пакетов, в частности малая прочность стропов часто приводит к деформации пакета или его развала. При пакетной перевозке высота их укладки ограничивается двумя ярусами, что влечет за собой недостаточно эффективное использование крупнотоннажного флота и площади складской территории порта.

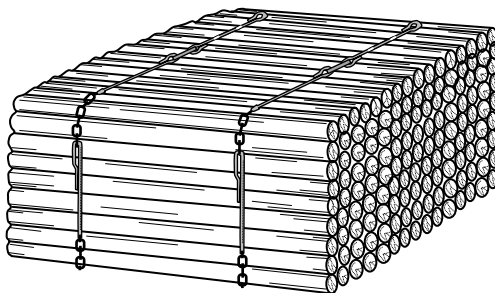


Рисунок 3.44 – Схема пакета круглого леса

Наиболее распространенной схемой механизации перегрузки влагеобоящихся тарно-штучных грузов является крановая схема с одноэтажным однорамповым складом (рисунок 3.45). При значительных размерах грузопотока склады располагают в два или три ряда. При ограничении ширины портовой территории возникает необходимость строить многоэтажные склады, размещаемые в одну или две линии. При этом следует учитывать, что удельная стоимость таких складов на 30–50 % выше, чем одноэтажного.

Одним из важных направлений совершенствования технологий перевозки тарно-штучных ценных мелкопартионных грузов является их перевозка в контейнерах. При организации перевозок грузов в контейнерах обеспечивается высокий уровень комплексной механизации перегрузочных работ, повышается производительность технических средств, снижается трудоемкость перегрузки, не возникает необходимость строительства крытых складов и закрытого подвижного состава. Помимо этого решается ряд логисти-

ческих задач, связанных с документооборотом, обеспечения надежности и качества доставки, снижается трудоемкость коммерческой работы в портах. Доля контейнерных перевозок в общем грузообороте морских и речных портов постоянно растет, что влечет за собой и необходимость влияния на производительность схем с их участием.

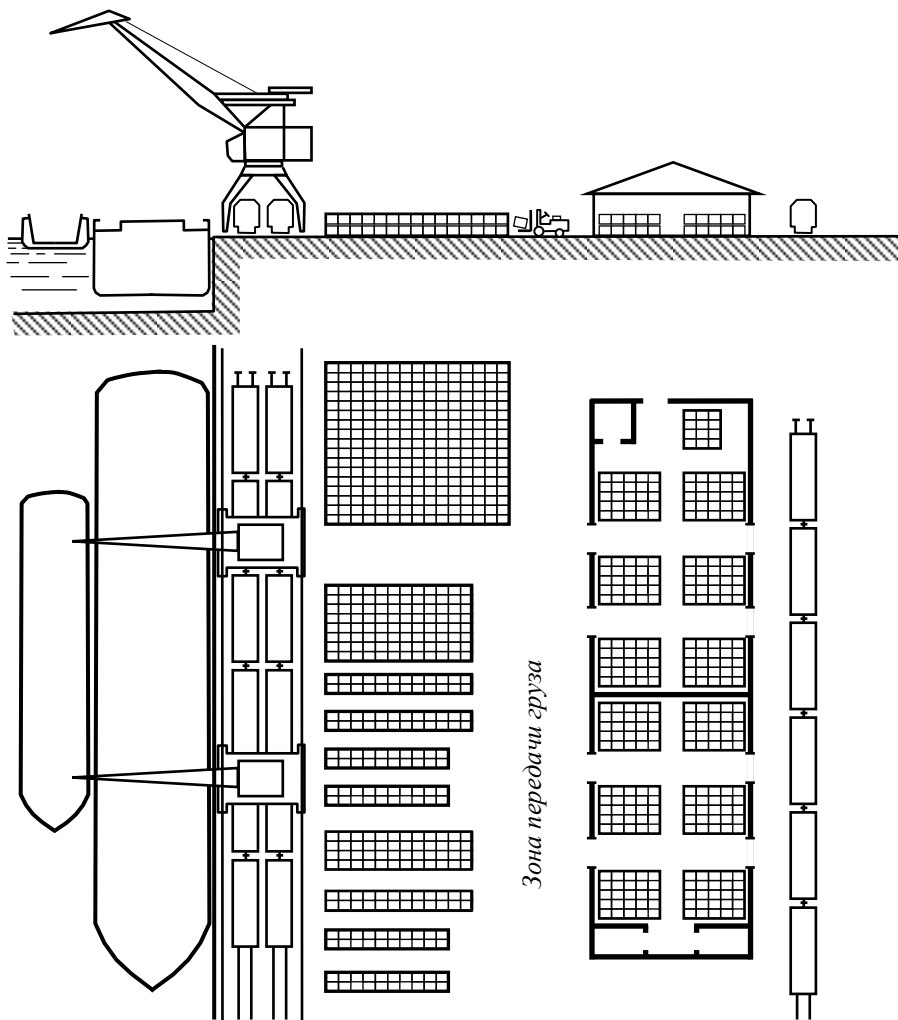


Рисунок 3.45 – Схема механизации перегрузки тарно-штучных грузов

Одним из основных достоинств перевозок грузов в контейнерах является то, что для их грузообработки применимы большинство из универсальных обратимых схем механизации. Однако с учетом роста доли контейнерных перевозок в портах с целью максимального повышения пропускной способности возникает необходимость использовать не универсальные схемы, а специализированные. В морских портах данная задача решается путем создания специализированных районов или контейнерных терминалов. Такой терминал представляет собой специализированный район порта, располагающий: специализированным перегрузочным оборудованием; открытыми складскими площадками, имеющими прочное гладкое бетонное покрытие с минимальными уклонами; закрытыми складами комплектации контейнеров; подходами смежных видов транспорта; базами ремонта и технического обслуживания техники и контейнеров; центром управления потоком грузов.

Одной из характерных особенностей современных морских контейнерных терминалов являются значительные площади складов, составляющие несколько гектаров. Часто, с целью сокращения таких площадей в портах проектируют многоэтажные контейнерные склады.

Схемы механизации, используемые на контейнерных терминалах, могут варьироваться в зависимости от величины грузооборота. Главными элементами таких схем являются контейнерные перегружатели различной производительности (рисунок 3.46).

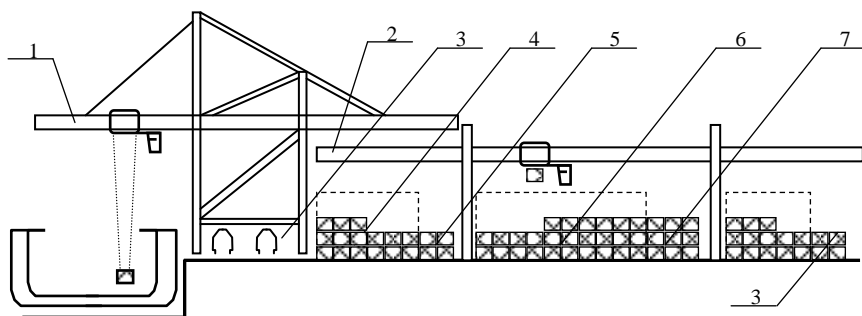


Рисунок 3.46 – Схема механизации с двумя линиями контейнерных перегружателей: 1 – прикормонный перегружатель; 2 – тыловой перегружатель; 3 – зона передачи контейнеров на сухопутный транспорт; 4 – буферный склад; 5, 7 – зоны передачи контейнеров между перегружателями; 6 – тыловой склад

В некоторых случаях, когда размер грузооборота невелик, а доля перегрузки по варианту «судно – судно» достаточно велика возникает необходимость использования схем с крупнотоннажными порталными кранами.

3.3.3 Складские устройства

Общая характеристика складов Перегрузка грузов по прямому варианту, то есть, непосредственно с подвижного состава сухопутного транспорта на суда, или из одного судна в другое, или в обратном направлении, во многих случаях весьма целесообразна, так как при этом исключаются дополнительные перевалки грузов и ускоряется доставка их к потребителю. Однако из-за разнообразных причин, например, сезонности грузов, перерывов в навигации в зимний период, грузы поступают в порт и отправляются из порта неравномерно.

Некоторые грузы после поступления в порт накапливаются, подвергаются рассортировке, комплектации, переупаковке, отбору проб. Экспортно-импортные грузы могут быть подвергнуты таможенному досмотру.

К тому же, грузовместимость речных судов, грузоподъемность железнодорожных вагонов и автомобилей различны. Продолжительность работы порта, автопредприятий и железнодорожных станций также различаются. Поэтому технологически эти виды транспорта работают в различных условиях, и добиться единого графика их взаимодействия без наличия компенсирующих систем, которыми и являются склады, практически невозможно.

Портовые склады – важный элемент портового хозяйства. Они обеспечивают хранение грузов, защиту их от повреждений и подготовку для дальнейшего следования.

Склады должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь вместимость, достаточную для размещения заданных видов грузов в количестве, обеспечивающем бесперебойную работу обслуживаемых причалов;
- иметь устройства и оборудование, обеспечивающие сохранность грузов и соответствующие правилам противопожарной безопасности, техники безопасности и производственной санитарии;
- обеспечивать нормальную и высокоэффективную работу складских перегрузочных устройств, транспортного и другого оборудования;
- иметь различную механизацию для производства перегрузочных работ: грузовые лифты, конвейерные линии, установки пневмотранспорта, тельферные устройства и другие (п. 3.3.2);
- обеспечивать кратчайшие пути перемещения грузов между причалами, подъездными путями и местом хранения грузов;
- иметь достаточную прочность покрытий полов и междуэтажных перекрытий, обеспечивающую восприятие заданных или перспективных нагрузок от складироваемых грузов, транспортных и перегрузочных устройств;

- иметь весовое хозяйство и специальный инвентарь, соответствующие свойствам складуемых грузов и выполняемым операциям;
- иметь помещение для хранения инвентаря, санитарно-бытовые и конторские помещения;
- быть оборудованы необходимыми средствами связи;
- иметь освещение, обеспечивающее возможность качественного и бесперебойного выполнения складских операций.

Портовые склады классифицируют по следующим основным признакам: назначению, расположению относительно причального фронта, условиям и срокам хранения.

Классификация портовых складов

По назначению склады делят на универсальные и специализированные. Универсальный склад предназначен для хранения различных грузов, специализированный – для хранения определенного груза (зерна, лесоматериалов, цемента, угля).

По расположению относительно причального фронта склады делят на прикормонные и тыловые. Прикормонный размещают рядом с причальным фронтом (в прикормонной полосе причала), тыловой – в глубине территории причала.

По условиям хранения грузов склады делят на закрытые, открытые и навесы (рисунок 3.47).

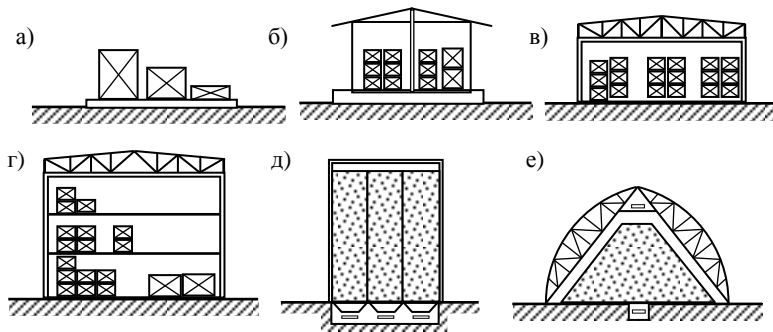


Рисунок 3.47 – Схемы портовых складов:

- а* – открытая площадка; *б* – навес; *в-е* – закрытые склады: *в* – одноэтажный; *г* – многэтажный; *д* – силосный; *е* – шатровый

Закрытый склад – специальное помещение для хранения ценных грузов, подверженных порче от воздействия атмосферных осадков, солнечных лучей, колебаний температуры воздуха. По конструкции и условиям загрузки (разгрузки) транспортных средств различают склады безрамповые (рисунок 3.48, *а*), с одной (рисунок 3.48, *б*) и двумя (рисунок 3.48, *в*) рампами – грузовыми платформами.

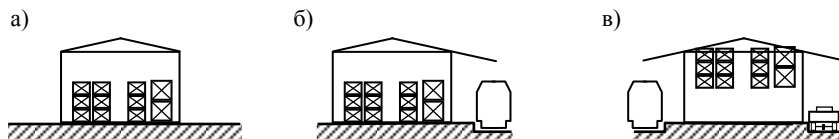


Рисунок 3.48 – Схема закрытых складов:
 а – безрампового; б – с одной рампой; в – с двумя рампами

Для выполнения перегрузочных работ при ненастной погоде над рампами сооружают козырьки.

Различают закрытые склады холодные (неотапливаемые) и с регулируемым температурным режимом. Последние оборудуют системами отопления, охлаждения и вентиляции.

Склады оборудуют также средствами связи со служебно-производственными подразделениями порта, системами пожарной и охранной сигнализации.

Освещенность складских помещений должна соответствовать установленным нормам. Используют естественное (в светлое время суток) и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивают окна (световые фонари), устраиваемые в верхней части стен и над воротами склада. Иногда окна устраивают в верхней части крыши склада. В закрытых складах обычно используют светильники с лампами накаливания.

В закрытых специализированных складах хранят зерно, цемент, апатиты, некоторые минеральные удобрения, скоропортящиеся, наливные и другие грузы.

Открытый склад – площадка, используемая для хранения лесоматериалов, контейнеров, навалочных (угля, руды, минерально-строительных материалов и т. д.), тяжеловесных и других грузов, не требующих закрытого или защищенного от атмосферных осадков и солнечных лучей хранения. Площадка должна иметь покрытие, удобные подъезды и освещение. На открытых площадках навалочные грузы хранят в штабелях различных размеров и форм, размещаемых обычно параллельно причальному фронту в одну или несколько линий.

По периметру штабеля часто устанавливают разделительные стенки (рисунок 3.49). Они увеличивают вместимость штабеля, предотвращают засыпку грузом железнодорожных и крановых путей, проездов и проходов.

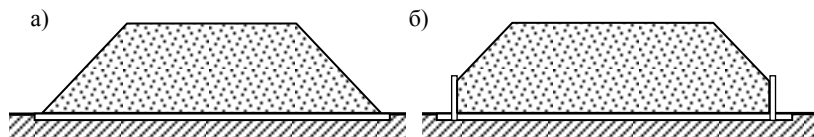


Рисунок 3.49 – Схемы хранения сыпучего груза на открытом складе:
 а – без разделительных стенок; б – с разделительными стенками

Навес – площадка, над которой на опорах сооружена крыша. Под навесом хранят малоценные грузы, требующие защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей.

По срокам хранения грузов склады делят на оперативные (транзитные) и длительного хранения – базисные.

Оперативные (транзитные) склады обеспечивают краткосрочное хранение груза. Сроки хранения грузов в транзитных складах ограничиваются двумя-тремя сутками в зависимости от рода груза. Эти склады располагают в непосредственной близости от причалов рядом с прикордонными железнодорожными путями (рисунок 3.50, а).

Базисные склады обеспечивают накопление и длительное хранение грузов (рисунок 3.50, б). Некоторые речные порты обеспечивают доставку грузов сухопутными видами транспорта в базисные склады круглогодично. Сроки хранения грузов в базисных складах могут достигать двух и более месяцев.

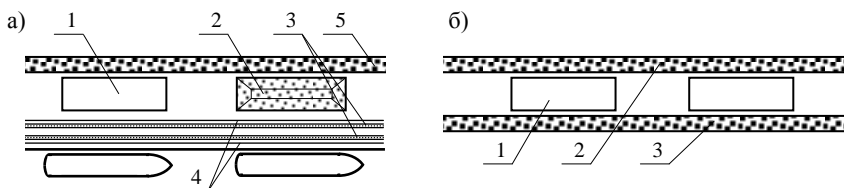


Рисунок 3.50 – Схемы расположения складов:

а – транзитных: 1 – крытый склад; 2 – открытая площадка; 3 – прикордонные железнодорожные пути; 4 – подкрановые пути; 5 – автомобильная дорога;

б – базисных: 1 – крытые склады; 2 – автомобильная дорога; 3 – железнодорожные пути

Необходимая вместимость склада определяется отдельно для каждого грузопотока:

$$E = q_{\text{сутр}} \alpha t_{\text{скл}}, \quad (3.4)$$

где $q_{\text{сутр}}$ – расчетный суточный грузооборот, т/сут (см. формулу (3.1));

α – коэффициент складирования, или доля грузооборота, проходящего через склад;

$t_{\text{скл}}$ – срок хранения грузов на складе, сут.

Потребная площадь открытых площадок

$$\omega_o = \frac{E_o}{q_{\text{скл}} k_{\text{и}}}, \quad (3.5)$$

где E_o – требуемая вместимость открытого склада, т;

$q_{\text{скл}}$ – расчетная масса на 1 м² складской площади, т/м²;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент использования полезной площади, равный 0,4–0,7.

Величина $q_{\text{скл}}$ принимается в зависимости от вида груза и его упаковки по Нормам технологического проектирования. Так, например, для металла в чушках она равна $4,0 \text{ т/м}^2$, а для контейнеров, при установке их в один ярус, – $0,5 \text{ т/м}^2$.

Аналогично определяется и ширина крытого склада:

$$\omega_{\text{кр}} = \frac{E_{\text{кр}}}{q_{\text{скл}} k_{\text{и}}}, \quad (3.6)$$

где $E_{\text{кр}}$ – требуемая по расчету вместимость крытого склада, т;

$q_{\text{скл}}$ – расчетная масса на 1 м^2 пола склада, т/м^2 .

Помимо грузовых складов порты располагают вспомогательными складами материально-технического снабжения, горючесмазочных материалов, топливными и другими.

Техническая эксплуатация складов составляет одну из важнейших функций администрации портов, направленную на поддержание складов в эксплуатационном состоянии и обеспечение нормальных условий хранения грузов и производства перегрузочных и складских работ. Указанные функции сводятся к осуществлению регулярного технического, санитарного и противопожарного надзора.

Технический надзор осуществляется уже в ходе строительства складов и направлен на выполнение технических проектных решений, а также проводится в целях соблюдения правил технической эксплуатации действующих складов и организации своевременного их ремонта.

При эксплуатации закрытых складов, площадок и причалов необходимо строго соблюдать установленные нормы нагрузок, а также высоты штабелирования складываемых грузов. Особое внимание надо обращать на нагрузки в зонах, выделенных для складирования тяжеловесных грузов.

Нормы технических нагрузок заносят в паспорт, который составляется по установленной форме для каждого сооружения. В паспорт необходимо записывать все изменения, происшедшие в результате ремонта или реконструкции сооружения.

Ответственность за эксплуатацию всех складских сооружений, соблюдение установленных правилами норм и режимов работы лежит на начальнике погрузочно-разгрузочного района порта, а за эксплуатацию отдельных складов – на заведующих складами.

Ответственность за исправное техническое состояние складских сооружений порта лежит на главном инженере порта, который организует контроль за режимом эксплуатации сооружений, наблюдение за их техническим состоянием, а также за своевременным ремонтом. Всякие изменения установленного режима эксплуатации складских сооружений категорически запрещаются Правилами технической эксплуатации.

Основными причинами преждевременного износа складов зачастую являются: распор стен в результате чрезмерных нагрузок при складировании насыпных грузов, а также превышения допустимых технических норм нагрузки на пол или на прикордонные причальные площадки; чрезмерные снеговые нагрузки на кровлю; коррозия кровли из-за несвоевременной окраски; затеки дождевых и талых вод в стены и перекрытия складов из-за неисправности крыш и водосточных труб.

Металлические части складов, а также складских механизмов подвергаются сильной коррозии от действия некоторых отравляющих веществ, применяемых при дезинсекции. При загрязнении и закупорке водосточных труб возможен преждевременный износ стен и перекрытий, так как ливневые и талые воды затекают в стены и разрушают их. Из-за несвоевременной очистки кюветов и водосбросов застойные талые и ливневые воды проникают в подполья складов, отчего портятся грузы, разрушаются стены и полы. Поэтому ливневую, канализационную сеть и водоотводящие устройства необходимо содержать в полной исправности и регулярно очищать от мусора, льда и снега.

В целях соблюдения надлежащего санитарного состояния складов и предупреждения заражения и порчи грузов на складах проводят профилактические мероприятия: дезинфекцию, дезинсекцию, дератизацию, дезодорацию, фумигацию и дегазацию.

Дезинфекция применяется для уничтожения химическими препаратами болезнетворных микробов и бактерий. Дезинсекция применяется для уничтожения химическими препаратами насекомых, поражающих продовольственные и другие грузы. Дератизация проводится с целью уничтожения грызунов. Дезодорация проводится с целью удаления острых запахов, которые могут испортить вкусовые качества грузов. Фумигация – окуливание складских помещений ядовитыми газами в тех случаях, когда обработка их жидкими химикатами и другими отравляющими средствами не обеспечивает уничтожения насекомых, грызунов и болезнетворных микробов. Дегазация проводится с целью удаления вредных газов (в том числе и после фумигации).

Важным средством предохранения грузов от порчи является регулярный санитарный надзор за складами и их очистка.

В процессе эксплуатации складские помещения и открытые площадки систематически загрязняются сметками, остающимися от хранящихся грузов, а также грязью и пылью, вносимыми на обуви людьми. Кроме того, мусор заносится различными видами транспорта, а также ветром через открытые двери и окна. Сметки от большинства грузов минерального происхождения, а также грязь и пыль, заносимые извне, вредно влияют на здоровье людей и загрязняют грузы. Смесь сметок некоторых химических грузов может давать взрывоопасные и воспламеняющиеся химические соединения, а также выделять опасные для здоровья газы.

По этим причинам все складские помещения и площадки надо периодически очищать. Существуют различные способы очистки складских помещений: сухая, влажная, мойка водой.

Для сухой очистки используют пылесосы или мягкие растительные веники и щетки. Влажную очистку производят моечными машинами, швабрами после сухой очистки в тех случаях, когда хранилище после пыльных грузов должно быть занято чистыми непродовольственными грузами. Мойку водой из брандспойтов применяют после сухой очистки. Необходимо промывать помещения после удаления из них пыльных, остропахнущих и загрязняющих грузов, если эти помещения предназначены для продовольственных или других чистых грузов.

3.3.4 Транспортные устройства портов

Организация ритмичной работы речного порта может быть обеспечена только в случае слаженной работы водного и сухопутных видов транспорта.

Подъездные и внутрипортовые железнодорожные пути

Поэтому сухопутные виды транспорта должны иметь достаточно развитую структуру для поступления и отправления грузов. По отношению к территории порта они должны быть внешними, то есть иметь непрерывную связь с магистральными линиями (железные дороги, автодороги, трубопроводы и др.), обеспечивать подачу подвижного состава по расписанию с сортировочных железнодорожных станций и автостанций.

Железнодорожные пути, обслуживающие порт, можно подразделить на подъездные и внутрипортовые. Подъездные пути соединяют порт с предпортовой станцией или с ближайшей железнодорожной станцией и другими промышленными объектами. К внутрипортовым путям относят все станционные, соединительные, погрузочно-разгрузочные и другие пути, находящиеся на территории порта. Проектирование и подъездных, и внутрипортовых путей ведется по нормам проектирования промышленного транспорта.

Железнодорожный путь в общем случае состоит из земляного полотна и верхнего строения, состоящего из балласта, шпал и рельс (рисунок 3.51). Типовые поперечные профили земляного полотна железнодорожных подъездных путей приведены на рисунке 3.51

На территории порта отметка земляного полотна обычно совпадает с отметкой территории. Поэтому на внутрипортовых линиях земляное полотно практически отсутствует, сохраняется лишь верхнее строение (рисунок 3.52). В этом случае для отвода атмосферных вод предусматривают дренаж в виде траншеи, заполненной щебнем или гравием. По дну траншеи укладывают перфорированные асбоцементные трубы диаметром 100–200 мм. Дренажу придают продольный уклон не менее 0,005, а для его осмотра и очистки через 50–75 м делают смотровые колодцы.

Назначение верхнего строения – передача давления на земляное полотно, упругое поглощение динамических воздействий и обеспечение постоянства рельсовой колеи. Балласт должен сопротивляться продольному и поперечному смещению шпал и способствовать удалению атмосферных вод с поверхности пути. Наилучшим видом балласта является щебень, однако в портах для этой цели применяют гравий и песок. Толщину балластного слоя под шпалой принимают около 20 см.

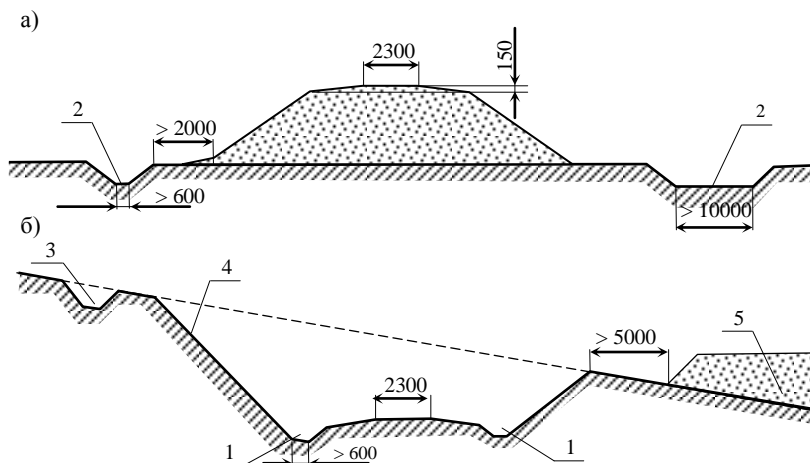


Рисунок 3.51 – Поперечные профили железнодорожного земляного полотна:
 а – насыпь; б – выемка; 1 – кювет; 2 – резерв; 3 – нагорная канава;
 4 – дренаж; 5 – кавальер

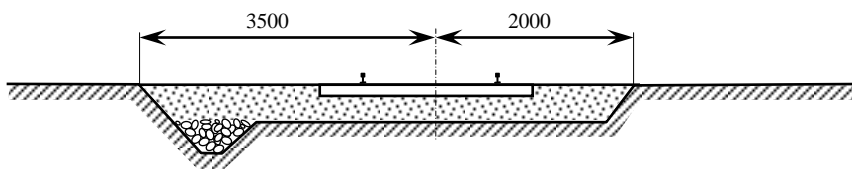


Рисунок 3.52 – Поперечный профиль железнодорожного полотна
 на территории порта

В портах применяют железные дороги нормальной колеи. Ширина нормальной колеи на прямых участках установлена 1524 мм с допусками: 6 мм в сторону уширения и 2 мм в сторону сужения. На кривых участках пути при радиусе кривизны менее 350 м, во избежание заклинивания колес и повышенного износа рельсов и бандажей колес, ширину рельсовой колеи увеличивают в зависимости от радиуса кривой до 1530 или 1540 мм.

В плане железнодорожный путь состоит из прямолинейных участков, сопрягаемых круговыми кривыми. На подъездных путях рекомендуется минимальный радиус кривой 300 м, а в трудных условиях и при применении специального подвижного состава он может быть уменьшен до 120 м.

В составе внутрипортовых железнодорожных путей различают маневровые (ходовые) и перегрузочные пути.

Маневровые (ходовые) пути служат для подачи вагонов к местам их загрузки (разгрузки) и отправления. Количество путей зависит от числа и расположения причалов для грузов, перевозимых в смешанном железнодорожно-водном сообщении, технологии перегрузочных работ, расположения складов и других факторов.

Перегрузочные пути служат для стоянки вагонов при загрузке (разгрузке). Различают прикордонные и тыловые пути. Прикордонные пути предназначены для передачи груза из вагонов непосредственно в судно или из судна в вагоны, тыловые – для передачи груза из вагонов на склад или со склада в вагоны.

Для обеспечения удобного проезда безрельсового внутрипортового транспорта через железнодорожные и крановые пути рельсы заглубляют так, чтобы их головки были на уровне покрытия территории порта. Пространство между рельсами (междупутье) обычно имеет твердое покрытие, особенно на причалах, где технологией перегрузочных работ предусмотрено использование напольного безрельсового транспорта.

Вагонные весы для взвешивания грузов устанавливают за пределами перегрузочного фронта (см. рисунок 3.3). Для догрузки или частичной разгрузки вагонов с навалочным грузом в районе весов обычно устраивают дозирочную площадку. Это исключает необходимость повторной подачи вагонов к основному погрузочному фронту.

Автомобильный транспорт так же, как и железнодорожный, в основном выполняет перевозки, связанные с ввозом грузов на территорию порта или с вывозом в обратном направлении. Для внутрипортовых перевозок по подаче грузов на склад или между складами, как правило, применяют специализированные машины. Если исключить случай отсутствия железных дорог в портах, когда все грузы идут на автомобильный транспорт, и рассмотреть сферы использования одновременно железнодорожного и автомобильного транспорта, то первый из них применяется для перевозок грузов на значительные расстояния (более 100 км), а второй – на небольшие.

К преимуществам автомобильного транспорта следует отнести: большую маневренность, позволяющую обеспечить доставку груза по варианту «от двери до двери», без излишних перегрузок, удорожающих стоимость перевозок; большую скорость перевозки; возможность избежать лишних затрат на тщательную упаковку грузов.

Безрельсовый транспорт

Внедрение автомобильных перевозок в процесс работы портов отражается на компоновке некоторых их элементов: например, расширяют прикордонную полосу для пропуска автомобильного транспорта впереди складов, склады штучных грузов со стороны кордона делают безрамповыми, вблизи погрузочно-разгрузочных фронтов предусматривают специальные площадки для стоянки автомобилей. В современных портах стремятся обеспечить возможность движения автомобильного транспорта по всей территории порта.

Автомобильные дороги порта можно подразделить на подъездные и внутривпортовые. *Подъездные дороги* могут проходить по пересеченной местности, они характеризуются значительной интенсивностью и большими скоростями движения. *Внутривпортовые дороги*, то есть дороги, расположенные непосредственно на территории порта, отличаются, как правило, отсутствием земляного полотна и прокладываются на одном уровне с территориями порта. Другой особенностью внутривпортовых дорог являются малые скорости движения по ним транспортных средств – средняя техническая скорость движения автомобилей на территории порта равна 12–15 км/ч.

В зависимости от грузонапряженности подъездные и внутривпортовые дороги подразделяют на **три категории**:

I – расчетная грузонапряженность в обоих направлениях более 1,2 млн т брутто в год, что соответствует прохождению в одном направлении примерно 80 автомобилей в час;

II – расчетная грузонапряженность от 0,3 до 1,2 млн т в год (15–80 автомобилей в час);

III – расчетная грузонапряженность до 0,3 млн т в год. Все дороги для хозяйственных перевозок и пожарные проезды относят также к III категории.

При определении категории дороги грузонапряженность принимают с учетом массы самих транспортных средств.

Расчетная грузонапряженность автомобильных дорог

$$Q_p^A = \Sigma Q \left(1 + \frac{2g}{Gk_{тр}} \right), \quad (3.7)$$

где ΣQ – количество грузов, перевозимых в год по дороге, т;

g – масса порожней транспортной единицы, т;

G – грузоподъемность транспортной единицы, т;

$k_{тр}$ – коэффициент использования грузоподъемности.

Устройство однополосных автомобильных дорог на портовой территории допускается лишь при отсутствии регулярного встречного движения – главным образом для хозяйственных дорог и пожарных проездов.

На серпантинах и поворотах проезжую часть дороги делают с уширением внутренней стороны кривой. Величина уширения зависит от радиуса кривой (например, при радиусе 15 м уширение равно 3,0 м, при радиусе более 30 – 2,0 м).

Как правило, на территории порта прокладывается кольцевая магистральная автомобильная дорога, соединяющая все причалы, производственные и административно-хозяйственные здания. Перед въездом в порт необходимо предусматривать площадки для стоянки автомобильного транспорта, размеры которых определяются в зависимости от интенсивности движения (см. рисунок 3.3). Площадь, необходимая для стоянки одного грузового автомобиля, в среднем равна 25 м².

Кольцевое движение автомобильного транспорта должно быть обеспечено по всем объектам оперативной зоны порта. Тупиковые дороги допускаются только для проезда к отдельно стоящим зданиям и сооружениям, расположенным вне оперативной зоны порта. В последнем случае для разворота автомобилей устраивают специальные концевые площадки (рисунок 3.53).

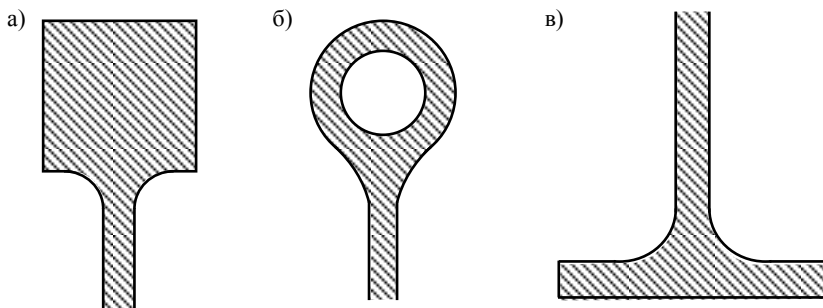


Рисунок 3.53 – Концевые устройства для разворота автомобилей:

а – площадка; *б* – петля; *в* – Т-образный тупик

Пешеходные полосы, идущие вдоль главных дорог порта, должны быть приподняты над поверхностью дорог на 15–20 см (отделены бордюром). При отсутствии пешеходных полос проезжая часть дороги ограничивается бордюрной полосой шириной не менее 0,5 м (рисунок 3.54).

Нередко проектируется погрузка и разгрузка автомобилей у рампы складов (рисунок 3.55). В этом случае, при установке автомобилей бортом к рампе, расстояние до проезжей части дороги должно быть (в зависимости от габаритов машины) не менее 3,5–4,5 м, а при установке задним бортом – от 10,0 до 12,0 м.

Пересечения автомобильных и железных дорог в оперативной зоне порта выполняют так, чтобы рельсы не препятствовали движению автомобилей. Пересечения магистральных автомобильных дорог за пределами оперативной зоны с железнодорожными путями и пешеходными полосами при интенсивном движении должны иметь автоматическую сигнализацию (автоматические шлагбаумы на железнодорожных переездах).

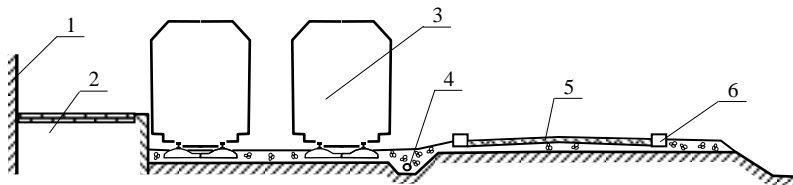


Рисунок 3.54 – Устройство магистральной дороги в тылу складов:

- 1 – склад; 2 – рампа склада; 3 – железнодорожный вагон; 4 – дренаж;
5 – покрытие автодороги из плит; 6 – бордюрная полоса

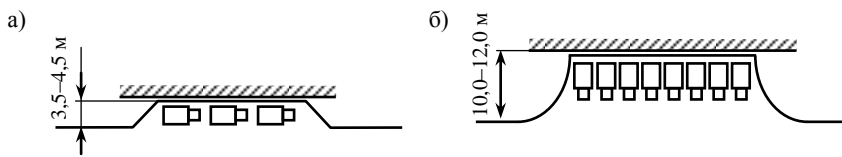


Рисунок 3.55 – Схемы установки автомобилей у рамп складов:

- а – продольная; б – торцовая

На территории порта применяют, как правило, однослойные дорожные одежды, под которыми при необходимости (если территория подсыпана плохо фильтрующими суглинистыми и супесчаными грунтами) укладывается подстилающий слой из крупнозернистых грунтов. Наиболее распространенными типами дорожных покрытий в портах являются капитальные бетонные и асфальтобетонные, а в прикордонной полосе нередко применяются также сборные железобетонные. Булыжные мостовые, щебеночные и гравийные покрытия так же, как и черные покрытия (те же щебеночные или гравийные, но обработанные битумом), могут применяться при малой грузонапряженности дорог.

