

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

Н. П. БЕРЛИН, Е. В. НАСТАЧЕНКО

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Часть 2

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
«Организация перевозок и управление на речном транспорте»*

Гомель 2021

УДК 621.873.3:656.6(075.8)

ББК 39.46

Б49

Р е ц е н з е н т ы: кафедра механизации и автоматизации дорожно-строительного комплекса БНТУ (заведующий кафедрой – иностранный член РААСН, д-р. техн. наук, проф. *А. В. Вавилов*); доцент кафедры эксплуатации и МТП *Н. Д. Янцов* (БГАТУ).

Берлин, Н. П.

Б49 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 222 с.

ISBN 978-985-554-962-9 (ч. 2)

Приведены методики расчета параметров складов и числа погрузочно-разгрузочных машин, даны рекомендации по разработке схем механизированной перегрузки различных грузов в портах и их экономической оценки.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на речном транспорте». Будет полезно специалистам транспортных предприятий, занимающихся вопросами механизации перегрузки грузов.

УДК 621.873.3:656.6(075.8)

ББК 39.46

ISBN 978-985-554-962-9 (ч. 2)

ISBN 978-985-554-893-6

© Берлин Н. П., Настаченко Е. В., 2021

© Оформление. БелГУТ, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1 Перегрузочный процесс и его основные элементы	6
1.1 Порт как звено транспортного процесса	6
1.2 Варианты и операции перегрузочного процесса	7
1.3 Классификация перегрузочных работ по степени механизации и автоматизации	10
2 Склады	13
2.1 Классификация и назначение складов	13
2.2 Основные требования к проектированию складов	15
2.3 Основные свойства и условия хранения грузов на складах	16
2.4 Определение расчетных объемов работы грузовых фронтон складов	20
2.4.1 Выбор подвижного состава для перевозки грузов	20
2.4.2 Определение технической нормы загрузки подвижного состава	21
2.4.3 Разработка схем перемещения грузов в порту	22
2.4.4 Определение расчетных размеров суточной грузопереработки и транспортных потоков	27
2.5 Расчет параметров складов, числа погрузочно-выгрузочных машин	29
2.5.1 Определение площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений	29
2.5.2 Определение размеров складов по элементарным площадкам	34
2.5.3 Определение потребного количества погрузочно-выгрузочных машин	45
3 Разработка схем перегрузки грузов в портах	53
3.1 Тарно-штучные грузы крытого хранения	53
3.1.1 Характеристика и параметры пакетов, блок-пакетов и средств пакетирования грузов	53
3.1.2 Формирование пакетов тарно-штучных грузов	57
3.1.3 Склады и условия размещения и хранения грузов на них	60
3.1.4 Основные средства комплексной механизации перегрузочных работ ..	69
3.1.5 Грузозахватные устройства	74
3.1.6 Схемы механизированной перегрузки тарно-упаковочных грузов крытого хранения	77
3.2 Металлы, металлические изделия, тяжеловесные и длинномерные грузы ..	79
3.2.1 Склады и условия размещения и хранения грузов на них	79
3.2.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства	83
3.2.3 Схемы механизированной перегрузки	83
3.3 Грузы, перевозимые в контейнерах	87
3.3.1 Склады и условия размещения и хранения грузов на них	87
3.3.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства	88
3.3.3 Схемы механизированной перегрузки	90

3.4	Лесные грузы	97
3.4.1	Пакетирование грузов	97
3.4.2	Условия размещения и хранения грузов на складах	99
3.4.3	Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства	102
3.4.4	Схемы механизированной перегрузки лесоматериалов	106
3.5	Навалочные сыпучие грузы	111
3.5.1	Склады. Условия размещения и хранения грузов на складах	111
3.5.2	Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства	114
3.5.3	Схемы механизированной перегрузки грузов	121
3.5.4	Схемы механизированной перегрузки грузов открытого и крытого хранения, насыпных и штучных на одном причале	136
3.6	Порошкообразные и пылевидные грузы	138
3.6.1	Выбор способов перевозки и хранения	138
3.6.2	Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства	138
3.6.3	Схемы механизированной перегрузки грузов	140
3.7	Зерновые грузы	149
3.7.1	Условия перевозки и хранения зерновых грузов	149
3.7.2	Склады. Условия размещения и хранения грузов	152
3.7.3	Погрузочно-выгрузочные машины	158
3.7.4	Схемы механизированной перегрузки зерновых грузов	162
3.8	Наливные грузы	169
3.8.1	Склады. Условия размещения и хранения грузов	169
3.8.2	Технические средства для перекачки, слива, налива грузов	171
3.8.3	Схемы механизированного слива, налива и перекачки груза	172
4	Автоматизация перегрузочных работ	183
4.1	Основные направления автоматизации	183
4.2	Автоматизация управления машинами циклического действия	184
4.3	Автоматизация управления машинами непрерывного действия	187
4.4	Автоматизированные склады	190
4.5	Автоматизированные терминалы	195
5	Экономическая оценка технологической схемы выполнения погрузки, выгрузки и складского перемещения грузов в порту	199
5.1	Общий порядок расчетов	199
5.2	Расчет натуральных показателей	200
5.3	Расчет стоимостных показателей	202
5.4	Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов	209
6	Охрана труда при проведении погрузочно-выгрузочных и складских работ	213
6.1	Общие положения	213
6.2	Тарно-штучные грузы	216
6.3	Контейнерные и тяжеловесные грузы	217
6.4	Лесные грузы	218
6.5	Навалочные, сыпучие порошкообразные и пылевидные грузы	219
6.6	Зерновые грузы	220
6.7	Наливные грузы	220
	Список литературы	222

ВВЕДЕНИЕ

В процессе погрузки и выгрузки грузов из судна осуществляются разнообразные операции, которые относятся к наиболее трудоемким и тяжелым работам на речном транспорте. В порту взаимодействуют речной, железнодорожный и автомобильный транспорт.

В процессе грузовой обработки судна одновременно участвуют различные погрузочно-выгрузочные и транспортирующие машины и значительное количество людей. Успешное выполнение перегрузочных и складских работ возможно при четкой их организации на основе разработанных схем механизированной погрузки, выгрузки, сортировки грузов.

В учебном пособии дана характеристика основных элементов перегрузочного процесса в портах, рассмотрены вопросы подготовки исходных данных для определения основных параметров складов и приведены методики определения этих параметров по удельной допустимой нагрузке и элементарным площадкам.

Для формирования схем механизированной погрузки, выгрузки и складского перемещения тарно-штучных, штучных, контейнерных, лесных, навалочных, сыпучих, порошкообразных и пылевидных, зерновых, наливных грузов изложены условия размещения и хранения в складах, дан перечень погрузочно-выгрузочных машин, которые возможно использовать, и рекомендации по их оснащению грузозахватными устройствами.

Приведены типовые схемы механизированной погрузки, выгрузки и складского перемещения для перечисленных выше грузов, методика оценки и выбора оптимального варианта схемы механизации. Изложены основные положения техники безопасности при производстве погрузочно-выгрузочных работ с различными грузами.

В первой части пособия, вышедшей в 2020 году, рассматривались погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства.

1 ПЕРЕГРУЗОЧНЫЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

1.1 Порт как звено транспортного процесса

Современный речной порт является прежде всего пунктом перевалки грузов с железнодорожного и автомобильного транспорта на речной или в обратном направлении. Таким образом, он является соединительным звеном между водными путями и сухопутными видами транспорта. Порт представляет собой хозяйственное предприятие, обеспечивающее выполнение разнообразных операций:

– *коммерческих* – оформление взаимоотношений с клиентурой по приему, выдаче, хранению и перевозке грузов: подготовка договоров с грузоотправителями (далее – отправители) на перевозку местных грузов; прием от отправителей заявок на подачу судов и отправку грузов; документальное оформление перевозок грузов;

– *технических* – прием и отправление судов и обрабатываемых в портах железнодорожных вагонов, расстановка транспортных средств по местам погрузки и выгрузки, снабжение судов топливом и материалами, мелкий ремонт флота;

– *перегрузочных* – погрузка и выгрузка грузов из судов, вагонов или автотранспорта и соответствующая погрузка, бортовая перевалка, внутрискладские работы (выполняемые в порядке подготовки к обработке ожидаемых к прибытию транспортных судов или вагонов), связанные с перемещением груза из одного склада в другой;

– *пассажирских* – оформление пассажирских проездных и багажных документов, посадка и высадка пассажиров, прием и выдача багажа, хранение ручного багажа, культурно-бытовое обслуживание пассажиров.

К основным функциям порта относятся: привлечение грузов для перевозки речным транспортом; заключение договоров с отправителями на перевозку, прием, хранение грузов; выдача груза и багажа; выполнение перегрузочных операций и перевалка грузов с одного вида транспорта на другой; обработка судов и других транспортных средств в установленные сроки, отправление судов в рейс по графику и расписанию движения; техническое обслуживание и снабжение судов; расчеты с клиентурой; контроль за организацией обработки судов на причалах необщего пользования; создание безопасных условий плавания и стоянки судов в порту; обеспечение сохранности грузов, портового хозяйства и оборудования; рациональное использование технических средств, внедрение комплексной механизации и автоматизации перегрузочных работ; повышение производительности труда портовых рабочих.

1.2 Варианты и операции перегрузочного процесса

Одним из основных предназначений любого порта является перегрузка и передача грузов с одного вида транспорта на другой. Поэтому в общем случае перегрузочный процесс в порту есть не что иное, как продолжение транспортного процесса и включает все перегрузочные операции по погрузке и выгрузке грузов из транспортных средств: судов, вагонов и автомобилей. Перегрузочный процесс, организованный соответствующим образом, обеспечивает своевременность и ритмичность транспортировки грузов, их сохранность при перегрузке, ускорение обработки транспортных средств при наименьших затратах материальных и людских ресурсов.

Варианты перегрузочного процесса. Прибывший в порт груз может быть перегружен непосредственно с одного вида транспорта на другой или передан временно на склад. В первом случае вариант называется прямым, во втором – перегрузочным через склад.

Основными вариантами перегрузочных работ в портах являются: «судно – вагон», «вагон – судно», «судно – склад», «склад – судно», «вагон – склад», «склад – вагон», «судно – автомобиль», «автомобиль – судно», «автомобиль – склад», «склад – автомобиль», «судно – судно», «склад – склад».

Перегрузка грузов по прямому варианту является наиболее эффективной, поскольку она позволяет сократить трудоемкость перегрузочных операций, ускорить доставку грузов потребителям, повысить сохранность грузов и снизить расходы на перегрузочные работы. Однако работа по прямому варианту возможна только при строгом взаимосогласованном подходе в порты судов, железнодорожных составов и массовой подаче автомобилей под разгрузку всего судна.

Если время пребывания судов и поездов в порт перевалки не совпадает и работа по прямому варианту связана с большими простоями транспортных средств, перегрузка грузов через склад может оказаться экономичной, так как при этом, несмотря на то, что и возрастают затраты на перегрузочные работы, ускоряется обработка судов и вагонов, сокращаются расходы на содержание транспортных средств в ожидании грузовых работ. Следовательно, сочетание прямой и складской перегрузок в зависимости от устойчивости и согласованности перегрузочного и транспортного процессов является предметом оптимизации по критерию минимума совокупных затрат на перегрузочные работы и обработку транспортных средств.

Операции перегрузочного процесса. Перегрузочный процесс по каждому технологическому варианту состоит из отдельных операций, выполняемых в определенном порядке. Каждая операция выполняется одним или несколькими исполнителями на одном рабочем месте, одним и тем же перегрузочным оборудованием.

В зависимости от назначения операции подразделяются на основные и вспомогательные. К основным операциям относятся захват, перемещение и укладку груза, а к вспомогательным – открытие и закрытие люков, сорти-

ровку, подсчет, перетаривание, маркировку грузов и т. д. Вспомогательные операции могут выполняться одновременно с основной или же в определенной последовательности на тех же рабочих местах.