3.3.5 Административно-бытовые и специальные устройства

К административно-бытовым устройствам и сооружениям относят административные корпуса на территории порта, мастерские, бытовки, речной вокзал, вспомогательные помещения, обслуживающие системы связи, электро-, водоснабжения, канализации и т. д. Их назначение – организация взаимодействия нормальной эксплуатации всех устройств порта и обслуживающего персонала в целях повышения эффективности их работы.

Для размещения подразделений управления, в том числе грузовых районов (участков), подсобно-хозяйственных, вспомогательных и других служб в портах имеются *административно-хозяйственные здания*: управление порта с узлом связи, грузовая контора порта, районная контора (районные конторы), столовая, блок (блоки) портовых бытовых и вспомогательных помещений, здравпункт, туалеты, караульное помещение военизированной охраны (ВОХР), проходная (проходные) и др.

Состав и размеры административно-хозяйственных зданий и помещений порта зависят от: размера и структуры грузо- и пассажирооборота; числа причалов, их оснащенности и районирования; грузооборота и объема работ по комплексному обслуживанию флота; штатов административно-управленческого и производственного персонала.

Портовые здания строят, как правило, по типовым проектам, с учетом блокировки помещений, что позволяет сократить их число, унифицировать планировочные и конструктивные решения, строить с применением сборных конструкций. Внутренняя планировка зданий и помещений должна соответствовать специфике работы.

В административных зданиях отделы и службы, наиболее посещаемые, располагают на нижних этажах, отделы, широко обменивающиеся документацией и информацией, – в смежных помещениях.

В зданиях порта в зависимости от их функционального назначения и климатических условий предусматривают: водоснабжение (холодное и горячее), канализацию, отопление, вентиляцию, электроосвещение, радиофикацию, телефонизацию, электрочасофикацию, газификацию, кондиционирование воздуха.

Для обеспечения естественного освещения административно-хозяйственных зданий в светлое время суток предусматривают большие оконные проемы с крупной расстекловкой. В качестве осветительных приборов применяют, как правило, лампы люминесцентного света. Архитектурное решение административно-хозяйственных зданий и интерьеров помещений должно предусматривать создание благоприятных условий труда.

Для осуществления эксплуатационной деятельности в порту наряду с производственными зданиями имеются *здания подсобно-вспомогательного назначения*: ремонтно-механические мастерские, гаражи (с зарядной станцией) для электро- и автопогрузчиков, гаражи для автомобилей, склады материально-технического снабжения, трансформаторные подстанции, котельные, насосные станции.

Ремонтно-механические мастерские предназначены для ремонта перегрузочного оборудования, зданий, сооружений, судов, плавучих технических средств. Мастерские строят, как правило, по типовым проектам с учетом объема и характера ремонтных работ.

Производственная мощность мастерских должна обеспечивать: ремонт и техническое обслуживание перегрузочных машин, портового оборудования, плавучих технических средств и приписанного к порту флота; изготовление и ремонт грузозахватных приспособлений, такелажа и инвентаря; отдельные виды ремонта портовых зданий, сооружений, установок и устройств; навигационный ремонт транспортных судов, остающихся в порту (выполняется по разовым заявкам).

При определении мощности механических мастерских учитывают целесообразность создания в порту *берегового производственного участка* для технического обслуживания транспортного флота.

Отделения механических мастерских и участки, помимо основного технологического оборудования, оснащены подъемно-транспортными машинами, механизмами и приспособлениями (тельферами, кранами, погрузчиками).

Для обеспечения нормальных условий и высокой производительности труда в механических мастерских предусматривают: механизацию трудоемких операций; требуемую освещенность рабочих мест; оптимальный температурный режим; вентиляцию помещений; изоляцию источников постоянного шума, вибрации и световых лучей от электросварки; подвод к рабочим местам электроэнергии и сжатого воздуха, что позволяет использовать специальные механизированные инструменты на трудоемких ручных операциях; устройства и приспособления для уборки помещений и удаления отходов производства.

Гаражи для электро- и автопогрузчиков строят, исходя из общего числа этих машин согласно технологическому процессу работы порта. При гаражах предусматривают места стоянок погрузчиков, зоны их обслуживания, зарядные (заправочные) станции, помещения для хранения батарей. Для электропогрузчиков с кислотными и щелочными аккумуляторами выделяют отдельные стоянки и места обслуживания. Поскольку авто- и электропогрузчики используют в основном для складских работ на причалах тарноштучных грузов, гаражи для них располагают обычно в тыловой зоне этих причалов.

Гаражи для автомобилей строят, исходя из числа машин, требуемых для служебных и хозяйственных целей. Гаражи для них, как и для электро- и автопогрузчиков, строят по типовым проектам, размещают вне производственной зоны причалов, обычно в районе механических мастерских.

Склады материально-технического снабжения строят, исходя из необходимости хранения сменно-запасных деталей, инвентаря, спецодежды и материалов, требуемых для эксплуатационной деятельности порта. Вместимость складов зависит от номенклатуры и нормативных запасов деталей, материалов и т.д.

Здания трансформаторных подстанций, котельных и насосных станций строят по типовым проектам. Их число, размеры и техническая оснастка зависят от потребности всех подразделений порта (с учетом территориального расположения потребителей) в электроэнергии, отоплении и водоснабжении.

3.3.6 Инженерные сети портов

Для обеспечения эксплуатационной деятельности производственных подразделений порта в состав его инфраструктуры входят инженерные сети: электроснабжения, отопления, водоснабжения и канализации, связи. Все эти инфраструктурные подсистемы имеют широчайшие диапазоны реализации вариантов их проектирования в портах.

Основной вид энергии, обеспечивающей эксплуатационную деятельность портов, – электрическая. Энергоснабжение портов осуществляется, как правило, от сетей городских энергетических систем. В тех случаях, когда порты (прибрежные пункты) находятся в удалении от инфраструктурных объектов городских инженерных сетей, для обеспечения работы портовых устройств используют собственные блок-станции – стационарные и передвижные, как наземные, так и плавучие.

Комплекс электротехнических устройств (линии электропередачи, распределительные пункты, трансформаторные подстанции) предназначен для принятия электроэнергии от источников питания, распределения ее по приемникам порта и трансформации в напряжение приемников.

Основные приемники электроэнергии в порту: перегрузочные устройства, оборудование зарядных станций, электрооборудование механических мастерских (металлообрабатывающие станки, сварочные аппараты, грузоподъемные средства), электрифицированные механизмы и устройства (насосы, вентиляторы, нагревательные приборы, холодильные устройства, осветительные установки и проч.).

На долю перегрузочных устройств приходится основной расход электроэнергии в порту. Так, при крановой схеме механизации перегрузочных работ доля общего расхода электроэнергии, приходящаяся на перегрузочные машины, составляет около 80 %, а при использовании схем с участием пневматических перегружателей – более 90 %.

Характерной особенностью современного порта является оснащение перегрузочными машинами со значительными установленными электрическими мощностями, что требует значительного расхода электроэнергии. Например, суммарная установленная мощность электродвигателей портального крана грузоподъемностью 10 т составляет около 300 кВт, контейнерного перегружателя – более 800 кВт.

Основными исходными данными для решения вопросов электроснабжения порта являются расчетные электрические нагрузки (расчетные мощности). Для ориентировочного расчета наибольшей нагрузки приемников в порту можно использовать формулу

$$P_{\text{нагр}}^{\text{max}} = k_{\text{ен}} \sum P_{\text{уст}}, \quad (3.8)$$

где $k_{\text{ен}}$ – коэффициент, учитывающий одновременное использование техники, принимаемый в диапазоне 0,24–0,28;

$P_{\text{уст}}$ – суммарная установленная мощность всех портовых электроприемников, кВт.

При необходимости выполнения укрупненных расчетов пользуются следующими показателями расхода электроэнергии на 1 т перегружаемого груза при выполнении перегрузочных работ:

- порталными кранами – для тарно-штучных грузов 05–0,6 кВт·ч, для навалочных – 0,6–0,7 кВт·ч;
- конвейерными установками (при общей длине конвейерной линии до 250 м) – 0,4–0,5 кВт·ч.

Схема электрических соединений сетей и подстанций, напряжение питающих и распределительных сетей, число и мощность трансформаторных подстанций зависят от категории электропотребителей (по условию надежности электроснабжения), потребляемой мощности, технических условий на электроснабжение и др.

По надежности электроснабжения порты, согласно Правилам устройства электроустановок, относятся ко второй категории, в соответствии с чем, для них предусматривается резервирование электропитания путем прокладки не менее двух питающих линий. При отказе одной из линий оставшиеся в работе должны обеспечить реализацию около 80 % расчетной нагрузки порта. Большинство приемников электроэнергии в порту используют переменный трехфазный ток. Потребность в постоянном токе (например, для зарядки аккумуляторных батарей) удовлетворяется через выпрямители или преобразователи.

В системе электроснабжения применяют сети и установки напряжением до 1000 В (низшего напряжения) и более 1000 В. В зависимости от напряжения источников питания электроэнергия подается в порт на напряжение 6, 10 и 35 кВ. Напряжение 35 кВ понижается до 10 или 6 кВ на главных понизительных подстанциях, располагающихся на территории порта. Схема трансформации и передачи энергии в порту представлена на рисунке 3.56.

Напряжение 10 или 6 кВ от источника питания или главной понизительной подстанции подается на распределительные пункты. Последним звеном перед потребителем электроэнергии является потребительская трансформаторная подстанция, которая принимает электроэнергию от рас-

пределительного пункта и трансформирует ее в напряжение приемников (380 или 220 В). Обычно трансформаторные подстанции сооружают в непосредственной близости от потребителя. Одна подстанция предусматривается, как правило, на два причала.

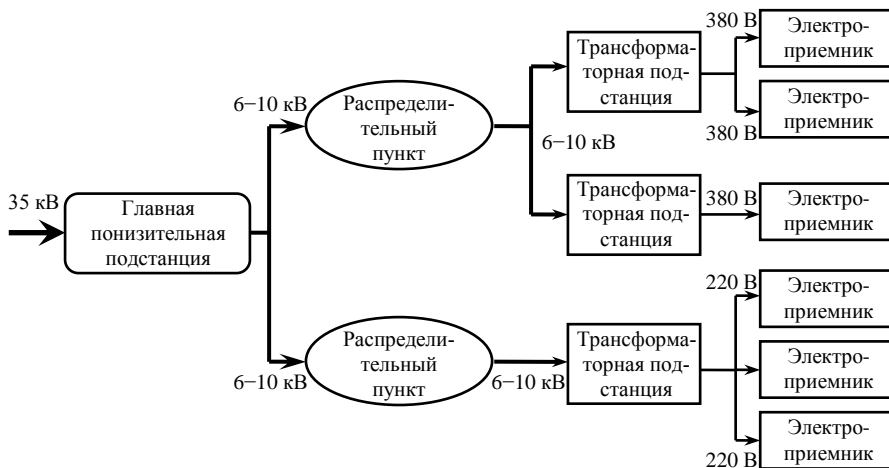


Рисунок 3.56 – Схема передачи электроэнергии в порту

Сети напряжением 6–10 кВ выполняют в основном кабельными, напряжением 35 кВ и более – воздушными. Кабельные сети напряжением 6–10 кВ изготавливают из бронированных кабелей, проложенных в земляных траншеях на глубине 0,7 м и покрытых на всем протяжении плитами для защиты от механических повреждений. Распределительные сети напряжением до 1000 В выполняют также кабельными и прокладывают в земляных траншеях или в каналах.

Перемещаемые по открытым площадкам перегрузочная техника, сварочные аппараты и другие агрегаты подключают к питательным колонкам при помощи штепселей.

Освещенность производственных, административно-хозяйственных и подсобно-вспомогательных зданий зависит от характера выполняемой в них работы согласно действующим нормам. Для общего искусственного освещения служебных помещений рекомендуют применять лампы люминесцентного света, позволяющие увеличивать освещенность в несколько раз относительно ламп накаливания при тех же затратах.

Территорию порта, грузовых причалов, складских площадок освещают с помощью ксеноновых светильников и прожекторов, установленных на осветительных мачтах, крышах, производственных зданий и др.

Высота осветительных мачт на территории порта должна быть такой, чтобы исключить образование теней. В целях равномерного освещения зоны работы порталных кранов под порталами обычно устанавливают светильники.

Освещенность мест выполнения перегрузочных, складских, швартовных и других работ на причале, складе, в трюмах судов, вагонах и других местах должна соответствовать действующим нормам. При этом требуется учитывать климатические условия, период навигации, вид груза, характер выполняемых работ и др.

В помещениях с постоянным или длительным пребыванием людей в холодное время года предусматривают отопление: в офисных зданиях и блоках бытовых помещений районов (участков) портов, грузовых конторах, столовых, ремонтно-механических мастерских, служебных помещениях закрытых складов, сторожевой и пожарной охраны и др.

Система водоснабжения

Хозяйственно-питьевая система обеспечивает подачу воды для хозяйственно-бытовых нужд и питья (в том числе на транспортных судах, стоящих у причалов), производственных нужд в небольшом объеме, внутренне-го и наружного пожаротушения зданий.

Производственно-пожарная система обеспечивает подачу воды для производственных нужд, наружного пожаротушения, замывки трюмов грузовых судов, поливки территории и др.

Источниками водоснабжения порта являются: городской водопровод, а при его отсутствии подземные воды (для хозяйственно-питьевой системы) и водоем (для производственно-пожарной системы).

Общий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды принимают исходя из расчетного числа потребителей, норм потребления и коэффициента часовой неравномерности расхода воды. На тушение пожара расход воды определяют по действующим нормам, в зависимости от площадей хозяйственных построек и специфики их эксплуатации. Расход воды для снабжения транспортных судов зависит от их количества, численности экипажей и пассажировместимости (для пассажирских судов), норм водоснабжения. На производственные нужды котельных, ремонтно-механических мастерских и других портовых объектов расход воды зависит от технологической потребности.

Водопроводная сеть на территории порта обычно проектируется по кольцевой схеме, вода от источника водоснабжения подается по двум водопроводам. В состав водопроводной сети причала входят смотровые колодцы, заборные устройства (гидранты) для снабжения водой транспортных судов и питьевые устройства.

Данная система предназначена для отведения бытовых, производственных и поверхностных сточных вод с территории.

Бытовые стоки от административно-хозяйственных, служебно-вспомогательных и бытовых зданий по внутривортовой системе канализации поступает в городскую канализационную сеть, а с транспортных судов – на специальные причалы комплексного обслуживания флота, либо самоходную очистительную станцию на акватории порта или в пути следования (с последующей передачей на причал комплексного обслуживания флота). С причала стоки поступают в систему береговой канализации.

Производственные сточные воды после предварительной очистки на местных установках поступают в сеть городской канализации.

Для очистки поверхностных сточных вод на территории порта предусматривают строительство специальных сооружений. Вертикальная планировка территории причала, предназначенного для перегрузки соли, минеральных удобрений или других растворимых в воде химических грузов, должна исключать возможность попадания поверхностных стоков с причальной территории в дождевую канализацию.

В портах средства связи служат для оперативного руководства деятельностью его производственных подразделений, связи с транспортным и техническим флотом, другими портами, пароходством, предприятиями других ведомств, а также для обслуживания пассажиров.

В настоящее время системы связи транспортных объектов имеют широкий диапазон возможных вариантов реализации, определяемых спецификой работы конкретного объекта. Наибольшее распространение в портах получили системы электросвязи.

В наиболее общем понимании, электросвязь – это разновидность связи, способ передачи информации с помощью электромагнитных сигналов, например, по проводам, волоконно-оптическому кабелю или по радио.

Принцип электросвязи основан на преобразовании сигналов сообщения (звук, текст, оптическая информация) в первичные электрические сигналы. В свою очередь, первичные электрические сигналы при помощи передатчика преобразуются во вторичные электрические сигналы, характеристики которых хорошо согласуются с характеристиками линии связи. Далее посредством линии связи вторичные сигналы поступают на вход приёмника. В приемном устройстве вторичные сигналы обратно преобразуются в сигналы сообщения в виде звука, оптической или текстовой информации.

По виду передачи информации все современные системы электросвязи условно классифицируются на предназначенные для передачи звуковой, видео и текстовой информации.

В зависимости от среды передачи выделяют электрическую, оптическую и радиосвязь.

В зависимости от назначения сообщений виды электросвязи могут быть квалифицированы на предназначенные для передачи информации индивидуального и массового характера. По временным параметрам виды электросвязи могут быть работающими в реальном времени либо осуществляющими отложенную доставку сообщений.

Основными первичными сигналами электросвязи являются: телефонный, звукового вещания, факсимильный, телевизионный, телеграфный, передачи данных.

В зависимости от среды передачи данных линии связи разделяются на спутниковые, воздушные, наземные, подводные и подземные.

В зависимости от того, подвижны источники и (или) получатели информации или нет, различают стационарную (фиксированную) и подвижную связь (мобильную, связь с подвижными объектами).

По типу передаваемого сигнала различают аналоговую и цифровую связь. Аналоговая связь – это передача непрерывного сигнала (например, звука или речи), цифровая – передача информации в дискретной форме (цифровом виде).

Дискретные сообщения могут передаваться аналоговыми каналами и наоборот. В настоящее время цифровая связь вытесняет аналоговую (происходит оцифровка), поскольку аналоговые сигналы перед отправкой могут быть преобразованы в дискретные и после приема восстановлены без существенных потерь.

Линией связи, в узком смысле, называется физическая среда, по которой передаются информационные сигналы аппаратуры передачи данных и промежуточной аппаратуры.

Под сетью (системой) электросвязи понимается совокупность конечных устройств, линий связи и узлов связи, функционирующих под единым управлением, например, компьютерная или телефонная сеть.

В общем виде система связи состоит из конечного оборудования (терминальное устройство, конечное устройство) источника и получателя сообщения, и устройств преобразования сигнала с обоих концов линии.

Конечное оборудование обеспечивает первичную обработку сообщения и сигнала, преобразование сообщений из вида, в котором их предоставляет источник (речь, изображение и т. п.) в сигнал (на стороне источника, отправителя) и обратно (на стороне получателя), усиление и т. п.

Устройства преобразования сигнала могут обеспечивать защиту сигнала от искажений, формирование канала (каналов), согласование группового сигнала (сигнала нескольких каналов) с линией на стороне источника, восстановление группового сигнала из смеси полезного сигнала и помех, разделение его на индивидуальные каналы, обнаружение ошибок и коррекцию на стороне получателя.

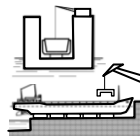
Линия связи может содержать такие устройства преобразования сигнала, как усилители и регенераторы. Усилитель просто усиливает сигнал вместе с помехами и передаёт, регенератор – производит восстановление сигнала без помех и повторное формирование линейного сигнала.

Существует множество вариантов технического исполнения систем связи, которые используются в портах. Эти варианты, среди прочего, отличаются друг от друга стоимостью эксплуатации и функциональностью. Но среди средств технологической связи в портах, как правило, организуются следующие ее виды:

- дальняя телефонная, телеграфная и факсимильная связь (магистральная, межбассейновая, внутрибассейновая);
- участковая диспетчерская портовая связь, распорядительная диспетчерская связь паромства;
- производственная внутривортовая или городская телефонная связь; диспетчерская радиосвязь с флотом;
- громкоговорящая связь оповещения;
- тревожная (пожарная и охранная) сигнализация.

4

ИНФРАСТРУКТУРА СУДОРЕМОНТНЫХ И СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



4.1 Производственные процессы на судоремонтных и судостроительных предприятиях

Правила технической эксплуатации водного транспорта четко классифицируют предприятия, осуществляющие постройку, ремонт и техническое обслуживание флота, и формулируют их функции.

Ремонт флота осуществляют судостроительно-судоремонтные, судоремонтно-механические и судоремонтные заводы; судоремонтные мастерские; ремонтно-эксплуатационные базы флота; отстойно-ремонтные пункты; подсобные предприятия.

Сложность системы и разнообразие объектов инфраструктуры судоремонтных и судостроительных предприятий определяется многообразием видов производственных процессов, которые ими осуществляются. Производственные процессы на судостроительных и судоремонтных предприятиях (ССРЗ) весьма многочисленны и разнообразны, однако, их можно классифицировать по различным признакам.

Под производственным процессом, в общем случае, понимается совокупность воздействий труда на предмет труда (сырье, материалы, комплектующее оборудование или объекты, требующие ремонт) с применением средств труда (здания, сооружения, технологическое оборудование, инструмент, транспорт, склады предприятия), направленная на получение продукта производства (например, построенное, модернизированное, отремонтированное судно).

По отношению к производству конечной продукции (суда, их элементы, прочая продукция) все производственные процессы можно разделить на **три группы** (рисунок 4.1):

- **основные** (изготовление или ремонт конечной продукции);
- **вспомогательные** – предназначенные для обеспечения нормального выполнения основных (изготовление инструмента, приспособлений и оснастки, ремонт технологического оборудования и других фондов судоремонтных и судостроительных предприятий);
- **обслуживающие** – представляющие собой операции по обеспечению основных и вспомогательных процессов (транспортные, грузоподъемные и складские операции, обеспечение всеми видами энергии).

В свою очередь, основные производственные процессы по стадиям изготовления продукции подразделяют также на **три группы** (рисунок 4.2):

- **заготовительные** (первичная обработка сырья и материалов для получения различных заготовок – литья, пиломатериалов, корпусной стали, прошедшей первичную обработку);
- **обрабатывающие** – непосредственная обработка (станочные работы, термическая резка и прочие подобные процессы) материала для получения деталей согласно рабочим чертежам на изготовление или ремонт продукции;
- **сборочно-монтажные** – сборка узлов, конструкций, готовых изделий, их отделка и испытания.



Рисунок 4.1 – Классификация производственных процессов на ССРЗ



Рисунок 4.2 – Структура основных процессов и видов работ ССРЗ

Вышеуказанные виды процессов в основном и вспомогательном производстве подразделяют на более мелкие элементы – виды работ, которые определяют специфику применяемого оборудования, технологию работ, квалификационные характеристики рабочих и, следовательно, технологическую специализацию производства, которая, в свою очередь, определяет производственную инфраструктуру ССРЗ.

4.2 Производственная инфраструктура судоремонтных и судостроительных предприятий

Под производственной инфраструктурой ССРЗ понимается состав его цехов, участков, их оборудования и систем обеспечения производства. Состав производственной инфраструктуры определяется, как сказано выше, структурой производственных процессов и специализацией предприятия.

Современные ССРЗ компонуют таким образом, чтобы в максимальной степени перенести работы по постройке или ремонту судов в цеховые условия. Наиболее рациональная компоновка достигается при строительстве блоков цехов и однородных вспомогательных производств. Типовая схема компоновки плана ССРЗ приведена на рисунке 4.3.

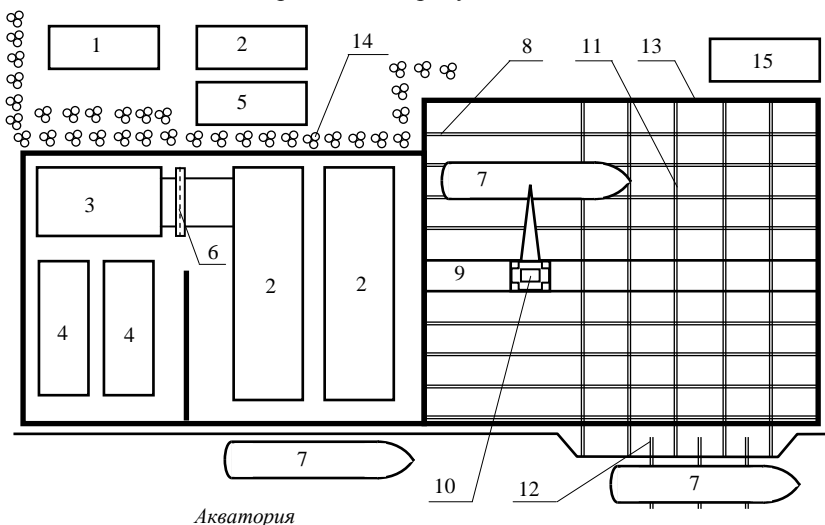


Рисунок 4.3 – Схема генерального плана ССРЗ:

- 1 – инженерный корпус; 2 – блок цехов; 3 – склад стали; 4 – центральный склад;
- 5 – блок вспомогательных помещений; 6 – мостовой кран; 7 – суда; 8 – дорожки слипа;
- 9 – подкрановые пути; 10 – кран слипа; 11 – скатные пути слипа;
- 12 – подъемные пути слипа; 13 – автомобильная дорога; 14 – зеленые насаждения;
- 15 – склад горючесмазочных материалов

По аналогии с производственными процессами цехи (участки) ССРЗ подразделяют на основные, вспомогательные и обслуживающие, а основные цехи, в свою очередь, на заготовительные, обрабатывающие и сборочно-монтажные.

Заготовительные цехи (участки) – лесопильный (производство пиломатериалов); кузнечный (изготовление поковок и штамповок для последующей механообработки и получения необходимых деталей); литейный (изготовление заготовок для деталей методом литья из черных и цветных металлов).

Обрабатывающие цехи (участки) – механические цехи или участки в составе механосборочных цехов, предназначенные для механической обработки деталей на станочном оборудовании; корпусно-заготовительные цехи или участки (резка и гибка корпусной стали); станочные участки деревообрабатывающих цехов.

Сборочно-монтажные цехи (участки) – слесарно-монтажные, выполняющие сборку и монтаж на судне машин, механизмов и оборудования, а также их ремонт; электромонтажные; сборочно-сварочные (изготовление и ремонт корпусов судов и их элементов); трубопроводный участок, занимающийся монтажом трубопроводов и систем на судах, а также их ремонт; столярные и плотничные участки деревообделочных цехов; малярные цехи (участки).

Вспомогательные цехи ССРЗ – инструментальный и ремонтно-механический.

К обслуживающим подразделениям относят транспортные, складские и энергетические.

Наличие в структуре конкретного ССРЗ цехов или участков определяется масштабом предприятия и уровнем развития технологической специализации. Мелкие судостроительные и судоремонтные предприятия могут иметь безцеховую (участковую) структуру.

Учитывая специфику производственной деятельности судоремонтных предприятий, в своем составе они имеют инженерные сети, по функциональному назначению и структуре объектов схожим аналогичным сетям береговых пунктов (см. п. 3.3.6).

4.3 Судоподъемные сооружения судоремонтных и судостроительных предприятий

Основными технологическими элементами судоремонтных и судостроительных предприятий, определяющих специфику расположения цехов, участков, производственных мощностей, являются судоподъемные сооружения.

Для ремонта элементов подводной части судна (корпус, двигательнорудевой комплекс, донно-забортная арматура) его необходимо поднять из воды полностью или частично. Значительные размеры поднимаемых частей и их огромный вес определяют важность данных объектов инфраструктуры судоремонтного предприятия, их энергоемкость, сложность проектирования, изготовления, и, соответственно, их значительную фондоемкость.

Частичная осушка элементов подводной части судов производится несколькими способами (рисунок 4.4): *диффертовка* путем балластировки, применение *кормоподъемника*, использование *кессона*, *выморозка* (применяется в районах с низкими отрицательными температурами).

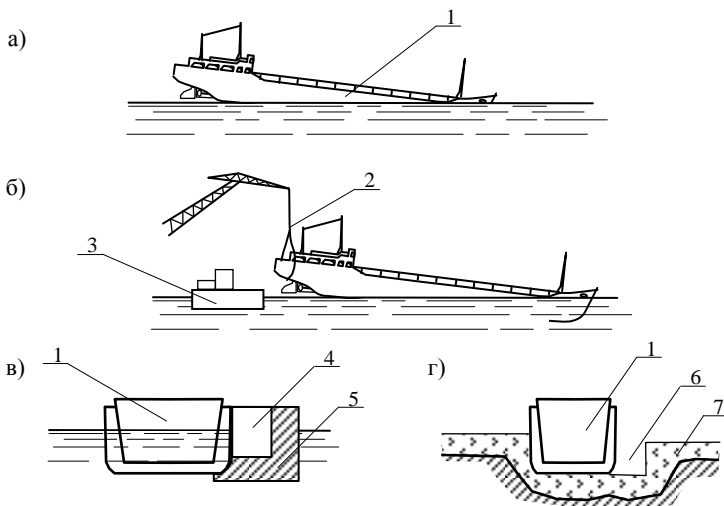


Рисунок 4.4 – Схемы частичной осушки подводной части судна:

а – диффертовка; *б* – подъем с использованием кормоподъемника (крана);
в – кессонирование; *г* – выморозка; 1 – судно; 2 – строп; 3 – понтон для ремонта;
 4 – герметический затвор кессона; 5 – кессон; 6 – выморозочная траншея; 7 – лед

Полная осушка судна производится при подъеме судов на берег (использование сезонных колебаний уровня воды) или с помощью судоподъемных сооружений.

Наиболее распространенным типом судоподъемного сооружения на предприятиях речного транспорта является поперечный слип. Схема подъема судна на поперечном слипе приведена на рисунке 4.5.

Судно заводится на косяковые тележки, находящиеся в погруженном состоянии на наклонных рельсовых путях, после чего с помощью лебедок оно поднимается на гребенку слипа, где производится его пересадка на откатные тележки горизонтального стапеля.

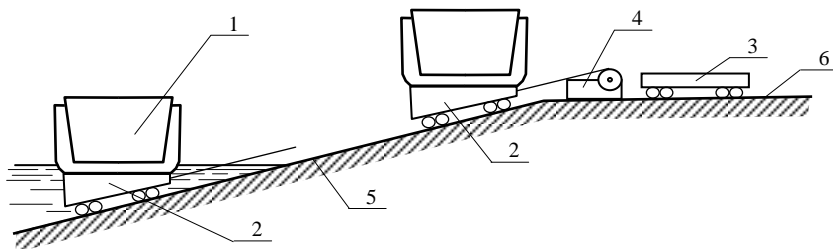


Рисунок 4.5 – Схема подъема судна на поперечном слипе:
1 – судно; 2 – косяковая тележка; 3 – откатная тележка; 4 – лебедки;
5 – подъемные наклонные пути; 6 – откатные горизонтальные пути

Число наклонных путей определяется с учетом состава докуемого флота и инженерных требований к конструкции судоподъемника:

$$n_n = \frac{l_{\max} - 2l}{S_d}, \quad (4.1)$$

где l_{\max} – максимальная габаритная длина судна программы судостроения или судоремонта, м;

l – допускаемый свес судна у первой и последней косяковых тележек ($l \approx 0,1l_{\max}$), м;

S_d – расстояние между центрами соседних дорожек слипа ($S_d = 8 \dots 10$ м).

На судостроительных и судоремонтных предприятиях водного транспорта широко применяют плавучие доки (рисунок 4.6).

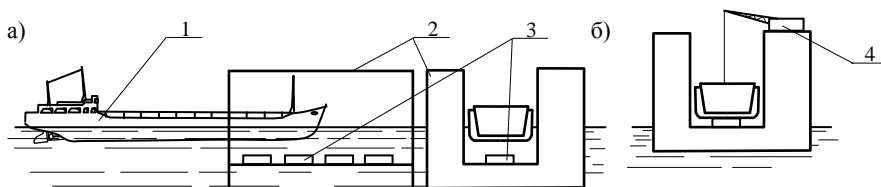


Рисунок 4.6 – Схема подъема судна в плавучем доке:

а – док в погруженном состоянии (заводка судна);

б – док в рабочем состоянии (судно поставлено на кильблоки и готово к ремонту);

1 – судно; 2 – док; 3 – кильблоки; 4 – кран

Подъем судна производится по следующей схеме:

- судно заводится в док, который находится в погруженном состоянии с заранее установленными кильблоками;
- погружение дока осуществляется путем принятия балласта (воды) в соответствующие системы;
- судно поднимается вместе с доком откачиванием балласта.

Ремонт судна выполняется непосредственно в доке.

Подъемная сила дока в рабочем состоянии определяется из условия

$$P_c = q_d + D_{\max} + q_{об} + q_3, \quad (4.2)$$

где P_c – подъемная сила дока (вес воды, вытесненной корпусом дока в рабочем состоянии), Н;

q_d – вес конструкции дока, Н;

D_{\max} – максимальный вес докуемого судна, Н;

$q_{об}$ – вес необходимого оборудования (кильблоки, средства механизации), Н;

q_3 – запас грузоподъемности, определяемый весом воды в объеме дока от его палубы до уровня воды в акватории, Н.

Разновидность плавучего – передаточный док (рисунок 4.7) служит только для подъема судна и передачи его на горизонтальный стапель, где производится ремонт.

Для крупных морских судов в мировой практике судостроения и судоремонта часто используют сухие и наливные доки (рисунок 4.8).

Принцип действия сухого дока следующий: судно заходит в док, после чего водонепроницаемый затвор закрывается, а вода из дока откачивается насосной станцией через систему трубопроводов; в результате откачки воды судно становится на кильблоки, после чего осуществляется соответствующее обслуживание.

В отличие от сухого дока принцип действия наливного заключается в подъеме уровня воды в наливной камере после захода в нее судна и закрытия затвора; затем судно перемещается и становится над кильблоками, после чего камера опорожняется – судно становится на кильблоки и готово к ремонту.

В мировой практике судоподъема получили также применение вертикальные судоподъемники двух типов (рисунок 4.9): гидравлические (с длинноходовыми и короткоходовыми гидродомкратами); канатные (подъем платформы с судном осуществляется с помощью лебедок и канатной системы).

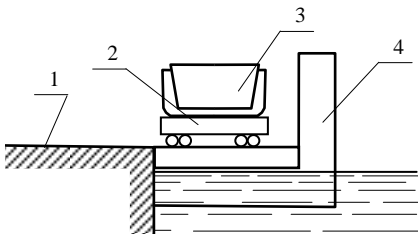


Рисунок 4.7 – Схема подъема судна с использованием передаточного дока:

- 1 – горизонтальный стапель слипа;
- 2 – откатная тележка; 3 – судно;
- 4 – передаточный док

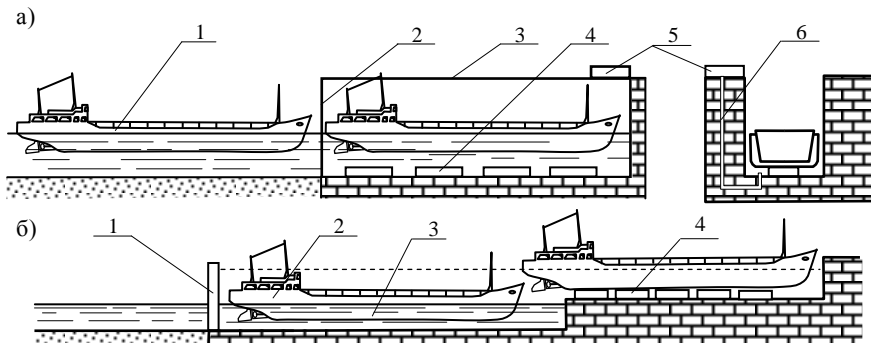


Рисунок 4.8 – Схемы подъема судна:

- а* – в сухом доке: 1 – судно; 2 – водонепроницаемый затвор; 3 – сухой док;
4 – кильблоки; 5 – насосная станция; 6 – трубопроводы;
б – в наливном доке: 1 – водонепроницаемый затвор;
2 – судно; 3 – наливная камера дока; 4 – кильблоки

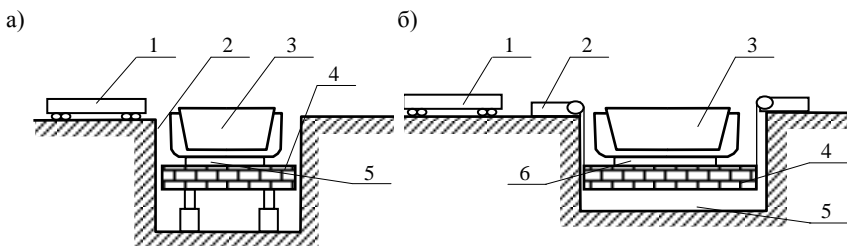


Рисунок 4.9 – Схемы вертикальных судоподъемников:

- а* – гидравлического: 1 – откатная тележка стапеля; 2 – камера судоподъемника;
3 – судно; 4 – грузовая платформа; 5 – кильблоки;
б – канатного типа: 1 – откатная тележка стапеля; 2 – лебедки; 3 – судно;
4 – грузовая платформа; 5 – камера судоподъемника; 6 – кильблоки

Вертикальные судоподъемники имеют существенные преимущества: меньшие габариты сооружения, облегчают борьбу со льдом, упрощается заводка судна и ряд других. Однако сложность синхронизации работы гидродомкратов или силовых лебедок существенно удорожает конструкцию.

4.4 Производственные процессы и оборудование корпусно-сварочного цеха

Корпусно-сварочные цехи состоят из трех производственных участков: первичной обработки корпусной стали; заготовительный (обрабатывающий); сборочно-сварочный.

Производственные процессы в корпусно-сварочных цехах, как правило, типовые и определяются необходимым перечнем операций от запуска корпусного металла в производство до выхода готовых корпусных конструкций. Оборудование же цехов выбирается в зависимости от геометрических размеров обрабатываемого материала (габариты и толщина листов, типоразмеры профильного металла), определяющих габаритные размеры оборудования и требуемые рабочие усилия.

На участке первичной обработки производятся следующие процессы: правка металла, очистка, грунтовка и сушка.

Листовой и профильный металл для постройки и ремонта судов должен иметь ровную поверхность для обеспечения высокого качества сборки и сварки корпусных конструкций, что при эксплуатации оказывает влияние на многие эксплуатационные и ходовые характеристики судна (см. подразд. 3.2). Так, стрелки прогиба листовой стали не должны превышать 3 мм на 1 м длины листов толщиной до 5 мм, а отклонение от прямолинейности профиля – не более 2 мм на 1 м длины.

Необходимость правки металла обусловлена двумя основными причинами: неравномерностью охлаждения стали после прокатки на металлургическом заводе, вследствие чего в металле возникают внутренние напряжения, и механическими повреждениями в процессе транспортировки и выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Устранение дефектов металла осуществляется путем его правки. На практике применяют два принципиально различающихся технологией способа правки: перегибами или растяжением.

Правка перегибами выполняется на специальном оборудовании – листогибочных вальцах. Схема правки данного вида показана на рисунке 4.10, а.

Правка осуществляется путем прокатки листа под нагрузкой в системе валков, в результате чего из-за возникающих в слоях металла равнопеременных усилий (растяжение или сжатие) устраняют внутренние напряжения в металле. В зависимости от толщины металла, а также его прочностных характеристик применяется оборудование с необходимым количеством валков: от трех до семнадцати. Это обусловлено требуемым числом перегибов для устранения напряжений.

Правка металла растяжением производится на правильно-растяжных машинах. Схема этого способа правки приведена на рисунке 4.10, б.

Правильно-растяжная машина имеет стол-рольганг для подачи металла и его перемещения, рабочие усилия (закрепления и растяжения) создаются системой гидроцилиндров. Усилия растяжения могут достигать 12–13 тыс. тс. Этот способ характеризуется высоким качеством правки и большой производительностью, однако, его применение в судостроении и судоремонте требует экономических обоснований из-за высокой стоимости оборудования.

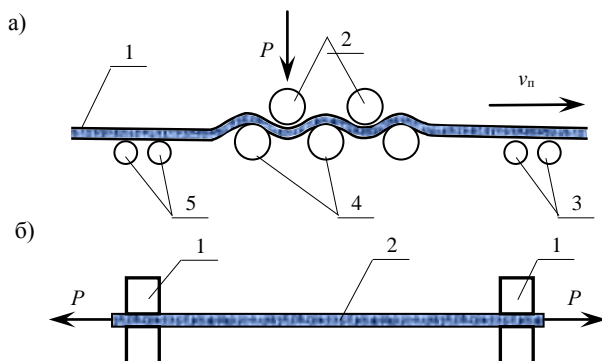


Рисунок 4.10 – Схемы правки металла:

a – перегибами: 1 – лист металла; 2 – нажимные валки; 3 – приемный рольганг; 4 – опорные валки; 5 – подающий рольганг; P – усилие нажимного вала; v_n – скорость подачи металла; *б* – растяжением: 2 – металл; 1 – зажимы; P – усилие растяжения

После правки металл подвергается очистке от окалины и ржавчины до чистого металла для обеспечения хорошей адгезии грунтов и красок с металлом.

Исходный материал имеет *окалину* (окислы железа) после горячей прокатки на металлургическом заводе. *Ржавчина* образуется при хранении металла без защиты от коррозии (без грунта).

Очистка корпусной стали в условиях ССРЗ выполняется двумя методами: химической или механической обработкой.

При *химической очистке* производится удаление окалины и ржавчины, а также защита металла путем его обработки с использованием активных растворов в следующем порядке: *травление* (в растворе соляной кислоты с ингибитором коррозии), *нейтрализация* (в растворе кальцинированной соды), *фосфатирование* (в 15-процентном растворе ортофосфорной кислоты).

Промывка металла осуществляется проточной водой. Этот метод характеризуется высоким качеством подготовки поверхности, однако, его применение ограничено из-за современных требований по охране окружающей среды и сложности нейтрализации растворов.

В практике судостроения и судоремонта чаще применяют механические способы очистки металла с использованием высокопроизводительного оборудования. Существует несколько способов механической очистки в зависимости от конструкции машин, рабочего органа и рабочей среды: щеточные (фрезерные) машины; пескоструйные аппараты; дробеструйные и дробеметные аппараты.

Наиболее перспективным, производительным и экологически чистым является дробеметный способ очистки (рисунок 4.11).

Очистка стали выполняется металлической дробью, выбрасываемой факелом на лист металла со скоростью до 70 м/с рабочим колесом машины. Дробь находится в замкнутой системе многообразового пользования. В процессе очистки производится отсос и сбор пылевидных веществ.

На участке первичной обработки осуществляется грунтовка металла для его защиты от коррозии на период хранения (межоперационного пролеживания на складе). При сроке хранения до трех месяцев металл обрабатывается олифой, а при более длительном сроке хранения – специальными красками (грунтами).

Грунтовка металла при значительных объемах перерабатываемой стали производится в специальных камерах. Схема грунтовки металла в электростатическом поле приведена на рисунке 4.12.

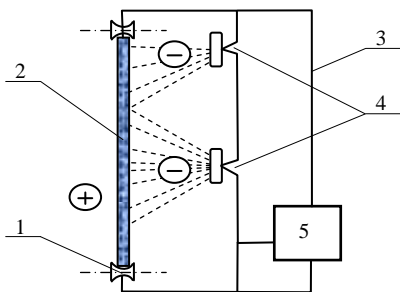


Рисунок 4.12 – Схема грунтовки металла в электростатическом поле:

- 1 – подающий рольганг; 2 – металл;
- 3 – стенка окрасочной камеры;
- 4 – распылители; 5 – блок питания

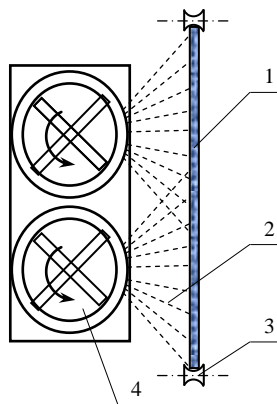


Рисунок 4.11 – Схема дробеметной очистки металла:

- 1 – металл; 2 – факел дроби;
- 3 – подающий рольганг;
- 4 – дробеметное колесо

Отрицательно заряженные частицы грунта, входящие из распылителей, притягиваются к положительно заряженному листу металла, чем обеспечивается равномерное распределение краски по поверхности и высокое качество покрытия.

Осушка металла после грунтовки (или промывки) производится в сушильных камерах.

Заготовительный участок относится к обрабатывающему производству. На участке выполняются следующие операции: разметка листовой и профильной

стали в соответствии с требованиями чертежей на ремонт или постройку судна; резка металла для получения деталей требуемой конфигурации; гибка металла для получения требуемых объемных профилей корпусов судов.

Исходной операцией в корпусно-заготовительном производстве является разметка корпусной стали для ее последующей резки, однако, операциям разметки металла предшествует большой объем подготовительных работ. Теоретический чертеж судна выполняется конструкторами в масштабе 1:25 (1:50, 1:100), поэтому его перенесение на лист металла и вычерчивание в натуральную величину весьма сложно и трудоемко.

Элементы теоретического чертежа переносят на лист металла несколькими способами: вычерчиванием в натуральном размере контуров деталей непосредственно на металле; изготовлением по чертежам плоских или объемных шаблонов в натуральной величину; изготовлением чертежей-шаблонов (в масштабе 1:10 или 1:5) их фотографированием; негативы используют при фотопроекционной разметке; разработкой математических моделей чертежей корпусных деталей и блока управляющих программ для резки металла с применением автоматов.

Подготовительные и разметочные работы вручную или по шаблонам производятся в специальном просторном помещении с ровным полом, называемом *плазом*. Пол плаза набирается из досок, установленных на ребро, хорошо обрабатывается и окрашивается в несколько слоев.

В серийном судостроении и судоремонте в последние годы широко внедряется автоматическая резка металлов на станках с программным управлением, что исключает необходимость разметки.

В зависимости от принципов работы и конструкции используемого оборудования применяют два метода резки корпусной стали: механический и тепловой.

Механическая резка листовой и профильной стали осуществляется с использованием следующих типов оборудования: ножниц гильотинных, дисковых, вибрационных и пресс-ножниц.

Прямые резы большой длины выполняют обычно на гильотинных ножницах, схема работы которых показана на рисунке 4.13, *а*. Резка листа производится несколькими ходами подвижного ножа, а листы к режущему инструменту подаются с помощью стол-рольгангов, представляющих собой систему шаровых опор (рисунок 4.13, *б*).

Прямые листы небольшой длины режутся на пресс-ножницах, за один ход режущего инструмента (рисунок 4.13, *в*).

Тепловая резка представляет собой процесс расплавления и окисления металла. Резка производится струей кислорода при нагреве листа в месте реза газовой горелкой. Схема газового резака инжекторного типа приведена на рисунке 4.14.

В зависимости от уровня механизации процессов, условий работы и применяемого оборудования тепловая резка подразделяется на ручную, полавтоматическую и автоматическую.

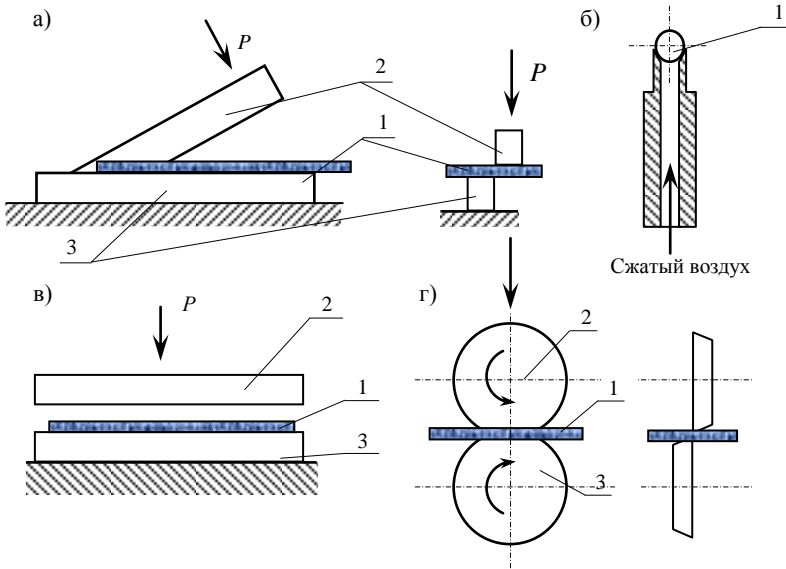


Рисунок 4.13 – Схемы механической резки металла:

- a* – гильотина: 1 – металл; 2 – подвижной нож; 3 – неподвижный нож;
- б* – шаровая опора: 1 – металлический шар; *в* – пресс-ножницы: 1 – металл; 2 – подвижной нож; 3 – неподвижный нож; *г* – дисковые ножницы: 1 – металл; 2 – нажимной диск; 3 – опорный диск

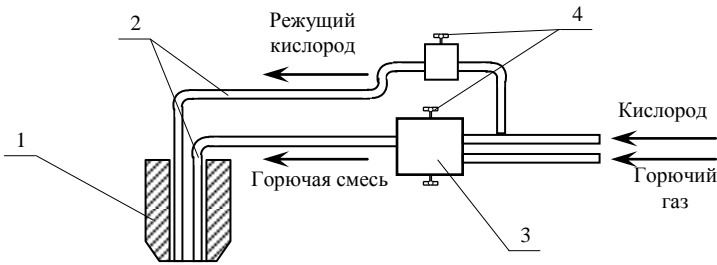


Рисунок 4.14 – Схема инжекторного резака:

- 1 – мундштук; 2 – трубки; 3 – смеситель; 4 – вентили

При ручной газовой резке резак перемещается непосредственно рабочим по разметке на листе стали. Полуавтоматическая газовая резка выполняется на переносных малогабаритных машинах, имеющих закрепленный резак и механизм электродвижения. Прямой рез обеспечивается движением тележки с заданной скоростью. Машины могут выполнять

рез по окружности, так как снабжены циркульным устройством. На оборудовании для автоматической газовой резки могут выполняться резы любой конфигурации. Автоматы для газовой резки работают по двум схемам с использованием:

- копир-щитов (шаблон с кромками из магнитного металла) и соответствующей следящей системы;
- управляющей системы, работающей по заданной программе.

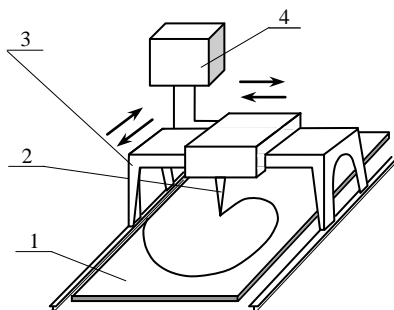


Рисунок 4.15 – Схема работы газорезательного автомата:
1 – лист металла; 2 – резак;
3 – координатная система;
4 – управляющая система

Схема работы автомата для газовой резки с программным управлением приведена на рисунке 4.15.

Заключительной операцией корпусно-заготовительного производства является гибка металла.

При постройке и ремонте судов используют листы прямой, простой и сложной погиби. Гибка листовой стали выполняется на специальном оборудовании: гибочных вальцах, гибочных штампах, универсальных листогибочных станках и фланцегибоч-

ных станках. Гибка корпусного металла производится, как правило, деформированием.

Конструктивно оборудование для гибки металла различается заложенным принципом получения необходимых деформаций и погибей листов (рисунок 4.16).

На сборочно-сварочном участке производится изготовление плоских и объемных секций корпусов судов для судостроения и судоремонта, а также установка листов и секций непосредственно на стапеле. Поэтому корпусная сталь из заготовительного участка поступает как на сборочно-сварочный участок цеха, так и непосредственно на стапель.

Корпусные конструкции изготавливаются или ремонтируются с использованием оборудования ручной, полуавтоматической и автоматической сварки. Принципиальные схемы ручной, полуавтоматической и автоматической сварки показаны на рисунке 4.17.

Прогрессивным направлением развития сборочно-сварочного производства является создание механизированных поточных линий по изготовлению корпусных конструкций, в частности, плоских и объемных секций.

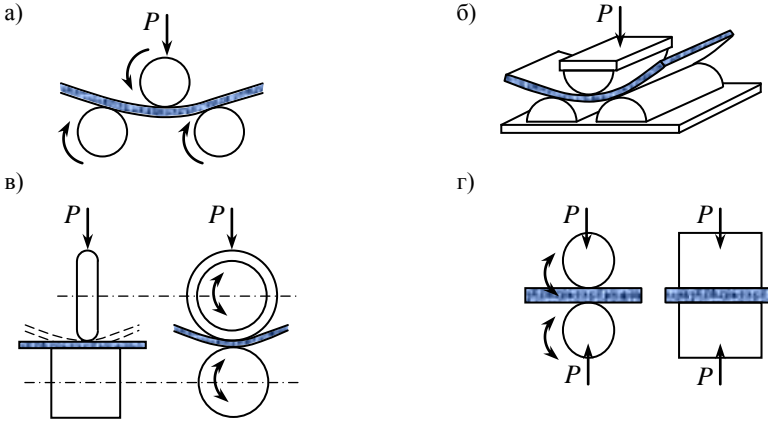


Рисунок 4.16 – Схемы гибки металла:

a – на гибочных вальцах; *б* – универсальным гибочным штампом;
в – на универсальном листогибочном станке; *г* – на фланцегибочном станке

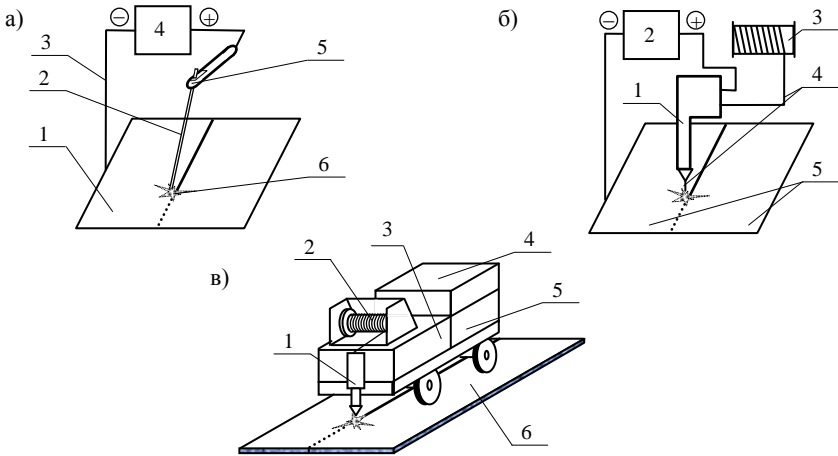


Рисунок 4.17 – Схемы сварки:

a – электродуговой ручной: 1 – свариваемые листы металла; 2 – электрод; 3 – токопроводящие кабели; 4 – сварочный трансформатор; 5 – держатель электрода; 6 – электрическая дуга;
б – полуавтоматической: 1 – ручной сварочный пистолет; 2 – трансформатор; 3 – катушка; 4 – сварочная проволока (электрод большой длины); 5 – листы металла;
в – автоматической: 1 – механизм автоматической подачи проволоки; 2 – катушка; 3 – трансформатор; 4 – система регулировки режимов сварки; 5 – механизм передвижения трактора; 6 – листы металла

Обычно поточная линия по изготовлению плоских секций состоит из **шести позиций**, оснащенных необходимым оборудованием:

I – производится комплектация и укладка листов в полотнища с помощью листоукладчика, прихватка листов друг с другом с применением сварочных полуавтоматов и ручной сварки;

II – осуществляется сварка полотнищ с использованием автоматов и порталов с гидроприжимами;

III – устанавливаются и прихватываются продольные ребра жесткости с использованием гидроприжимов;

IV – привариваются ребра жесткости сварочным агрегатом, установленным на портале;

V – производится установка, прихватка и приварка рамного (поперечного) набора корпуса;

VI – краном цеха осуществляется кантовка секций, подварка стыков и пазов.

Перемещение полотнищ и секций осуществляется с помощью рольгангов, встроенных в основание линии.

При сборке плоских и объемных секций используется большое количество различного оборудования: гидродомкраты, сборочные приспособления, сборочные кондукторы и др.

Сборка корпусов строящихся судов на стапеле производится с использованием *постелей*: универсальных, с постоянными лекалами, качающихся, поворотных и др. Схема универсальной постели показана на рисунке 4.18.

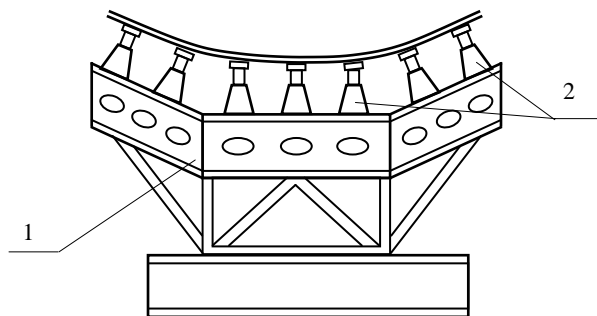


Рисунок 4.18 – Схема универсальной постели для сборки корпусов судов на стапеле:
1 – опорные блоки; 2 – винтовые домкраты

Для обеспечения качественной сборки на стапеле объемных секций используют *стапель-кондукторы* (металлические конструкции, согласованные с обводами корпусов судов для обеспечения вертикальной и горизонтальной центровки блоков).

4.5 Производственные процессы и оборудование механосборочного цеха

Механосборочные цехи ССРЗ состоят из участков: станочного, слесарного (работы в цехе) и слесарно-монтажного (работы на судах). Обычно в состав механосборочных цехов включается трубопроводный участок (работы по изготовлению элементов трубопроводов и судовых систем, а также по их монтажу на судах).

В механосборочных цехах осуществляется большое число различных производственных процессов по изготовлению деталей, узлов и судовых механизмов, демонтажу и монтажу механизмов и систем на судах, а также ремонт техники, в том числе в судовых условиях.

Все процессы, выполняемые в данном подразделении ССРЗ, делятся на две группы: обрабатывающие и слесарно-монтажные.

Обрабатывающие процессы – работы по механической обработке материалов, полуфабрикатов на различных станках и изготовление большой номенклатуры деталей машин, механизмов, узлов и систем судна, используемых в судостроении и судоремонте.

Механообработка материалов производится на станочном участке цеха, располагающем комплексом оборудования для обработки металлов. Потребность в числе станков определенного типоразмера определяется по формуле

$$n = \frac{T}{\Phi_d k_3 k_n k_{cm}}, \quad (4.3)$$

где T – трудоемкость станочных работ, станко-ч;

Φ_d – годовой фонд работы единицы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования по времени;

k_n – коэффициент переработки норм времени;

k_{cm} – коэффициент сменности.

В зависимости от принципов резания материала, заложенного в конструкции оборудования, металлообрабатывающие станки подразделяют на группы: токарные, фрезерные, строгальные, долбежные, сверлильные и шлифовальные.

Токарные станки предназначены для обработки круглых деталей (цилиндры, валы, втулки, крепеж, фланцы, диски). Резание металла производится путем вращения детали относительно неподвижного инструмента (рисунок 4.19).

При обработке заготовка зажимается в патроне, имеющем электропривод для вращения с различной скоростью, и поддерживается задним центром для обеспечения соосности.

Длинномерные заготовки обрабатывают на крупных токарных станках, оснащенных люнетами, т. е. приспособлениями для дополнительной промежуточной центровки, требуемыми для устранения провиса детали под влиянием собственного веса.

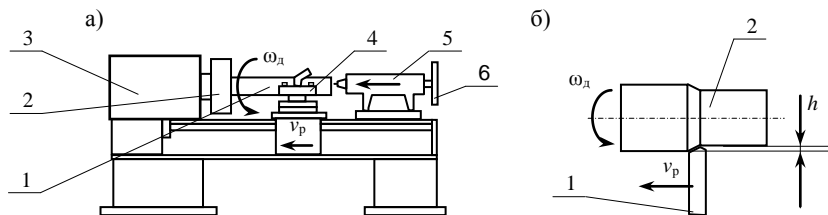


Рисунок 4.19 – Схемы обработки металла:

- a* – на токарном станке: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – зажимной патрон (шпиндель); 3 – передняя бабка с механизмом вращения; 4 – держатель инструмента (суппорт); 5 – задняя бабка с центром; 6 – маховик подачи центра; 7 – вал подачи суппорта;
- б* – на токарно-винторезном станке: 1 – резец; 2 – обрабатываемая деталь; ω_d – скорость вращения детали; v_p – скорость подачи резца; h – глубина резания

Крупногабаритные по диаметру заготовки обрабатывают на токарно-карусельных станках, принцип работы которых показан на рисунке 4.20. Деталь устанавливается на планшайбе, которая приводится во вращение электродвигателем.

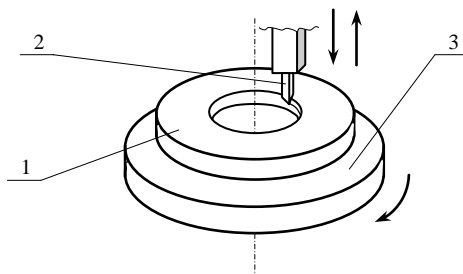


Рисунок 4.20 – Схема работы токарно-карусельного станка:
1 – обрабатываемая деталь; 2 – резец с резцедержателем; 3 – планшайба

Точная обработка плоскостей базовых деталей (например, плоскости соединений головки цилиндров и блока двигателей, блока и фундаментной рамы) выполняется на строгальных станках (рисунок 4.21).

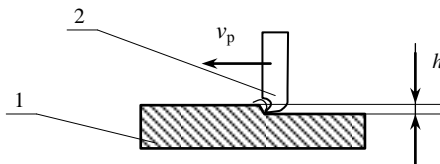


Рисунок 4.21 – Принцип обработки металла на строгальных станках:
1 – обрабатываемая деталь; 2 – резец; v_p – скорость резания; h – глубина резания

Отверстия для соединения деталей обрабатывают на сверлильных станках. Предварительная обработка отверстий осуществляется сверлами требуемого диаметра, точная обработка производится развертками после операции сверления.

Отверстия большого диаметра и длины получают на специальном оборудовании – расточных станках (рисунок 4.22), у которых резец закреплен на жесткой борштанге большой длины, которая имеет вращательное и поступательное движение. Методом расточки обрабатывают гнезда под втулки цилиндров двигателей, под подшипники различных машин и механизмов.

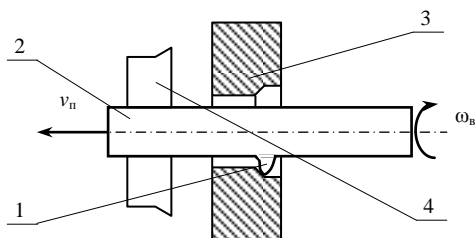


Рисунок 4.22 – Принцип обработки деталей на расточных станках:

1 – резец; 2 – борштанга; 3 – обрабатываемая деталь; 4 – лонет;
 v_p – скорость подачи резца; ω_b – скорость вращения борштанги

Для получения на деталях пазов, углублений, выемок используется оборудование для фрезерования (рисунок 4.23). Фрезы изготавливают различной конфигурации и размеров (дисковые, плоские, торцовые и др.). Методом фрезерования могут обрабатываться плоскости базовых деталей, а также зубья шестерен с использованием специальных точных фрез.

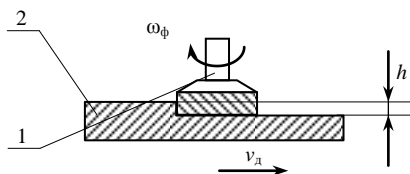


Рисунок 4.23 – Принцип обработки металла на фрезерных станках:

1 – торцовая фреза; 2 – обрабатываемая деталь; ω_f – скорость вращения борфрезы; v_d – скорость подачи детали; h – глубина фрезерования

Высокое качество обработки поверхностей (чистота) деталей достигается путем их шлифования на специальных станках или на токарных с использованием соответствующих приспособлений. Шлифование ведется с помощью специальных мелкоабразивных кругов, при этом вращаются одновременно деталь и круг, что обеспечивает большие относительные скорости процесса.

Широкое распространение получили станки с числовым программным управлением (станки с ЧПУ) для выполнения целого комплекса операций по заданной программе. Весьма эффективным типом станков с ЧПУ являются так называемые обрабатывающие центры, имеющие комплексное программное управление станиной, где закреплены обрабатываемые базовые детали (корпуса, блоки, фундаментные рамы), а также инструментальную головку, снабженную большим количеством различных инструментов (сверла, зенкеры, фрезы, борштанги).

Слесарные и слесарно-монтажные работы специфичны. Их специфичность заключается в том, что при данном виде работ используются рабочие высокой квалификации, для них характерны многочисленные ручные и пригоночные операции, а рабочие места при этом менее остальных видов работ обеспечены средствами механизации.

Наибольшее число операций производится при ремонте судовой техники: демонтаж с судна, транспортировка детали в цех, мойка, поузловая разборка, подетальная разборка, мойка деталей и их дефектация, восстановление деталей, получение новых (при нецелесообразности или невозможности восстановления), механическая обработка восстановленных деталей, узловая сборка, общая сборка, монтаж и регулировка, транспортировка и монтаж на судне.

Мойка машин, узлов и деталей производится с применением специальных машин или оборудования (моечных ванн); разборка и сборка – на стендах, оснащенных механизированным инструментом и приспособлениями; испытания проводят на специализированных (по типу машин и механизмов) испытательных стендах.

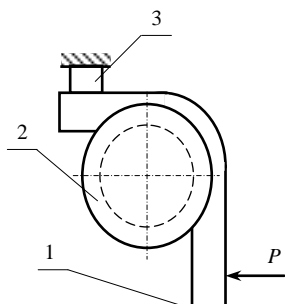


Рисунок 4.24 – Принцип работы трубогибочного оборудования:

1 – труба; 2 – ролик; 3 – упор;
P – усилие гибки

Транспортные операции осуществляют с помощью грузоподъемных средств (мостовые краны, тельферы, кран-балки), рельсового транспорта или простейших тележек.

Трубопроводные работы ведутся как в цехе, так и непосредственно на судах.

В цехе производится изготовление элементов трубопроводов и систем. Резка труб осуществляется с использованием трубогибочных станков. Гибка труб выполняется как правило, в холодном состоянии с применением трубогибочных станков и приспособлений. Во избежание смятия труб в месте сгиба они набиваются сухим песком. Принцип работы трубогибочного оборудования показан на рисунке 4.24.

4.6 Производственные процессы и оборудование деревообделочного цеха

Деревообделочный цех состоит из трех участков: станочного (обработка дерева и пластмасс), столярного (изготовление и монтаж судовой мебели и элементов обстройки помещений) и плотничного (изготовление и монтаж конструкций из дерева в составе корпуса и оборудования помещений).

На станочном участке деревообделочного цеха выполняют следующие операции: механообработка пиломатериалов, строгание, вырезка сложных профилей из дерева и пиломатериалов, сверление и фрезерование материала, полирование поверхностей.

Для этих операций применяется соответствующее оборудование: прямая резка дерева производится на круглопильных станках (рисунок 4.25, а); криволинейные профили деталей из дерева и пластмасс получают на ленточнопильных станках (рисунок 4.25, б); чистая обработка поверхностей деталей из дерева производится в строгальных станках (рисунок 4.25, в).

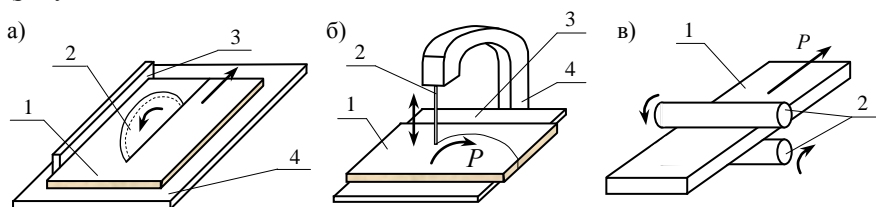


Рисунок 4.25 – Схемы работы деревообрабатывающих станков:

- а – круглопильного: 1 – материал; 2 – дисковая пила; 3 – направляющий передвижной упор; 4 – рабочий стол;
 б – ленточнопильного: 1 – материал; 2 – ленточная пила; 3 – рабочий стол; 4 – защитный кожух с направляющими пилы; P – усилие подачи материала;
 в – строгального: 1 – материал; 2 – фрезы; P – усилие подачи материала

В состав деревообделочного цеха обычно входит малярный участок, где выполняют очистку и покраску корпуса и отделку помещений судна.

Окраска судовых конструкций осуществляется полуавтоматами с воздушным или безвоздушным распылом лакокрасочных материалов. При окраске небольших площадей и труднодоступных поверхностей применяют обычные или валиковые кисти.

4.7 Производственные процессы и оборудование литейного и кузнечно-прессового цехов

Литейные и кузнечно-прессовые цехи относятся к заготовительному производству, где изготавливают разнообразные заготовки для деталей методами литья,ковки и штамповки.

Литейные цехи ССРЗ производят литые заготовки из различных материалов: стали, чугуна, цветных металлов.

В производственную структуру литейного цеха входят: участок приготовления формовочных смесей, участок формовки, плавильно-разливочный участок, участок выбивки и обрубки заготовок.

Важнейшими операциями в литейном цехе являются изготовление форм по моделям, плавка и разливка жидкого металла по формам. Конфигурация заготовки детали задается моделью, повторяющей ее геометрические размеры с учетом припусков на механическую обработку.

Разливка металла осуществляется в формы, заполненные формовочной смесью. Форма заготовки получается путем обжима (методом вибрации) формовочной смеси по модели детали, которая после формовки вынимается из формы путем разъема. Металл заливается в образованную полость формы через специальное отверстие (литник).

Плавка металлов производится в плавильных печах или агрегатах. На ССРЗ стальное или чугунное литье получают в вагранках.

Разливка металла по формам производится с помощью ручного или механического ковша, внутренняя поверхность которого облицована жаропрочным материалом.