В зависимости от последовательности, а иногда и от трудоемкости выполнения основные операции делят на начальные, промежуточные и конечные. Назначение начальной операции состоит в захвате груза захватным устройством. При перегрузке непакетированных тарно-штучных грузов этой операции предшествуют формирование рабочими пакета и его подъем. Промежуточные операции – операции перемещения груза из начального в конечное положение и операции, обеспечивающие передачу груза с одной перегрузочной машины на другую. Конечная операция завершает технологический процесс.

В зависимости от назначения и места выполнения механизированных перегрузочных работ в портах принята следующая **классификация основных перегрузочных операций**:

– *судовая* – загрузка груза в судно (в трюм или на палубу), его укладка, застропка и отстропка, выгрузка, внутритрюмное перемещение, подгребание груза; зачистка судна при выгрузке из него навалочных грузов;

– *фронтальная* (кордонная) – перемещение груза из судна на причал, склад, в вагон, на автомобиль (в зоне действия фронтальной перегрузочной машины) или в обратном направлении;

– *передаточная* – передача пакета груза, перемещаемого основной машиной, для дальнейшего перемещения машинами внутрипортового транспорта или передачи с одной машины на другую;

– *транспортная* – перемещение груза машинами внутрипортового транспорта от судна до склада, вагона (или обратно), от вагона до склада (или обратно) и между складами;

– *вагонная* – формирование пакета груза и его подъем или расформирование пакета и укладка груза в вагоне, застропка (отстропка) груза, его подгребание и очистка вагона при выгрузке навалочных грузов;

– *автомобильная* – формирование (расформирование) пакета груза, застропка (отстропка) пакета груза на автомобиле;

– *складская* – загрузка и разгрузка грузозахватных устройств и внутрипортовых перегрузочных машин; перемещение и укладка груза в штабель на складе. Если транспортная и складская операции выполняются одной и той же машиной, то они объединяются в одну складскую операцию.

В самостоятельную операцию выделяется взвешивание грузов, если его нет в составе комплексно-механизированного перегрузочного процесса.

Перегрузка навалочных грузов грейферным краном без участия рабочих и машин в подгребании и разгребании груза состоит из одной фронтальной операции, выполняемой крановщиком, управляющим краном. Здесь начальная (захват груза грейфером) и конечная (разгрузка грейфера, высыпка груза) операции автоматизированы и являются машинными элементами цикла крана. При применении зачистных машин в трюмах судна этот процесс будет состоять из

двух операций: судовой и фронтальной. Из двух операций состоят также перегрузочные процессы, выполняемые с использованием полуавтоматических грузозахватных устройств (стропов с самоотцепами, ковшей и др.), где автоматизирована конечная операция – отстропка груза или его высыпка из ковша.

К перегрузочным процессам, состоящим из трех операций, относится, например, процесс выгрузки из судна штучного груза краном по варианту «судно – склад» с застройкой пакета груза (судовая операция), перемещением груза краном (фронтальная операция) и отстропкой груза на причале (складская операция).

Перегрузочные процессы могут включать и более трех операций в зависимости от технологической схемы перегрузки груза и схемы комплексной механизации этого процесса.

Элементы операций. Каждую операцию в перегрузочном процессе выполняет определенная часть (звено) комплексной бригады портовых рабочих. Следовательно, операция является не только технологической частью перегрузочного процесса, но и трудовым процессом, выполняемым рабочим (рабочими), управляющим перегрузочной машиной или вручную. Количество, содержание, трудоемкость и продолжительность применяемых приемов показывают, как выполняется та или иная операция. Для проведения хронометража и разработки нормативов времени отдельные приемы объединяют в технологически однородные комплексы, называемые элементами операции.

Например, перемещение контейнера из вагона в трюм судна краном (фронтальная операция) включает следующие элементы: застропка контейнера и его подъем без совмещения с поворотом, поворот стрелы крана к судну с совмещением подъема (спуска), опускание контейнера в трюм и его установка на указанное сигнальщиком место, отстропка контейнера, подъем порожнего захватного устройства без совмещения с поворотом, поворот стрелы крана к вагону с совмещением подъема (спуска) захватного устройства, опускание захватного устройства над вагоном для застропки следующего контейнера. В этом случае вагонная операция будет включать только три элемента: активное наблюдение при подаче краном порожнего захватного устройства, застройку контейнера и активное наблюдение при подъеме контейнера из рабочей зоны (полувагона, платформы).

В зависимости от способа выполнения и расчета продолжительности элементы циклов перегрузочных машин разделяются на **т р и г р у п п ы**:

– *I – машинные* – подъем, поворот и опускание в цикле крана, передвижение авто- и электропогрузчика и другие, продолжительность которых может быть определена расчетом исходя из пути и скорости перемещения груза.

– *II – механизированные* – захват груза грейфером и его выгрузка, захват поддона погрузчиком и его установка и другие, продолжительность которых определяется по нормативам времени, полученным на основе данных хронометражных наблюдений.

– *III – машинно-ручные и ручные* – формирование краном комбинированного пакета с участием рабочего, застропка груза и захватного устройства, их

прием, установка и отстропка, продолжительность которых определяется по нормативам времени.

Ручные операции перегрузочных процессов также расчленяются на элементы. Так, операция формирования пакета груза в трюме судна состоит из следующих элементов: загрузка поддона, активное наблюдение при опускании порожнего поддона, прием, установка и отстропка порожнего поддона, переход к груженому поддону и его застропка, активное наблюдение при подъеме пакета груза из трюма.

Каждый элемент операции выполняется в определенной последовательности при непрерывности составляющих его приемов и неизменности состава исполнителей.

1.3 Классификация перегрузочных работ по степени механизации и автоматизации

По степени механизации выполняемых операций перегрузочные работы делят на ручные, механизированные, комплексно-механизированные и автоматизированные.

Ручные перегрузочные – работы, в которых все операции по перемещению (переносу) груза выполняются вручную или с применением простейших приспособлений.

Механизированные – работы, выполняемые с помощью береговых и плавучих перегрузочных машин, в которых начальные, конечные и промежуточные операции или их элементы осуществляются при участии ручного труда. Обычно в механизированных перегрузочных работах груз перемещают машинами, а формирование пакетов, подъем грузов, укладка их в штабели, подгребание к грейферу, соплам пневматических установок и некоторые другие операции выполняются вручную.

Комплексно-механизированные – работы, в которых все операции перегрузочного процесса (основные и вспомогательные) выполняются машинами и установками без применения физического ручного труда, а роль людей сводится лишь к управлению этими машинами или к выполнению некоторых подсобно-вспомогательных операций (в основном неперегрузочного характера), связанных с подготовкой транспортных средств к грузовым работам.

К комплексно-механизированным работам в настоящий период относятся: погрузка (выгрузка) судов, вагонов, автомобилей, складов навалочными грузами при помощи грейферов, а также пакетированными тарно-штучными грузами и контейнерами (ручной труд используется лишь на застропке и отстропке пакетов); выгрузка зерна и пылевидных грузов из судов и вагонов пневматическими установками с дальнейшей подачей их в специализированные вагоны или на склад конвейерами; погрузка (выгрузка) судов строительным песком и песчано-гравийной смесью грейферными кранами, землечерпательными машинами, судовыми кранами, скреперами и т. д.; выгрузка нава-

лочных грузов из вагонов и автомобилей с помощью опрокидывающих и инерционных установок; перегрузка металлов с помощью электромагнитных шайб и т. д.

При комплексно-механизированной перегрузке грузов ручными остаются такие подсобно-вспомогательные работы, как открытие и закрытие люков трюмов судов; открытие и закрытие дверей и люков вагонов и полувагонов, бортов железнодорожных платформ и автомобилей; подкатка и откатка вагонов; сцепка и расцепка вагонов; установка грузовых столов, трапов, бункеров, трюмных машин, приспособлений для скреперов; установка или снятие стоек на судах, железнодорожных платформах и полувагонах при погрузке и выгрузке различных грузов; крепление оборудования, машин, труб большого диаметра и других грузов на палубе и в трюмах судов, на железнодорожных платформах и в полувагонах, снятие креплений с этих грузов при выгрузке; снятие и установка щитов в крытых вагонах; застропка и отстропка пакетов, сформированных без применения ручного труда; накладывание захватных устройств на отдельные места или пакеты груза; подача груза из-под палубы на просвет люка или обратно с помощью трюмных машин и приспособлений; зачистка трюмов и вагонов; укладка подтоварника и прокладок под штабель груза и их уборка; управление спускными трубами (лотками, соплами) при перегрузке навалочных и насыпных грузов пневмоустановками; подметание и мытье грузовых помещений после выгрузки груза.

Для разграничения способа механизации условно принято, что все указанные подсобно-вспомогательные работы должны выполняться одним-двумя рабочими. Если при обработке судов с применением перегрузочных машин требуется более двух портовых рабочих, такие работы относятся к механизированным, но не к комплексно-механизированным.

По мере развития техники и совершенствования перегрузочных машин, внедрения автоматических грузозахватных устройств перечень названных подсобно-вспомогательных операций при комплексно-механизированных перегрузочных работах неуклонно сокращается. Например, широкое внедрение спредеров к перегружателям на контейнерных терминалах позволило полностью исключить ручной труд на перегрузке крупнотоннажных контейнеров.

Автоматизированные работы. Автоматизация перегрузочных работ освобождает человека от выполнения всех операций, кроме пуска машин в действие и наблюдения за работой специальных устройств. При автоматизации функции управления, регулирования и контроля за работой машин и оборудования передаются автоматическим устройствам и приборам, которые обеспечивают заданную производительность и качество работы без непосредственного участия человека.

Машины с автоматическим управлением представляют собой самостоятельно действующие устройства (или совокупность устройств), выполняющие по заданной программе без участия человека необходимые производственные операции и процессы.

Автоматизация перегрузочных работ может быть частичной и комплексной. При частичной автоматизации отдельные операции по управлению перегрузочными машинами не автоматизированы и осуществляются рабочим-оператором. В этом случае средства автоматизации выполняют в основном простые функции управления. Так, отдельные типы грузоподъемных кранов оборудованы средствами полуавтоматического управления, позволяющими разгонять двигатель в период пуска автоматически. В отдельных портах автоматизировано управление работой системы конвейерных установок, группы мостовых кранов, установленных на причальных эстакадах. К частично автоматизированным процессам в речных портах можно отнести добычу, транспортировку, классификацию и загрузку судов нерудными строительными материалами русловых месторождений с помощью землесосных снарядов (с гидроклассификаторами); выгрузку из специализированных судов (бункерного типа) строительного песка с помощью гидроперегрузателей; погрузку (выгрузку) судов жидкими нефтепродуктами, химическими удобрениями и др.

Высшим научно-техническим достижением следует считать комплексную автоматизацию перегрузки грузов на причале (участке, районе) порта, при которой автоматически выполняются все производственные и вспомогательные операции, включая управление, учет количества груза, контроль качества работ. Перегрузочная установка здесь должна обеспечивать выполнение заданных работ без участия человека и с наилучшими в данных условиях технико-экономическими показателями. В перспективе для достижения оптимальных автоматизированных перегрузочных процессов будут созданы адаптивные, самообучающиеся и самонастраивающиеся на оптимальный режим системы автоматического управления, включая кибернетические, информационные и вычислительные машины. Функции человека всё в большей мере будут сводиться к аналитическо-распорядительской деятельности, обслуживанию машин-автоматов и созданию нового, более совершенного оборудования.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте характеристику порта как звена транспортного процесса.
- 2 Охарактеризуйте варианты и операции перегрузочных процессов в портах.
- 3 Дайте определение уровню и степени механизации, комплексной механизации и автоматизации перегрузочных работ.

2 СКЛАДЫ

2.1 Классификация и назначение складов

Склады необходимы для заблаговременного приема груза к перевозке, накопления груза, поступающего мелкими партиями, ускорения оборачиваемости речных и сухопутных транспортных средств. В зависимости от поставленных целей **склады классифицируют** следующим образом.

По назначению: *общие* (универсальные) и *специальные*. В складах общего назначения хранятся генеральные грузы. Порт располагает, главным образом, складами общего назначения, которые в зависимости от номенклатуры и направлений грузопотоков специализируются на переработке определенных видов грузов.

По месту расположения: *прикордонные* (для краткосрочного хранения грузов) и *тыловые* (для грузов длительного хранения). Вместимость прикордонных складов обычно соответствует грузоподъемности судна, обрабатываемого у причала, на котором склад расположен.