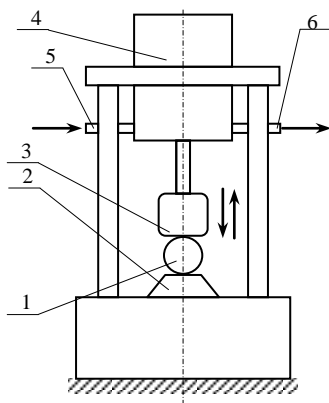


Рисунок 4.26 – Схема работы пневматического молота:

- 1 – заготовка; 2 – основание;
- 3 – ударная часть; 4 – рабочий цилиндр; 5, 6 – системы впуска и выпуска сжатого воздуха

Заключительными операциями литейного производства являются выбивка отливок из форм, очистка от формовочной смеси и обрубка заготовки в нужный размер (удаление избыточного металла некачественной структуры отливки).

Методом литья получают заготовки большой номенклатуры деталей машин и механизмов (блоки, фундаментные рамы, втулки цилиндров, поршни, кольца и другие детали).

В кузнечно-прессовочных цехах заготовки деталей получают методом горячейковки или штамповки.

В кузнечном производстве на ССРЗ обычно применяют оборудование для свободнойковки (рисунок 4.26).

Деформация горячего металла производится кинетической энергией молота. Подъем ударного механизма на требуемую высоту осуществляется сжатым воздухом (*пневматические молоты*), паром или паровоздушной смесью (*паровоздушные молоты*). Высота подъема ударного механизма определяет требуемую силу удара.

Большую номенклатуру заготовок деталей получают методом холодной штамповки из листового материала: крышки и кожухи механизмов, фланцы, прокладки. Штамповка производится на гидравлических, кривошипных или винтовых прессах, способных создавать нагрузки в пределах текучести металла. Конфигурация заготовок задается специальными матрицами.

4.8 Инструментальное хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий

Инструментальное хозяйство ССРЗ состоит из инструментального цеха, центрального инструментального склада, цеховых инструментальных кладовых и лабораторий проверки, точности инструмента.

По назначению инструмент подразделяют на режущий, слесарно-монтажный, измерительный, приспособления и оснастку, штампы и пресс-формы.

Потребность в инструментах определяется на годовую программу

$$p_i = \frac{T_i \delta_i}{H_i}, \quad (4.4)$$

где T_i – трудоемкость годового объема работ с использованием i -го инструмента, инструмента-часов;

δ_i – удельное значение машинного времени в общей трудоемкости работ i -го вида;

H_i – стойкость инструмента, инструмента-часов.

Для обеспечения ритмичности производства на ССРЗ создают запасы инструментов

$$Z_i = P_{\text{сут}}^i (t_{\text{сп}}^i + t_{\text{стр}}^i), \quad (4.5)$$

где $P_{\text{сут}}^i$ – суточный расход инструмента i -го типа;

$t_{\text{сп}}^i$ – время, требуемое для изготовления инструмента i -го типа, сут;

$t_{\text{стр}}^i$ – время, на которое создается страховочный запас инструментов i -го типа, сут.

4.9 Энергетическое хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий

Судоремонтные и судостроительные предприятия потребляют большое количество различных видов энергии: электрической – на технологические и бытовые нужды; тепловой от сжигания угля, мазута, природного газа, сжатого воздуха – для пневматического привода машин и механизмов; кислорода и ацетилена для резки металла; воды – на бытовые и производственные нужды.

Снабжение ССРЗ энергией производится: по централизованной и децентрализованной схеме. Как правило, предприятия подключаются к централизованным электросетям, сетям водоснабжения и канализации, в ряде случаев к централизованным отопительным сетям.

Обычно кислород, сжатый воздух, ацетилен на ССРЗ вырабатываются самостоятельно.

В энергетическое хозяйство ССРЗ входят: электрическая подстанция; котельная; компрессорная, кислородная и ацетиленовые станции; водонасосная станция; энергосети и коммуникации различного назначения; соответствующие хозяйства цехов.

4.10 Складское и транспортное хозяйство судоремонтных и судостроительных предприятий

Для обеспечения работы ССРЗ необходимо развитое складское хозяйство, предназначенное для хранения материальных ценностей: сырья, материалов, покупных изделий, инструмента и оснастки, деталей и узлов, готовой продукции.

Склады ССРЗ подразделяют: по отношению к стадиям производственного процесса на материальные, промежуточные (хранение заготовок, деталей и узлов) и готовой продукции; по структурной принадлежности склада на общезаводские, цеховые и участковые.

К общезаводским складам относят: центральный склад материальных ценностей, склад готовой продукции, склад горючесмазочных материалов.

На уровне цехов создают склады: материалов (стали, дерева), комплектующих изделий, инструментов и приспособлений, промежуточного хранения заготовок, деталей и узлов.

Размер запаса материальных ценностей для обеспечения нормального хода производственного процесса должен быть обоснован:

$$Z_i = \frac{Q_i t_{\text{зан}i}}{365}, \quad (4.6)$$

где Q_i – расход (объем хранения) материальных ценностей i -го наименования на годовую программу, т (м^3);

$t_{\text{зан}i}$ – норма хранения i -го вида материальных ценностей, сут.

Для перевозки большого объема материальных ценностей ССРЗ располагает развитым транспортным хозяйством. Транспорт подразделяется на внезаводской, внутризаводской и цеховой в зависимости от маршрутов перевозки и видов грузов.

Внезаводской транспорт осуществляет перевозку сырья, материалов и комплектующих изделий от поставщиков и сбытовых организаций на завод, а также вывоз готовой продукции. Для этих целей используют различные виды транспорта.

Внутризаводские перевозки осуществляют автотранспортом (автомашины, тракторы), электро- и автокарами, электро- и автопогрузчиками, а также с использованием рельсовых крановых средств.

В цехах транспортные операции производят электро- и автокарами, крановыми средствами, рельсовым транспортом, конвейерами и роулангами.

Потребность в транспортных средствах определяется в зависимости от грузооборота, дальности перевозок и провозной способности транспортных средств:

$$n = \frac{Qk_n}{Pqk_{ив}k_{гп}}, \quad (4.7)$$

где Q – годовой грузооборот, т;

k_n – коэффициент неравномерности прибытия грузов;

P – количество оборотных (круговых) рейсов, осуществляемых единицей транспортного средства в течение года;

q – грузоподъемность транспортного средства, т;

$k_{ив}$ – коэффициент использования транспортных средств во времени;

$k_{гп}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств.

4.11 Особенности технической эксплуатации судоремонтных и судостроительных предприятий

Производственная структура и техническая оснащенность предприятий, осуществляющих судоремонтную и судостроительную деятельность, должны соответствовать их назначению, основной программе и номенклатуре работ (судоремонт, судостроение, машиностроение), объемам производства, количеству, типам и мощности приписанного флота.

Территория судоремонтного предприятия должна удовлетворять промышленным нормам, требованиям технологичности размещения производственных зданий и сооружений, санитарно-бытовых и служебных помещений, иметь достаточную оборудованную причальную линию, благоустроенные дороги, подъездные пути и коммуникации воды, пара, сжатого воздуха, электроэнергии, телефонную связь и средства громкого оповещения, т.е. соответствующие назначению инженерные сети.

Структура инженерных сетей систем энергообеспечения, канализации, вентиляции, освещения, связи и др. схожа с аналогичными системами речных и морских портов.

Акватории судоремонтных предприятий должны удовлетворять следующим требованиям:

а) иметь такие размеры, чтобы были обеспечены безопасная и удобная постановка на зимний отстой и ремонт всего приписанного флота;

б) обеспечивать возможность перестановки судов, на которых усматривается выгрузка и погрузка двигателей, агрегатов, механизмов и материалов, а также их передвижения к судоподъемным сооружениям в зимних условиях (отепление акваторий);

в) иметь необходимые оградительные и причальные устройства (дамбы, волноломы, ледорезы, пирсы, рымы, бочки и тумбы) и устройства швартовых испытаний судов;

г) иметь свободный судовой ход, соответствующий габаритам судов;

д) гарантировать безопасный отстой флота при всех состояниях, залива или водохранилища (при паводке, ледоходе, волнении, ветре, колебании уровня воды при приливах и отливах, нагоне и уgone воды ветром), а также в случае возникновения пожара;

е) иметь надежные средства связи каравана судов с берегом, электроосвещение, механизированные водоподающие пожарные установки и первичные средства пожаротушения, подъездные пути к источникам воды и коммуникации к судам, а также указаниям работников подразделения ВОХРа, исходя из местных особенностей акватории базового предприятия;

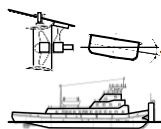
ж) иметь гарантированные глубины в зависимости от осадки ремонтируемых или находящихся на отстое судов;

з) обеспечивать возможность постоянного наблюдения за всем караваном или за отдельными его судами со стороны сторожевых постов охраны.

Перед постановкой судов на зимовку акватория базы должна быть тщательно проверена, протралена, очищена от подводных препятствий и при необходимости углублена (см. подразд. 3.3).

5

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ



5.1 Классификация флота

Флотом называется совокупность всех плавучих средств, объединенных условиями плавания (морской или речной), назначением (пассажирский, технический, вспомогательный), принадлежностью (например, флот Белорусского речного пароходства) или другими признаками.

Судно – сложное инженерное сооружение, способное плавать на воде и предназначенное для перевозок грузов, пассажиров или обслуживания судов, выполняющих эти перевозки, или для создания для них необходимых условий.

Многообразие мероприятий технической эксплуатации транспортного флота определяется широтой номенклатуры эксплуатируемых судов. В основу систематизации этих мероприятий положена классификация судов по различным признакам. Признаки классификации многообразны и определяются потребностями, которые возникают при решении конкретных задач: эксплуатационных – при организации работы флота, судостроительных – при проектировании и постройке судов, судоремонтных – при организации ремонта флота, задач судовождения – в процессе управления судами.

Основными признаками классификации являются: принадлежность судов, их назначение, род перевозимого груза, способ движения, специализация, принцип движения, тип двигателя, тип движителя, район плавания, способ загрузки-разгрузки и материал корпуса (рисунок 5.1).

По назначению все суда делят на четыре группы: транспортные, технические, вспомогательные и промысловые. *Транспортные суда* используют для доставки пассажиров и грузов и подразделяют на пассажирские, грузо-пассажирские, грузовые и буксирные. В составе *технического флота* сгруппированы суда, выполняющие путевые и грузовые работы. *Вспомогательный флот* обслуживает транспортные суда, обеспечивает нормальное течение транспортного процесса.

По роду перевозимого груза выделяют сухогрузные и наливные суда, каждое из которых по способу движения может быть отнесено к самоходному или несамоходному флоту. К *самоходным* относятся суда, которые приводятся в движение механической установкой, находящейся непосредственно на судне, к *несамоходным* – суда, которые не имеют на борту механической установки для самостоятельного движения и перемещаются буксирами-толкачами.

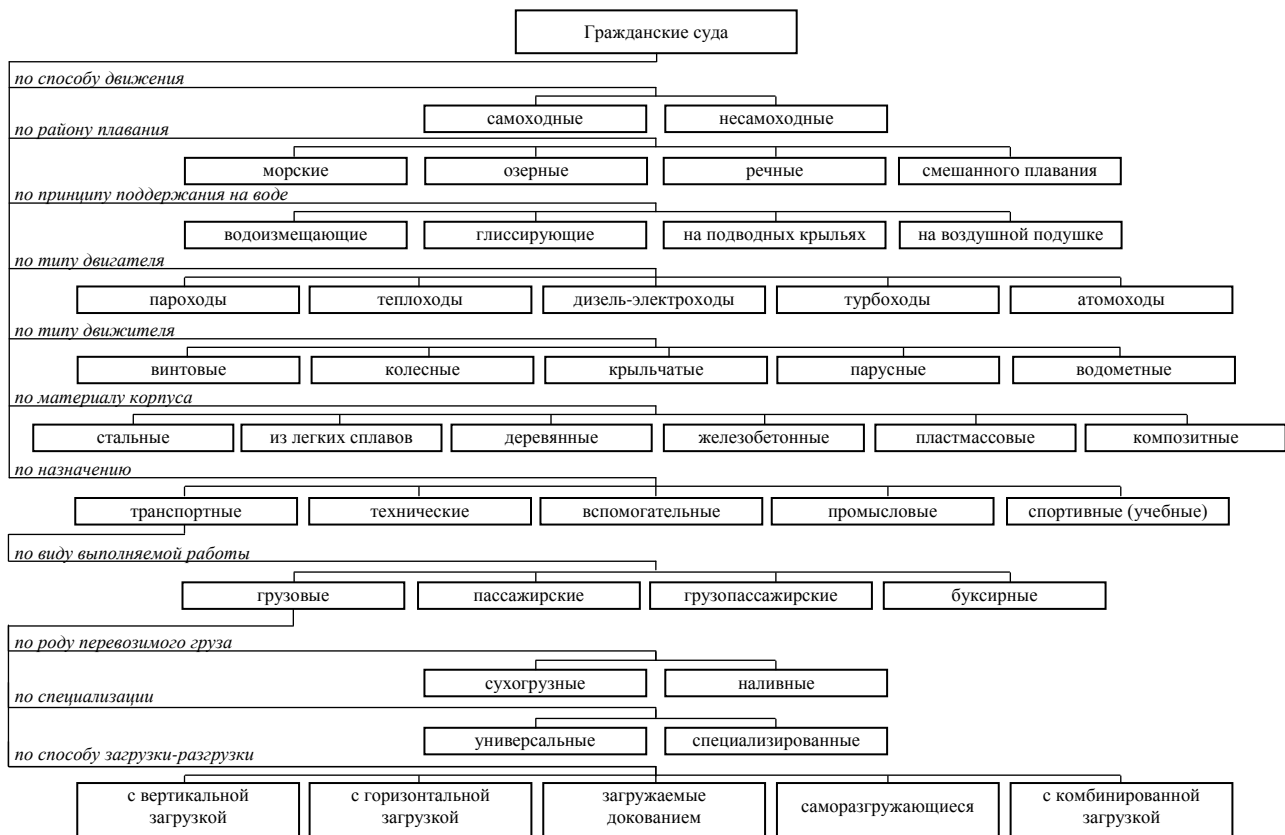


Рисунок 5.1 – Классификация гражданского флота

По специализации различают суда *универсальные*, которые предназначены для перевозки тарно-штучных, навалочных и насыпных грузов, и *специализированные*, которые предназначены обычно для перевозки одного рода грузов (лесовозы, автомобилевозы, овощевозы и т. д.).

По принципу движения все суда делят на водоизмещающие, глессирующие, на подводных крыльях и на воздушной подушке.

К *водоизмещающим* относятся суда, поддерживаемые на плавуче гидростатическими силами. Это наиболее распространенная на речном транспорте группа судов, поддержание на воде которых осуществляется за счет уравнивания веса судна P с грузом и гидростатической (архимедовой) силы P_y (рисунок 5.2).

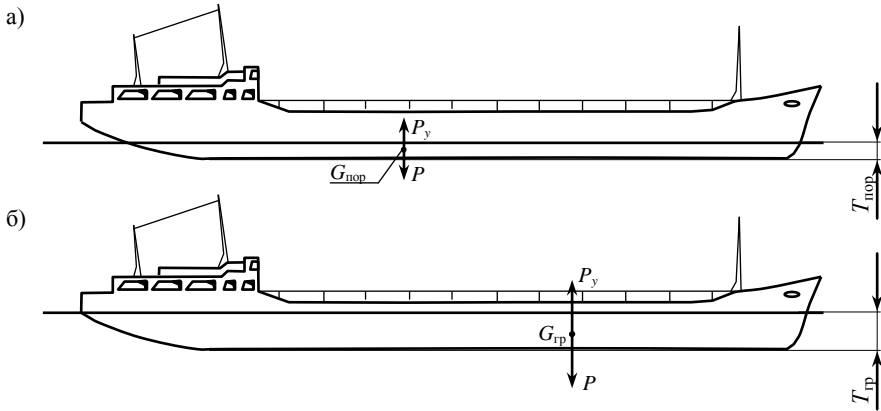


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема водоизмещающего судна:

a – в порожнем состоянии; b – в груженом состоянии; $G_{пор}$, $G_{гр}$ – центр тяжести, соответственно, порожнего и груженого судна; $T_{пор}$, $T_{гр}$ – осадка судна в порожнем и груженом состоянии

Чем больше водоизмещение судна, во многом зависящее от количества груза в трюмах, тем ниже опускается судно в воду ($T_{пор} < T_{гр}$) и тем выше сопротивление воды его движению, преодолимое энергетической судовой установкой.

Глессирующие (скользящие по поверхности воды) суда имеют часть днища в виде плоской или слегка искривленной несущей поверхности. При движении такого судна с небольшой скоростью действующая на его смоченную поверхность гидродинамическая подъемная сила P_y (вертикальная проекция гидродинамической силы Q) очень мала, и вес судна P уравнивается гидродинамической силой поддержания аналогично водоизмещающим судам. Такой режим движения глессера принято называть плаванием. Но с увеличением скорости движения гидродинамическая подъемная сила увеличивается настолько, что частично уравнивает вес судна, которое начинает подниматься к поверхности воды (рисунок 5.3).

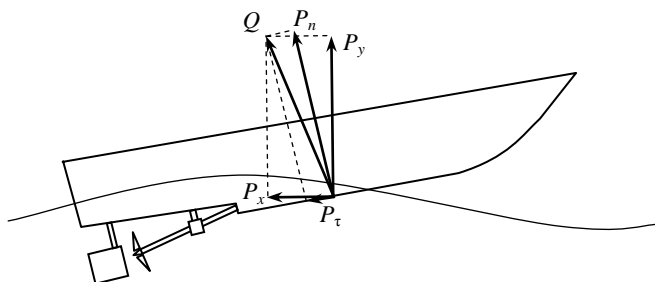


Рисунок 5.3 – Принципиальная схема глссирующего судна

Дальнейшее увеличение скорости приводит к тому, что сила P_y выталкивает судно из воды и оно начинает скользить по ее поверхности в режиме глссирования создавая минимальное сопротивление воды своему движению (сила P_x) и повышая его энергетическую эффективность – увеличение скорости при прежних затратах мощности.

При дальнейшем увеличении скорости движения, когда гидродинамическая сила становится больше веса судна, оно может взлетать над поверхность воды и пролетать некоторое расстояние по воздуху по инерции устрняя, таким образом, силу трения P_τ . Такой режим движения судна называется чистым глссированием.

Суда на подводных крыльях имеют гидродинамические устройства в виде несущих крыльев (рисунок 5.4), которые обеспечивают поддерживающую силу при полном выходе корпуса судна из воды, существенно снижая при этом сопротивление воды движению судна и, как следствие, увеличивая скорость.

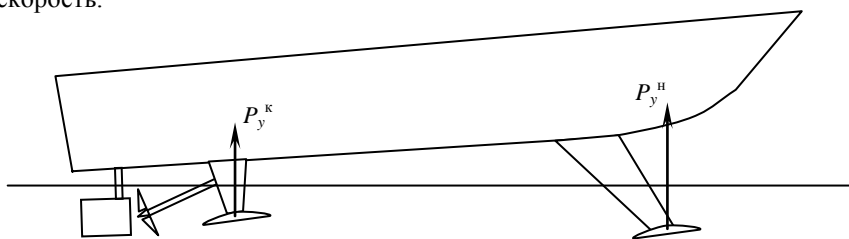


Рисунок 5.4 – Принципиальная схема судна на подводных крыльях

При движении судна с невысокой скоростью на крылья и днище действует малая гидродинамическая сила – судно движется в водоизмещающем режиме. С увеличением скорости, за счет сил, действующих на крыло, гидродинамическая сила и ее вертикальная составляющая – подъемная сила P_y , возрастает уравновешивая вес судна и поднимая его. Носовые и кормо-

вые крылья таких судов имеют разные гидродинамические характеристики, что позволяет носовой оконечности быстрее выходить из воды создавая переходный режим движения – глиссирующий. При дальнейшем увеличении скорости движения в воде остаются только крылья, стойки, на которых они закреплены, и внешние устройства движительного комплекса – сопротивление воды движению судна становится минимальным.

Суда на *воздушной подушке* представляют собой аппараты, способные в силу конструктивных особенностей создавать воздушную прослойку между корпусом и поверхностью воды (рисунок 5.5), обеспечивая при этом снижение сопротивления воды движению корпуса.

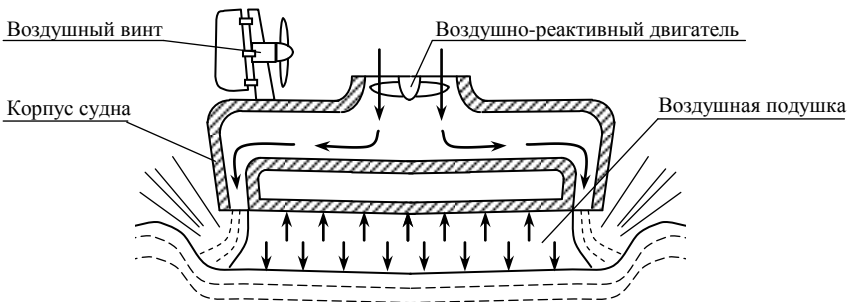


Рисунок 5.5 – Принципиальная схема судна на воздушной подушке

Данный эффект возникает за счет того, что специальная установка (компрессорный воздушно-реактивный двигатель) нагнетает воздух под днище судна, создавая избыточное давление и динамическую поддерживающую силу. По мере увеличения избыточного давления осадка судна уменьшается, а затем оно отрывается от поверхности воды. Расход воздуха из воздушной подушки после отрыва судна от опорной поверхности постоянно пополняется непрерывно работающей установкой, а поступательное движение судно получает за счет тяги специальных движителей – воздушного винта или турбореактивных двигателей.

По типу двигателя суда подразделяют на *пароходы*, *теплоходы*, *дизель-электроходы* и *турбоходы*. В основе классификаций лежит тип главной энергетической установки судна: для пароходов – паровая машина и обеспечивающий ее работу паровой котел, для теплоходов – двигатель внутреннего сгорания, для дизель-электроходов – дизель-генераторная установка и двигатель внутреннего сгорания, для турбоходов – турбина. Наиболее распространенной группой судов являются теплоходы, широко представлены на речном транспорте также дизель-электроходы. Турбины применяют в основном на скоростных судах.

По типу двигателя суда делят на пять групп: колесные, винтовые, водометные, крыльчатые и парусные. Судовым двигателем называется специальное устройство, которое создает тяговое усилие, необходимое для преодоления сопротивления воды и воздушной среды движению судна, что обеспечивает его поступательное перемещение.

По району плавания суда подразделяют на *морские, речные, озерные* и *смешанного «река – море»* плавания. Классификация судов по этому признаку связана с разрядом водных путей, на которых допускается эксплуатация данного судна требованиями безопасности плавания. Каждому судну Речной Регистр присваивает класс, который по обозначениям совпадает с разрядом водных путей (М, О, Р, Л – разд. 4.1), а формула класса определяет границы эксплуатации судов по участкам работы.

К классу М относят суда, которым разрешается плавание в бассейнах разряда «М» без ограничений по погоде, к классам О, Р и Л – суда, которым по их прочности и навигационному оборудованию разрешается плавание в речных бассейнах, соответственно, О, Р и Л.

Судам класса М разрешается плавание во всех речных бассейнах без ограничений по погоде. Суда класса «О» могут эксплуатироваться без ограничений в бассейнах разряда О, Р и Л, а в бассейнах разряда М им могут быть разрешены разовые выходы только при долгосрочном благоприятном прогнозе погоды. Данное положение действует и относительно судов классов Р и Л применительно к выходу в бассейны разрядов О и Р.

Развитие перевозок в смешанном сообщении предопределило создание судов специального класса. Формула класса Речного Регистра М-СП присваивается судам смешанного «река – море» плавания, а формулы М-ПР или О-ПР – судам прибрежного плавания.

По материалу корпуса суда делят на стальные, из легких сплавов, деревянные, железобетонные, пластмассовые и композитные. Наиболее распространенный судостроительный материал – сталь. Стальные суда имеют большую прочность, малый вес и сравнительно небольшую стоимость. Легкие сплавы используют, как правило, для постройки мелких быстроходных судов и надстроек крупных судов. Дерево применяется при строительстве мелких спортивных судов, катеров, некоторых специальных и промысловых судов, а железобетон – для сооружения некоторых типов несамоходных и стоечных судов, например, дебаркадеров и плавучих доков. Композитные суда – суда, корпус которых собран из различных материалов. Применение в судостроении пластмасс позволяет строить композитные суда из пластмассы, дерева и металла.

По способу загрузки и разгрузки различают суда с вертикальной загрузкой-разгрузкой через грузовые люки; с горизонтальной загрузкой-разгрузкой через бортовые порты или по специальным помостам (аппарелям) посредством автопогрузчиков либо накатом (автомобили и дру-

гие технические средства своим ходом); загружаемые-разгружаемые методом докования (притапливания судна); саморазгружающиеся (с использованием собственного конвейера или других средств, раскрывающегося днища, кренования); с приемом и выдачей жидких грузов по системам трубопроводов (танкеры и суда для перевозок сжиженных грузов); с комбинированными способами загрузки-разгрузки.

5.2 Общие сведения об устройстве судна.

Технические и эксплуатационные характеристики судов

Основными конструктивными составляющими судна являются корпус, архитектурные элементы, энергетическая установка, движители, судовые устройства и системы, средства навигации и связи.

Корпус является основой судна. Он состоит из набора, обшивки бортов и днища. Набор корпуса – это система поперечных и продольных балок, скрепленных в местах пересечения и образующих остов корпуса судна. В зависимости от того, балки какого вида в наборе преобладают, систему набора называют продольной, поперечной или смешанной.

Корпус судна представляет собой удлиненное тело, ограниченное кривыми поверхностями, которые создают обтекаемую форму, обеспечивающую наименьшее сопротивление воды и воздуха его движению. Поверхности, ограничивающие корпус судна сверху, с боков и снизу, называются соответственно палубой, бортами и днищем.

Общее представление о геометрической характеристике формы корпуса судна дает теоретический чертеж корпуса. Теоретический чертеж корпуса судна – совокупность проекций очертаний корпуса на три взаимно перпендикулярные плоскости: диаметральной (ДП), мидельшпангоута (МШ) и конструктивной ватерлинии (КВЛ) (рисунок 5.6).

По теоретическому чертежу судна можно определить его объем, а также другие важные геометрические характеристики, например, положение центра тяжести объема подводной части корпуса (центра величины), площадь ватерлинии, коэффициент полноты и прочие элементы, позволяющие рассчитывать и оценить предполагаемые эксплуатационные качества судна.

На теоретическом чертеже, как и на других судостроительных чертежах, судно принято изображать носовой оконечностью вправо.

Корпус судна характеризуют главные размерения, их соотношения и коэффициенты полноты.

Главные размерения судна (рисунок 5.7) – это его линейные размеры (длина, ширина, высота борта, высота надводного борта, наибольшая высота судна и осадка), оказывающие непосредственное влияние на процесс постройки и дальнейшую эксплуатацию. Их подразделяют на *конструктивные (расчетные)* и *габаритные*.

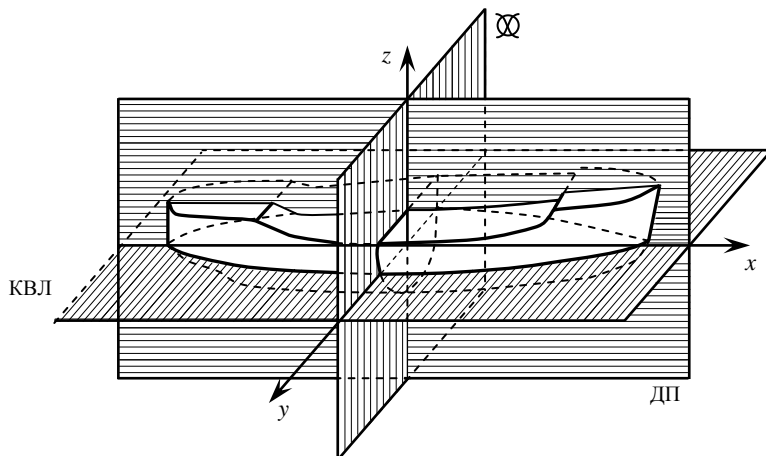


Рисунок 5.6 – Теоретический чертеж корпуса судна

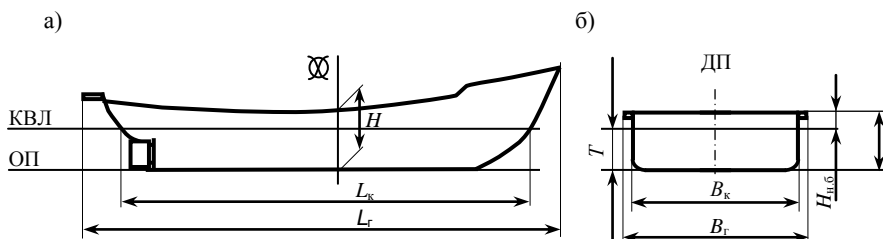


Рисунок 5.7 – Главные размеры судна:
 а – сечение корпуса диаметральной плоскостью;
 б – сечение корпуса плоскостью мидель-шпангоута

Габаритные размеры отсчитывают между крайними точками корпуса судна и определяют возможность размещения судна в камерах шлюзов, у причала, прохождения каналов, узкостей и извилистых участков рек. Конструктивные размеры отсчитывают в плоскости конструктивной ватерлинии и ими оперируют в основном проектировщики судов.

Конструктивная длина судна L_k – расстояние между точками пересечения конструктивной ватерлинии с диаметральной плоскостью в носовой и кормовой частях судна.

Габаритная длина L_r – расстояние, измеренное в горизонтальной плоскости между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса, с учетом постоянно выступающих (несъемных) частей.

Конструктивная ширина B_k – расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута перпендикулярно диаметральной плоскости на уровне конструктивной ватерлинии между внешними поверхностями обшивки корпуса.

Наибольшая ширина B_n – расстояние, измеренное перпендикулярно диаметральной плоскости между крайними точками корпуса без учета выступающих частей (привальных брусьев, обносов и т. д.).

Габаритная ширина B_r – расстояние, измеренное перпендикулярно диаметральной плоскости между крайними точками корпуса с учетом выступающих частей.

Высота борта H – вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до бортовой линии верхней палубы.

Габаритная высота судна – расстояние, измеряемое от основной плоскости до высшей точки несъемного оборудования (антенн, труб, мачт).

Высота надводного борта $H_{н.б}$ – расстояние, измеряемое в плоскости мидель-шпангоута от ватерлинии до линии пересечения борта с верхней палубой.

Осадка судна T – вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до плоскости конструктивной ватерлинии.

Для оценки навигационных качеств судна в различных условиях плавания используют коэффициенты полноты корпуса.

Отношение подводной части корпуса V к объему параллелепипеда со сторонами L , B и T , в который вписывается этот объем, называется *коэффициентом полноты корпуса*

$$\delta = \frac{V}{LBT}. \quad (5.1)$$

Для самоходных грузовых судов внутреннего плавания $\delta = 0,80 \dots 0,87$, а для наиболее быстроходных снижается до $0,75$.

Отношение площади конструктивной ватерлинии $S_{квл}$ к площади описанного прямоугольника со сторонами L и B называется *коэффициентом полноты ватерлинии*

$$\alpha = \frac{S_{квл}}{LB}. \quad (5.2)$$

Отношение погруженной площади мидель-шпангоута S_{∞} к площади описанного прямоугольника со сторонами B и T называется *коэффициентом полноты мидель-шпангоута*

$$\beta = \frac{S_{\infty}}{BT}. \quad (5.3)$$

Коэффициент продольной полноты корпуса

$$\varphi = \frac{\delta}{\beta}. \quad (5.4)$$

Коэффициент вертикальной полноты

$$\chi = \frac{V}{S_{\text{КВЛ}} T} = \frac{\delta}{\alpha}. \quad (5.5)$$

Для оценки навигационных качеств наиболее часто используют коэффициенты δ , α , β . Диапазоны изменения этих коэффициентов и отношения главных размерений существенно различаются по типам судов и приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики формы корпуса судов

Тип судна		Коэффициент полноты			Отношение габаритов корпуса		
		δ	α	β	длины к ширине	ширины к осадке	длины к высоте борта
Баржа	площадка	0,85–0,90	0,92–0,99	0,997–0,999	5,2–5,0	6,0–9,5	22–33
	трюмная	0,80–0,85	0,90–0,95	0,997–0,999	5,5–6,0	4,5–6,0	18–22
	наливная	0,85–0,90	0,92–0,99	0,997–0,999	5,0–7,0	5,5–7,0	30–40
Сухогрузный теплоход, танкер		0,80–0,85	0,88–0,92	0,995–0,997	5,5–8,2	4,4–7,4	19–28
Паром		0,60–0,87	0,76–0,90	0,900–0,990	3,5–7,0	4,0–8,0	10–22
Буксир		0,50–0,65	0,75–0,90	0,850–0,980	3,5–5,5	3,0–7,0	7–18
Буксир-толкач		0,55–0,65	0,78–0,90	0,900–0,990	3,5–4,5	4,0–7,0	12–16
Туристское судно, грузопассажирское		0,65–0,75	0,75–0,85	0,800–0,970	7,0–10,0	5,0–6,0	22–25
Пассажирский теплоход		0,45–0,55	0,75–0,80	0,800–0,870	6,0–7,5	4,0–6,0	17–22

Помимо коэффициентов полноты корпус судна характеризуется соотношениями его главных размерений:

– отношение длины судна к ширине характеризует ходкость судна (чем больше данное отношение, тем лучшей ходкостью обладает судно);

– отношение длины судна к высоте борта дает представление об общей прочности корпуса (чем больше отношение, тем больше требуется затратить материала, чтобы обеспечить достаточную прочность корпуса);

– отношение высоты борта к осадке оказывает влияние на остойчивость, непотопляемость, прочность и вместимость судна;

– отношение ширины к осадке характеризует остойчивость судна, ходкость и устойчивость на курсе (с увеличением данного отношения остойчивость увеличивается, а устойчивость на курсе снижается);

– отношение длины судна к осадке влияет на поворотливость судна (чем меньше данное отношение, тем маневреннее судно).

Транспортное судно характеризуется **эксплуатационными качествами** – грузоподъемностью, водоизмещением, грузовместимостью, пассажироместимостью, скоростью и автономностью плавания.

Водоизмещением называется масса воды, вытесненная плавающим судном, то есть масса судна с запасами воды и топлива, масса экипажа с необходимыми для его жизнеобеспечения запасами и масса груза или пассажиров, находящихся на борту.

Различают *полное водоизмещение* (водоизмещение полностью загруженного судна, снабженного всеми необходимыми запасами топлива, воды, продовольствия) и *водоизмещение в порожнем состоянии* (водоизмещение судна со всеми запасами, но без грузов и пассажиров).

Разность между полным водоизмещением и водоизмещением судна в порожнем состоянии называется грузоподъемностью. Грузоподъемность – масса грузов, принятых на борт.

Полная или регистрационная (установленная при регистрации судна) *грузоподъемность* Q_p – это постоянная для данного судна характеристика, равная максимальной массе грузов, которые могут быть размещены на судне при соблюдении его мореходных качеств. Данная характеристика устанавливается при проектировании судна и является его паспортной характеристикой.

Эксплуатационная грузоподъемность Q_3 определяется конкретными условиями перевозки: характеристикой груза, глубинами пути и ветроволновым режимом на маршруте движения судна, и соответствует массе груза, находящегося на судне в данном рейсе (может быть меньше, равна, а иногда и больше регистрационной грузоподъемности).