По срокам хранения различают склады длительного хранения (базисные, предназначенные для накопления больших партий груза) и *краткосрочного* (оперативные склады для приема и непродолжительного хранения груза перед отправкой другим видом транспорта). Кратковременное хранение грузов в портовых складах требуется и для выполнения вспомогательных операций: взвешивания и маркировки грузов, исправления тары, сортировки грузов перед подачей в суда или железнодорожные вагоны.

По роду груза: склады *тарно-штучных, массовых и наливных грузов*. Склады массовых грузов, в свою очередь, делят на склады сыпучих, навалочных и лесных грузов.

По условиям хранения сухих грузов: *открытые, навесы, закрытые*.

Открытые склады – площадки, спланированные с уклоном для стока дождевых и талых вод и покрытые преимущественно асфальтобетоном. На пристанях складские площадки иногда остаются без покрытия, при этом территорию складов часто утрамбовывают. Грузы хранят на настиле из досок на жердях толщиной 6–8 см, который укладывают на грунт. На открытых складах хранят преимущественно навалочные грузы (уголь, руду, нерудные строительные материалы), а также тарно-штучные, не портящиеся от атмосферных осадков и колебаний температуры. Открытые складские площадки могут также иметь различные покрытия. Естественные грунтовые

площадки для складирования грузов устраивают на твердых почвах с низким уровнем грунтовых вод. Хранить навалочные грузы на таких площадках не рекомендуется. Каменные площадки предназначены для различных грузов и позволяют использовать легкие грейферы и другие самозахватные приспособления. Более совершенны бетонные площадки, на которых можно складировать любые грузы и использовать любые перегрузочные механизмы и транспортные средства, и асфальтобетонные – наиболее устойчивые против износа и лучше защищающие груз от влаги.

В тех случаях, когда территория порта подвергается затоплению ливневыми или тальми водами либо грунтовые воды залегают высоко, площадки для грузов поднимают над грунтом обычно до уровня пола железнодорожного вагона.

Навесы – это склады, не имеющие боковых ограждений. Покрытие навеса поддерживается отдельными опорами-стойками. Под навесами хранят малоценные и тяжеловесные грузы, которые требуют защиты от атмосферных осадков и прямого воздействия солнечных лучей.

Закрытые склады штучных грузов характеризуются этажностью (1–3 этажа), числом пролетов, материалом и конструкционным решением ограждающих элементов: стен, перекрытий, кровли. Многоэтажные склады уменьшают потребность в портовой территории и сокращают пробеги безрельсового транспорта.

В зависимости от строительного материала склады бывают *деревянными* (обычно одноэтажные), *металлическими* (собирают из гофрированного железа на металлическом каркасе), *каменными* и *железобетонными*. В большинстве случаев в портах строят одно- и многоэтажные каменные и железобетонные склады.

Для устранения подъема и спуска грузов при погрузке и выгрузке автомобилей и железнодорожных вагонов пол склада устраивают выше уровня территории.

В таком случае вдоль наружных стен вровень с полом сооружают грузовые платформы – рампы. В настоящее время сооружают, как правило, одну тыловую рампу, что позволяет беспрепятственно въезжать безрельсовому транспорту внутрь склада со стороны причальной линии в вагон.

Закрытое хранение неслеживающихся грузов возможно и в складах силосного типа. Это высокая емкость преимущественно круглого сечения с самотечным выпуском груза снизу.

К специальным складам относятся *силосные, резервуары* или *тарные* хранилища нефтепродуктов. Как правило, специальных складов нет в ведении порта.

Силосные склады (элеваторы) служат для хранения зерновых грузов, транспортируемых насыпью. Элеваторам свойственна высокая производительность по приему и выдаче зерна.

В *резервуарах* или *тарных хранилищах* хранятся нефтепродукты наливом. В обоих случаях склады могут быть наземными (стальные), полуподземными и подземными (железобетонные). По сравнению со стальными железобетонные резервуары требуют для устройства в 2 раза меньше стали, имеют меньшие потери нефтепродуктов от испарения, более безопасны в пожарном отношении.

В речных портах имеются склады, работа которых не связана с перегрузочными операциями:

– *склады реализации* – создают в крупных портах для реализации невос требованных и бездокументных грузов, открывают по разрешению пароходства;

– *склады технического обслуживания флота – топливные* (угольные, дровяные и наливные, запас топлива на складах создают в размерах, установленных отдельно для каждой топливной базы), *навигационные* (для снабжения судов навигационными и смазочными материалами в пределах утвержденных норм снабжения судов), *инвентарно-материальные* (для снабжения судов запасными частями, инвентарем, инструментами и материалами).

2.2 Основные требования к проектированию складов

При проектировании необходимо выполнять следующие основные требования:

1) цель создания склада состоит в преобразовании транспортных партий грузов, прибывающих на одном виде транспорта, в другие транспортные партии, наиболее подходящие для другого вида транспорта или грузополучателей;

2) склад должен состоять из технологических участков: выгрузочного, временного хранения, приема и сортировки, основного хранилища, отборки и комплектации, погрузки на транспорт;

3) проектированию должно предшествовать подробное техническое и экономическое обследование существующей технологии и организации работы на складе, номенклатуры перегружаемых грузов, взаимодействия склада со всеми видами транспорта;

4) погрузочно-выгрузочные участки складов должны обеспечить минимальный простой транспортных средств под грузовыми операциями;

5) участки хранения обеспечивают максимально возможное использование площадей и объемов;

6) предусматривать наиболее эффективные способы и условия перевозок грузов;

7) в технологической части проекта следует предусматривать в обоснованных случаях автоматизацию перегрузочных операций.

Установив основные требования к складу и его оборудованию, приступают к проектированию. Вначале рассматриваются типовые действующие

проекты, и если оказывается, что они не удовлетворяют современным требованиям, решается вопрос о новом типовом или индивидуальном проектировании.

Устройство складов и организация их работы должны отвечать требованиям санитарии и гигиены труда, сохранности грузов, техники безопасности и пожарной охраны, основные складские операции должны быть комплексно механизированы и автоматизированы.

Место расположения склада выбирают из условий удобства и связи с путями сообщений, выполнения грузовых операций и также с учетом возможности расширения склада на перспективу.

Исходными данными для определения основных параметров складов (вместимость, длина, ширина, высота, размеры погрузочно-выгрузочных фронтов) являются грузо- и транспортные потоки и режим работы складов.

2.3 Основные свойства и условия хранения грузов на складах

Свойства грузов. Основные характеристики грузов, проявляющиеся в обычных или неблагоприятных условиях хранения и перевозки, определяются их физическими, химическими и биологическими свойствами.

К физическим свойствам грузов относят:

– *гигроскопичность* – способность вещества впитывать, удерживать и отдавать влагу воздуха; различают три группы гигроскопических грузов – капиллярно-пористые (уголь, руды, строительные), коллоидные (каучук, желатин), капиллярно-пористые коллоидные (зерно, лесные и волокнистые, кожа, ткани);

– *сыпучесть* – способность зернистого материала при наличии свободной поверхности пересыпаться под воздействием качки с одного борта на другой; по степени подвижности в условиях морской перевозки опасными в отношении смещения являются грузы, обладающие повышенной сыпучестью (пшеница, рожь, ячмень, мелкий уголь, железорудные окатыши, песок, гравий);

– *усадку* – уплотнение вещества вследствие перераспределения его частиц в массе насыпи и сдавливания нижних слоев верхними (зерновые, уголь, соль);

– *слеживаемость* – свойство навалочного и насыпного грузов переходить в состояние слежалости, характеризующееся прочным сцеплением частиц груза, что приводит к потере им сыпучести (бокситы, марганцовые руды, суперфосфат, апатитовый концентрат, калийные и азотные удобрения, сульфат, селитра, соли);

– *разжижаемость* (тиксотропность) – свойство веществ с малыми размерами частиц (некоторые руды и рудные концентраты) при определенной влажности и под воздействием динамических нагрузок (качки, вибрации корпуса, ударов волн) переходить в разжиженное состояние; *спекаемость* – слипание частиц вещества при изменении температуры (перевозимые навалом тугоплавкие материалы: пек, гудрон, асфальт, а также агломераты руд);

– *смерзаемость* – свойство вещества превращаться в сплошную массу и терять сыпучесть при отрицательной температуре (рыхлые, пористые, мелкозернистые руды: доломитовая мука, апатитовый и железорудный концентраты, серный колчедан и другие полезные ископаемые, такие как мелкий уголь, щебень, гравий и т. д.);

– *распыляемость* – способность мельчайших частиц некоторых веществ, выведенных из состояния покоя, длительное время находиться во взвешенном состоянии и перемещаться под воздействием ветра (зерновые грузы, цемент, апатитовый и железорудный концентраты, мелкий уголь и др.);

– *абразивность* – истирающая способность некоторых насыпных и навалочных грузов, определяемая высокой твердостью и наличием острых режущих граней у частиц вещества (квасцы, бокситы, апатиты, кварциты);

– *хрупкость* – свойство вещества разрушаться при механическом воздействии без заметной пластической деформации (стекло, стеклянные изделия и аппаратура, облицовочная плитка, керамические изделия, шифер, кирпич).

К химическим свойствам грузов относят:

– *самосогревание* – самопроизвольное повышение температуры вещества под воздействием внутренних (химических и биохимических) источников теплоты (зерновые, волокнистые вещества, жмых, каменные и бурые угли, торф, древесный уголь, серный колчедан, пирит, концентраты железа);

– *самовозгораемость* – способность вещества, склонного к самосогреванию, возгораться самопроизвольно при достижении критической температуры, вызывающей бурный процесс окисления (бурые, каменные газовые и жирные угли, волокнистые вещества, жмых, некоторые нефтепродукты);

– *огнеопасность* – способность вещества при воспламенении к самораспространяющемуся горению (почти все грузы животного и растительного происхождения: нефть и нефтепродукты, каменный уголь, лесоматериалы);

– *взрывоопасность* – способность вещества вызывать физический (сжатый и сжиженные газы) или химический (взрывчатые вещества) взрыв;

– *коррозионность* – поверхностное разрушение твердых тел под воздействием физико-химических процессов в определенных условиях внешней среды: при повышенных влажности и температуре, наличии окислителей (черные и некоторые цветные металлы: медь, свинец, а также изделия из них);

– *ядовитость* – способность вещества оказывать отравляющее воздействие на человека (при дыхании или внутреннем введении, через кожные покровы).

Веществам растительного и животного происхождения в процессах перевозки и хранения присущи биологические свойства, которые могут быть вызваны как процессами, происходящими в самом продукте (дыханием, созреванием, прорастанием, автолизом), так и жизнедеятельностью микроорганизмов, находящихся на поверхности и внутри продукта (брожением, гниением, плесневением):

– *дыхание* – поглощение веществом кислорода воздуха, окисление; углеводов, жиров и других составных частей с выделением теплоты, влаги, углекислого газа (свежие овощи, зерновые, плоды, яйца);

– *дозревание* – интенсификация биохимических процессов в веществе при повышении влажности, температуры и освещения (цитрусовые, зерновые, картофель, лук);

– *прораствание* – изменение химического состава продукта с потерей кондиционных показателей (картофель, зерновые, семена, лук, чеснок);

– *автолиз* – растворение тканей вещества при распаде белков, углеводов и жиров (сельдь, мясо, табак, чай);

– *брожение* – разложение углеводов под воздействием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами (соки, молоко, овощи, спирты);

– *гниение* – распад белкового вещества под влиянием гнилостных бактерий (цитрусовые, овощи, зерновые);

– *плесневение* – разложение углеводов и жиров пищевых продуктов под воздействием плесневых грибков (фрукты, овощи, семена, зерно).