Регистрационная грузоподъемность судна выражается в тоннах тоннажа, а эксплуатационная – в тоннах груза.

Грузовые трюмы и прочие помещения, предназначенные для размещения груза, характеризуются определенным объемом. Суммарный объем всех грузовых помещений называют *грузовместимостью судна* (чистой грузовместимостью), измеряемой в кубических метрах.

Если судно специализировано для перевозки «легких» грузов, имеющих значительный погрузочный объем (хлопок, ткани, стеклянная вата), оно имеет грузовые помещения большого объема, следовательно, характеризуется значительной грузовместимостью. Судно, предназначенное для перевозки тяжеловесных грузов (металла, оборудования), имеет небольшой объем грузовых помещений и отличается малой грузовместимостью.

Удельной грузовместимостью называют отношение объема трюмов к чистой грузоподъемности.

Для пассажирских и грузопассажирских судов используется характеристика *пассажировместимость* – число мест, предназначенных для перевозки пассажиров.

Скорость – это эксплуатационное качество, определяющее быстроту перемещения судна в пространстве.

Для транспортных судов применяют понятия технической и расчетной скоростей. Под *расчетной скоростью судна* понимается его скорость движения на глубокой спокойной воде. Данная скорость является постоянной величиной, устанавливается заводом-изготовителем судна и является паспортной характеристикой. *Технической скоростью* называется скорость движения судна или состава относительно берега, то есть с учетом потерь и приращений расчетной скорости, зависящих от направления движения судна (вверх или вниз), характеристик судового хода, гидрологических особенностей участка водного пути (скорости течения, уклона) и изменения режима движения судна при встречах, обгонах, на перекатах, закругления судового хода.

Относительную скорость в пространстве оценивают безразмерной величиной – числом Фруда Fr .

Для водоизмещающих судов

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}, \quad (5.6)$$

а для быстроходных

$$Fr_b = Fr \sqrt{\frac{L}{g^3 \sqrt{V}}}, \quad (5.7)$$

где v – скорость движения судна относительно воды, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

L – расчетная длина судна, м;

V – объем погруженной в воду части корпуса, м³.

Автономность плавания – максимальная длительность пребывания судна в рейсе без пополнения запасов топлива, провизии и пресной воды, необходимых для жизнедеятельности находящихся на судне людей (экипажа и пассажиров).

Как плавающее сооружение судно характеризуется **мореходными качествами** – плавучестью, остойчивостью, непотопляемостью, ходкостью и управляемостью.

Плавучесть – способность судна плавать на воде с заданной осадкой при заданном количестве находящихся на нем грузов и пассажиров. Мерой плавучести судна является его водоизмещение.

Остойчивость – способность судна, выведенного под воздействием внешних сил из положения равновесия, возвращаться к состоянию равновесия после прекращения воздействия этих сил. Наклонение судна в продольной плоскости называют *дифферентом* (рисунок 5.8, а), в поперечной плоскости – *креном* (рисунок 5.8, б):

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{T_{\text{п}} - T_{\text{л}}}{B}, \quad (5.8)$$

$$\operatorname{tg} \chi = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{к}}}{L}, \quad (5.9)$$

где θ, χ – углы соответственно крена и дифферента;
 $T_{\text{п}}, T_{\text{л}}, T_{\text{н}}, T_{\text{к}}$ – соответственно осадки правого, левого бортов, измеренные в плоскости мидель-шпангоута, и осадки носом, кормой, измеряемые на носовом и кормовом перпендикуляре, м;
 B, L – расчетные ширина и длина судна, м.

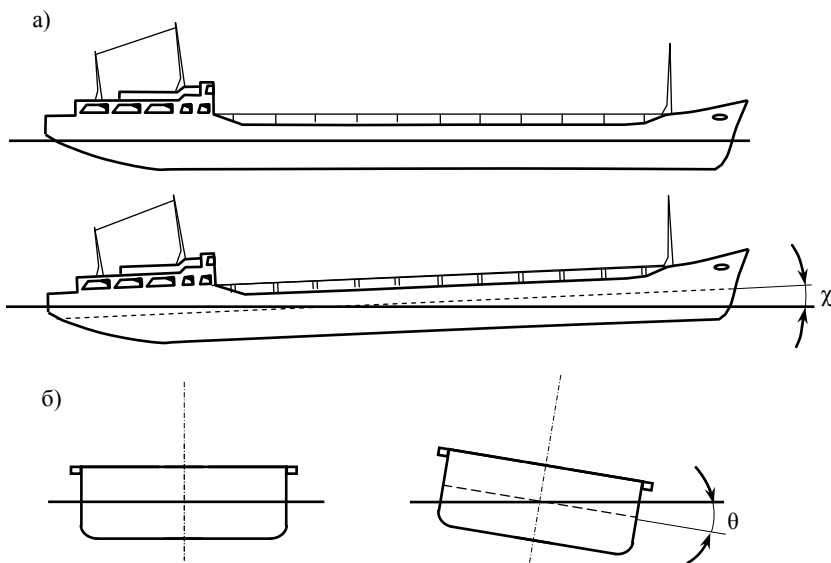


Рисунок 5.8 – Схема дифферента и крена грузового судна:
 а – дифферент судна на угол χ ; б – крен судна на угол θ

Непотопляемость – способность судна плавать и сохранять остойчивость при затоплении одного или нескольких отсеков. Степень непотопляемости судна зависит от его назначения.

Ходкость – способность судна перемещаться с заданной скоростью при затрате определенной мощности главных двигателей. Лучшей ходкостью из двух близких по размерениям и водоизмещению судов обладает то, которое при одинаковой силе тяги развивает большую скорость или, наоборот, для достижения одинаковой скорости требует меньшей силы тяги.

Управляемость – способность судна удерживать заданное направление движения или изменять его в соответствии с перекладкой пера руля.

При прямолинейном равномерном движении на судно действуют две равные по величине и противоположно направленные силы: сила упора двигателей (движущая сила) F_d и сила сопротивления воды движению судна R . При неустановившемся прямолинейном движении к этим двум силам добавляется сила инерции, компенсирующая алгебраическую разность этих сил. При ускоренном движении судна, когда движущая сила F_d больше силы R , сила инерции выступает в роли сопротивления, а при замедленном движении, когда $F_d < R$, – в роли движущей силы.

Криволинейное движение судна осуществляется с помощью соответствующей перекладки руля или поворотной насадки. При этом на руле возникает гидродинамическая сила P_p (рисунок 5.9), которую можно разложить на продольную P_x , направленную параллельно диаметральной плоскости, и боковую (рулевую) P_y – перпендикулярную ей.

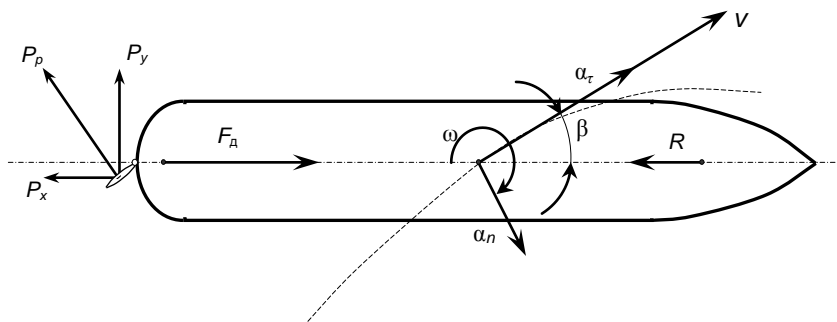


Рисунок 5.9 – Силы, действующие на судно при перекладке руля

Первая, как видно из рисунка, увеличивает силу сопротивления и тем самым уменьшает скорость движения судна, вторая – вызывает боковое перемещение судна в сторону действия и, кроме того, образует момент относительно центра тяжести, который осуществляет поворот судна с угловой скоростью ω .

Наличие бокового перемещения судна вызывает отклонение его вектора скорости v от диаметральной плоскости на угол дрейфа β .

По истечении некоторого времени после перекладки руля судно опишет криволинейную траекторию (рисунок 5.10). При этом, как и у любого твердого тела, у него возникает два ускорения: нормальное a_n , направленное к центру кривизны траектории, и касательное a_t , совпадающее с линией вектора скорости v .

Рыскливість – способность судна самопроизвольно отклоняться от курса под влиянием внешних сил.

Архитектурные элементы судна зависят от его архитектурно-конструктивного типа, который определяется назначением, внешней формой, а также числом палуб (рисунок 5.11).

Палуба – сплошное горизонтальное перекрытие на судне. На крупных судах имеется три (и больше) палубы: верхняя, главная (средняя) и нижняя. Палуба, идущая не по всей длине или ширине судна, а только по части ее, называется *платформой*. Внутреннее пространство корпуса по высоте разделяется палубами и платформами на междупалубные пространства, которые называют *твиндеками*.

Пространство в корпусе под нижней палубой называется *трюмом*. Он предназначен для перевозки различных грузов. Трюм поперечными переборками разделяют на отдельные водонепроницаемые отсеки.

Надстройка – это закрытое сооружение на верхней палубе, простирающееся от одного борта до другого или не доходящее до бортов на расстояние, не превышающее 0,04 ширины судна.

Носовая часть палубы или надстройки, идущая от форштевня в корму, называется *баком*, кормовая, идущая от ахтерштевня в нос, – *ютом*.

Рубка – закрытое помещение на верхней или вышележащих палубах надстроек, продольные наружные переборки которого не доходят до бортов судна на расстояние более 0,04 ширины судна.

Фальшбортом называется сплошное ограждение открытой палубы, выполненное из листового материала.

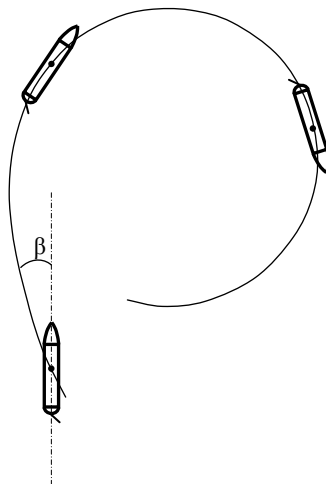


Рисунок 5.10 – Схема циркуляции судна

Рангоут – это круглые деревянные или стальные трубчатые сооружения судов, расположенные на открытой палубе и предназначенные для несения сигналов и конструкций приборов связи (мачты, стеньги и др.).

Судовые помещения размещаются в основном корпусе, надстройках и рубках. В зависимости от назначения все судовые помещения подразделяются на специальные, служебные, жилые, общественные, бытового обслуживания, пищеблока, санитарные, медицинские, мастерские, судовых запасов и снабжения, и отсеки топлива, воды, масла и водяного балласта.

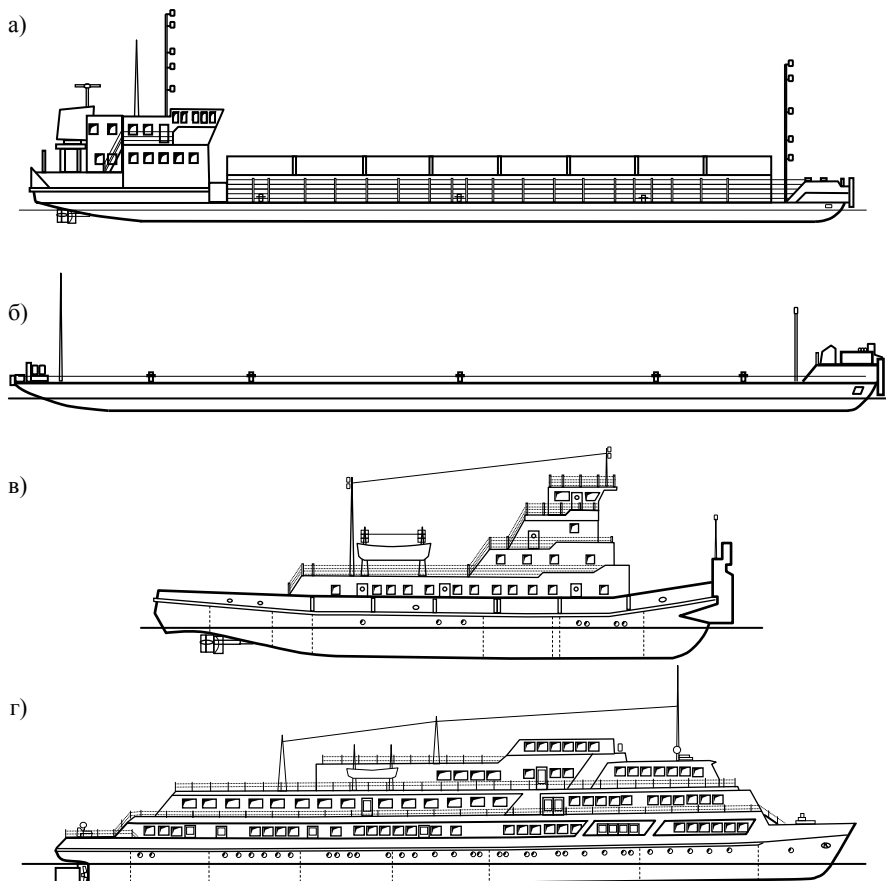


Рисунок 5.11 – Архитектурно-конструктивные схемы судов разных типов:

а – теплоход-площадка; *б* – баржа-площадка; *в* – буксир-толкач;

г – пассажирский теплоход

Двигатели – машины, предназначенные для преобразования какого-либо вида энергии в механическую. В зависимости от вида преобразуемой энергии двигатели делят на тепловые и электрические.

Передаточный механизм служит для передачи мощности от главного двигателя к движителю. Она осуществляется посредством системы валов (непосредственная передача), или путем преобразования механической энергии в электрическую и передачи ее по проводам к электродвигателю, соединенному с гребным валом (электродвижение), или посредством гидравлических аппаратов (гидроредукторная передача).

Движитель – устройство, служащее для преобразования механической энергии судовых двигателей в поступательное движение судна. Движителем, наиболее распространенным на судах внутреннего плавания, является гребной винт. Используют также гребные колеса, водометные и крыльчатые движители, паруса.

Судовыми устройствами называется совокупность приспособлений, механизмов, машин и аппаратов, предназначенных для обеспечения эксплуатации судна. Судовые устройства могут быть общими, необходимыми для любых типов судов, и специальными, обусловленными назначением судна. К общим судовым устройствам относят рулевые, якорные, швартовные и спасательные, к специальным – грузовые (конструкция которых зависит от перевозимого груза), буксирные, сцепные, люковые, тентовые, леерные и др. Механизмы, входящие в состав судовых устройств и расположенные в большинстве случаев на палубах, принято называть палубными вспомогательными механизмами.

Рулевое устройство – комплекс механизмов для изменения направления движения судна путем перекладки руля на некоторый угол в заданный промежуток времени.

Якорное устройство – комплекс конструкций и механизмов, предназначенных для постановки судна на якорь, обеспечения надежности стоянки на открытой воде и для снятия судна с якоря.

Швартовное устройство – комплекс изделий и механизмов, обеспечивающих крепление и подтягивание судна к береговым и плавучим причальным сооружениям, а также другим судам.

Спасательное устройство – комплекс судовых средств и механизмов, необходимых для спасения пассажиров и экипажа.

Грузовое устройство – комплекс конструкций и механизмов для выполнения перегрузочных операций судовыми средствами.

Буксирное и сцепное устройства – комплекс механизмов, обеспечивающих судну возможность буксировать или толкать другие суда либо быть буксируемыми или толкаемыми другими судами.

Лючковое устройство – комплекс конструкций и механизмов, предназначенных для защиты грузов, находящихся в трюмах.

Судовые системы предназначены для обслуживания общесудовых нужд. По характеру различают санитарные, противопожарные, отопления, кондиционирования воздуха, вентиляционные и специальные судовые системы.

Средства навигации и связи служат для обеспечения безаварийного плавания судна по заданному маршруту. Навигационное оборудование состоит из комплекса навигационных приборов, обеспечивающих прокладку курса судна, уточнение и определение географических координат его местонахождения, безопасное плавание в условиях тумана, ограниченных глубин, при встрече с другими судами. Судовые средства связи и сигнализации служат для связи судна с берегом и другими судами, а также для внутренней связи между отдельными постами судна.

5.3 Корпус судна и надстройки

Корпус судна состоит из наружной обшивки, подкрепленной изнутри поперечным и продольным набором. Набор корпуса и обшивка в своей совокупности обеспечивают прочность и неизменяемость формы корпуса (рисунок 5.12).

Поперечный набор судна образуют шпангоуты, состоящие обычно из днищевой и двух бортовых ветвей, и бимсы, поддерживающие палубный настил.

Расстояние между осями соседних шпангоутов называется шпацией (см. рисунок 5.12). Шпация на судах внутреннего плавания обычно составляет 550–600 мм.

Продольный набор составляют продольные связи: кильсоны по днищу, стрингеры по бортам и карлингсы под палубой.

Днищевые балки рам шпангоутов диаметральной плоскости судна связываются по всей его длине продольным брусом – килем.

В оконечностях судна кили переходят в штевни – вертикальные или наклонные литые, кованные или из сортовой стали балки, форма которых зависит от формы оконечностей судна. Носовой штевень называется *форштевнем*, кормовой – *ахтерштевнем*. К штевням крепится бортовая обшивка.

На некоторых типах судов оконечности корпуса завершаются не штевнями, а *транцами* – вертикальными или наклонными перекрытиями, образующими срез транцевой оконечности. На таких судах и днищевая и бортовая обшивка крепятся к транцу.

Размеры и расположение продольного и поперечного набора и толщины листов наружной обшивки и палубного настила нормируются Правилами Речного Регистра.

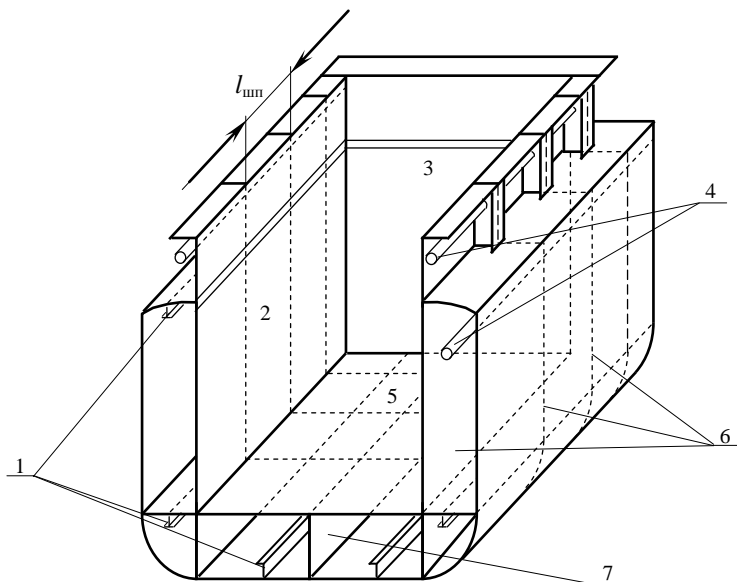


Рисунок 5.12 – Фрагмент корпуса судна в районе грузового трюма (с двойными бортами и дном):

- 1 – продольные ребра жесткости; 2 – обшивка второго борта;
 3 – поперечная водонепроницаемая переборка; 4 – трубопроводы общесудовых систем;
 5 – настил второго дна; 6 – шпангоут;
 7 – киль; $l_{шп}$ – шпация

Трюм, как было сказано ранее, разделяется на отсеки посредством водонепроницаемых переборок. Крайний носовой отсек трюма называется форпиком, а крайний кормовой – ахтерпиком. На нефтеналивных судах устанавливают также продольные переборки. Соответствующее расположение и конструкция переборок обеспечивают непотопляемость судна при затоплении одного или двух отсеков.

Часть трюма, отводимую для укладки груза, называют грузовым трюмом. Для выполнения грузовых работ на палубе над грузовым трюмом делают вырезы – грузовые люки.

При эксплуатации корпус судна и его надстройки должны удовлетворять требованиям правил Регистра, находиться в исправном состоянии и обеспечивать безопасность плавания судна. При эксплуатации корпусов судов особое внимание должно быть обращено на обеспечение водонепроницаемости. При обнаружении пропусков воды в подводной части корпуса, как временная мера могут применяться цементные заделки, устранение которых может быть отложено до ближайшего судового ремонта.

В процессе эксплуатации экипаж судна должен вести систематическое наблюдение (осуществлять надзор) за состоянием корпуса.

Для предохранения корпусов судов от коррозионного разрушения необходимо:

а) своевременно удалять воду, а также загрязнения из междудонных и межбортовых пространств, под механизмами, котлами, у приемных сеток судовых систем и в других труднодоступных местах;

б) устранять имеющимися на судне средствами обнаруженные при осмотре отдельные дефекты защитных покрытий (отслаивание, растрескивание, шелушение, появление ржавчины);

в) периодически вентилировать помещения с повышенной влажностью воздуха (санблочки) и труднодоступные места, в которых возможно скопление воды (в результате отпотевания, протечек или мытья помещения);

г) надежно соединять корпус береговым заземляющим устройством в период отстоя судна, в порту или на судоремонтном предприятии.

Правилами технической эксплуатации запрещается:

а) ставить суда к причалам для погрузки или выгрузки при недостаточном запасе воды под днищем;

б) грузить суда до осадки, большей, чем указано нанесенными на бортах грузовыми марками (если это не предусмотрено специальными условиями организации перевозочного процесса);

в) принимать груз и пассажиров на судно и его палубу в количествах, превышающих установленную норму;

г) производить погрузку или выгрузку особо тяжелых грузов, не предусмотренных при проектировании судна.

5.4 Характеристика судовых энергетических установок

Всю совокупность машин и механизмов, генераторов, устройств и систем, обеспечивающих движение и безопасность плавания, управление судном и его оборудованием, называют **судовой энергетической установкой**.

Машины и механизмы, обеспечивающие перемещение судна по воде, называют **главной судовой силовой установкой**, а предназначенные для обслуживания ее, а также для приведения в действие различных судовых устройств и систем, – **вспомогательными**.

В состав главной судовой силовой установки входят двигатель, передаточный механизм и движитель.

Двигатели – это машины, предназначенные для преобразования какого-либо вида энергии в механическую. В зависимости от вида преобразуемой энергии двигатели делят на тепловые и электрические. К *тепловым* относят двигатели внутреннего сгорания, паровые машины и турбины.

В двигателях внутреннего сгорания и газовых турбинах рабочим телом являются продукты сгорания топлива, а в паровых машинах и турбинах – пар, и поэтому в состав паросиловых установок входит генератор пара – паровой котел.

Передачный механизм предназначен для передачи механической энергии, вырабатываемой двигателем, на движитель. Такая передача осуществляется или с помощью системы валов (непосредственная передача), или путем преобразования механической энергии в электрическую и передачи ее по проводам к электродвигателю, соединенному с гребным валом (электродвижение), или при помощи гидравлических аппаратов (гидродукторная передача).

Движитель – устройство для преобразования механической энергии в силу, которая сообщает судну движение.

Основной характеристикой всякого двигателя является его мощность, выражаемая в лошадиных силах или киловаттах: 1 л.с. = 0,736 кВт.

К судовой энергетической установке предъявляются следующие основные требования: надежность действия; высокий коэффициент полезного действия; унификация механизмов, узлов, деталей; малые габариты и вес; дистанционное управление и автоматизация; простота ухода и текущего ремонта; наибольший моторесурс; возможность агрегатного ремонта.

К судовым энергетическим установкам, помимо перечисленных технических требований, предъявляются также и экономические, направленные на минимизацию себестоимости перевозки.

На сегодняшний день в значительной степени себестоимость перевозок на внутренних водных путях определяется расходами, связанными с работой судовой энергетической установки и ее обслуживанием, включая расходы на топливо и смазку, содержание машинной команды, ремонт и амортизационные отчисления (рисунок 5.13).

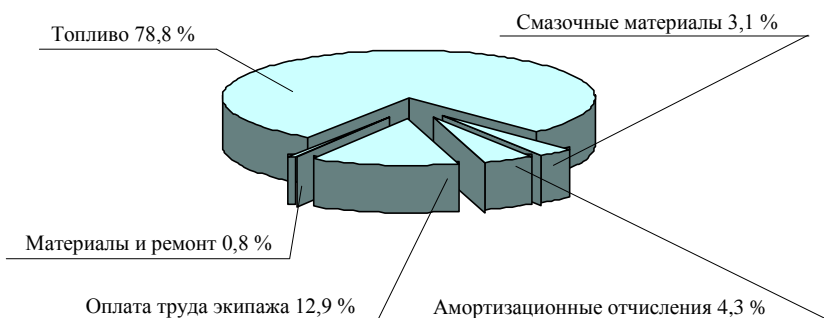


Рисунок 5.13 – Состав затрат на содержание грузового теплохода в движении

Наряду с экономическими требованиями к судовой энергетической установке предъявляют и санитарно-гигиенические: малая шумность, не превышающая норм санитарных правил (именно энергетическая установка является основным источником шума на судне), нормальные условия работы экипажа и удобные для пассажиров, отопление, освещение, вентиляция.

5.4.1 Главные двигатели

Основным типом самоходного судна до 60-х годов XX века был паровой ход – судно, в качестве двигателя на котором использовалась паровая машина. В указанный период строительство пароходов было прекращено в связи с низкой экономичностью, большим расходом топлива – 0,4 кг условного топлива на 1 кВт·ч, повышенным штатом машинной команды и тяжелыми условиями ее работы, значительным весом установки. В состав паросиловой установки на этих судах входят паровые котлы и паровые машины.

Суда, в качестве главных двигателей на которых установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания с воспламенением топлива в результате сжатия (дизели) и энергия от двигателя к движителю передается механическим путем с помощью кривошипно-шатунного механизма, называются теплоходами.

В пределах мощностей, требующихся для судов внутреннего плавания, дизели по всей экономичности превосходят все другие судовые двигатели. Это обусловлено сжиганием топлива без применения котлов или других генераторов рабочего тела, а также небольшим штатом машинной команды. Постоянная готовность к действию, сравнительно небольшие размеры и вес, возможность дистанционного управления и автоматизация работы позволили дизелям занять на флоте доминирующее положение в качестве главных и вспомогательных двигателей.

Расход топлива и смазки двигателя внутреннего сгорания зависит от конструкции, мощности и быстроходности двигателя. Мощные тихоходные двигатели имеют меньший удельный расход топлива и смазки, допускают применение более дешевых сортов топлива, менее шумны и более долговечны, чем быстроходные. Но их размеры, вес и строительная стоимость значительно выше.

Каждый двигатель должен быть снабжен комплектом деталей, механизмов и приборов, обеспечивающих его управление и контроль за ним.

Комплекты включают системы газораспределения, топливную, смазки, охлаждения, регулирования частоты вращения коленчатого вала и контроля, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты и устройства пусковое, реверсивное, управления, для приготовления и хранения сжатого воздуха. Система газораспределения обеспечивает своевременное заполнение цилиндров свежим зарядом и очистку их от продуктов сгорания, топлив-

ная – предназначена для непрерывного питания двигателя топливом. Последняя имеет топливные цистерны для хранения топлива, расходные топливные цистерны, трубопроводы, фильтры, насосы, форсунки у двигателей, работающих на тяжелых сортах топлива, устройства для подогрева топлива. Система смазки служит для смазки трущихся частей. Современные двигатели оборудованы циркуляционной системой смазки: цистернами, насосами, фильтрами, трубопроводом.

Система охлаждения используется для устранения перегрева частей двигателя, соприкасающихся с горячими продуктами сгорания. В нее входят трубопроводы, насосы, фильтры, холодильники и контрольно-измерительная аппаратура.

Пуск дизелей осуществляется от постороннего источника энергии. Как правило, для этой цели применяют сжатый воздух, но быстроходные двигатели запускают и при помощи стартера. Поэтому в составе судовой энергетической установки теплоходов необходимо иметь компрессоры и баллоны сжатого воздуха или пусковые аккумуляторные батареи. Емкость их нормируется Правилами Речного Регистра.

Суда, на которых энергия от главного двигателя передается гребному валу, преобразуясь сначала в электрическую, называются дизель-электроходами. Их главный двигатель передает энергию электрогенератору постоянного или переменного тока, приводящему в движение электродвигатель, который вращает гребной вал.

Электропривод позволяет применять нереверсивные двигатели без редуктора, рационально использовать помещения в корпусе, а главное – придает судну высокую маневренность, так как гребные движители работают на передний или задний ход с разным числом оборотов без изменения режима главных двигателей; кроме того, один дизель-генератор может вращать два-три гребных вала.

Недостатки дизель-электроходов по сравнению с теплоходами – более низкий КПД (потери достигают 13–15 %), значительная масса и стоимость оборудования.

Электроприводы применяют главным образом в тех случаях, когда требуются особо высокие маневренные качества судна, например на ледоколах, шлюзовых и рейдовых буксирах-толкачах.

При необходимости использовать местное твердое топливо двигателя внутреннего сгорания конвертируют для работы на газе. В этом случае в комплект судовой энергетической установки включают помимо главных двигателей газогенераторы, скрубберы для очистки и охлаждения газа, получаемого в газогенераторах, фильтры, регуляторы давления, а также механизмы и системы, обслуживающие газогенераторы и скрубберы. Суда с такими силовыми установками называют газоходами.

Стремление к повышению скоростей движения судов вынуждает искать энергетические установки большей мощности при небольших размерах и малой массе. Одна из таких установок – газотурбинный двигатель, а суда оборудуемые таким двигателем, называются газотурбоходы. Такие типы двигателей устанавливают на скоростные суда, суда на воздушной подушке, которые широко используют для пассажирских перевозок на реках Сибири.

Атомными называют суда, в силовой установке которых используется атомная энергия. Основными элементами ядерных энергетических установок являются: атомный теплоноситель, который отбирает тепло из реактора и передает его турбинам; паровые или газовые турбины, превращающие тепловую энергию в механическую или электрическую. Подобными двигателями в гражданском судостроении оснащают крупнейшие ледоколы, например, ледоколы «Арктика» и «Сибирь» мощностью 75 тыс. л.с.

Энергетическая установка судна, включающая главные машины, вспомогательные механизмы, устройства и оборудование, должна обеспечивать непрерывную, надежную и безопасную работу судна при всех возможных условиях эксплуатации, в том числе на длительном крене до 15° и дифференте до 5° .

В соответствии с действующими правилами органов Регистра, капитан (командир) и механик судна должны систематически, не реже одного раза в неделю, проверять все узлы дистанционного управления механизмами. Результаты проверки и исправность действия дистанционного или дистанционного автоматизированного управления должны быть отражены в вахтенном журнале.

Схемы трубопроводов систем, обеспечивающих живучесть судна, должны быть вывешены в районе машинного отделения.

Каждый член судового экипажа, обнаруживший неисправность двигателя, машины, механизма, оборудования и т. д., должен немедленно сообщить об этом вахтенному начальнику судна.

Если неисправность представляет опасность для обслуживающего персонала или судна, член судового экипажа, обнаруживший ее, обязан принять необходимые меры к предотвращению опасности, вплоть до остановки двигателя (машины, механизма), одновременно известив об этом вахтенного начальника.

Совокупность вышеуказанных организационных мероприятий определяют качество надзора за состоянием двигательной установки и являются элементом системы технической эксплуатации флота.

5.4.2 Валопровод

Валопровод представляет собой совокупность валов, через которые передается мощность от главного двигателя к движителю, и подшипников, на которые эти валы опираются, в том числе упорный подшипник, воспринимающий упор движителя и передающий его корпусу судна (рисунок 5.14).

Вал, на который насажен движитель, называют гребным (дейдвудным); гребенчатый вал, лежащий в упорном подшипнике, – упорным; все остальные валы – промежуточными.

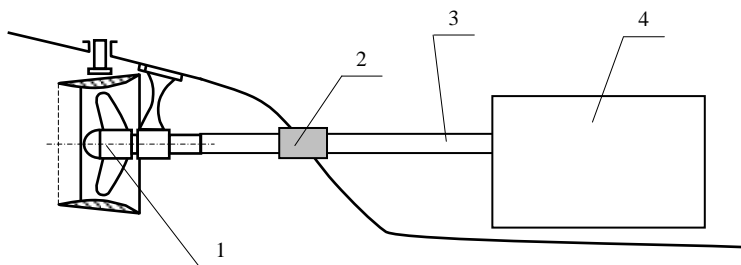


Рисунок 5.14 – Схема судовой энергетической установки:
1 – движитель; 2 – соединительная муфта; 3 – вал; 4 – двигатель

Для обеспечения водонепроницаемости в месте прохода гребного вала через наружную обшивку корпуса устанавливается дейдвудная труба с сальником и подшипником.

Материал для валов, их диаметры, расположение подшипников и способ крепления движителя на гребном валу нормируются Правилами Речного Регистра.

5.4.3 Движители

Механическую энергию главных двигателей или гребных электродвигателей преобразуют в поступательную энергию, движущую судно, судовые **движители**.

Наиболее распространены гребные винты (рисунок 5.15). Винт состоит из ступицы и двух-четырех лопастей, радиально расположенных на ней на равных угловых расстояниях. *Ступица* служит для закрепления винта на гребном валу, а лопасти создают упор, передаваемый корпусу судна через упорный подшипник.

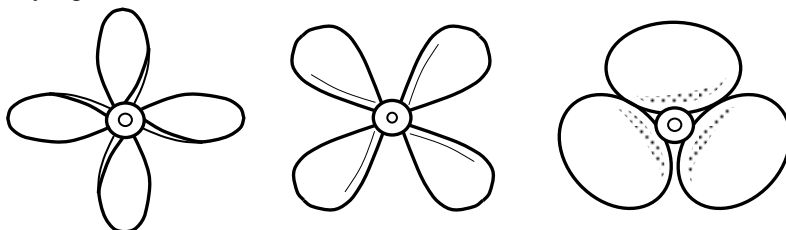


Рисунок 5.15 – Схемы гребных винтов различного исполнения

Лопасть – крылообразное тело, составляющее часть винтовой поверхности. Место примыкания лопасти к ступице называют *корнем лопасти*. Отстояние кромки лопасти от оси вращения называется *радиусом гребного винта*; площадь круга, описываемого этим радиусом, – *гидравлическим сечением гребного винта*.

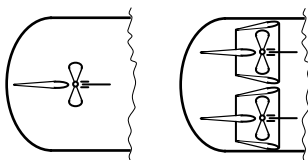


Рисунок 5.16 – Схемы расположения гребных винтов

На судах транспортного флота устанавливают от одного до трех гребных винтов (рисунок 5.16).

Гребные винты завоевали доминирующее положение вследствие того, что по сравнению с другими движителями они имеют малый вес, эффективны в работе, их изготовление и установка просты и дешевы.

Эффективность движителя характеризуется *пропульсивным коэффициентом* полезного действия, которым учитываются все механические и гидравлические потери. Он равен отношению полезной мощности $N_{д}$, затрачиваемой непосредственно на движение судна, к мощности на гребном валу N_p :

$$\eta_v = \frac{N_{д}}{N_p} \quad (5.10)$$

Пропульсивный коэффициент гребного винта

$$\eta_{ГВ} = \frac{P_p}{M \cdot 2\pi n}, \quad (5.11)$$

где P_p – полезная мощность винта;

M – момент, передаваемый от двигателя к движителю;

n – частота вращения винта.