Указанные свойства и особенности различных веществ могут проявляться одновременно в виде тепло- или морозостойкости, вредности:

– *теплостойкость* – физическое, химическое и микробиологическое свойство веществ, характеризующее способность противостоять развитию микробиологических процессов или разрушениям и плавлению под воздействием высоких температур; теплостойкость некоторых продовольственных продуктов достигается вялением, солением, сушкой, пастеризацией, сублимацией и другими способами;

– *морозостойкость* – способность влажных продуктов или тары, содержащей жидкие продукты, выдерживать внутреннее давление льда, не разрушаясь и не теряя первоначальной формы, а также сохранять свои основные свойства при оттаивании; к неморозостойким грузам относятся ценные породы дерева, консервы в стеклянных банках, напитки в бутылках, свежие фрукты, овощи;

– *вредность* – свойство вещества оказывать вредное воздействие на организм – раздражение дыхательных путей, слизистой оболочки и кожи, поражение легких, механические повреждения тканей, инфекционные и радиационные поражения (некоторые нефтепродукты, удобрения, смолы, радиоактивные, химические вещества).

Хранение грузов. На открытых площадках можно хранить грузы, которые не боятся воздействия агрессивных факторов внешней среды и действующими правилами перевозок грузов допускается их открытое хранение. В результате теплообмена с окружающим воздухом поверхность штабеля охлаждается ночью и нагревается днем. Ночью температура поверхности может быть ниже точки росы наружного воздуха. При этом неизбежна кон-

денсация влаги на штабеле, поэтому даже в хорошую погоду штабеля грузов, боящихся подмочки, следует укрывать брезентом. В зависимости от температуры и влажности окружающего воздуха сменяются температурно-влажностные поля внутри штабеля, что особенно опасно для гигроскопических грузов.

В полузакрытом складе роль навеса не ограничивается только защитой груза от прямых солнечных лучей и атмосферных осадков. Днем нагревается воздух под навесом над грузом, повышается влагосодержание воздуха, вечером и ночью навес охлаждается быстрее воздуха под навесом. Тем самым навес играет роль теплового экрана, предупреждающего конденсацию влаги на грузе. Навес должен быть достаточной ширины. Боковые стены полузакрытого склада возводят обычно с наветренной стороны для большей защиты груза и работающих людей от осадков и ветра.

На характер протекания тепловлажностных процессов при хранении грузов в неотапливаемом складе оказывают влияние устройство и материал ограждений склада, воздухообмен в результате естественной или принудительной вентиляции, климатические особенности месторасположения склада, наличие зданий и сооружений, режим работы склада и т. д.

Решающее влияние на теплообмен между штабелем груза и полом склада оказывают высота подтоварников, площадь оснований штабелей и проходов между ними, вид подкладочного материала. Стены неотапливаемого склада подвергаются воздействию температуры и влажности наружного воздуха. Под влиянием перепада температур внутри и снаружи склада, давления ветра происходит перемещение влаги и воздуха через пористые материалы стен в сторону области пониженных давлений. Относительная влажность воздуха в складе может возрастать, и создается возможность увеличения массы груза. В портовых универсальных неотапливаемых складах практически единственным средством регулирования тепловлажностных процессов является вентиляция наружным необработанным воздухом. Особое значение режим и интенсивность вентиляции имеют при большой разности температур груза в складе и наружного воздуха, что происходит при смене времени года. Поэтому весной и осенью следует чаще вентилировать склад, чтобы постепенно выравнивать температуру в системе груз – склад – окружающая среда.

В металлическом складе груз хорошо защищен от атмосферных осадков, прямых солнечных лучей, но плохо защищен от тепловых воздействий. Днем стены и крыша склада нагреваются солнечными лучами до +70 °С. Теплота передается поверхности груза. Ночью температура ограждений падает, и при контакте с теплым и влажным складским воздухом на внутренних поверхностях ограждений происходит конденсация влаги. Интенсивная вентиляция склада днем усиливает влагоотдачу груза и ведет к его усыханию.

Склад из пористых строительных материалов пропускает влагу внутрь или наружу. Необходим постоянный воздухообмен. Относительная влажность воздуха в складе зимой меньше, летом – больше. Внутри склада относительная влажность воздуха растёт от потолка к полу. Интенсивная вентиляция при большой разности температур воздуха снаружи и груза в складе (что наиболее вероятно весной и осенью) приводит к подмочке груза. Режим и вентиляция в этом случае должны быть направлены на постепенное выравнивание температур.

Все виды складов, их конструкции, строительные материалы, компоновка, расположение, оборудование, метод и технология эксплуатации вытекают из перечисленных свойств грузов и факторов хранения и подчиняются обеспечению указанных свойств в процессе эксплуатации.

2.4 Определение расчетных объемов работы грузовых фронтов складов

2.4.1 Выбор подвижного состава для перевозки грузов

При выборе подвижного состава водного, железнодорожного и автомобильного транспорта руководствуются правилами перевозки грузов.

Тип подвижного состава на речном (самоходные или несамоходные суда, открытые, полуоткрытые и т. д.), железнодорожном (крытые вагоны, полувагоны или платформы) и автомобильном (бортовые или самосвалы) транспорте выбирается исходя из физико-химических свойств груза.

Если груз по своим свойствам допускает хранение на открытом воздухе, то для его перевозки предпочтительнее выбирать открытый подвижной состав.

При выборе грузоподъемности судов следует исходить из условий плавания и кратности расчетного суточного грузооборота по заданному грузу, технической норме загрузки судна этим грузом. Выбор оптимального типа судна производится путем технико-экономических обоснований.

По способу загрузки вагоны делят на открытые и закрытые. К первому типу относятся полувагоны, платформы, думпкары, транспортеры, а ко второму – обычные крытые, цистерны, изотермические и часть специализированных (зерновозы, цементовозы и др.).

При выборе типа вагона учитываются эксплуатационные и экономические требования: невысокая стоимость; небольшая масса тары при достаточной прочности вагона; обеспечение безопасности движения поездов; сохранность грузов; максимальное использование грузоподъемности и вместимости; обеспечение комплексной механизации погрузочно-выгрузочных работ.

Выбор типа автомобиля и эффективность его работы зависят от показателей: транспортных (род груза, объем, равномерность, партионность, срочность и дальность перевозок, условия погрузки, выгрузки и содержания подвижного состава, режим эксплуатации); дорожных (прочность дорожного

покрытия, мостов и других сооружений, элементы профиля и плана дорог, ровность дорожного покрытия, интенсивность движения); природно-климатические (температура и влажность воздуха, скорость ветра, высота над уровнем моря, количество осадков, рельеф местности).

По роду груза и его свойствам выбирается тип кузова (платформа, цистерна, фургон и т. п.) и вместимость автотранспортного средства. От объема и партионности перевозок зависят грузоподъемность автомобиля или автопоезда.

Срочность и дальность перевозок диктуют необходимость применения подвижного состава с определенными скоростными свойствами.

Условия погрузки и выгрузки определяют тип автомобиля и параметры кузова (автомобиль самосвал, самопогрузчик, погрузочная высота, ширина двери).

Дорожные условия оказывают влияние на проходимость, плавность хода, маневренность, возможность использования грузоподъемности и скоростных свойств транспортных средств.

Климатические условия определяют выбор кузова специальной конструкции (для защиты от низких и высоких температур, дождя, снега, ветра, солнца).

2.4.2 Определение технической нормы загрузки подвижного состава

Техническая (тарифная) норма загрузки судна $P_{\text{тех}}^c$ рассчитывается по формуле

$$P_{\text{тех}}^c = \frac{Q_{\text{гр}} H_{\text{р}}}{100}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{гр}}$ – грузоподъемность судна, т;

$H_{\text{р}}$ – норма загрузки судна, %.

При перевозке груза эксплуатационная загрузка судна не может превышать тарифную норму загрузки.

При перевозке многих грузов грузоподъемность вагона не может быть использована полностью, поэтому устанавливают технические нормы загрузки вагонов в зависимости от плотности груза, погрузочного объема, его формы, размеров и рода.

Техническая норма загрузки вагона $P_{\text{тех}}$ (минимальная весовая норма) – это то количество груза, ниже которого загружать в вагон нельзя.

Технические нормы устанавливаются расчетным путем и проверяются в эксплуатационных условиях.

Для тарно-упаковочных и штучных грузов техническая норма загрузки вагона, т,

$$P_{\text{тех}}^{\text{т-у}} = V_{\text{ваг}} P_{\text{ГМ}} K_{\text{у}} / V_{\text{ГМ}}, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{ваг}}$ – внутренний объем кузова крытого вагона, м³;

$P_{\text{ГМ}}$ – масса одного грузового места (мешок, ящик, поддон с грузом и т. п.), т;
 K_y – коэффициент плотности укладки грузовых мест в вагоне (0,8–0,9);
 $V_{\text{ГМ}}$ – объем одного грузового места, м³.

Для штучных грузов, перевозимых на открытом подвижном составе,

$$P_{\text{тех}}^{\text{ш}} = P_{\text{ГМ}}^{\text{ш}} n_{\text{ГМ}}, \quad (2.3)$$

где $P_{\text{ГМ}}^{\text{ш}}$ – масса одного грузового места, т;

$n_{\text{ГМ}}$ – количество штучных грузов, размещаемых на полу вагона в соответствии с техническими условиями погрузки, шт.

Для универсальных контейнеров техническая норма загрузки вагонов

$$P_{\text{тех}}^{\text{к}} = n_{\text{к}} P_{\text{тех}}^{\text{к}}, \quad (2.4)$$

где $n_{\text{к}}$ – количество универсальных контейнеров, устанавливаемых в одном 4-осном вагоне (10-тонные – 6; 20-тонные – 3; 30-тонные – 2);

$P_{\text{тех}}^{\text{к}}$ – техническая норма загрузки контейнера, т.

Крупнотоннажные контейнеры перевозятся на специальных длиннобазных платформах.

Техническая норма загрузки автомобильного транспорта определяется аналогичным образом с подстановкой технических параметров автомобильного подвижного состава.

2.4.3 Разработка схем перемещения грузов в порту

Схемы перемещения грузов зависят:

- от организации перегрузки грузов (с использованием только фронтальных машин или фронтальных в комплексе с тыловыми);
- количества взаимодействующих видов транспорта в порту (речной, железнодорожный, автомобильный);
- направления грузопотоков (погрузка в суда или выгрузка);
- доля груза, перерабатываемого по прямому варианту.

Рассмотрим примеры вариантов организации перегрузки грузов в портах.

Выгрузка грузов из судов и загрузка в вагоны с использованием фронтальных машин по прямому варианту и через склад (рисунок 2.1), выгрузка грузов из судна и загрузка вагонов с использованием фронтальных и тыловых машин по прямому варианту и через склад (рисунок 2.2), выгрузка грузов из судна и загрузка вагонов и автомобилей с использованием фронтальных и тыловых машин по прямому варианту и через склад (рисунок 2.3), погрузка грузов в суда, выгружаемых из вагонов по прямому варианту и через склад (все операции выполняются фронтальными машинами) (рисунок 2.4), погрузка грузов в суда из вагонов по прямому варианту и через склад с использованием фронтальных и тыловых машин (рисунок 2.5), погрузка грузов в суда из вагонов и автомобилей по прямому варианту и через склад с использованием фронтальных и тыловых машин (рисунок 2.6).

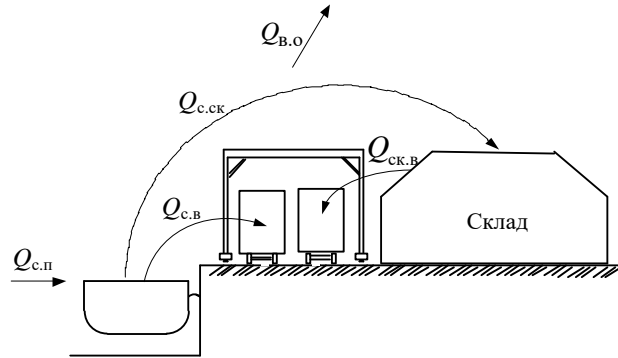


Рисунок 2.1 – Схема перемещения грузов при выгрузке из судов с использованием фронтальных машин, вагонов

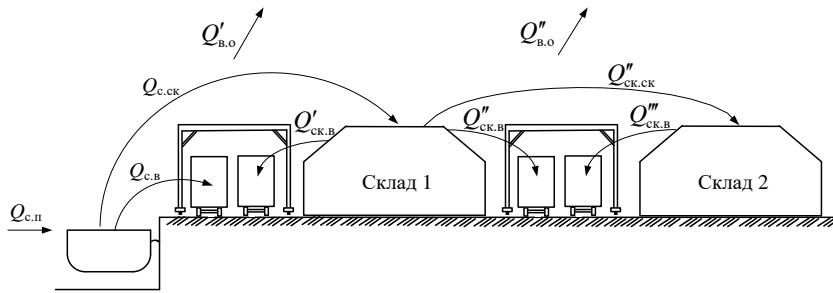


Рисунок 2.2 – Схема перемещения грузов при выгрузке из судов с использованием фронтальных и тыловых машин, вагонов

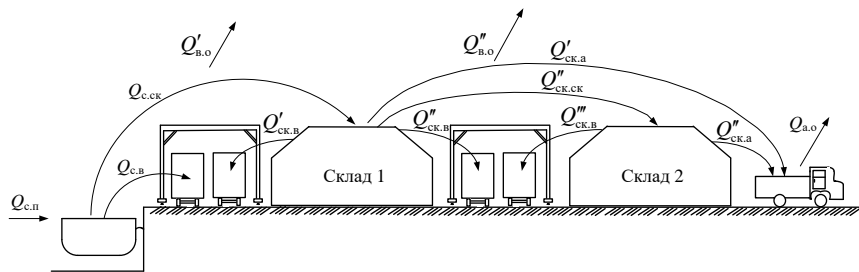


Рисунок 2.3 – Схема перемещения грузов при выгрузке из судов с использованием фронтальных и тыловых машин, вагонов и автомобилей

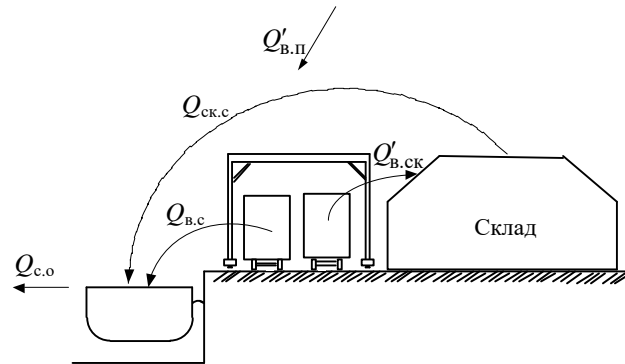


Рисунок 2.4 – Схема перемещения грузов при погрузке судов с использованием фронтальных машин, вагонов

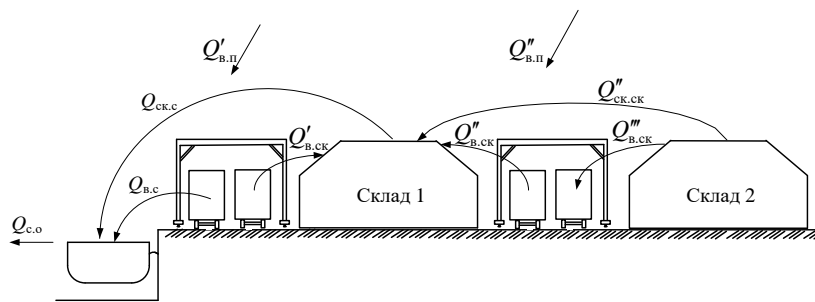


Рисунок 2.5 – Схема перемещения грузов при погрузке судов с использованием фронтальных и тыловых машин, вагонов

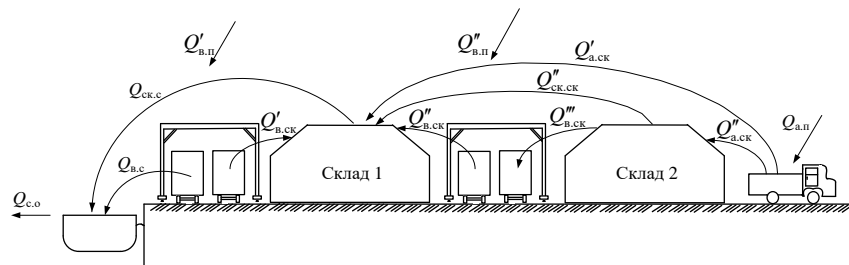


Рисунок 2.6 – Схема перемещения грузов при погрузке судов с использованием фронтальных и тыловых машин, вагонов и автомобилей

На схемах, приведенных на рисунках 2.1–2.6, приняты следующие обозначения:

- $Q_{с.п}$ – количество груза, поступающего в порт под выгрузку в судах, т, м³, шт.;
- $Q_{в.о}$ – количество груза, отправляемого из порта в вагонах, т, м³, шт.;
- $Q_{с.в}$, $Q_{с.ск}$, $Q_{ск.в}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «судно – вагон», «судно – склад», «склад – вагон», т, м³, шт.;
- $Q'_{в.о}$, $Q''_{в.о}$ – количество груза, отправляемого в вагонах с грузовых фронтов, расположенных соответственно во фронтальной и тыловой частях причала, т, м³, шт.;
- $Q'_{ск.в}$, $Q''_{ск.в}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «склад 1 – вагон (фронтальный и тыловой грузовой фронт соответственно)», т, м³, шт.;
- $Q'_{ск.ск}$, $Q'''_{ск.в}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «склад 1 – склад 2», «склад 2 – вагон (тыловой грузовой фронт)», т, м³, шт.;
- $Q'_{ск.а}$, $Q''_{ск.а}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «склад 1 – автомобиль» и «склад 2 – автомобиль», т, м³, шт.;
- $Q_{с.о}$ – количество груза, отправляемого из порта в судах, т, м³, шт.;
- $Q_{в.п}$ – количество груза, поступающего в порт под выгрузку в вагонах, т, м³, шт.;
- $Q_{в.с}$, $Q_{в.ск}$, $Q_{ск.с}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «вагон – судно», «вагон – склад» и «склад – судно», т, м³, шт.;
- $Q'_{в.п}$, $Q''_{в.п}$ – количество груза, прибывающего в порт в вагонах на грузовые фронты, расположенные соответственно во фронтальной и тыловой частях причала, т, м³, шт.;
- $Q'_{в.ск}$, $Q''_{в.ск}$ – количество груза, перегружаемого по вариантам «вагон (фронтальный и тыловой грузовой фронт соответственно) – склад 1», т, м³, шт.;
- $Q''_{ск.ск}$ – количество груза, перегружаемого по варианту «склад – склад», т, м³, шт.;
- $Q'''_{в.ск}$ – количество груза, перегружаемого по варианту «вагон (тыловой грузовой фронт) – склад 2», т, м³, шт.;
- $Q''_{а.ск}$ – количество груза, перегружаемого по варианту автомобиль – склад 2, т, м³, шт.;
- $Q'_{а.ск}$ – количество груза, перегружаемого по варианту автомобиль – склад 1, т, м³, шт.

Соотношение вышеуказанных величин грузопотоков приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Соотношение величин грузопотоков

Номер рисунка	Соотношение величин
2.1	$Q_{\text{СП}} = Q_{\text{с.в}} + Q_{\text{с.чк}} = Q_{\text{в.о}}$ (2.5)
	$Q_{\text{с.чк}} = Q_{\text{чк.в}}$ (2.6)
	$\alpha = \frac{Q_{\text{с.в}}}{Q_{\text{с.п}}}$ (2.7)
2.2	$Q_{\text{СП}} = Q'_{\text{в.о}} + Q''_{\text{в.о}} = Q_{\text{в.о}}$ (2.8)
	$Q'_{\text{в.о}} = Q_{\text{чк.в}} + Q'_{\text{чк.в}}$ (2.9)
	$Q''_{\text{в.о}} = Q''_{\text{чк.в}} + Q'''_{\text{чк.в}}$ (2.10)
	$Q''_{\text{чк.в}} = Q'_{\text{чк.чк}}$ (2.11)
	$Q_{\text{с.чк}} = Q'_{\text{чк.в}} + Q'_{\text{чк.чк}} + Q''_{\text{чк.в}}$ (2.12)
	$\alpha = \frac{Q_{\text{с.в}}}{Q_{\text{с.п}}}$ (2.13)
	$\beta = \frac{Q'_{\text{чк.чк}}}{Q_{\text{с.п}}}$ (2.14)
2.3	$Q_{\text{СП}} = Q'_{\text{в.о}} + Q''_{\text{в.о}} + Q_{\text{а.о}}$ (2.15)
	$Q'_{\text{в.о}} = Q_{\text{с.в}} + Q'_{\text{чк.в}}$ (2.16)
	$Q''_{\text{в.о}} = Q''_{\text{чк.в}} + Q'''_{\text{чк.в}}$ (2.17)
	$Q_{\text{а.о}} = Q'_{\text{чк.а}} + Q''_{\text{чк.а}}$ (2.18)
	$\alpha = \frac{Q_{\text{с.в}}}{Q_{\text{с.п}}}$ (2.19)
	$\beta = \frac{Q'_{\text{чк.чк}}}{Q_{\text{с.п}}}$ (2.20)
2.4	$Q_{\text{с.о}} = Q_{\text{в.с}} + Q_{\text{чк.с}} = Q_{\text{в.п}}$ (2.21)
	$Q_{\text{чк.с}} = Q_{\text{в.чк}}$ (2.22)
	$\alpha = \frac{Q_{\text{с.в}}}{Q_{\text{в.п}}}$ (2.23)
2.5	$Q_{\text{с.о}} = Q'_{\text{в.п}} + Q''_{\text{в.п}} = Q_{\text{в.п}}$ (2.24)
	$Q'_{\text{в.п}} = Q_{\text{в.с}} + Q'_{\text{в.чк}}$ (2.25)
	$Q''_{\text{в.п}} = Q''_{\text{в.чк}} + Q'''_{\text{в.чк}}$ (2.26)
	$Q''_{\text{в.чк}} = Q'''_{\text{в.чк}}$ (2.27)

Окончание таблицы 2.1

Номер рисунка	Соотношение величин
2.5	$Q_{\text{ск.с}} = Q'_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{ск.ск}} + Q''_{\text{в.ск}} \quad (2.28)$
	$\alpha = \frac{Q_{\text{в.с}}}{Q_{\text{в.п}}} \quad (2.29)$
	$\beta = \frac{Q''_{\text{ск.ск}}}{Q''_{\text{в.п}}} \quad (2.30)$
2.6	$Q_{\text{с.о}} = Q'_{\text{в.п}} + Q''_{\text{в.п}} + Q_{\text{а.п}} \quad (2.31)$
	$Q'_{\text{в.п}} = Q_{\text{в.с}} + Q_{\text{ск.с}} \quad (2.32)$
	$Q''_{\text{в.п}} = Q''_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{в.ск}} \quad (2.33)$
	$Q_{\text{а.п}} = Q''_{\text{а.ск}} + Q'_{\text{а.ск}} \quad (2.34)$
	$\alpha = \frac{Q_{\text{в.с}}}{Q_{\text{с.о}}} \quad (2.35)$
	$\beta = \frac{Q''_{\text{ск.ск}}}{Q''_{\text{в.п}} + Q_{\text{а.п}}} \quad (2.36)$
<p><i>Примечание</i> – Доля грузопотока α, перегружаемого по варианту «судно – вагон» или «вагон – судно»; β – доля грузопотока, перегружаемого по варианту «склад – склад».</p>	

2.4.4 Определение расчетных размеров суточной грузопереработки и транспортных потоков

Навигационный грузооборот

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{с.п}}^{\text{н}} + Q_{\text{с.о}}^{\text{н}}, \quad (2.37)$$

где $Q_{\text{с.п}}^{\text{н}}$, $Q_{\text{с.о}}^{\text{н}}$ – количество груза, прибывающего и соответственно отправляемого в судах, т, м³, шт.

Среднесуточный грузооборот

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{с.п}}^{\text{н}} + Q_{\text{с.о}}^{\text{н}}}{T_{\text{н}}} = Q_{\text{с.п}}^{\text{с.с}} + Q_{\text{с.о}}^{\text{с.с}}, \quad (2.38)$$

где $T_{\text{н}}$ – количество груза, прибывающего и соответственно отправляемого в судах, сут;

$Q_{\text{с.п}}^{\text{с.с}}$, $Q_{\text{с.о}}^{\text{с.с}}$ – среднесуточное прибытие и соответственно отправление груза, т, м³, шт.