У судов с гребными винтами пропульсивный коэффициент достигает 0,75. Для повышения пропульсивного коэффициента на всех буксировщиках и толкачах внутреннего плавания применяют направляющие насадки. Такая насадка представляет собой кольцо с аэродинамическим профилем продольных сечений, охватывающее лопасти гребного винта с минимальными зазорами (рисунок 5.17).

Наименьший внутренний диаметр насадки, называемый *диаметром рабочего сечения*,

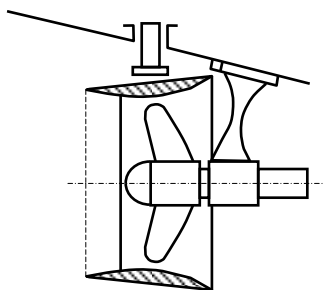


Рисунок 5.17 – Схема винта в направляющей насадке

$$D_n^{\min} = D + 2\Delta, \quad (5.12)$$

где D – диаметр гребного винта;

Δ – зазор между концами лопастей винта и внутренней поверхности насадки.

Насадка может быть неподвижной, жестко приваренной к корпусу судна, или поворотной. В последнем случае она служит также и для управления судном.

Гребные колеса (рисунок 5.18) в недалеком прошлом были основным типом движителя на судах внутреннего плавания. Гребное колесо – лопастный движитель, размещаемый по бортам судна и вращающийся вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной диаметральной плоскости и проходящей над поверхностью воды вблизи мидельшпангоута. Упор гребных колес создается *плицами* – стальными или деревянными лопастями, шарнирно закрепленными на спицах колеса.

На мелкосидящих судах гребные колеса имеют самый высокий коэффициент полезного действия из всех типов движителей, достигающий 96 %. Их недостатки: они в 20–25 раз тяжелее и в 40–50 раз дороже гребного винта, легко повреждаются, требуют постоянного наблюдения и частого ремонта, кроме того, значительно увеличивают габаритную ширину судна.

Водометные движители (рисунок 5.19) применяют в тех случаях, когда из-за мелководности фарватера или большой его засоренности затруднено эффективное использование гребных винтов. Водомет состоит из водопроточного канала (трубы), устроенного в корпусе судна, и осевого насоса (гребного винта), прогоняющего воду через канал. Вода забирается с носа или из-под днища, выбрасывается ниже или на уровне ватерлинии.

Пропульсивный коэффициент водометных судов ниже, чем винтовых, и не превышает 0,45. Но проходимость водометных судов очень велика.

Крыльчатый движитель (рисунок 5.20) состоит из горизонтального диска, четырех-восьми поворотных лопастей, расположенных по его окружности, перпендикулярно к поверхности диска, на равных угловых расстояниях. Диск укрепляется на вертикальной оси на уровне днищевой обшивки в кормовой части судна. Лопасты, имеющие крылообразное сечение, вращаются вместе с диском относительно его оси, и одновременно каждая из них совершает оборот вокруг собственной вертикальной оси.

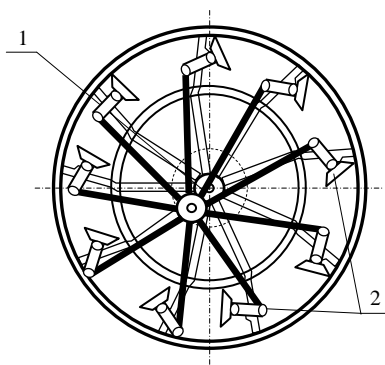


Рисунок 5.18 – Схема гребного колеса:

1 – ось колеса; 2 – плицы

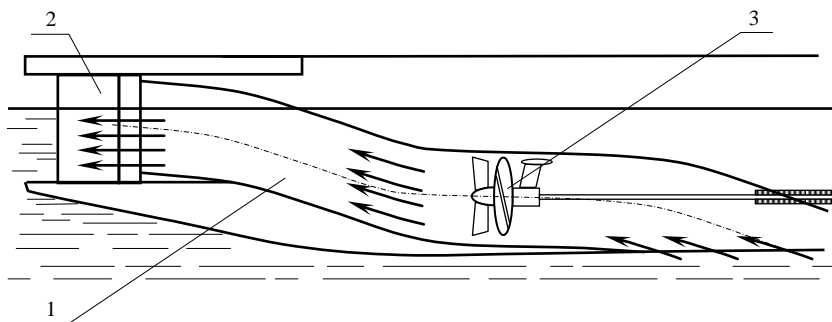


Рисунок 5.19 – Схема водометного движителя:
1 – водопроточный канал; 2 – рефлектор; 3 – осевой насос

Кинематика крыльчатого движителя позволяет, не изменяя направления вращения диска, создавать упор в любом направлении, под любым углом к диаметральной плоскости. Поэтому крыльчатый движитель служит не только для движения судна, но и для управления им.

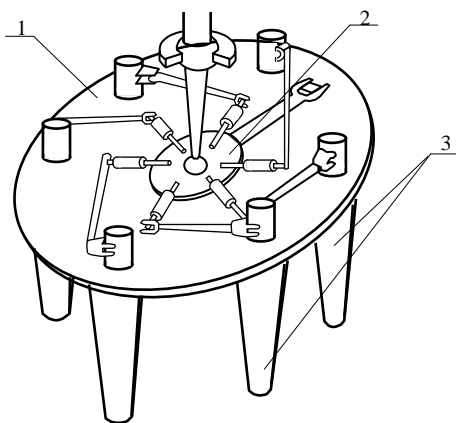


Рисунок 5.20 – Крыльчатый движитель:
1 – главный диск; 2 – эксцентриковый диск;
3 – лопасти

Пропульсивный коэффициент судов с крыльчатыми движителями из-за потерь в приводе занимает промежуточное положение между винтовыми и водометными судами. Вследствие большой стоимости, относительно большого веса и легкой повреждаемости движители этого типа не получили широкого распространения и применяются главным образом на тех судах, которым требуются особо высокие маневренные качества, например, на портовых рейдовых буксирах или обстановочных теплоходах.

Движитель, преобразующий энергию ветра в поступательную энергию судна, называется парусом. Данный тип движителя был изобретен человеком на заре становления судоходства и широко использовался на протяжении тысячелетий. В настоящее время парусом оснащаются маломерные и спортивные суда.

5.5 Вспомогательные механизмы судна. Электрооборудование судов

На теплоходах в качестве вспомогательных двигателей применяют исключительно дизели. В основном эти дизели работают на генераторы тока, а исполнительными двигателями всех насосов и других механизмов являются электродвигатели.

Источниками электрического тока на современных судах служат дизель-генераторы (основные и аварийные), валогенераторы и аккумуляторные батареи.

Потребителями тока являются электроприводы всех вспомогательных и палубных механизмов и судовых систем (силовые потребители), судовые осветительные приборы (основные и аварийные), а также все приборы и аппаратура автоматики и судовых средств связи. На многих современных судах энергию потребляют также электроплиты (камбуз) и установки кондиционирования воздуха.

Для обеспечения судна теплом устанавливают вспомогательные, полностью автоматизированные котлы. Обычно это комбинированные котлы, которые во время движения работают на отходящих газах главных двигателей, на стоянке, а также при особо низких температурах – на жидком топливе.

Судовые вспомогательные механизмы и электрооборудование должно удовлетворять требованиям Правил технической эксплуатации, Правил обслуживания судового электрооборудования и ухода за ним, правил органов Регистра и инструкций заводов-изготовителей данного оборудования.

При эксплуатации и ремонте электрооборудования судов все работы выполняются с соблюдением требований Правил техники безопасности при эксплуатации и ремонте электрооборудования судов, Правил техники безопасности и производственной санитарии на судах речного флота, а для нефтеналивных судов – также Инструкции по защите от статического электричества при погрузке и выгрузке нефтепродуктов.

Электрооборудование, обеспечивающее управление судном и безопасность плавания, должно всегда находиться в состоянии готовности к действию. Резервное и аварийное электрооборудование должно быть в состоянии, допускающем возможность немедленного ввода его в эксплуатацию, поэтому его периодически необходимо проверять под напряжением.

Перед эксплуатацией судна должна быть проверена работоспособность электрооборудования, обеспечивающего управление судном и его энергетической установкой: аварийных источников электроэнергии, резервных электроприводов, рулевого электропривода, электроприводов аварийно-спасательного назначения, электроприводов якорно-швартовых устройств, пожарной и авральной сигнализации, сигнально-отличительных фонарей, аварийного освещения, прожекторов и средств радио- и электронavigационного оборудования.

5.6 Топливо и смазочные материалы

Стоимость топлива и смазочных материалов составляют значительную долю в содержании транспортного флота (см. рисунок 5.13). Учитывая, что стоимость различных видов и сортов топлива неодинакова, большое значение имеет не только установление правильных норм расхода, но и марок топлива и смазочных материалов.

По физическому состоянию топливо разделяется на твердое, жидкое и газообразное.

В настоящее время на транспортных судах внутреннего плавания используется жидкое топливо, получаемое при переработке нефти.

Существует много видов такого топлива; все они близки по элементарному составу, но значительно отличаются друг от друга физическими характеристиками: удельным весом, вязкостью, испаряемостью, а также стоимостью.

Наиболее легкоиспаряющиеся сорта топлива (бензины разных марок) используются в карбюраторных двигателях.

Для дизелей используются так называемые тяжелые сорта топлива. Однако и они весьма различны по физическим качествам и по стоимости.

Расход топлива и смазочных материалов в основном зависит от конструкции дизеля, а также от ряда эксплуатационных факторов: режима работы, технического состояния двигателя и др.

При определении потребности для флота в топливе и установлении нормативов для конкретных судов различают технические, эксплуатационно-технические и транспортные нормы расхода топлива.

Технические нормы рассчитываются заводом-изготовителем двигателя при заводских стендовых испытаниях на определенных режимах работы. При определении технических норм для судна в целом вводятся коэффициенты, учитывающие степень использования мощности (отдельно – для главных, отдельно – для вспомогательных дизелей), а также расход топлива на вспомогательные нужды.

Эксплуатационно-технические нормы составляют для каждого судна на основании технических норм с учетом планового времени работы судна в планируемый период на разных режимах. Так, например, для буксиратолкача – ход с составом вверх против течения; ход с составом вниз по течению; ход без состава; рейдово-маневровые работы; работа дизелей на стоянке.

Транспортные нормы рассчитываются, обычно, в килограммах условного топлива на 1000 т·км транспортной работы, или на круговой рейс, или на эксплуатационный период, в целом для парокходства.

5.7 Судовые устройства

Судовыми устройствами называют оборудование судна, необходимое для выполнения целей предусмотренных его назначением, например оборудование, применяемое для управления судном, для безопасной стоянки его на рейде или у причала, для буксировки или толкания несамоходных судов (для буксиров-толкачей) и т. д.

К основным судовым устройствам относят: рулевое, якорное, швартовное, буксирное, грузовое и шлюпочное.

5.7.1 Рулевое устройство

Рулевое устройство служит для управления судном. В него входит орган управления, механизм для его перекладки и указатель положения органа управления относительно диаметральной плоскости судна – аксиометр. В качестве органа управления используют рули, поворотные насадки, подруливающие устройства.

Руль состоит из (рисунок 5.21): *пера* – вертикальной пластины крыловидного сечения, непосредственно воспринимающей давление воды и создающей момент, поворачивающий судно (см. рисунок 5.9); *баллера* – вертикального вала, к которому прикреплено перо и на головку которого насаживается румпель; *румделя* – рычага для поворота руля.

Поворотная насадка представляет собой кольцо, охватывающее гребной винт. За выходным отверстием насадки обычно устанавливается стабилизатор – вертикальная пластина крыловидного профиля, повышающая рулевой эффект насадки.

Поворотная насадка так же, как и перо руля, крепится к баллеру, на головке которого насажен румпель (см. рисунок 5.17). Использование поворотных насадок, при прочих равных условиях, существенно увеличивает момент, поворачивающий судно.

Количество рулей (насадок) и их расположение зависят от количества и расположения гребных винтов (рисунок 5.22).

На крупных транспортных судах помимо кормовых рулей имеется подруливающее устройство, состоящее из насоса, расположенного в трубе, проходящей ниже ватерлинии от борта до борта в носовой части корпуса. Под действием сил, действующих на рулевой орган, направляющую насадку, и реактивной силы, создаваемой в области носовой оконечности подруливающим устройством, происходит увеличение момента сил, поворачивающего судно.

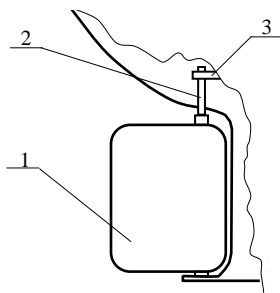


Рисунок 5.21 – Схема судового руля:
1 – перо руля; 2 – баллер;
3 – румпель

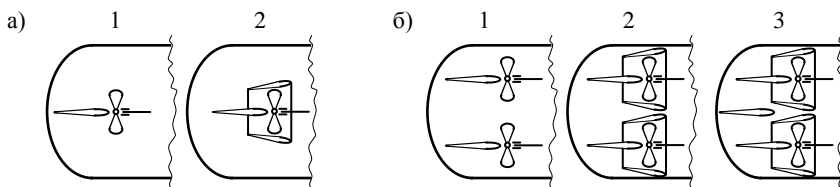


Рисунок 5.22 – Варианты расположения рулей и направляющих насадок на судах:
а – на одновинтовых: 1 – руль за открытым винтом; 2 – поворотная насадка со стабилизатором;
б – на двухвинтовых: 1 – рули за открытыми винтами;
 2 – поворотные насадки со стабилизаторами; 3 – поворотные насадки со стабилизаторами и один руль за ними

На судах с водометным движителем рулевое устройство представляет собой рефлекторы (см. рисунок 5.19), изменяющие направление струй воды, отбрасываемых водометом.

На несамоходных судах, предназначенных для вождения методом толкания, рулевое устройство отсутствует – составом управляют при помощи рулевого устройства буксира-толкача. Поэтому, чем длиннее состав при управлении им одним и тем же толкачем, тем меньше абсолютное значение поворачивающего момента и, следовательно, тем сложнее им управлять.

Рулевое устройство должно удовлетворять требованиям органов Регистра и обеспечивать надежное управление судном. Капитан самоходного судна (на несамоходном – шкипер) должен систематически, не реже одного раза в неделю, осматривать рулевое устройство и проверять исправность всех его механизмов, деталей и узлов.

В случае касания судном грунта или удара рулем должен быть произведен внеочередной осмотр. При осмотрах рулевого устройства и технических уходах за ним необходимо следить за смазкой всех трущихся частей и исправностью деталей крепления и соединения рулевого устройства, а у гидравлического рулевого устройства – за наличием рабочей жидкости в гидравлической системе.

5.7.2 Якорное устройство

Якорное устройство – комплекс деталей и механизмов, предназначенных для обеспечения надежной стоянки судна.

В состав якорного устройства входят: якорь – предмет особой формы, лапы которого легко входят в грунт и удерживаются в нем с силой, в несколько раз превышающей собственный вес якоря, и легко отрываются от грунта при подъеме; якорный канат – гибкая связь (цепь или канат) между якорем и корпусом судна; якорный клюз – направляющее приспособление в корпусе судна и на палубе, по которому скользит якорный

канат; стопор – устройство, обеспечивающее крепление якорного каната; канатный (цепной) ящик для хранения якорного каната; шпиль и брашпиль – якорные механизмы для подъема и отдачи якоря.

На транспортных судах внутреннего плавания применяют якоря двух типов: Холла (рисунок 5.23, а), держащая сила которых в 3–4 раза превышает их вес, и Матросова (рисунок 5.23, б) – в 6–12 раз.

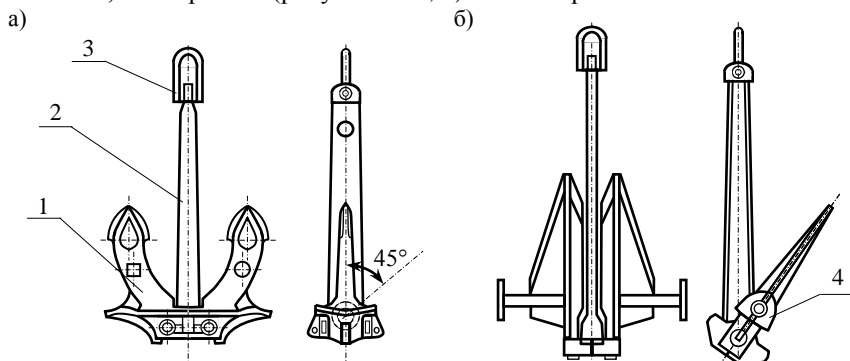


Рисунок 5.23 – Схема якорей:

а – Холла; б – Матросова; 1 – лапа; 2 – веретено; 3 – якорная скоба; 4 – шток

Основные элементы этих якорей – *веретено* и *лапы*, поворачивающиеся относительно веретена на некоторый угол. Якорь Матросова отличается от якоря Холла формой лап; кроме того, он имеет шток, расположенный в плоскости лап и предохраняющий якорь от опрокидывания. Преимущества его тем больше, чем меньше его вес.

Якорное устройство судна должно удовлетворять требованиям правил органов Регистра и обеспечивать при любых условиях плавания быструю отдачу и подъем якорей и надежную стоянку на них судна, а для буксира-толкача – всего состава.

5.7.3 Швартовное устройство

Швартовное устройство предназначено для закрепления судна у причалов, других судов, плавучих сооружений, стенок шлюзов. К швартовным устройствам (рисунок 5.24) относят: швартовы – гибкие стальные, растительные или из искусственных волокон канаты, с помощью которых судно закрепляют у причала; кнехты – стальные или чугунные трубы, укрепленные на палубе и служащие для закрепления швартовов на судне; киповые планки, роульсы, клюзы – устройства, обеспечивающие направленное перемещение швартовных канатов и предохраняющие их от перегибов на

острых кромках фальшборта или борта судна; вьюшки для хранения рабочих швартовных канатов; деревянные, металлические или резиновые привальные брусья, укрепленные по всей длине корпуса судна, представляющие собой отбойное устройство, служащее для амортизации нагрузок при швартовке и предохранения обшивки корпуса; мягкие или жесткие кранцы для предохранения корпуса и надстроек от повреждений при швартовке; швартовные механизмы, с помощью которых выбирают швартовные канаты и подтягивают судно к причалу.

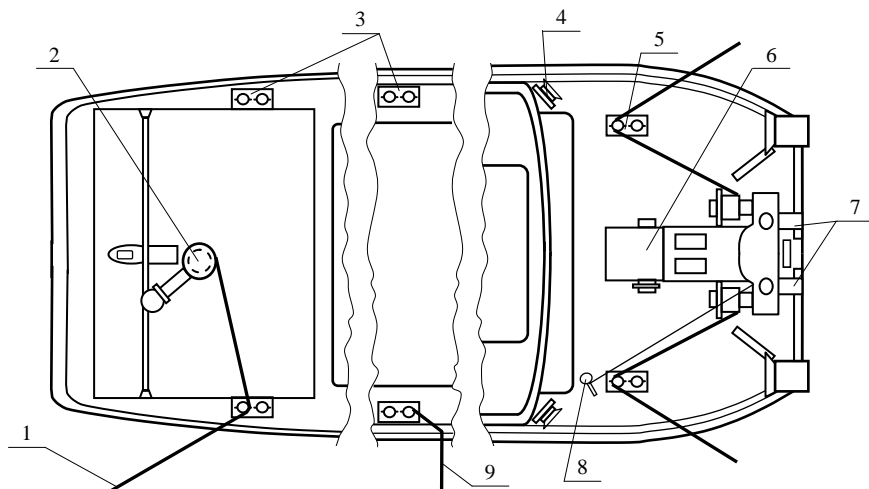


Рисунок 5.24 – Швартовное устройство буксира-толкача:

- 1 – продольный швартовный канат; 2 – якорно-швартовочный шпиль; 3 – швартовный кнехт; 4 – клюз; 5 – носовой швартовный кнехт; 6 – брашпиль; 7 – двухроульная киповая планка; 8 – канифас-блок; 9 – прижимной швартовный канат

На судах, перевозящих нефтепродукты, должна быть исключена возможность искрообразования при перемещении швартовных устройств.

Швартовные устройства должны быть прочно закреплены на фундаментах и на корпусе судна, обеспечивать надежное удержание судна при его стоянке у пирсов, причалов и других судов. На нефтеналивных судах швартовные устройства должны также удовлетворять требованиям Правил пожарной безопасности на нефтеналивном флоте.

Правилами технической эксплуатации запрещается использовать швартовные кнехты в качестве буксирных, если их прочность и способ крепления к корпусу не удовлетворяют соответствующим требованиям.

5.7.4 Буксирное и сцепное устройства

Буксирное и сцепное устройства служат для буксировки и толкания составов. Каждое самоходное и несамоходное судно, независимо от его назначения, снабжено буксирным устройством. На самоходных транспортных судах, непредназначенных для работы в качестве буксировщиков, оно имеет простейший характер, позволяя в случае необходимости (например, при аварийном случае) отбуксировать другое судно или быть отбуксированным самому. Буксировщики, толкачи и все типы несамоходных судов имеют развитое буксирное или сцепное устройство, а буксиры-толкачи – и то, и другое.

В состав буксирного устройства буксировщика входят: *буксирная лебедка, гак (крюк) и арки, ограничители перемещения буксирного троса по ширине судна, обычно совмещаемые с арками, буксирный трос и ряд вспомогательных деталей.*

Толкачи и буксиры-толкачи имеют в носовой части сцепное устройство, которое на всех новых судах автоматическое. Эти устройства классифицированы в зависимости от класса судна и расчетной нагрузки: например, для класса «Р» – от 10 до 100 т, для класса «О» – от 20 до 200 т; все детали их унифицированы.

На судах речного флота применяют однозамковые сцепы с вертикальной сцепной балкой и двухзамковые (рисунок 5.25).

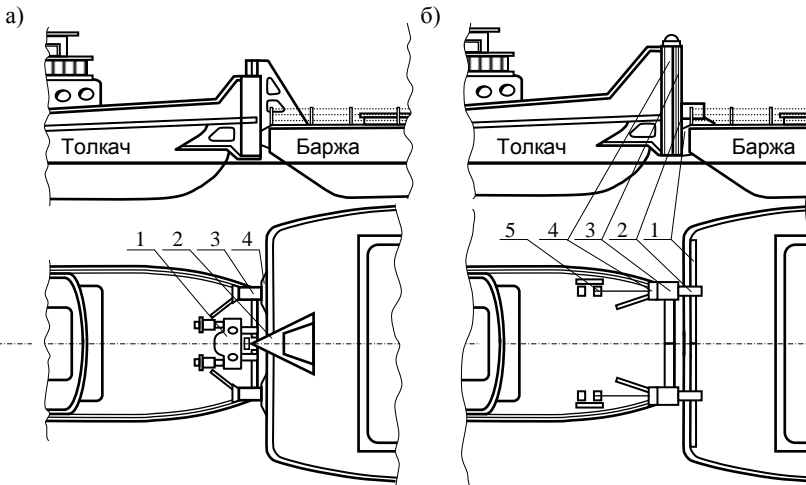


Рисунок 5.25 – Конструктивные схемы автосцепов:

а – однозамковый автосцеп; 1 – сцепной замок; 2 – вертикальная сцепная балка; 3 – вертикальные носовые упоры; 4 – кормовые упорные площадки на барже; б – двухзамковый автосцеп; 1 – кормовая горизонтальная сцепная балка; 2 – замок-крюк; 3 – вертикальные направляющие балки; 4 – носовые упоры; 5 – лебедка для подъема замка

Последние применяются на магистральных реках с интенсивным судоходством, где существует возможность транспортировать большегрузные составы несамоходных судов, например на реках Сибири. Это вызвано тем фактом, что при движении состава за толкачем, оснащенный двухзамковым сцепным устройством, можно существенно увеличить его длину, а следовательно, и грузоподъемность при тех же радиусах закруглений пути, и в конечном итоге улучшить экономические показатели перевозок.

Прочность буксирного троса и сцепных устройств толкаемых составов должна соответствовать максимальным усилиям, развиваемым судном при буксировке или толкании, и обеспечивать безопасность плавания в штормовых условиях района плавания, соответствующего классу судна, а размеры тросов – быть достаточными для буксировки или толкания.

В соответствии с Правилами технической эксплуатации, расцепка судов производится только после остановки состава и постановки барж на якорь или к причалу. Запрещается производить буксировку или толкание при неисправных буксирных или сцепных устройствах или неисправном автосцепе.

5.7.5 Другие судовые устройства. Дельные вещи

Лючковое устройство служит для защиты грузов, находящихся в трюмах. На судах классов «Р» и «О» наибольшее распространение получили катучие телескопические брызгонепроницаемые закрытия; на судах классов «М» и «М-СП» – более плотные и сложные водонепроницаемые механизированные закрытия.

На всех плавающих средствах речного транспорта должны исправно действовать средства дневной и ночной сигнализации (гудки, сирены, фонари, отмашки, колокола, мегафоны), удовлетворяющие требованиям правил Регистра и обеспечивающие хорошо видимый и слышимый обмен сигналами с судами, плотами и берегом при любой погоде.

Дальность видимости сигнальных огней, а также их расположение на судах должны соответствовать требованиям Правил плавания и строго регламентируются органами Регистра. Самоходные суда оборудуются световыми импульсными отмашками – фонари кратковременного направленного действия, оборудованные лампами значительной мощности.

Правилами технической эксплуатации запрещается эксплуатировать судно при недостаточном количестве или неисправном состоянии сигнальных средств и средств судовой связи.

Помимо перечисленных устройств, к судовым устройствам относят: грузовое (кран, предназначенный для разгрузки судна в местах, где отсутствует береговое погрузочно-разгрузочное оборудование); шлюпочное, включающее спасательные и рабочие шлюпки и приспособления для их хранения, спуска и подъема; леерное, ограждающее открытые палубы; мачтовое, служащее для несения сигналов и антенн, а также некоторые другие.

Высота мачт судна должна соответствовать путевым высотным габаритам (подмостовые, воздушные переходы линий электропередач и связи) и должна быть учтена на стадии организации перевозочного процесса.

В соответствии с Правилами технической эксплуатации, судовые дельные вещи (леера, поручни, ограждения, иллюминаторы, трапы, решетки, люковые закрытия и т. п.) на всех судах должны соответствовать проекту и содержаться в исправном состоянии.

В местах, где временно были сняты леер, поручни, трапы, решетки, настилы, горловины, люки, необходимо соблюдать все требования техники безопасности (оградить проход, вывесить предупредительную надпись, а в темное время суток – предусмотреть освещение).

Запрещается эксплуатация судна с неисправными или неустановленными местными ограждениями, иллюминаторами, люковыми закрытиями, а также при недостаточном снабжении судна дельными вещами, предусмотренными проектом.

5.8 Судовые системы и снабжение

Системы, предназначенные для обслуживания общесудовых нужд, называются **судовыми** и по характеру выполняемых функций разделяются на трюмные, санитарные, противопожарные, отопления и кондиционирования воздуха, вентиляционные и специальные.

К трюмным системам относятся: *осушительные*, предназначенные для удаления из корпуса небольших масс воды; *водоотливная* или *спасательная* – для откачки больших масс воды из корпуса (своего или другого судна); *балластная*, служащая для приема и откачки балласта.

К санитарным – система питьевой воды, включающая устройства для очистки и обеззараживания воды и кипятильники, система заборной воды и канализации.

Спасательные средства должны удовлетворять требованиям правил Регистра, а их исправность проверяется капитаном (на самоходном судне) или шкипером (на баржах) не реже одного раза в месяц, а также перед выходом судна в эксплуатацию. О времени и результатах проверки делается соответствующая запись в вахтенном журнале.

При проверке устанавливается:

- а) исправность шлюпочных лебедок, наличие смазки на их трущихся частях и уровень масла в редукторах, исправность тормозных устройств;
- б) исправность действия спускового устройства для шлюпок и спасательных плотов и возможность их спуска в установленное время;
- в) наличие в шлюпках и на плотках необходимого такелажа и инвентаря, отсутствие водотечности у шлюпок и водонепроницаемость воздушных ящиков;

г) наличие спасательных жилетов для выполнения забортных работ, а также предохранительных поясов при работе на высоте в соответствии с нормативами.

Эксплуатация судов запрещается, если:

а) количество спасательных средств (приборов и принадлежностей) меньше, чем предусмотрено правилами Регистра;

б) состояние шлюпок, спасательных плотов, а также спасательных приборов и принадлежностей признано неудовлетворительным;

в) устройства для спуска шлюпок неисправны или время, затрачиваемое на спуск шлюпки, превышает норму Регистра (не более 5 мин, включая время на подготовку к спуску и вываливанию шлюпки за борт, без учета времени, затрачиваемого на посадку в шлюпки людей).

К противопожарному оборудованию и снабжению относятся: стационарные системы пожаротушения, первичные огнегасительные средства пожаротушения, пожарная сигнализация, а также средства конструктивной противопожарной защиты и активные средства борьбы с возникшим пожаром.

Первичные огнегасительные средства пожаротушения, пожарный инвентарь и передвижные приборы пожаротушения хранятся в определенных легкодоступных местах и содержатся в полном порядке и постоянной готовности к немедленному действию.

Эксплуатация судна запрещается при отсутствии установленных нормами средств противопожарной защиты или их неисправности.

Каждое судно, находящееся в эксплуатации, должно иметь навигационное оборудование и снабжение в соответствии с требованиями правил Регистра. Правилами технической эксплуатации запрещается плавание судов, имеющих неисправное или непроверенное навигационное оборудование и снабжение, а также при отсутствии откорректированных карт, лоций и других пособий для района предстоящего плавания.

Судно – это сложное инженерное сооружение, поэтому, все суда обеспечиваются *станками, комплектом инструментов и приспособлений*, необходимых для технического ухода и мелкого навигационного ремонта, в соответствии с утвержденной технической документацией на постройку и эксплуатацию судна.

5.9 Комплексное обслуживание и техническая эксплуатация флота

5.9.1 Техническая эксплуатация флота

Все основные задачи и порядок выполнения работ по технической эксплуатации флота внутреннего плавания четко определены в разделе «Флот» Правил технической эксплуатации речного транспорта.

Среди многих звеньев, занимающихся технической эксплуатацией флота водного транспорта, следует выделить **четыре основных**: экипаж судна, ремонтно-эксплуатационные базы флота (РЭБ), судостроительные, судоремонтные заводы (ССРЗ) и парохозяйства.

Правила технической эксплуатации содержат указания о порядке передачи флота заводам, ремонтно-эксплуатационным базам для технического обслуживания, проведения инспекторских осмотров, выполнения на судах плановых технических уходов силами береговых производственных участков.

Обязанности экипажа, работников РЭБ и ССРЗ, их распределение между членами судовой команды и ответственность за выполнение определяются Правилами технической эксплуатации и нормативными документами, регламентирующими взаимоотношения между субъектами соответствующих подразделений.

В процессе эксплуатации судна все его элементы как механизмы, так и оборудование, корпус, надстройки и т. д., подвергаются износу, вследствие чего они теряют свои первоначальные качества. В результате ухудшается техническое состояние судна в целом и возникает необходимость ремонта для восстановления первоначальных качеств. Помимо физического износа с течением времени происходит износ моральный, когда определенные качества судов или отдельных их элементов становятся неприемлемыми для конкретной технологической схемы.

Ремонт судна называется совокупность мероприятий, выполняемых для полного или частичного восстановления построечных качеств судна в целом или отдельных его элементов, утраченных вследствие естественного износа или по другим причинам; модернизацией судна – мероприятия, направленные на повышение тех или иных качеств судна по сравнению с построечными или придание ему новых, дополнительных свойств, реконструкцией – переоборудование судна для использования его по иному назначению или частичная перестройка в связи с изменением района плавания, типа силовой установки и других аналогичных изменений.

Так, например, оборудование сцепными устройствами баржи, ранее использовавшейся для вождения на тросе, является модернизацией, переоборудование той же баржи в дебаркадер – реконструкцией.

Ремонт судов внутреннего плавания осуществляется по планово-предупредительной системе, которая предусматривает планомерное техническое обслуживание и систематический контроль технического состояния и содержания всех элементов судна. Такая система планирует три категории ремонта: текущий, средний и капитальный, а также осеннее и весеннее техническое обслуживание, объемы и сроки выполнения которых обеспечивают нормальное техническое состояние судна до следующего планового ремонта.

Текущий ремонт проводится ежегодно или один раз в два года. В этом случае неисправности судна устраняют заменой или восстановлением отдельных быстроизнашивающихся частей и выполняют регулировочные работы.

Текущий ремонт осуществляется в основном силами судовых экипажей. Это позволяет обеспечить круглогодичное использование основных кадров плавсостава и повысить их квалификацию путем обучения судоремонтным специальностям, поднимает роль и ответственность каждого члена экипажа за состояние технической эксплуатации, что, в свою очередь, ведет к снижению затрат, на судоремонт.

Системой планово-предупредительных ремонтов установлено, что *средний ремонт* в зависимости от грузоподъемности или мощности судна и его назначения производится один раз в 6–7 лет. При этом выполняется комплекс работ, обеспечивающий нормальную эксплуатацию судна до следующего среднего (или капитального) ремонта. В промежуточные годы проводят текущие ремонты, осенние или весенние технические обслуживания.

Как текущий, так и средний ремонты осуществляются в межнавигационные периоды без потери эксплуатационного времени и должны завершаться до открытия навигации.

Капитальный ремонт предусматривается для судов с амортизационным сроком службы не менее 30 лет и проводят его после двух-трех средних ремонтов.

Вне системы планово-предупредительного ремонта выполняются следующие **виды ремонтов**:

- **восстановительный** – приведения в рабочее состояние судов, по тем или иным причинам выбывших из состава действующего флота;
- **аварийный** – устранение повреждений, полученных при аварии судна;
- **поддерживающий** – ремонт судов, которые по истечении амортизационного срока выведены из системы планово-предупредительных ремонтов, но оставлены в рабочем ядре. Объем такого ремонта минимальный, цель – обеспечить работоспособность судна в течение одной навигации.

Серийное строительство однотипных судов и типизация всего судового оборудования позволяет проводить ремонт агрегатным или агрегатно-узловым методом, то есть, когда подлежащие ремонту двигатели, механизмы и узлы судовых устройств не подвергаются разборке и ремонту на судне, а комплектно снимаются и заменяются новыми или ранее отремонтированными однотипными механизмами и узлами.

5.9.2 Комплексное обслуживание флота

Комплексное обслуживание флота (КОФ) – совокупность операций, выполняемых в портах по эксплуатационно-техническому обслуживанию и навигационному снабжению судов, обеспечению необходимых условий труда и быта плавсостава, предотвращению загрязнения судами водоемов, и других.

Современные транспортные суда имеют сложные механизмы, системы и приборы, осмотр, ремонт и наладку которых могут выполнять специалисты высокой квалификации, сосредоточенные на береговых предприятиях, оснащенных необходимым оборудованием, устройствами и приборами.