Расчетный грузооборот

$$Q_{\text{суг}}^p = Q_{\text{с.п}}^{c.c} k_{\text{н}}^{\text{п}} + Q_{\text{с.о}}^{c.c} k_{\text{н}}^{\text{о}} = Q_{\text{с.п}} + Q_{\text{с.о}}, \quad (2.39)$$

где $k_{\text{н}}^{\text{п}}$, $k_{\text{н}}^{\text{о}}$ – коэффициенты неравномерности прибытия и соответственно отправления грузов.

Формулы для определения объемов грузопереработки по рассматриваемым вариантам перегрузки грузов приведены в таблице 2.2, а поступающих на хранение в склад – в таблице 2.3.

Таблица 2.2 – Формулы для определения объемов грузопереработки

Номер рисунка	Машины	
	Фронтальные	Тыловые
2.1	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{с.в}} + Q_{\text{с.ск}} + Q_{\text{ск.в}} \quad (2.40)$	–
2.2	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{с.в}} + Q_{\text{с.ск}} + Q'_{\text{ск.в}} \quad (2.41)$	$Q_{\text{Г.П}}^{\text{T}} = Q''_{\text{ск.в}} + Q'_{\text{ск.ск}} + Q'''_{\text{ск.в}} \quad (2.46)$
2.3	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{с.в}} + Q_{\text{с.ск}} + Q'_{\text{ск.в}} \quad (2.42)$	$Q_{\text{Г.П}}^{\text{T}} = Q''_{\text{ск.в}} + Q'_{\text{ск.ск}} + Q'_{\text{ск.а}} + Q'''_{\text{ск.в}} + Q''_{\text{ск.а}} \quad (2.47)$
2.4	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{ск.с}} + Q_{\text{в.с}} + Q_{\text{в.ск}} \quad (2.43)$	–
2.5	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{ск.с}} + Q_{\text{в.с}} + Q'_{\text{в.ск}} \quad (2.44)$	$Q_{\text{Г.П}}^{\text{T}} = Q''_{\text{в.ск}} + Q'''_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{ск.ск}} \quad (2.48)$
2.6	$Q_{\text{Г.П}}^{\Phi} = Q_{\text{ск.с}} + Q_{\text{в.с}} + Q'_{\text{в.ск}} \quad (2.45)$	$Q_{\text{Г.П}}^{\text{T}} = Q''_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{ск.ск}} + Q'''_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{а.ск}} + Q'_{\text{а.ск}} \quad (2.49)$

Если схема механизированной перегрузки обеспечивает погрузку и выгрузку грузов из судов, необходимо суммировать объем грузопереработки и груза, поступающего на склад, определяемые по формулам (2.1)–(2.3) с данными, определенными по формулам (2.4)–(2.6).

Таблица 2.3 – Формулы для определения объемов грузов, поступающих на хранение в склады

Номер рисунка	Склад	
	1	2
2.1	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q_{\text{с.ск}} \quad (2.50)$	–
2.2	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q_{\text{с.ск}} \quad (2.51)$	$Q_{\text{скл.}}^2 = Q'_{\text{ск.ск}} \quad (2.56)$
2.3	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q_{\text{с.ск}} \quad (2.52)$	$Q_{\text{скл.}}^2 = Q'_{\text{ск.ск}} \quad (2.57)$
2.4	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q_{\text{в.ск}} \quad (2.53)$	–
2.5	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q'_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{ск.ск}} + Q'''_{\text{в.ск}} \quad (2.54)$	$Q_{\text{скл.}}^2 = Q''_{\text{в.ск}} \quad (2.58)$
2.6	$Q_{\text{скл.}}^1 = Q'_{\text{в.ск}} + Q''_{\text{в.ск}} + Q'''_{\text{ск.ск}} + Q'_{\text{а.ск}} \quad (2.55)$	$Q_{\text{скл.}}^2 = Q''_{\text{а.ск}} + Q''_{\text{в.ск}} \quad (2.59)$

Расчетные размеры прибытия и отправления судов, вагонов и автомобилей:

$$N_{с.п}^P = \frac{Q_{с.п}}{P_{тех}^c}, \quad (2.60)$$

$$N_{с.о}^P = \frac{Q_{с.о}}{P_{тех}^c}, \quad (2.61)$$

$$N_{в.п}^P = \frac{Q'_{в.п} + Q''_{в.п}}{P_{тех}^B} = \frac{Q_{в.п}}{P_{тех}^B}, \quad (2.62)$$

$$N_{в.о}^P = \frac{Q'_{в.о} + Q''_{в.о}}{P_{тех}^B} = \frac{Q_{в.о}}{P_{тех}^B}, \quad (2.63)$$

$$N_{а.п} = \frac{Q_{а.п}}{P_{тех}^a}, \quad (2.64)$$

$$N_{а.о} = \frac{Q_{а.о}}{P_{тех}^a}, \quad (2.65)$$

где $P_{тех}^c, P_{тех}^B, P_{тех}^a$ – техническая норма загрузки соответственно судна, вагона, автомобиля.

2.5 Расчет параметров складов, числа погрузочно-выгрузочных машин

2.5.1 Определение площади и размеров складов методом удельных допустимых давлений

Потребная площадь склада при хранении однородных грузов

$$F_{ск} = \frac{Q_{скл} t_{хр} k_e}{P k_{исп}}, \quad (2.66)$$

где $Q_{скл}$ – суточный грузопоток, поступающий на хранение в склад, т;

$t_{хр}$ – срок хранения груза на складе, сут;

k_e – коэффициент неравномерности загрузки склада по времени;

P – допустимая удельная норма давления на пол склада, т/м²;

$k_{исп}$ – коэффициент использования площади склада под складирование.

Значения $t_{хр}, k_e, P$ и $k_{исп}$ принимаются для различных грузов по нормам технологического проектирования портов, значения которых приведены в [4].

Длина склада

$$L_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}}{B_{\text{ск}}}, \quad (2.67)$$

где $B_{\text{ск}}$ – ширина склада, м.

При организации выгрузки навалочных сыпучих грузов с использованием повышенного пути длина склада, м, определяется по длине подачи вагонов:

$$L_{\text{ск}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}}, \quad (2.68)$$

где $m_{\text{п}}$ – количество вагонов в подаче (маршруте), ваг.;

$l_{\text{в}}$ – длина вагона по осям автосцепок, м.

Затем определяется ширина склада, м:

$$B_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}^{\text{уд}}}{L_{\text{ск}}}. \quad (2.69)$$

Расчетные схемы определения $B_{\text{ск}}$ при использовании мостовых, козловых и стреловых кранов приведены на рисунке 2.7:

– для мостового крана

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} - l + b_{\text{гр}} / 2; \quad (2.70)$$

– для козлового двухконсольного

$$B_{\text{ск}} = L_{\text{кр}} - B_{\text{тел}} - 2B_3, \quad (2.71)$$

– для стрелового крана

$$B_{\text{ск}} = B_{\text{ск}}' + B_{\text{ск}}'' = (L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_{\text{пс}} + b_{\text{гр}} / 2) + (L_{\text{кр}}^{\text{max}} - B_{\text{кр}} - B_3 + b_{\text{гр}} / 2), \quad (2.72)$$

где $L_{\text{кр}}$ – пролет крана, м;

$B_{\text{пс}}$ – габарит приближения строений (4,9 м);

l – расстояние от оси, проходящей через середину ходового колеса крана, до оси, проходящей через грузоподъемный трос в крайнем положении грузоподъемной тележки крана, м;

$b_{\text{гр}}$ – размер стороны груза, устанавливаемой по ширине площадки, м;

$B_{\text{тел}}$ – ширина ходовой тележки крана, м;

B_3 – величина зазора ($\geq 0,7$ м), м;

$L_{\text{кр}}^{\text{max}}$ – вылет стрелы крана, на котором грузоподъемность соответствует массе груза с грузоподъемным устройством, м;

$B_{\text{кр}}$ – расстояние от оси вращения поворотной части крана до наиболее выступающей части крана, м.

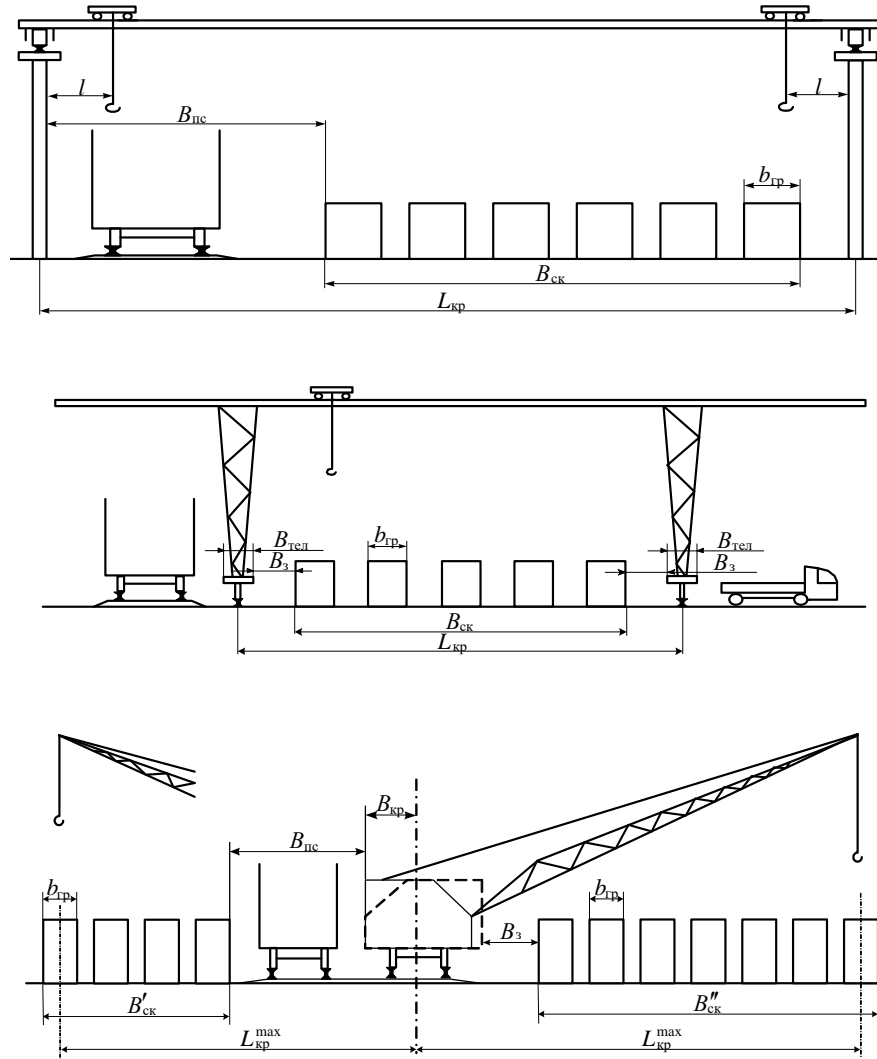


Рисунок 2.7 – Расчетные схемы определения ширины склада

Схемы расчета $B_{ск}$ при использовании портальных кранов, контейнероперегрузчиков приведены на рисунке 2.8.

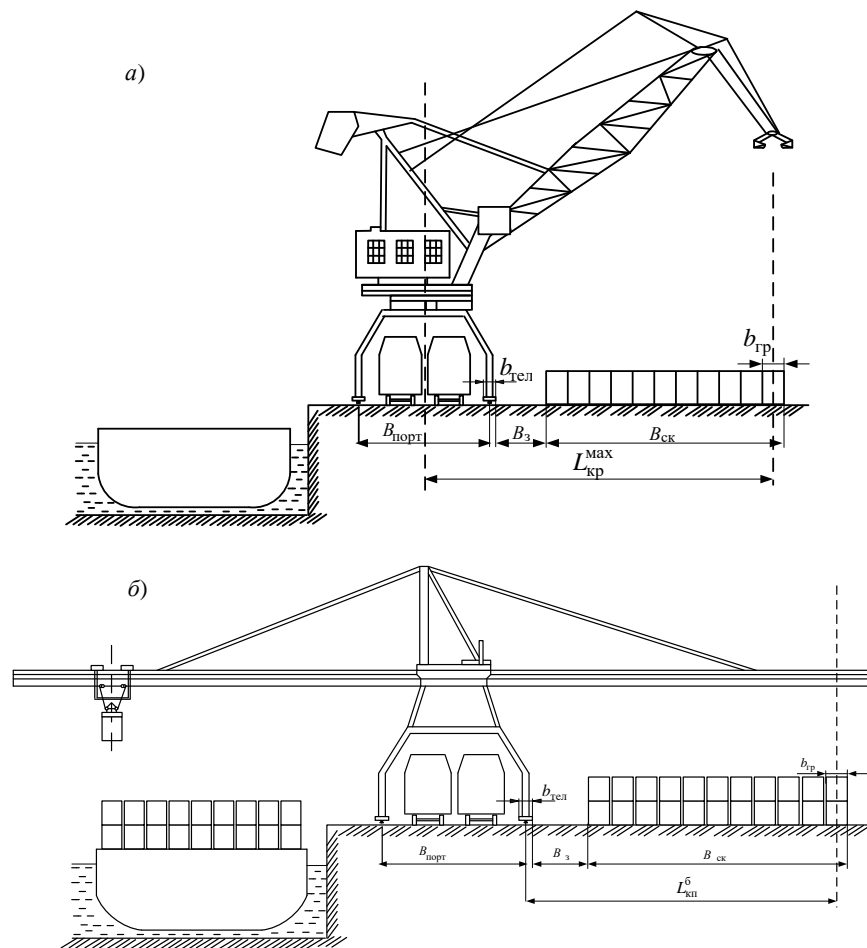


Рисунок 2.8 – Расчетные схемы определения $B_{ск}$ при использовании портального крана (а) и контейнероперегрузчика (б)

Ширина склада определяется из следующих выражений:

– для портального крана

$$B_{ск} = L_{кр}^{max} - \frac{B_{порт}}{2} - \frac{B_{тел}}{2} - B_з + \frac{b_{гр}}{2}; \quad (2.73)$$

– для контейнероперегрузчика

$$B_{ск} = L_{кп}^б - \frac{B_{тел}}{2} - B_з + \frac{b_{гр}}{2}, \quad (2.74)$$

где $B_{\text{пор}}$ – пролет портала portalного крана, м;

$L_{\text{кп}}^6$ – вылет консоли контейнероперегрузателя в сторону берега.

Длина склада сравнивается с длиной причала, предназначенного для работы с данным грузом, и если ее недостаточно, решается вопрос об удлинении причала или строительстве тыловых складов.

Ширина склада зависит от типа склада и используемых средств механизации.

По рассчитанной площади, потребной для хранения грузов закрытого хранения, подбирается типовой склад. Ширина зданий крытых однопролетных складов принимается 12, 18, 24, 30, 36 м, длина 18–84 м и высота 6 м. При устройстве складов с вводом железнодорожного пути внутрь склада ширина склада уменьшается на 4,92 м.

На открытых складах производят планировку размещения штабелей с учетом соблюдения норм пожарной безопасности и размещения подъездных и перегрузочных путей, а также перегрузочного оборудования. Ширину пожарных проездов принимают не менее 10 м, расстояние от кромки штабеля до кромки автомобильной дороги – не менее 1,5 м. Расстояние от наружной грани причальной набережной от первого подкранового рельса до штабеля груза – не менее 3 м, ширина оперативной площадки (от подкранового пути до склада) на причалах штучных грузов составляет 25–45 м. Во всех случаях ни одно сооружение или штабель груза не должны заходить в пределы габарита приближения строения для железнодорожного подвижного состава.

Длина причала $L_{\text{кр}}$ для приема и обработки сухогрузных судов зависит от длины судна $L_{\text{с}}$, места его расположения на причальной линии и расстояния между судами d , необходимого для безопасного подхода судов к причалу и отхода от него:

– для причала, расположенного в середине причального фронта,

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{с}} + d ; \quad (2.75)$$

– для крайних причалов

$$L_{\text{пр}} = \frac{5}{6} L_{\text{с}} + \frac{d}{2} ; \quad (2.76)$$

– для одиночного причала

$$L_{\text{пр}} = \frac{2}{3} L_{\text{с}} . \quad (2.77)$$

В некоторых случаях расчетная длина причала может быть увеличена для размещения складов большой вместимости (например, при перегрузке на одном причале щебня, песка, гравия, а также при необходимости передвижки судна в процессе его выгрузки).

При планировке причала навалочных грузов может оказаться, что количество штабелей, полученное расчетом, нельзя разместить на одном причале в

зоне действия погрузочно-разгрузочной машины. В этом случае прежде чем решать вопрос о привлечении тыловых перегрузочных машин нужно провести ориентировочный расчет количества причалов, используя формулу

$$N_{\text{пр}} = \frac{1}{n_{\text{см}} n_{\text{м}} k_{\text{вр}}} \left(\frac{Q_{\text{с.в}}}{P_{\text{с.в}}} + \frac{Q_{\text{с.ск}}}{P_{\text{с.ск}}} + \frac{Q_{\text{ск.в}}}{P_{\text{ск.в}}} \right), \quad (2.78)$$

где $n_{\text{см}}$ – количество смен работы в сутки;

$n_{\text{м}}$ – количество основных машин на причале, которое принимается равным двум при обработке судов грузоподъемностью до 3000 т и трем при грузоподъемности судов более 3000 т;

$k_{\text{вр}}$ – коэффициент использования причала для производства погрузки и выгрузки судов (0,80–0,86);

$P_{\text{с.в}}$, $P_{\text{с.ск}}$, $P_{\text{ск.в}}$ – комплексные нормы выработки основной машины при работе соответственно по выбору «судно – вагон», «судно – склад» и «склад – вагон» или обратно, т/маш. в смену.

Если расчетом установлено, что достаточно одного причала, то все штабели размещают в его границах с развитием в тыл причала и выбирают тип тыловых машин. В противном случае штабели распределяют по причалам.

2.5.2 Определение размеров складов по элементарным площадкам

Тарно-упаковочные грузы

Площадь склада для хранения тарно-упаковочных грузов наиболее точно можно рассчитать по методу элементарных площадок.

Для оборудованных одноэтажных крытых складов с внутренним расположением путей и при использовании электро- или автопогрузчиков длина элементарной площадки (рисунок 2.9), м,

$$l_{\text{э}} = l_{\text{мд}} - b_{\text{пр}}, \quad (2.79)$$

где $l_{\text{мд}}$ – расстояние между осями смежных дверей со стороны автотранспорта, м;

$b_{\text{пр}}$ – ширина проезда с учетом разворота электро- или автопогрузчика, м.

Ширина элементарной площадки, м,

$$b_{\text{э}} = \frac{B_{\text{ск}}}{2} - \left(\frac{b_{\text{г}} + b_{\text{п}}}{2} + b_{\text{пр}} \right), \quad (2.80)$$

где $B_{\text{ск}}$ – ширина склада, м;

$b_{\text{г}}$ – габаритное расстояние от стенки склада до грузовой платформы со стороны железнодорожного транспорта, м;

$b_{\text{п}}$ – расстояние от стенки склада до штабеля, м.

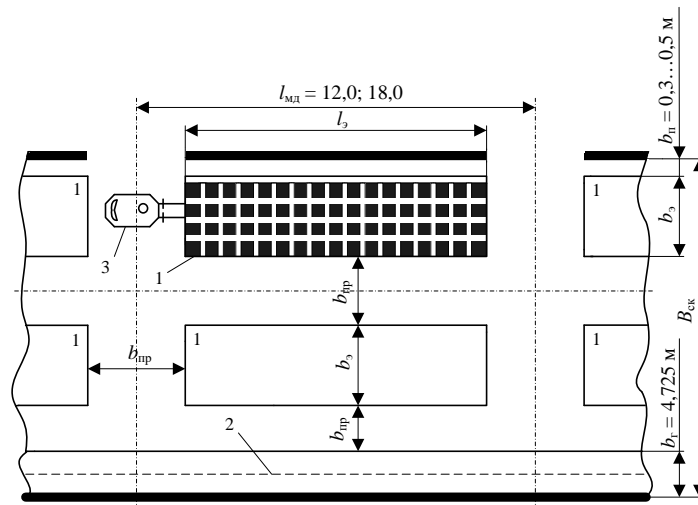


Рисунок 2.9 – Схема к расчету параметров элементарной площадки:
1 – элементарная площадка; 2 – ось железнодорожного пути; 3 – электропогрузчик

Ширину проезда, м, между штабелями груза определяют в зависимости от типа и размеров пакета. При укладке или взятии груза из штабеля погрузчик разворачивается на 90° . Поэтому для четырехкопорного погрузчика

$$b_{пр} = r_k + a + b + 2c, \text{ если } m \leq \frac{l}{2}; \quad (2.81)$$

$$b_{пр} = r_k + \sqrt{(a+b)^2 + \left(\frac{l}{2} - m\right)^2} + 2c, \text{ если } m \geq \frac{l}{2}; \quad (2.82)$$

для трехкопорного погрузчика

$$b_{пр} = r_k + r_r + 2c, \quad (2.83)$$

где r_k, r_r – радиусы поворота по наиболее выступающей точке машины и груза (пакета), м;

a – расстояние от передней оси погрузчика до вертикальной полки вил;

b, l – соответственно ширина и длина груза, м;

c – минимальный зазор между погрузчиком и штабелем (0,15–0,20 м);

$$m = \frac{b_{погр}}{2} + r_b; \quad (2.84)$$

$b_{погр}$ – ширина погрузчика, м;

r_b – внутренний радиус поворота, м.

Значение r_k рассчитывается по формуле

$$r_k = \sqrt{\left(m + \frac{K}{2}\right)^2 + d^2}, \quad (2.85)$$

где K – ширина корпуса погрузчика, м;

d – расстояние от передней оси погрузчика до пересечения внешней линии корпуса погрузчика с радиусом его поворота r_k , м.

Количество поддонов (пакетов), устанавливаемых в одном ярусе элементарной площадки,

$$Z_{\Pi} = \frac{l_3 b_3}{(l_{\Pi} + \Delta l)(b_{\Pi} + \Delta l)}, \quad (2.86)$$

где l_{Π} , b_{Π} – соответственно длина и ширина пакета, м;

Δl – расстояние между смежными пакетами, $\Delta l = 0,05 \dots 0,06$ м.

Вместимость груза на элементарной площадке, т,

$$E_3 = z_{\Pi} k_{\text{я}} P_{\Gamma}, \quad (2.87)$$

где $k_{\text{я}}$ – количество ярусов пакетов, устанавливаемых на элементарной площадке;

P_{Γ} – масса груза в пакете, т.

По условию складирования пакетов погрузчиком

$$k_{\text{я}} = [H_{\Gamma} / h_{\Pi}]^* + 1, \quad (2.88)$$

где H_{Γ} – высота подъема груза электро- или автопогрузчиком, м;

h_{Π} – высота пакета (высота груза плюс высота поддона), м.

Потребное количество элементарных площадок

$$z_3 = E_c / E_3. \quad (2.89)$$

Расчетная длина складов, м,

$$L_{\text{ск}} = z_3 l_{\text{мд}} / k_{\text{рп}}, \quad (2.90)$$

где $k_{\text{рп}}$ – количество рядов элементарных площадок, размещаемых по ширине склада (обычно $k_{\text{рп}} = 2$).

Потребное количество складов определяют с учетом установленной длины одного склада $l_{\text{ск}}$ (72, 144, 216 м).

Для складов с внешним расположением железнодорожных путей

$$b_3 = B_{\text{ск}} / 2 - (b_{\text{пр}} / 2 + b_{\Pi}). \quad (2.91)$$

Склады, оборудованные автоматическими кранами-штабелерами, конвейерными системами, стеллажами для хранения грузов, автоматизированными системами управления, рассчитывают в зависимости от вместимости E_c и

* Целая часть числа.