Требования охраны окружающей среды предусматривают прием от судов загрязненных подсланевых вод, отработанного масла, хозяйственно-бытовых стоков, сухого мусора с последующей утилизацией (очисткой) в портах или передачей в городскую сеть канализации (вывозом на свалки).

Большая протяженность водных путей с различными судоходными условиями, включая водохранилища и морские участки, вызывает необходимость обеспечения судов путевой, гидрометеорологической информацией, лоцманскими картами, проведения ремонта и наладки навигационных приборов, устранения девиации и других подобных работ.

Работа несамоходных судов без экипажа требует обеспечения специального их обслуживания в портах.

Комплексное обслуживание флота по функциональному признаку подразделяется на три типа: портово-эксплуатационное, береговое техническое и навигационный ремонт.

Портовое эксплуатационное обслуживание включает в себя следующие виды обслуживания судов: эксплуатационное (шкиперское обслуживание барж без команд, рейдово-маневровые работы, зачистка и промывка трюмов, откачка воды из судов), навигационное (лоцманское обслуживание, вручение путевой информации, устранение девиации компаса, ремонт средств радионавигации и связи), материально-техническое (снабжение судов топливом, смазкой, запасными частями, навигационными материалами, обеспечение судов электроэнергией), санитарно-техническое (сбор хозяйственно-бытовых и подсланевых вод, отработанного масла, сухого мусора, контроль за санитарным состоянием судов), медицинское, культурно-бытовое (обеспечение экипажа продовольствием, питьевой водой и промышленными товарами, смена постельного и кухонного белья, выплата заработной платы, организация культурно-массовых мероприятий, обеспечение средствами периодической печати, организация почтовых услуг), осмотр судов инспектирующими организациями.

Береговое техническое обслуживание флота включает в себя следующий перечень услуг: наладочно-ремонтные работы по судовому оборудованию (судовым двигателям и котлам, электрооборудованию, радиооборудованию, холодильным установкам, станциям подготовки питьевой воды); проведение планового технического обслуживания судов; снабжение судов сменными агрегатами, узлами и деталями.

Навигационный ремонт флота, осуществляемый во время навигации без вывода судна из эксплуатации. К данному виду обслуживания относятся достаточно крупные ремонтные работы, которые выполняются, как правило, на специализированных ремонтных предприятиях, например, ремонт корпуса судна, ремонт движительно-рулевого комплекса, ремонт судовых агрегатов, в том числе главных двигателей, котельно-сварочные и другие ремонтные работы.

5.9.3 Технические средства обслуживания флота

Для обеспечения своевременного и качественного обслуживания транспортного флота прибрежные пункты располагают материально-технической базой: береговыми и плавучими техническими средствами КОФ.

Береговые технические средства обслуживания включают в себя базу комплексного обслуживания флота; причалы по приему скапливающихся на судах хозяйственно-бытовых и фекальных стоков, сухого мусора, пищевых отходов; гидранты; устройства для подключения судов к энергосистеме и телефонной сети порта; цехи навигационного ремонта флота; склады навигационных материалов и инвентаря; магазины для плавсостава; автотранспортные средства.

База комплексного обслуживания флота – это служебный причал с комплексом зданий и помещений работников службы КОФ и инспекторов контролирующих организаций: Речной Регистр, судоходная, пожарная, таможенная, санитарная инспекции.

Во многих портах базы КОФ размещают на дебаркадерах. Их располагают обычно в конце причальной набережной или на некотором удалении от грузовых и пассажирских причалов порта с целью того, чтобы рейдовые и служебно-вспомогательные суда не мешали движению транспортного флота в границах портовых акваторий.

Причалы приема от судов хозяйственно-бытовых стоков, фекалий и сухого мусора (рисунок 5.26) имеют колонки для подключения шлангов, приемные колодцы для хозяйственно-бытовых стоков и фекалий. Из колодца стоки самотеком или через насосную станцию поступают в городскую канализационную сеть. Перегрузку бачков с мусором на причал и порожних с причала на судно выполняют краном.

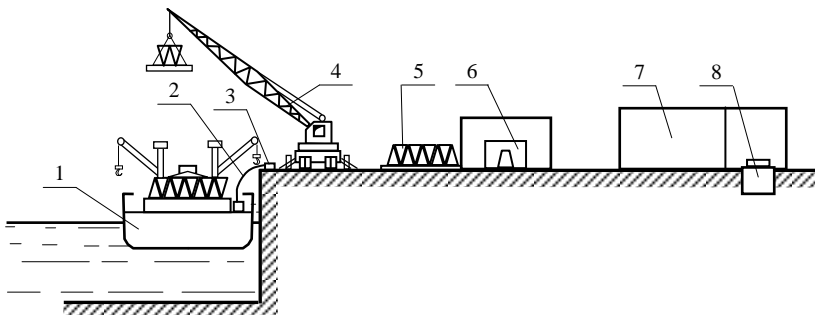


Рисунок 5.26 – Схема причала для приема хозяйственно-бытовых стоков, фекалий и мусора:

1 – самоходная очистительная станция; 2 – соединительный шланг; 3 – колонка для приема стоков; 4 – автомобильный кран; 5 – мусоросборники; 6 – установка для мойки бачков; 7 – блок служебно-бытовых помещений; 8 – приемный колодец

Потребность порта в таких причалах зависит от технологии обслуживания судов – непосредственно у этих причалов или с помощью самоходных плавучих очистительных средств.

Число таких причалов, используемых непосредственно для обслуживания транспортных судов, может быть определено по формуле

$$n_{ст} = \frac{k_{нс} \left(\frac{Q_{ст}}{P_{ст}} + (\bar{t}_{по} + t_{ош}) n_{со} \right)}{24 - t_{тп}}, \quad (5.13)$$

где $k_{нс}$ – коэффициент неравномерности прибытия судов к причалам обслуживания в течение суток;

$Q_{ст}$ – масса хозяйственно-бытовых стоков и фекалий, выкачиваемых из судов в течение суток, т;

$P_{ст}$ – производительность береговых установок по выкачке из судов хозяйственно-бытовых стоков, т/ч;

$\bar{t}_{по}$ – среднее время подхода судна к причалу и отхода от него (включая швартовные операции), ч;

$t_{ош}$ – время ошланговки, ч;

$n_{со}$ – число судов, очищаемых в порту в максимально напряженные сутки;

$t_{тп}$ – время технологических перерывов в работе причала, ч.

Сухой мусор перегружается во время перекачки стоков. Масса хозяйственно-бытовых стоков, выкачиваемых из судов в течение суток, определяется по формуле

$$Q_{\text{ст}} = \sum_1^{n_{\text{ст}}} E_{\text{ст}} q_{\text{ст}} k_{\text{авт}}, \quad (5.14)$$

где $E_{\text{ст}}$ – вместимость судовых цистерн для стоков, м³;

$q_{\text{ст}}$ – плотность стоков, т/м³;

$k_{\text{авт}}$ – коэффициент учета автономности плавания.

При обслуживании судов самоходными очистительными станциями необходимое число береговых причалов обслуживания определяют по аналогии, но с учетом вместимости цистерн самоходных станций, затрат времени на их подход к причалу и отход от него.

Гидранты – устройства для забора судами воды из городской водопроводной сети. Их оборудуют обычно на причалах таким образом, чтобы от одного гидранта могли заправиться суда, обрабатываемые на двух смежных причалах.

Устройства для подключения судов к энергосистеме и телефонной сети порта предназначены для обеспечения судов, во время стоянки у причала, соответственно электроэнергией, что позволяет экономить топливо; прямой телефонной связью судна со службами порта, пароходства и т.д.

Склады навигационных материалов и инвентаря обеспечивают флот навигационными материалами, инвентарем и запасными частями.

Автотранспортные средства (авто- и электропогрузчики, микроавтобусы и другие) используются для доставки со складов (баз), из магазинов к борту судна продуктов питания, навигационных материалов, запасных частей и прочих материалов.

Плавучие технические средства обслуживания – это рейдово-маневровые, служебно-разъездные суда и специальный флот вспомогательного назначения.

Рейдово-маневровые суда предназначены для выполнения операций по формированию (расформированию) составов, постановке транспортных судов к причалам, перестановке их у причалов и в границах акватории порта, проводке судов и составов под мостами, через шлюзы. Мощность таких судов достигает до 440 кВт (600 л.с.). Они эксплуатируются в стесненных условиях при высокой интенсивности движения судов, поэтому должны обладать хорошими маневренными качествами. В состав этого флота в некоторых портах входят рейдовые ледаколы, необходимые в весенне-осенний период навигации.

Служебно-разъездные суда доставляют на транспортные суда диспетчерские распоряжения, путевую и гидрометеорологическую информацию, корреспонденцию, лоцманов и представителей инспектирующих организаций, перевозят членов экипажей транспортных судов на берег и обратно. Скорость таких судов 20–30 км/ч при пассажироместности 6–25 человек.

Специальный флот вспомогательного назначения включает в себя стоечные бункеровочные базы (нефтестанции), самоходные бункеровщики, плавучие магазины, суда-водовозы (водолеи), самоходные очистительные станции, стоечные станции приема подсланевых вод и отработанных масел, плавучие судоремонтные мастерские, самоходные станции технической помощи, водолазные работы, плавучие средства для откачки воды из трюмов судов, зачистные и промывочные станции, противопожарные суда, ледаколы, рейдовые понтоны.

Стойные бункеровочные базы (нефтестанции) снабжают флот топливом и смазочными материалами. Их обычно удаляют от порта и располагают ниже по течению реки.

Самоходные бункеровщики обычно используют в портах с большим грузооборотом для снабжения судов топливом и смазочными материалами во время стоянки у причалов и на рейде, а также во время хода судов, что позволяет сократить время стоянок транспортных судов.

Суда-водовозы (водолеи) – самоходные суда используют для снабжения транспортного флота питьевой водой в бассейнах, где отсутствует возможность забора воды из системы берегового водоснабжения и очистка забортной воды в судовых условиях.

Самоходные очистительные станции осуществляют сбор с транспортных судов хозяйственно-бытовых стоков, фекалий, сухого мусора и пищевых отходов.

Стойные станции приема подсланевых вод и отработанных масел используют для сбора с транспортных судов загрязненных подсланевых вод и отработанных масел.

Стойные плавучие судоремонтные мастерские используют для выполнения навигационного ремонта судов.

Самоходные станции технической помощи выполняют мелкий навигационный ремонт транспортных судов на рейдах, у грузовых причалов или в пути следования.

Водолазные боты используют для осмотра подводной части судов водолазами, освобождения винтов от намотанных тросов, топляков. Их используют также для осмотра подводной части при проведении мероприятий технической эксплуатации гидротехнических устройств портов.

Плавучие средства для откачки воды из трюмов судов – специальные самоходные суда, оборудованные мощными водооткачивающими насосами. Значительная масса подсланевой воды накапливается в основном на судах, занятых на перевозке нерудных строительных материалов (песчано-гравийной смеси, песка, гравия), добываемых непосредственно в русле реки. В некоторых пунктах водооткачивающие средства устанавливают на несамоходных и стойчных судах, рейдовых теплоходах.

Зачистные и промывочные станции обеспечивают выполнение весьма трудоемких вспомогательных операций – зачистки, промывки и обработки трюмов и палуб судов после выгрузки остатков грузов перед подачей судов под загрузку грузами, требующими чистых, сухих грузовых помещений. Зачистные и промывочные станции обычно несамоходные.

Противопожарные суда предназначены для тушения пожаров на судах и береговых объектах и оказания помощи в ликвидации последствий аварий. Противопожарные суда обычно самоходные, оснащены пожарными стволами, подающими мощные струи воды на значительные расстояния, и другим оборудованием для тушения пожаров и ликвидации последствий аварий.

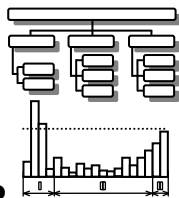
Ледоколы обеспечивают проводку судов и составов, плавучих средств механизации в ледовых условиях; способствуют более раннему открытию навигации.

Рейдовые понтоны используют для швартовки и стоянки несамоходных судов (включая обычные баржи и баржи-приставки, эксплуатируемые без судовых команд) непосредственно на акватории рейдов. Типовые железобетонные рейдовые понтоны имеют автономное освещение. На них предусмотрены помещения для работников рейдовых бригад, хранения навигационных материалов, оборудования и инструментов, а также средства связи. В качестве рейдовых понтонов используют также баржи, выведенные из эксплуатации.

Потребности порта в тех или иных плавучих средствах обслуживания флота определяют, исходя из судооборота порта, расстояний между отдельными причалами и пунктами обслуживания, технических характеристик плавучих средств (скорости, производительности перекачивающих средств и некоторых других характеристик), действующих норм на выполнение операций и других данных. Именно по этой причине, с учетом небольших размеров перевозок флотом Республики Беларусь и соответствующей потребности в комплексном обслуживании флота, системы КОФ портов Белорусского речного пароходства имеют упрощенную материально-техническую базу и организационную структуру.

6

УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРОЙ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА. НАДЕЖНОСТЬ



6.1 Управление инфраструктурой

Важнейшим элементом стратегии организационного развития предприятия (отрасли экономики, региона и т.д.) является стратегия развития его инфраструктуры, и направление ее развития должно быть тесно взаимосвязано со стратегией развития организации в целом.

В рамках управления инфраструктурой как системой, предназначенной содействовать эффективной реализации целей организации в меняющихся со временем условиях, необходимым является определение эффективной политики управления ее отдельными подсистемами и элементами. Поэтому, при разработке стратегии развития инфраструктуры организации требуется тщательно анализировать различные стороны планируемого основного процесса их деятельности для выявления адекватной ей совокупности инфраструктурных подсистем и элементов. Иначе говоря, основной производственный процесс (основная деятельность) организации должен быть сопоставлен с соответствующим всем его стадиям оптимальным комплексом инфраструктурных услуг.

Особенность управления инфраструктурой состоит в том, что в границах предприятия она является внутренней средой, т.е. структурным элементом. В то же время организация в целом по отношению к инфраструктуре также может рассматриваться как внутренняя среда, задающая через требуемые характеристики основного производственного процесса параметры функционирования инфраструктурных подсистем и элементов. При этом, требуется учесть, что помимо задаваемых характеристик функционирования материально-технической базы основного производственного процесса (здания, сооружения, оборудование, системы энергообеспечения, канализации и т.п.), учету должны подлежать кадровые и социальные нормативы, принятые на предприятии, в отрасли или установленные через систему государственного регулирования (социальные стандарты и требования по безопасности работников, организации труда и отдыха, медицинского обслуживания, системы профессиональной подготовки и повышения квалификации и т.д.).

Таким образом, управление инфраструктурой охватывает все аспекты обеспечения функционирования имеющихся в организации материальных объектов и необходимой дееспособности персонала. К особенностям управления инфраструктурой также следует отметить и тот факт, что обеспечивающая деятельность отличается от основной не только содержанием, но и спецификой управления, связанного с особенностями услуг.

Одним из важнейших требований к инфраструктуре является обеспечение ее гибкости и адаптивности к изменениям внешней и внутренней среды. Так, например, при проектировании фондоемких устройств, зданий или сооружений, являющихся одним из основных элементов инфраструктуры, должны приниматься во внимание такие их характеристики, как:

- функциональность, т.е. приспособленность для основных производственных процессов (основной деятельности);
- адаптивность к изменениям содержания основных производственных процессов, которые возможны в перспективе;
- стандартизация модулей, обеспечивающая с одной стороны технологичность, а с другой – эффективную адаптивность к прогнозируемым изменениям в будущем.

В современных условиях одной из предпосылок повышения имущественных активов является фокусирование стратегии развития предприятий и инвестирования финансовых средств на применении перспективных информационных технологий, в том числе в области управления инфраструктурой.

Во многом, стратегию управления инфраструктурой определяют критерии эффективности, которые избираются руководством организации для реализации своей политики. Естественно, что многообразие вариантов развития инфраструктуры, как и специфических условий реализации основного производственного процесса определяет многообразие используемых для управления критериев. Однако среди них можно выделить два основных стратегических критерия:

- 1) минимизация издержек на функционирование инфраструктуры при условии обеспеченности основного производственного процесса;
- 2) максимизация надежности инфраструктурного обеспечения основной деятельности предприятия при заданном уровне используемых при этом ресурсов.

Концепция управления инфраструктурой предполагает ее интегрированный характер. Хотя, как показывает практика, часто в рамках одной и той же организации различные инфраструктурные подразделения имеют различные подходы к обеспеченности своими ресурсами основного производства. Данный факт затрудняет выработку единой интегрированной политики управления инфраструктурой, максимально реализующей ее потенци-

ал как целостной системы, предназначенной для обеспечения основного производства. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск такого варианта развития инфраструктуры, которая при учете особенностей содержания деятельности каждого из инфраструктурных подразделений и направленности их локальных критериев эффективности, определила бы единую ориентацию этих подразделений в рамках предназначения инфраструктуры как единой системы, с подчинением локальных целей их деятельности глобальной цели функционирования инфраструктуры. В противном случае минимизация издержек в рамках отдельных подсистем может привести к существенному росту затрат на инфраструктуру в целом. Как показывает практика, часто нерациональная политика управления инфраструктурой на этапе проектирования, направленная на скорейшее получение эффекта, приводит к значительному повышению затрат на обслуживание инфраструктурных элементов и подсистем, коммуникационное обеспечение, охрану, снижение логистических эффектов и проч. в долгосрочной перспективе.

Современные рыночные условия предъявляют соответствующие требования к эффективности как самой производственной системы, так и обеспечивающей ее инфраструктуре. В частности, в настоящее время в обеспечении конкурентоспособности предприятий существенно возрастает значимость его обеспеченности всеми видами ресурсов (материальных, кадровых, информационных и проч.), как с точки зрения их влияния на характеристики основного производства, так и с позиции существенного роста издержек, связанных с поддержанием ресурсного потенциала, относящегося к инфраструктуре. Прежде всего это объясняется тем, что затраты на поддержание инфраструктуры и особенно на ее развитие, крайне велики, как и периоды окупаемости инвестиций в данную сферу. Особенно это касается зданий, сооружений, коммуникаций, фондоемких транспортных устройств.

В этих условиях особую актуальность приобретает разработка эффективной политики управления инфраструктурой с точки зрения определения стратегии ее развития на перспективу и выбора вариантов реализации принятой стратегии на отдельных этапах.

Таким образом, **управление инфраструктурой** – это воздействие на нее (поддержание работоспособности, возможности обеспечивать основное производство с учетом прогнозов его развития) с целью эффективной реализации функций по обеспечению основного производственного процесса.

Одним из основных аспектов управления инфраструктурой в настоящее время является решения ряда проблем, возникающих в связи с недооценкой, а нередко и игнорированием роли и места инфраструктуры предприятия в достижении целей его деятельности.

Во-первых, для многих предприятий характерны остаточный принцип ресурсообеспечения инфраструктуры и политика ограниченного вложения средств в развитие технической, технологической, кадровой, экономической и информационной подсистем инфраструктуры, что в конечном итоге приводит к низкому уровню готовности перечисленных подсистем содействовать ее эффективному функционированию.

Во-вторых, на практике, наблюдается и явно непропорциональное, необоснованное с позиции общей стратегии, развитие какой-либо или каких-либо из указанных подсистем по сравнению со всеми остальными, что приводит к нерациональной иммобилизации средств, вложенных в развиваемые таким образом подсистемы, в ущерб другим подсистемам, инфраструктуре в целом и, в конечном итоге, реализации поставленной перед основным производством цели.

Учитывая сложность понятия инфраструктуры и его широту, следует отметить и тот факт, что активное управление инфраструктурой предполагает управление внешним взаимодействием относительно организации и управление взаимодействием внутренними пользователями инфраструктурных услуг. Последнее должно фокусироваться, прежде всего, на тех его направлениях, которые в стратегическом плане являются наиболее значимыми с точки зрения результатов интегрированного управления организацией.

Управление процессами внешнего взаимодействия возможно при частичной или полной передаче функций управления сторонним организациями. При этом необходимо учитывать специфику конкретного производства. Так, например, подобный поход к управлению инфраструктурой часто вызван наличием сторонних консалтинговых фирм, которые берут на себя данную функцию, освобождая кадровые ресурсы организации. Также, все более распространенной формой управления внешним взаимодействием инфраструктурных подсистем, является передача данных функций сторонним (внешним) производителям инфраструктурных услуг. Что касается транспортной сферы, то для нее подобный способ управления инфраструктурой чаще вызван необходимостью использовать одни и те же инфраструктурные элементы для обеспечения не только транспортных целей. Это касается, например, использования транспортных коммуникаций не только для перевозки грузов, но и для транспортного обеспечения городов или регионов; системы энергообеспечения транспортных систем питают не только их инфраструктурные элементы, но и элементы близлежащих населенных пунктов и т.д.

Выше было отмечено, что стратегия развития инфраструктуры должна быть тесно увязана со стратегией развития основной производственной дея-

тельности предприятия. Однако даже в тех случаях, когда в теоретическом или практическом плане декларируется данное положение, речь идет, прежде всего, о материальных объектах, участвующих в производственном процессе. Вместе с тем, учитывая значительную, а во многом и определяющую, роль кадровых ресурсов, в рамках управления инфраструктурой следует тщательно анализировать изменения, относящиеся к кадровой составляющей основного производственного процесса. Данный факт становится все более актуальным, под воздействием динамики изменения социальных потребностей персонала, определяющих их производственную дееспособность, на которую влияет значительное количество факторов: профессиональная подготовка, состояние здоровья, соблюдение эргономических условий труда, создание соответствующего социально-психологического климата в коллективе и др.

Наряду с указанными аспектами управления инфраструктурой, в настоящее время, особенно актуальным направлением становится коммерциализация ее деятельности. Прежде всего это объясняется необходимостью повышения инвестиционной привлекательности инфраструктурных подсистем, сроки окупаемости и затраты в которых очень значительны.

Прежде всего эта актуальность является следствием децентрализации управления основной производственной деятельностью предприятий, которая все чаще наблюдается в настоящее время. Это способствует возникновению коммерческих связей между предприятиями одной отрасли, или даже подразделениями одного предприятия, формированию между ними договорных отношений с использованием элементов коммерческого расчета, например, системы трансферного ценнообразования.

Вместе с тем коммерциализация деятельности инфраструктурных подразделений может происходить в рамках формирования коммерческих отношений между ними и сторонними организациями, испытывающими потребность в инфраструктурных услугах, предоставляемых внешними предприятиями и организациями. Это могут быть услуги производственной инфраструктуры (ремонтные, энергетические, строительные, информационные, предоставление в аренду производственных площадей и т.д.) и социальной инфраструктуры (подразделений общественного питания, здравоохранения, рекреации, досуга и проч.).

Очевидным становится тот факт, что коммерциализация инфраструктуры требует соответствующей профессионализации управления инфраструктурой. Менеджмент инфраструктуры должен ориентироваться на рынок, предлагать внутренним и внешним потребителям такие услуги, качество и цена которых будет конкурентоспособными.

6.2 Техническая эксплуатация объектов инфраструктуры водного транспорта

Техническая эксплуатация – это комплекс технических, технологических, экономических и организационных мер, реализуемых для содержания технических устройств, сооружений в постоянной готовности эффективно выполнять свое функциональное назначение в течение всего срока эксплуатации: от постройки до утилизации или продажи. Таким образом, техническая эксплуатация объекта инфраструктуры (группы объектов) – это сложная система, цель которой – обеспечение выполнения всех работ, для которых этот объект предназначен.

Данная цель может достигаться различными способами и методами, при различных значениях количества требуемых для этого ресурсов. Следовательно, можно утверждать, что эта система оптимизируема и, следовательно, к ней должны применяться принципы управления. Именно это объясняет тот факт, что одним из основных элементов управления инфраструктурой транспорта является управление технической эксплуатацией ее объектов.

Основные задачи технической эксплуатации:

- увеличение рабочего периода объектов водно-транспортной системы за счет сокращения их простоев по техническим причинам;
- повышение надежности и долговечности объектов;
- эффективное использование ресурсов при выполнении основного процесса (техники, персонала, расходных материалов, горючесмазочных материалов и проч.);
- снижение затрат на техническую эксплуатацию объектов.

Техническая эксплуатация объектов водного транспорта, как система, состоит из трех крупных подсистем: *техническое использование, техническое обслуживание и управление технической эксплуатацией* (рисунок 6.1).

Система технического использования объекта реализуется в нахождении оптимальных режимов работы объекта инфраструктуры (отдельного механизма, технического устройства, сооружения или его элементов). Однако на практике, использовать объекты в оптимальных режимах удается крайне редко, что объясняется крайней сложностью транспортного и сопутствующих ему процессов. В результате этого, объекты инфраструктуры или их элементы быстрее подвергаются износу. С целью устранения негативных последствий этого и обеспечения заданной надежности основного производства, за объектами инфраструктуры должен быть организован надлежащий надзор и выполнены мероприятия требуемого (планового) технического обслуживания, а в случае зафиксированных отклонений в его работе или отказа – ремонт. Данные функции возлагаются на **систему технического обслуживания**, цель которой обеспечение содержания объекта в исправном техническом состоянии при должным образом организованном надзоре за ним.



Рисунок 6.1 – Структурная схема системы технической эксплуатации объектов водного транспорта

Управление технической эксплуатацией – система мероприятий, обеспечивающих планирование, организацию и контроль выполнения работ по техническому использованию и техническому обслуживанию объектов водного транспорта.

Для обеспечения бесперебойной работы объектов водного транспорта в оптимальных режимах необходимы целенаправленные действия работников отрасли и отдельных предприятий. Это достигается, в свою очередь, комплексом мер, связанных с повышением культуры технической эксплуатации, введением в последнюю регламентирующей технической документации, специальной системы подготовки кадров, занятых технической эксплуатацией.

Для успешной реализации цели и задач подсистемы управления технической эксплуатацией особое внимание должно уделяться:

- эффективным организационным формам, методам осуществления и схемам управления технической эксплуатацией объектов;
- качественной технической документации, регламентирующей аспекты технической эксплуатации объектов инфраструктуры;
- эффективным методам и способам технического обслуживания;
- качественной надзорной деятельности за состоянием объекта;
- эффективной системе подготовки кадров для системы технической эксплуатации.

Техническую эксплуатацию, как и любую другую систему, характеризуют показатели. Они отражают состояние отдельных сторон системы и ее связь с общим использованием объекта технической эксплуатации. Назначение показателей – обеспечить планирование технической эксплуатации, анализ, количественную оценку и контроль эффективности технического использования объекта.

Под *эффективностью технической эксплуатации* конкретного объекта водно-транспортной системы понимается степень использования данного объекта или его отдельных составных частей по времени, степень экономичности эксплуатации объекта, техническое состояние и размеры затрат труда и средств на поддержание требуемых технико-эксплуатационных характеристик объекта инфраструктуры. Поэтому планирование и анализ показателей технической эксплуатации направлены на повышение ее эффективности, а в конечном счете, на повышение эффективности работы всей водно-транспортной системы.

В конечном итоге, как и в любой системе менеджмента, при анализе уровня технической эксплуатации представляется возможность установить, какие показатели технической эксплуатации и насколько отстают от показателей объектов инфраструктуры водного транспорта аналогичного назначения других подразделений, смежных видов транспорта, и что надо сделать для того, чтобы предотвратить такое отставание.

Показатели технической эксплуатации условно можно разделить на основные и исходные. Основные определяют на базе исходных, хотя часть последних можно рассматривать как самостоятельные для анализа эффективности технического использования объекта инфраструктуры водного транспорта или для каждого отдельного элемента данного объекта.

К числу основных показателей технической эксплуатации и относят следующие.

Удельные затраты на техническую эксплуатацию – отношение суммарных затрат средств, связанных с техническим использованием и техническим обслуживанием объекта к одному из количественных показателей, отражающих степень реализации его функций. Например, для оценки технической эксплуатации конкретного судна данный показатель может быть рассчитан как отношение суммарных эксплуатационных затрат (на топливо, горючесмазочные материалы, заработную плату экипажа, снабжение, различные виды ремонта) к выполненному данным судном грузооборотом.

Выбор конкретного показателя, отражающего степень реализации объекта, осуществляется исходя из целей анализа. С помощью показателя, указанного в примере, оценивается эффективность общих затрат на техническую эксплуатацию и обслуживание того или иного судна. Он характеризует как бы технико-экономическую конкурентоспособность судов данной серии в сравнении с судами других серий или одного конкретного судна в сравнении с другими.

Удельные затраты на ремонт – отношение затрат на ремонт объекта к одному из количественных показателей его эксплуатации. Нетрудно заметить, что затраты на ремонт могут фигурировать и в первом показателе, но выделяются они из него сознательно, так как среди других затрат на техническую эксплуатацию, как правило, не имеющих тенденции к значительным колебаниям, затраты на ремонт могут ощутимо меняться, и поэтому эти затраты во многом определяют удельные затраты на техническую эксплуатацию объекта. Кроме того, затраты, относимые на ремонт объектов инфраструктуры всегда явно фигурируют в бухгалтерской отчетности работы транспортного предприятия.

Коэффициент технического использования объекта – отношение эксплуатационного времени к календарному за отчетный период. Поскольку все меры и средства технического обслуживания должны обеспечить работу объекта водного транспорта в течение максимально возможного времени без вывода его из эксплуатации на ремонт. Данный показатель дает количественную оценку усилиям кадров, занятых технической эксплуатацией, для заданной степени надежности объектов водно-транспортной системы.

Техническое состояние объекта – степень физического износа и морального старения объекта инфраструктуры.

Все объекты инфраструктуры водного транспорта подвержены физическому износу и моральному старению, то есть под влиянием внешних воздействий, технических и экономических факторов они постепенно утрачивают первоначальные свойства и способность выполнять свои функции по назначению.

Физический износ объектов инфраструктуры наступает как в результате их использования, так и в период их бездействия. Бездействующие объекты изнашиваются под воздействием естественных процессов (атмосферных явлений, внутренних процессов, происходящих в строении агрегатов, металла и других материалов, из которых они состоят). Так, например, одной из особенностей технической эксплуатации флота является то, что корпус неиспользуемого судна, погруженного в воду подвержен износу в несколько раз сильнее, чем при его эксплуатации. Что касается действующих объектов, то их физический износ зависит от ряда факторов, в числе которых: качество самого объекта (материала, технического совершенства конструкции, качество постройки); интенсивность использования; особенности технологического процесса; внешние условия. Объекты инфраструктуры можно частично восстановить, произведя ремонт и (или) модернизацию. Однако со временем затраты на ремонт перестают окупаться и объект переходит в так называемое «предельное состояние».

Моральное старение проявляется иначе, чем физический износ. Находящиеся в эксплуатации или бездействующие объекты инфраструктуры по своей конструкции, производительности, расходам на обслуживание и эксплуатацию отстают от своих новейших аналогов. Моральное старение (износ) имеет две формы.

Первая форма морального старения заключается в том, что с внедрением новых объектов, с совершенствованием техники, технологии, организации производства и труда, стоимость изготовления при сохранении их конструктивных свойств и эксплуатационных показателей неуклонно снижается, то есть их производительность растет. Следовательно, данная форма морального старения выражает снижение стоимости объектов вследствие удешевления их воспроизводства.

Вторая форма морального старения имеет место тогда, когда улучшается конструкция и эксплуатационные показатели новых объектов инфраструктуры. Их применение позволяет увеличить производительность труда, снизить эксплуатационные затраты, то есть, снизить капиталоемкость производства или обеспечить более высокое качество предоставляемых услуг. В данном случае предприятие (отрасль экономики страны), применяя устаревшую технику, затрачивает больше времени на производство одного и того же количества продукции, или проигрывает в качестве предоставляемых услуг, тем самым обеспечивая отрицательное влияние на конкурентоспособность своей деятельности.

Указанными показателями исчерпывается перечень принятых основных показателей технической эксплуатации. Как видно, в них отражены важнейшие параметры, характеризующие техническую эксплуатацию: степень эффективности использования объекта инфраструктуры, его техническое состояние как результат ухода и содержания и, наконец, размеры затрат средств, которые требуются для обеспечения его надежной и эффективной работы.

Перечень же исходных показателей технической эксплуатации объектов инфраструктуры водного транспорта очень обширен, что определяется широчайшей номенклатурой этих объектов, их отдельных элементов и конкретных задач технической эксплуатации, направленных на эффективное использование данных элементов и, соответственно, на эффективную эксплуатацию всей водно-транспортной системы.

6.3 Надежность объекта инфраструктуры

6.3.1 Основные понятия надежности объекта

Каждому объекту инфраструктуры помимо общих показателей качества свойственны свои, особые, присущие только им показатели. По каждому виду технического устройства или объекта строительства имеется свой набор показателей, указанных в технической документации или паспорте. Но далеко не всегда на основании паспортных данных объекта можно сделать объективное заключение о его качестве. Дело в том, что все паспортные характеристики и параметры отражают лишь начальные технические

возможности объекта, но эти возможности изменяются в процессе эксплуатации. Поэтому при оценке качества объекта важны не только высокие номинальные технические данные, но и фактическая способность объекта безотказно работать в течение возможно более длительного времени, сохраняя свои первоначальные технические возможности.

Таким образом, каждое техническое устройство обладает в той или иной степени способностью сохранять в течение эксплуатации свои характеристики и способностью выполнять заданные функции в исправном и работоспособном состоянии. Эта способность объекта определяет его **надежность**. Очевидно, чем дольше изделие сохраняет свои функции, тем оно надежнее и, естественно, является более качественным. Иными словами, надежность как свойство объекта инфраструктуры является одной из составляющих качества наряду с их функциональными, технологическими, экономическими, эргономическими и прочими показателями. Эти составляющие качества органически взаимосвязаны и имеют значение только во взаимодействии друг с другом.

В процессе эксплуатации объект взаимодействует с внешней средой, а его элементы друг с другом. В результате этих двух видов взаимодействия объект изменяет свое первоначальное состояние и в конечном итоге это состояние может измениться настолько, что объект перестанет выполнять свое функциональное назначение.

В соответствии с этим различают **три состояния** объекта инфраструктуры:

1) *работоспособное* – состояние объекта, при котором он способен выполнять свое функциональное назначение с параметрами, указанными в технической документации;

2) *работоспособное, но неисправное* – при котором объект выполняет свои функции, но не удовлетворяет всех требований;

3) *неработоспособное* – объект не выполняет свое функциональное назначение.

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта, называется **отказом**.

Различают **три вида событий**: достоверное (которое обязательно произойдет), невозможное (не произойдет никогда) и случайное (может как произойти, так и не произойти). Результатом события может быть некоторый количественный показатель – случайная величина, значение которой достоверно предугадать нельзя (например, количество отказов крана за определенный месяц навигации). Конкретное значение случайной величины называется реализацией. При наблюдении за объектом ее значение изменяется случайным образом, однако математическое ожидание значения случайной величины при многократном наблюдении за объектом приобретает

характер закономерности. Именно на выяснении характера этой закономерности, изменения ее параметров в лучшую для пользователя сторону, направлена оценка надежности объектов, выступающая как элемент системы технической эксплуатации и, в конечном счете, системы управления инфраструктурой.

Каждое событие количественно оценивается некоторым числом, принимающим значение в диапазоне от 0 до 1, называемым вероятностью события. Вероятность события это численная мера возможности реализации конкретного события во времени. Вероятность достоверного события равна 1, невозможного – 0, случайного – число из интервала (0;1).

Надежность технических объектов является комплексным свойством, которое состоит из безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного периода времени (наработки). Для оценки безотказности объекта применяют следующие основные показатели:

- вероятность безотказной работы;
- вероятность отказа;
- средняя наработка на отказ;
- плотность вероятности отказов;
- интенсивность отказов.

Вероятность безотказной работы – это вероятность того, что в заданных условиях эксплуатации объекта, в пределах заданной наработки или заданного интервала времени, с ним не произойдет ни одного отказа.

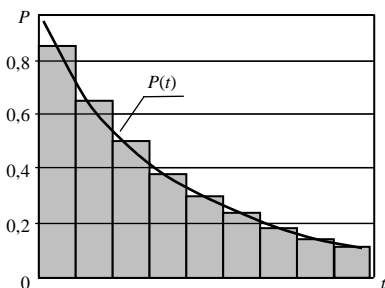


Рисунок 6.2 – Функция надежности

Типичная кривая зависимости вероятности безотказной работы от времени $P(t)$ называется *функцией надежности* (рисунок 6.2).

В начальный момент работы объекта, как видно из рисунка 6.2, эта функция принимает значение единицы (объект работоспособен) и с течением времени $P(t)$ уменьшается до нуля (объект неработоспособен).

Вероятность безотказной работы элемента системы может определяться по результатам испытаний объектов или их отдельных элементов на надежность как отношение числа объектов, оставшихся исправными в конце рассматриваемого интервала времени t , к начальному числу элементов, поставленных на испытание:

$$P(t) = \frac{N_0 - n}{N_0}, \quad (6.1)$$

где N_0 – число элементов, поставленных на испытание;

n – число отказавших элементов за период t .

Вероятность отказа $Q(t)$ – это вероятность того, что в пределах заданной наработки произойдет хотя бы один отказ. Так как безотказная работа и отказ являются событиями несовместными и противоположными, то между ними справедливо следующее соотношение:

$$Q(t) = 1 - P(t) = \frac{n}{N_0}. \quad (6.2)$$

Под наработкой в теории надежности понимается продолжительность работы объекта в единицах времени, циклах и т.п. *Наработка до отказа* – наработка объекта от начала его эксплуатации до первого отказа. *Средней наработкой на отказ* восстанавливаемого объекта называется среднее время между двумя соседними отказами:

$$T_o = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (6.3)$$

где t_i – время работы объекта от $(i - 1)$ -го до i -го отказа.

Так как $Q(t)$ есть закон распределения случайной величины (отказов), то зависимость между возможными значениями непрерывной случайной величины t и вероятностями попадания в их окрестность называется ее плотностью вероятности. Иначе, плотность вероятности отказа $f(t)$ – вероятность отказа объекта за малую единицу времени или наработки при функционировании объекта без замены (рисунки 6.3).

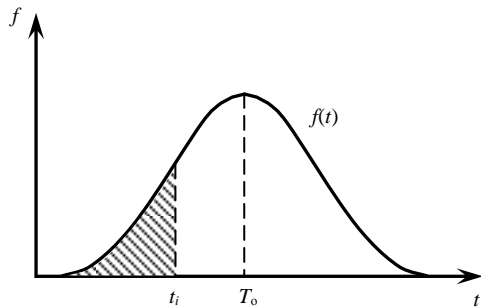


Рисунок 6.3 – График плотности вероятности отказов

Интенсивность отказов – соотношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу объектов, исправно работающих в данный отрезок времени при условии, что отказавшие объекты не восстанавливаются и не заменяются исправными. Другими словами, интенсивность отказов равна числу отказов в единицу времени, отнесенное к числу объектов, безотказно проработавших до этого времени:

$$\lambda(t) = \frac{n}{N_0 \Delta t}, \quad (6.4)$$

где Δt – интервал времени.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Предельным состоянием называется состояние объекта, при котором его дальнейшее использование должно быть прекращено вследствие:

- неустранимого нарушения требований безопасности;
- неустранимого выхода технических параметров объекта за установленные пределы;
- неустранимого снижения эффективности эксплуатации ниже допустимого уровня.

Количественно долговечность объекта оценивается: ресурсом, сроком службы, вероятностью достижения предельного состояния.

Ресурс – наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после ремонта до предельного состояния. Данный показатель активно используется на транспортных предприятиях при выборе вариантов развития инфраструктуры и систем технической эксплуатации. В практике эксплуатации инфраструктурных объектов водного транспорта различают несколько видов ресурса: средний, гарантийный, межремонтный, назначенный, оптимальный.

Средний ресурс – это математическое ожидание ресурса всех эксплуатируемых объектов. *Гарантийный ресурс* – наработка объекта, в пределах которой изготовитель гарантирует его безотказную работу, при соблюдении требований и правил эксплуатации. *Межремонтный ресурс* – наработка объекта между двумя последовательными ремонтами. *Назначенный ресурс* – суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния. *Оптимальный ресурс* – ресурс, наиболее экономически приемлемый для организации, устанавливаемый на основании оценки надежности конкретного типа объекта, его морального и физического старения, затрат на техническую эксплуатацию.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта до предельного состояния. По аналогии с ресурсом различают: средний срок службы, гарантийный, межремонтный, назначенный (срок службы до списания или продажи) и оптимальный.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, выявлению и устранению отказов при проведении мероприятий технической эксплуатации.

В практике технической эксплуатации транспортных объектов для оценки ремонтпригодности чаще всего используют два показателя: среднее время восстановления, вероятность восстановления.

Среднее время восстановления – математическое ожидание времени восстановления объекта:

$$T_b = \frac{\sum_{k=1}^n T_k^b}{n}. \quad (6.5)$$

Вероятность восстановления объекта – вероятность того, что объект будет восстановлен в заданное время t_b :

$$P_b(t) = e^{-\lambda_b t}. \quad (6.6)$$

Учитывая специфику данного свойства надежности в практике работы транспортных организаций рассматривают и дополнительные характеристики ремонтпригодности, которые можно разделить на две группы: конструктивно-производственные и эксплуатационные.

К *конструктивно-производственным* относятся, например: доступность (к объекту), контролепригодность, легкосъемность, взаимозаменяемость, унификация систем и агрегатов. К *эксплуатационным* – форма технической эксплуатации, состояние производственно-технической и ремонтной базы, квалификация специалистов, полнота и качество эксплуатационно-ремонтной документации и др.

Сохраняемость – это свойство объекта сохранять исправное и работоспособное состояние в течение срока хранения и (или) транспортировки и после них. К основным показателям сохраняемости относятся: средний срок сохраняемости, назначенный срок хранения, установленный срок хранения.

Первые два показателя полностью идентичны аналогичным показателям долговечности. Под установленным сроком хранения объекта понимается технико-экономически обоснованный срок хранения объекта, обеспечиваемый конструкцией и эксплуатацией, в пределах которого показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности объекта сохраняются такими же, как и до хранения и (или) транспортировки.

Помимо перечисленных показателей и свойств надежности используются и некоторые другие. Так, например, для объектов, отказы которых представляют угрозу для людей и окружающей среды применяются такие показатели как безопасность и живучесть объекта.

Безопасность – свойство объекта минимизировать угрозу для жизни, здоровья людей и окружающей среды. Под **живучестью** (отказоустойчивостью) понимается свойство объекта противостоять критическому развитию ситуации в момент возникновения отказа и после него.

К **комплексным показателям надежности** относятся: коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент оперативной готовности.

Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Среднее статистическое значение данного коэффициента

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b}. \quad (6.7)$$

Анализируя формулу (6.7) можно заключить, что коэффициент готовности объекта – это отношение времени исправной его работы к сумме времен исправной работы и вынужденных простоев изделия, взятых за один и тот же календарный срок.

Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания наработки объекта за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий наработки, продолжительности технического обслуживания объекта $T_{то}$ и ремонтов T_p :

$$K_{ти} = \frac{T_o}{T_o + T_{то} + T_p}. \quad (6.8)$$

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусмотрено.

Численное значение данного коэффициента

$$K_{ор} = K_r P(t_0; t_1), \quad (6.9)$$

где $P(t_0; t_1)$ – вероятность безотказной работы объекта в интервале времени от t_0 до t_1 ;

t_0, t_1 – момент времени, с которого возникает необходимость использовать объект по назначению и, соответственно, момент времени, когда применение объекта по назначению планируется закончить.

Как видно из формул (6.1)–(6.9), надежность конкретного объекта инфраструктуры непосредственно связана со временем его эксплуатации. Данный параметр является ключевым при разработке вариантов управления инфраструктурой, при разработке системы технической эксплуатации на предприятии.

Вышеперечисленные показатели хотя и не позволяют предсказать наступление момента отказа конкретного устройства или всего объекта, тем не менее дают возможность сравнивать устройства или объекты по надежности, намечать пути ее повышения, а следовательно, эффективнее эксплуатировать эти объекты.

Пусть, например, имеются два объекта, условно обозначаемые I и II, с вероятностями безотказной работы соответственно P_I и P_{II} (рисунок 6.4).

Анализируя график, можно сделать вывод, что объект II более надежен, чем объект I, так как при одинаковом времени их эксплуатации t' соблюдается неравенство $P_{II}(t') > P_I(t')$.

Однако, если эксплуатацию данных объектов рассматривать за различные промежутки времени, может наблюдаться и иная ситуация, например, если объект II работает в период до времени t_{II} , а объект I – до времени t_I (см. рисунок 6.4).

С учетом специфики построения систем управления инфраструктурой отечественных транспортных организаций наиболее актуальной моделью

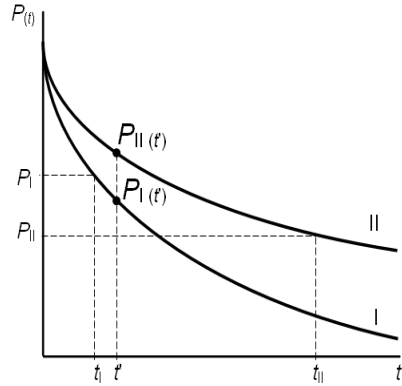


Рисунок 6.4 – Функции надежности объектов

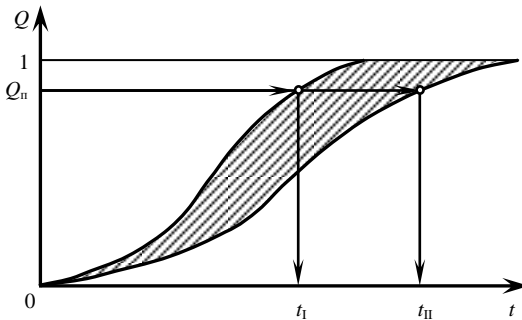


Рисунок 6.5 – Графики функций вероятности отказов для различных систем обеспечения надежности

принятия решений в данной сфере является модели, построенные не на оценке вероятности безотказной работы, а на вероятности отказов объектов (рисунок 6.5).

В соответствии с данными рисунка 6.5 можно заключить, что при качественно реализованной системе технической эксплуатации объектов (кривая I) темп изменения их надежности ниже, что позволяет продлить срок использования объектов по назначению на $(t_I - t_{II})$ лет.

Данный факт определяет необходимость рассматривать систему технической эксплуатации объектов инфраструктуры водного транспорта, как одну из подсистем управления инфраструктурой, строящихся на основании оценки надежности объектов и технико-экономических обоснованиях ее обеспечения.

6.3.2 Влияние эксплуатации на надежность объекта

Технические условия регламентируют свойства изделия, которым оно должно удовлетворять в процессе эксплуатации. Отклонение свойств изделий от нормальных условий в одних случаях рассматривается как дефект, в других – как неисправность. Так, применительно к объектам строительства или, например, к корпусу судна принято говорить о дефектах, в то время как по отношению к механической части (двигатели, приборы и т. д.) часто употребляют термин «неисправность».

Развитие дефектов изделия может привести к **отказу**, то есть к утрате им эксплуатационных функций. При этом, с целью оценки рисков, возникающих вследствие отказов, следует рассматривать отдельно отказ детали, отказ агрегата и отказ всего объекта инфраструктуры водного транспорта.

Отказ детали может проявиться в виде механического разрушения или потери основных эксплуатационных свойств в результате необратимых физико-химических процессов. Отказ агрегата является следствием отказа определяющих деталей или нарушения закономерностей их взаимодействия (например, регулировки). В зависимости от степени взаимосвязи детали в агрегате ее отказ может приводить к отказу агрегата или не приводить. Например, прикипание одного поршневого кольца несколько ухудшает работу двигателя, но не приводит к его отказу, в то время как поломка коленчатого вала влечет за собой отказ двигателя. Отказ всего объекта представляет собой нарушение функционирования одного или группы деталей, при котором утрачивается возможность его использования по прямому назначению.

Вероятность отказа детали, агрегата или объекта в значительной степени зависит от надежности технических средств, совершенства степени их взаимодействия и наличия резервирования. Например, отказ судна может явиться следствием отказа одного или нескольких определяющих использование судна изделий, таких, как корпус, главный двигатель, рулевое устройство, движитель и некоторых других.

Отказы классифицируют на внезапные и постепенные. Внезапные отказы возникают в результате скрытого развития дефектов (структурные изменения, старение металла) или под воздействием внешних усилий, значительно превышающих расчетные, принятые при проектировании изделия (сжатие корпуса льдами, действие интенсивной динамической нагрузки).

взрыва, удара, короткого замыкания). Постепенные отказы проявляются в равномерном изменении эксплуатационных параметров, приводящем затем к резкому переходу в предельное состояние, при котором объект либо вообще перестает функционировать, либо вероятность возникновения внезапного отказа становится недопустимо большой, что не позволяет гарантировать дальнейшее безотказное использование данного объекта.

Принципиальные различия в интенсивности многообразных воздействий и степени их влияния на работоспособность объекта требуют установления в каждом конкретном случае определяющих процессов, изучая которые, можно будет анализировать изменение свойств детали, определять основные закономерности изнашивания и уточнять предельные эксплуатационные параметры, при превышении которых уже нельзя гарантировать надежную работу объекта с заданной вероятностью безотказной работы.

Износ может быть нормальный, соответствующий интенсивности износа изделий, принятой в технических условиях, и ускоренный, то есть превышающий эти показатели. Интенсификацию износа, уменьшение надежности и долговечности следует рассматривать как следствие конструктивных, технологических и эксплуатационных недостатков.

Конструктивные недостатки проявляются в схемах:

- не обеспечивающих взаимозаменяемости изделий и резервирования;
- в результате проектирования узлов с высокими коэффициентами концентрации напряжений;
- выбора материала, не удовлетворяющего повышенным эксплуатационным требованиям.

Технологические недостатки проявляются в дефектах самого технологического процесса изготовления или ремонта изделия, в нарушении установленного технологического процесса, в недостаточном объеме контрольных операций, в результате чего возникают серьезные дефекты сразу же после изготовления детали – трещины, расслоения покрытий.

Эксплуатационные недостатки выражаются в нарушении требований эксплуатационной документации, в том числе в нарушении периодических регламентных работ по обслуживанию и ремонту техники.

Перечисленные недостатки могут многократно снижать долговечность изделий, поэтому при обследовании техники необходимо анализировать, выявлять и устранять причины, интенсифицирующие износ.

Прогнозирование вероятности безотказной работы и долговечности, выявление состава и периодичности работ по уходу за изделиями, установление периодичности ремонтов, разработка методов ускоренного обнаружения дефектов, а также способов и технологии их устранения – все это основано на знании основных законов, определяющих динамические процессы износа (изменения технического состояния) во времени. Важность выявле-

ния кинетики процессов изнашивания и установления основных закономерностей износа столь велика, что без ее изучения невозможно глубоко понять основные проблемы обеспечения надежности и долговечности при эксплуатации объектов. Именно данные факты объясняют необходимость наличия эффективной кадровой системы, принимающей участие в сфере управления инфраструктурой.

На рисунке 6.6 представлен типовой график изменения числа отказов за время функционирования объекта.

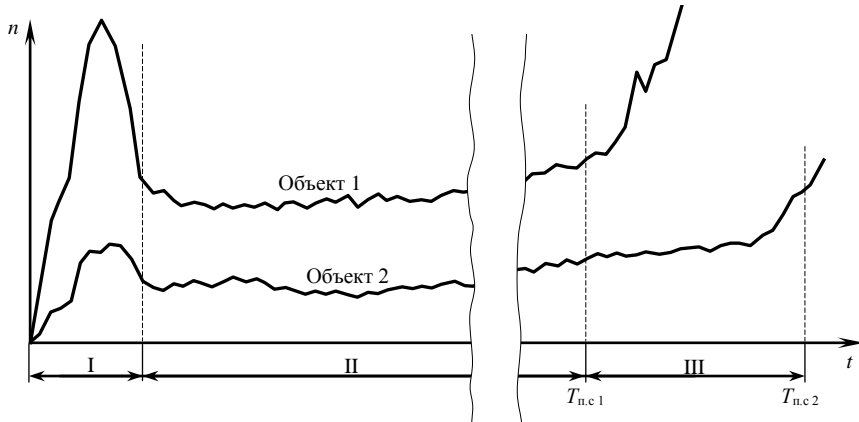


Рисунок 6.6 – Изменение числа отказов объекта в зависимости от продолжительности его эксплуатации:

1 – головное изделие; 2 – серийное изделие;

$T_{п.с.1}$, $T_{п.с.2}$ – период предельного состояния соответственно 1-го и 2-го изделий

В период I эксплуатации объекта число отказов n резко увеличивается за счет проявления конструктивных и технологических недостатков; период II соответствует установившемуся состоянию изделия и нормальной его эксплуатации. Возрастание числа отказов в периоде III свидетельствует о резком увеличении износа и о переходе изделия в состояние, при котором не может быть обеспечена заданная вероятность безотказной работы – предельное состояние.

На рисунке также следует обратить внимание на тот факт, что использование серийного производства объектов, помимо прочих эффектов, положительно сказывается и на параметры обеспечения надежности.

Существуют различные виды отказов. На рисунке 6.7, а показана характерная зависимость увеличения диаметра втулки ΔD , когда определяющим является износ, вызванный трением.

Участок I ускоренного износа соответствует периоду приработки сопряженных деталей, участок II с установившейся минимальной интенсивно-

стью износа определяет основной срок эксплуатации изделия, на участке III быстро нарастает поток отказов, дальнейшая эксплуатация изделия по условиям безопасности становится невозможной. Пересечение кривой с горизонтальной линией, соответствующей предельному состоянию втулки, характеризуемому изменением диаметра до $\Delta D_{\text{п}}$, определяет долговечность изделия, которая является вероятностной величиной, изменяющейся в определенных пределах в зависимости от внутренних и внешних факторов.

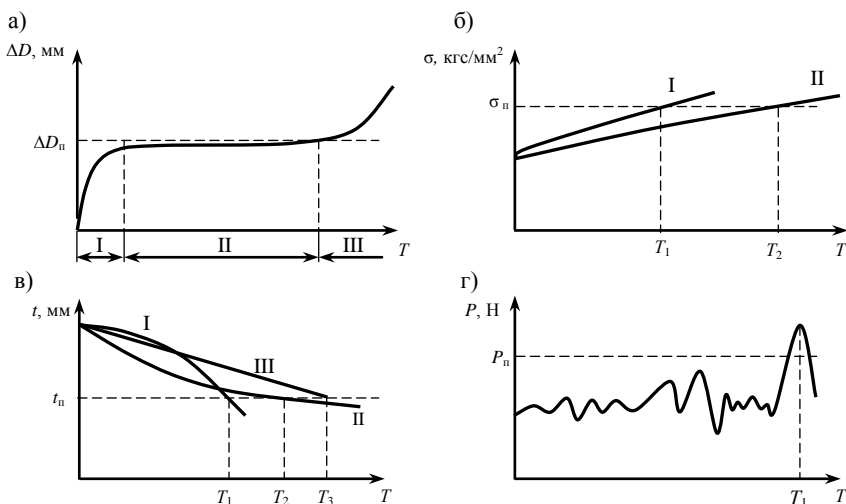


Рисунок 6.7 – Типовые кривые изменения свойств различных деталей во времени

Изменение напряженности основных корпусных связей во времени в результате физического износа иллюстрирует рисунок 6.7, б. Пересечение кривых I и II с горизонтальной линией, соответствующей предельно допустимому напряжению $\sigma_{\text{п}}$, определяет долговечность связей T_1 и T_2 , которые в общем случае также зависят от внутренних (место расположения связи в корпусе, свойства материалов, запасы прочности) и внешних (характер и условия воздействия внешней среды, качество ухода) факторов.

На рисунке 6.7, в показаны законы изменения толщины (сечения) детали в результате различных воздействий, определяющих интенсивность физического износа. Кривая I соответствует ускоренному износу при разрушении защитных покрытий и отсутствии в дальнейшем должного ухода, кривая II характеризует постепенное замедление износа за счет образования защитных окисных пленок, а кривая III показывает неизменность скорости износа во времени и обычно отражает осредненные данные интенсивности коррозии за длительный промежуток времени.

На рисунке 6.7, *г* показаны эксплуатационные нагрузки, воздействующие на изделие. Если фактические нагрузки (удары при швартовке, гидравлический удар, взрыв и другие) значительно превосходят предельно допускаемые, может произойти отказ изделия. В этом случае время службы изделия определяется абсциссой точки T_1 .

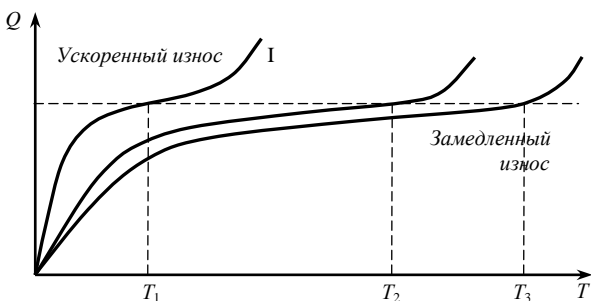


Рисунок 6.8 – Влияние системы технической эксплуатации на долговечность объекта

Влияние внутренних и внешних факторов на долговечность объекта схематически может быть представлено, как показано на рисунке 6.8.

Ускоренный износ изделия может быть результатом неэффективного проектирования, нарушения технологии изготовления (ремонта) либо следствием недостатков в техническом использовании и обслуживании изделия. Кривая II определяет нормальный ресурс изделия T_2 , соответствующий техническим условиям. Увеличенный ресурс изделия (кривая III) может быть достигнут за счет применения износостойких материалов и покрытий, удачной компоновки деталей изделия, улучшения использования материальной части и ее технического обслуживания.

Так или иначе, увеличение ресурса любого объекта инфраструктуры (цель системы технической эксплуатации) носит положительный характер с точки зрения экономических процессов. Однако при этом следует учитывать и некоторые противоречия, требующие качественных технико-экономических обоснований. Так, с одной стороны, увеличение ресурса объекта положительно сказывается на капиталоемкости и фондоемкости производства, окупаемость фондов, но с другой – такие объекты подвергаются моральному старению, возрастают затраты на техническую эксплуатацию, снижается общая надежность.

6.4 Стоимость жизненного цикла объекта инфраструктуры

Жизненный цикл сложных технических систем, в том числе, водного транспорта, имеет свою специфику – длительный период использования объектов, многообразие условий эксплуатации, производственная кооперация предприятий, необходимость постоянного технического контроля состояния объектов, своевременное качественное техническое обслуживание, ремонт и проч. Такое многообразие факторов по разному оказывающих

влияние на экономическую сторону проблемы, предопределяет необходимость комплексного подхода к ее решению. Поэтому на современном этапе стал крайне важным вопрос о применении методологии, организующей и объединяющей управленческие мероприятия, направленные на повышение эффективности и конкурентоспособности таких систем.

В настоящее время особую актуальность приобретают методологии, основанные на понятии интегрированной логистической поддержки жизненного цикла объекта инфраструктуры, базирующемся на обеспечении важнейшего потребительского свойства любого изделия – размера затрат на поддержку его жизненного цикла.

Экономическая оценка вариантов управления инфраструктурой по критерию наименьшей стоимости жизненного цикла является более эффективной и прозрачной, чем такие показатели как чистая экономия, коэффициент эффективности затрат, внутренняя норма рентабельности и срок окупаемости. В рамках анализа стоимости жизненного цикла изделия оцениваются и анализируются все статьи затрат. Это особенно полезно при сравнении альтернативных изделий, отвечающих одним и тем же эксплуатационным требованиям, но отличающихся первоначальными и эксплуатационными затратами, когда такое сравнение осуществляется с целью выбора наиболее эффективного варианта управления и развития инфраструктуры.

Управление затратами, включаемыми в стоимость жизненного цикла объектов водного транспорта, может осуществляться в целях снижения данного показателя по таким статьям, как начальная стоимость, расходы на плановое и неплановое обслуживание, расходы на обеспечение безопасности объекта, энергетические затраты, прочие эксплуатационные расходы, а также расходы, связанные со списанием, продажей или утилизацией объектов.

Стоимость жизненного цикла объекта неразрывно связана с его качеством, и в его составе, во многом, с надежностью. Чем оно выше, тем больше первоначальная стоимость объекта и тем меньше последующие затраты на его техническую эксплуатацию. К важнейшим показателям качества объекта, среди которых надежность, эксплуатационная готовность, ремонтнопригодность, долговечность, безопасность и другие (см. п. 6.3.1), в последнее время также добавляют влияние на здоровье людей и экологическую чистоту.

Если подвести итог к материалу, изложенному в данном разделе, то можно сделать вывод о том, что надежность инфраструктурных объектов зависит от множества разнообразных и часто противоречивых факторов. На первом месте находится эффективность объекта как продукции, на втором – экономические показатели (причем, эксплуатационные затраты для потребителя имеют первостепенное значение), на третьем – реальные технологические возможности и производственные мощности, на четвертом – реальные условия, режимы и стратегия эксплуатации объекта.

Обеспечение надежности объекта связано с необходимостью финансовых вложений на всех этапах его жизненного цикла (проектирование, производство, эксплуатация, утилизация). Аналитическое обоснование требований к надежности сложной техники и объектов строительства представляет собой решение оптимизационной задачи, где критерием являются затраты, связанные с обеспечением надежности объекта.

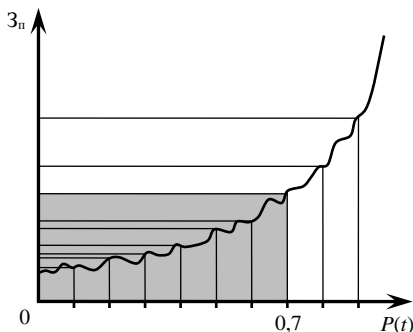


Рисунок 6.9 – График зависимости затрат на проектирование и производство объекта от его надежности

Улучшить общие показатели надежности объекта можно при увеличении вложений на этапах его разработки и производства. Как показывает практика, при изменении вероятности безотказной работы от 0,2 до 0,7 происходит постепенное увеличение затрат, а от 0,7 до 1,0 – наблюдается резкий их рост (рисунок 6.9). Естественно, объекты с низкими показателями надежности дорого обходятся при эксплуатации, так как возникает необходимость интенсивнее реализовывать мероприятия технической эксплуатации (чаще осуществлять диагностику, техническое обслуживание и плановые ремонты). Это, в свою очередь, требует затрат на содержание квалифицированного персонала, хранение дополнительных запасов комплектующих, на диагностическую и контрольно-измерительную аппаратуру. Низкая надежность техники при эксплуатации – это невысокие затраты на приобретение, но значительные затраты на владение объектом. Таким образом, стоимость эксплуатации объекта (затраты владения) находится в зависимости от его надежности, описываемой графиком, представленном на рисунке 6.10.

При сложении приведенных на рисунках 6.9 и 6.10 затрат формируется функция зависимости суммарной стоимости жизненного цикла объекта от его надежности (рисунок 6.11).

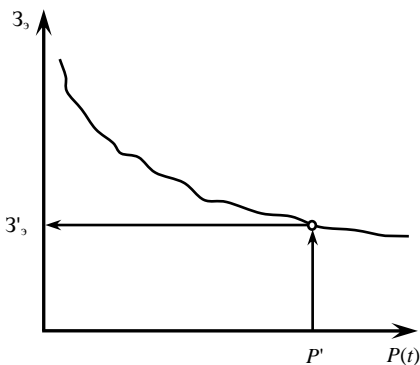


Рисунок 6.10 – График зависимости затрат на эксплуатацию объекта от его надежности

Из рисунка 6.11 видно, что суммарная стоимость жизненного цикла объекта имеет минимум при некотором определенном значении надежности. Таким образом, при управлении инфраструктурой возникает необходимость выбора методов эффективного обеспечения эксплуатационной надежности объекта, показатели которой должны быть заложены на этапе проектирования и реализованы при производстве и во время эксплуатации.

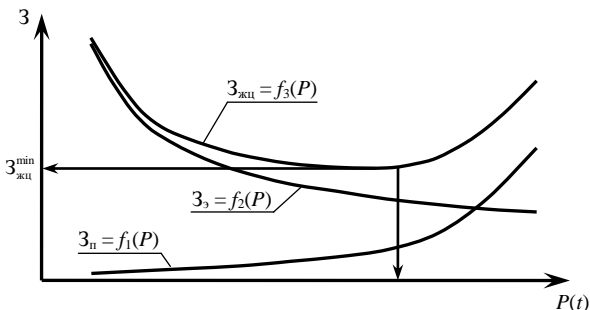


Рисунок 6.11 – График зависимости стоимости жизненного цикла объекта инфраструктуры от его надежности

Несмотря на то, что не сложно получить аналитическую зависимость для определения оптимального уровня надежности, воспользоваться ей для практических расчетов оказывается весьма затруднительно, так как это требует получения огромного значения исходных данных по каждому объекту, для различных условий и специфики его эксплуатации, что в свою очередь потребует чрезмерных затрат, относимых на подсистему управления технической эксплуатацией. Поэтому приведенный рисунок имеет скорее иллюстративное значение для понимания цели решения данной проблемы, определяющей одну из главных задач системы технической эксплуатации и управления инфраструктурой любой отрасли и организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Аристов, Ю. К.** Ремонт речных судов / Ю. К. Аристов, Ф. Ф. Бенуа, А. Ф. Видецкий. – М. : Транспорт, 1988. – 430 с.
- 2 **Белан, Ф. Н.** Основы теории судна / Ф. Н. Белан, В. М. Чудновский. – Л. : Судовождение, 1978. – 254 с.
- 3 **Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 326 с.
- 4 **Бугаева, Е. В.** Интегрированная поддержка жизненного цикла технических средств железнодорожного транспорта : [монография] / Е. В. Бугаева. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 197 с.
- 5 **Войников, М. И.** Устройство и оборудование судостроительно-судоремонтных предприятий / М. И. Войников. – Л. : ЛИИВТ, 1979. – 68 с.
- 6 **Головачев, П. А.** Техническая эксплуатация и монтаж портовых подъемно-транспортных машин / П. А. Головачев, Ю. И. Гладунко. – М. : Транспорт, 1985. – 304 с.
- 7 **Головнич, А. К.** Речные порты / А. К. Головнич. – Гомель : БелГУТ, 1997. – 101 с.
- 8 **Горюнов, Б. Ф.** Морские порты / Б. Ф. Горюнов, Ф. М. Шихнев, П. С. Никеров. – М. : Транспорт, 1979. – 368 с.
- 9 **Ерофеев, Н. И.** Технические средства комплексной механизации перегрузочных работ на морском транспорте / Н. И. Ерофеев. – М. : Транспорт, 1967. – 286 с.
- 10 **Земляновский, Д. К.** Общая логика внутренних водных путей / Д. К. Земляновский. – М. : Транспорт, 1988. – 221 с.
- 11 **Казаков, А. П.** Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте / А. П. Казаков. – М. : Транспорт, 1984. – 416 с.
- 12 **Казаков, Н. Н.** Техническая эксплуатация объектов водного транспорта и управление качеством / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 40 с.
- 13 **Казаков, Н. Н.** Организация работы речного флота / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 287 с.
- 14 **Казаков, Н. Н.** Технология и организация перевозок на водном транспорте / Н. Н. Казаков. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 207 с.
- 15 **Мальшкин, А. Г.** Организация и планирование работы речного флота / А. Г. Мальшкин. – М. : Транспорт, 1985. – 215 с.
- 16 **Михайлов, А. В.** Внутренние водные пути / А. В. Михайлов. – М.: Стройиздат, 1973. – 238 с.
- 17 **Никифоров, В. Г.** Организация и технология судостроения и судоремонта / В. Г. Никифоров, Ю. В. Сумеркин. – М. : Транспорт, 1989. – 239 с.
- 18 **Пищик, Ф. П.** Техническая эксплуатация железнодорожного транспорта : учеб.-метод. пособие / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 170 с.
- 19 **Подкопаев, В. А.** Водные транспортные пути / В. А. Подкопаев. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 163 с.

-
- 20 Речной транспорт (общий курс) / под ред. Л. В. Багрова. – М. : Транспорт, 1993. – 344 с.
- 21 Справочник судоводителя речного флота / под ред. Г. И. Ваганова. – М. : Транспорт, 1983. – 399 с.
- 22 Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.
- 23 Теория и устройство судов / под ред. Ф. М. Кацмана. – Л. : Судостроение, 1991. – 416 с.
- 24 **Уртминцев, Ю. Н.** Агентирование и комплексное обслуживание транспортного флота / Ю. Н. Уртминцев. – Н. Новгород : ВГАВТ, 2005. – 84 с.
- 25 **Фрид, Е. Г.** Устройство судна / Е. Г. Фрид. – Л. : Судостроение, 1989. – 339 с.
- 26 **Фролов, А. С.** Организация, планирование и технология перегрузочных работ в морских портах / А. С. Фролов, П. В. Кузьмин, А. В. Степанец. – М. : Транспорт, 1979. – 408 с.
- 27 **Худяков, Б. Д.** Судостроительные и судоремонтные заводы, их оборудование / Б. Д. Худяков. – Л. : ЛИИВТ, 1989. – 58 с.
- 28 **Чекренев, А. И.** Водные пути / А. И. Чекренев, К. В. Гришанин. – М. : Транспорт, 1975. – 472 с.
- 29 **Чекренев, А. И.** Дноуглубление : учеб. для вузов водного транспорта / А. И. Чекренев. – М. : Транспорт, 1967. – 304 с.
- 30 **Шатило, С. Н.** Основы теории и устройство судов внутреннего плавания / С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 261 с.
- 31 **Шашков, З. А.** Внутренний водный транспорт СССР (общий курс) / З. А. Шашков. – М. : Транспорт, 1978. – 296 с.
- 32 **Штенцель, В. К.** Порты и портовые сооружения / В. К. Штенцель, М. А. Соколов. – М. : Транспорт, 1977. – 336 с.
- 33 **Яценко, В. С.** Техническая эксплуатация морского флота / В. С. Яценко. – М. : Транспорт, 1971. – 344 с.

Учебное издание

КАЗАКОВ Николай Николаевич

Инфраструктура водного транспорта

Учебное пособие

Редактор *Т. М. Маруняк*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 08.10.2013 г. Формат 60 × 84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 13,25. Уч.-изд. л. 13,69. Тираж 200 экз.
Зак. № Изд. № 90

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.