длины типовой секции, принятых объемно-планировочных решений. **Вместимость секции**

$$E_c = K_{яс} n_{п} K_{рс}, \quad (2.92)$$

где $K_{яс}$ – число ярусов стеллажей;

$n_{п}$ – количество пакетов, размещаемых вдоль линии стеллажа в одном ряду;

$K_{рс}$ – число линий стеллажей, которое зависит от ширины секции.

Возможны два основных варианта размещения стеллажей относительно продольной оси секции (рисунок 2.10).

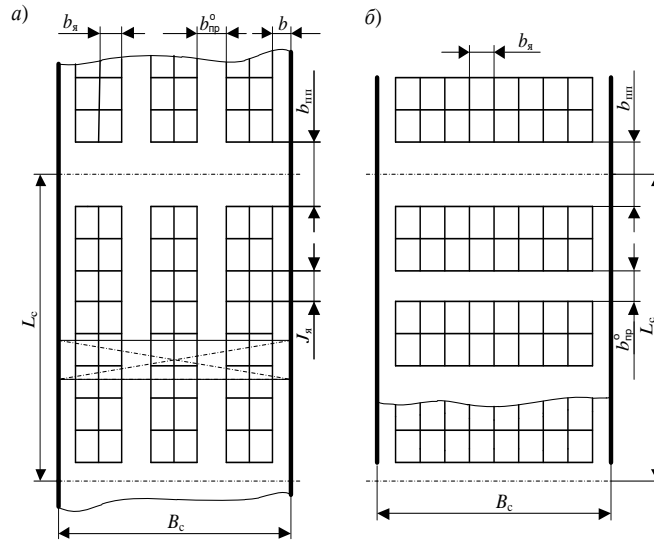


Рисунок 2.10 – Принципиальные схемы расположения стеллажей относительно продольной оси секции:
а – перпендикулярное; б – параллельное

Для схемы на рисунке 2.10, а

$$E_c^1 = (L_c - b_{пш}) K_{рс} K_{яс} / l_{я}, \quad (2.93)$$

для схемы на рисунке 2.10, б

$$E_c^2 = (L_c - b_{пр}^0 (n_{пш} - 1) - b_{пш}) K_{рс} K_{яс} / l_{я}, \quad (2.94)$$

где $b_{пш}$ – ширина проезда между секциями стеллажей, м;

$l_{я}$ – длина ячейки стеллажа, м;

$b_{пр}^0$ – ширина проезда между стеллажами в секции, м;

$n_{пш}$ – число проездов между стеллажами в секции.

Схема (см. рисунок 2.10) применяется, если

$$K_{\text{pc}}(2b_{\text{я}} + b_{\text{пр}}^0) \geq 2(B_c + 2b), \quad (2.95)$$

где $b_{\text{я}}$ – ширина ячейки стеллажа, м;

b – расстояние от стенки склада до стеллажа, м.

Как правило, длина каждой секции не превышает 60 м, а количество ярусов стеллажей – 5.

Необходимое количество ячеек в стеллажных массивах складов

$$Z_{\text{я}} = \left(m_{\text{уч}}^{\text{сп}} + t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{t_{\text{xp}}}} \right) n_{\text{п}}^b, \quad (2.96)$$

где $n_{\text{п}}^b$ – среднее количество пакетов груза в одном вагоне, которое принимается в зависимости от типа вагона (рисунок 2.11). Необходимое количество секций

$$Z_c = Z_{\text{я}} / E_c. \quad (2.97)$$

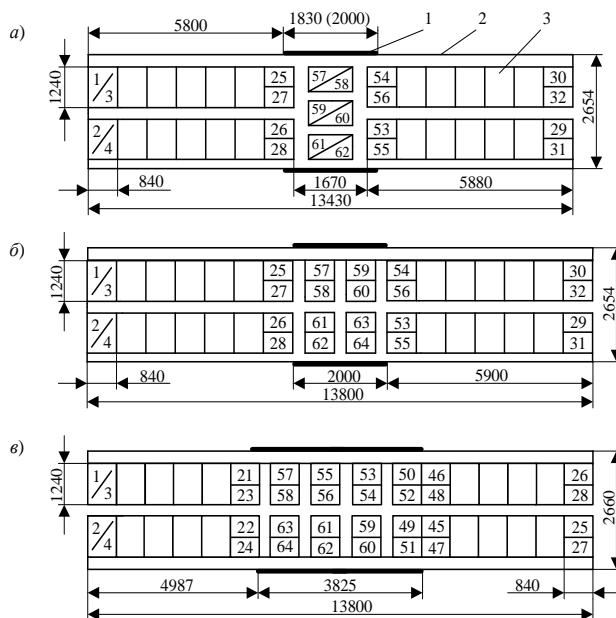


Рисунок 2.11 – Схемы размещения пакетов в крытых вагонах: а – 90 и 106 м³; б и в – 120 м³; 1 – дверной проем; 2 – кузов вагона; 3 – пакет

Металлы. Металлические изделия, тяжеловесные и длинномерные грузы.

Размеры фронтальных складов определяются в зависимости от параметров фронтальных перегрузочных машин и длины причала. Если возникнет

необходимость строительства тыловых складов, то их размеры и количество определяются в следующем порядке.

1 Разрабатывается схема механизированной перегрузки грузов.

2 Определяется ширина площадки ($B_{\text{пл}}$) в зависимости от типа погрузочно-выгрузочных машин.

3 Устанавливается тип, длина ($L_{\text{шт}}$), ширина ($B_{\text{шт}}$) и высота штабеля ($H_{\text{шт}}$) или размер одиночного грузового места.

4 Находится вместимость штабеля ($E_{\text{шт}}$) или масса одиночного грузового места ($P_{\text{гр}}$):

$$E_{\text{шт}} = nP_{\text{гр}}, \quad (2.98)$$

где n – количество грузовых мест в штабеле.

5 Рассчитывается количество штабелей, размещаемых по ширине площадки: $n_{\text{шт}} = B_{\text{пл}}/B_{\text{шт}}$ или $n_{\text{шт}} = B_{\text{пл}}/L_{\text{шт}}$ (в зависимости от принятой схемы размещения штабелей).

6 Определяется число одиночных грузовых мест по ширине площадки: $n_{\text{гм}} = B_{\text{пл}}/B$ или $n_{\text{гм}} = B_{\text{пл}}/L$.

7 Вычисляется вместимость элементарной площадки $E_{\text{эл}} = n_{\text{шт}}E_{\text{шт}}$, или $E_{\text{эл}} = n_{\text{гм}}P_{\text{гр}}$.

8 Рассчитывается длина элементарной площадки:

а) при штабельном хранении

$$l_{\text{эл}} = L_{\text{шт}} + B_{\text{пр}} \text{ или } l_{\text{эл}} = B_{\text{шт}} + B_{\text{пр}}, \quad (2.99)$$

где $B_{\text{пр}}$ – ширина прохода между штабелями;

б) при хранении одиночных грузовых мест

$$l_{\text{эл}} = L + B_{\text{пр}} \text{ или } l_{\text{эл}} = B + B_{\text{пр}} \quad (2.100)$$

9 Определяется потребная длина склада

$$L_{\text{ск}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{хр}}}{E_{\text{эл}}} l_{\text{эл}}, \quad (2.101)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$ – суточный расчетный грузопоток, поступающий на хранение в склад;

$t_{\text{хр}}$ – нормативный срок хранения груза на складе.

10 Рассчитывается потребное количество площадок для хранения груза

$$N_{\text{пл}} = L_{\text{ск}}^{\text{п}} / L_{\text{ск}}^{\text{д}}, \quad (2.102)$$

где $L_{\text{ск}}^{\text{д}}$ – допустимая длина склада.

Грузы, перевозимые в контейнерах

Вначале определяют ширину контейнерной площадки ($B_{ск}$) в зависимости от используемых средств механизации. Затем производят планировку рациональной расстановки контейнеров на площадке и выделяют элементарную площадку с размерами $l_{эл}$ (длина) и b_l (ширина).

Длина склада, м,

$$L = L_k + L_{в.з} + L_p, \quad (2.103)$$

$$L_k = (n_{эл} / K_{эл}) l_{эл}, \quad (2.104)$$

где L_k – длина склада, необходимая для размещения контейнеров, без учета въездов для автотранспорта, м;

$L_{в.з}$ – дополнительная длина площадки для компенсации площади, занятой въездами для автотранспорта, м;

$$L_{в.з} = \frac{n_k^{вз}}{n_k^{эл}} l_{эл}, \quad (2.105)$$

где $n_k^{вз}$ – количество контейнеро-мест, необходимых для размещения въездов для автотранспорта,

$$n_k^{вз} = (N_{в} l_{вз} b_{вз}) / F_k, \quad (2.106)$$

$N_{в}$ – количество въездов,

$$N_{в} = \left\lceil \frac{L_k}{l_{в}} - 1 \right\rceil; \quad (2.107)$$

$l_{вз}, b_{вз}$ – длина и ширина въезда для размещения автомобильного подвижного состава, м;

F_k – площадь склада, занимаемая одним контейнером с учетом зазоров между рядом стоящими контейнерами, м²;

$l_{в}$ – расстояние между въездами, м (для мостовых кранов – 20, стреловых – 40).

L_p – длина склада, необходимая для размещения контейнеров, направляемых в ремонт, м;

$n_{эл}$ – количество элементарных площадок, необходимых для размещения заданных объемов груза в контейнерах;

$$n_{эл} = \frac{(Q_{сут}^{р(ск.а)} t_{хр}^о + Q_{сут}^{р(ск.ж)} t_{хр}^{пр})}{E_{эл}}, \quad (2.108)$$

где $Q_{сут}^{р(ск.а)}$, $Q_{сут}^{р(ск.ж)}$ – расчетный суточный грузопоток, поступающий на хранение в склад соответственно автомобильным и железнодорожным транспортом, т;

$t_{\text{хр}}^o, t_{\text{хр}}^{\text{пр}}$ – нормативный срок хранения контейнеров на складе по
прибытии и отправлении, сут;
 $E_{\text{эл}}$ – вместимость элементарной площадки, т,

$$E_{\text{эл}} = n_{\text{к}}^{\text{эл}} P_{\text{гр}}^{\text{к}} ; \quad (2.108)$$

$n_{\text{к}}^{\text{эл}}$ – количество контейнеров, размещаемых на элементарной площадке (определяется схемой расстановки контейнеров);

$P_{\text{гр}}^{\text{к}}$ – масса груза в одном контейнере, т;

$k_{\text{эл}}$ – количество элементарных площадок, размещаемых по ширине складов (определяется схемой расстановки контейнеров).

Для схемы расстановки контейнеров, приведенной на рисунке 2.12,

$$l_{\text{эл}} = 2l_{\text{к}} + b_3' + b_3'', \quad (2.110)$$

где $l_{\text{к}}$ – длина контейнера;

b_3', b_3'' – расстояние между рядом расположенными контейнерами и элементарными площадками.

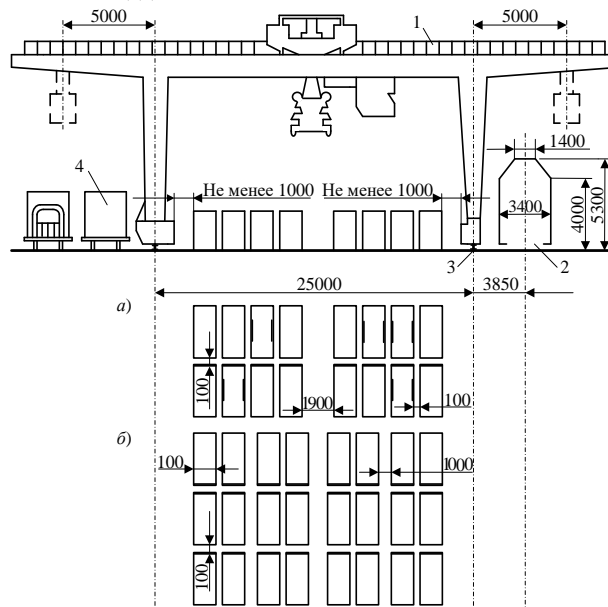


Рисунок 2.12 – Схемы размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с одним железнодорожным путем:

a – при поступлении контейнеров с боковыми дверями; b – у контейнеров нет боковых дверей;

1 – козловой кран; 2 – железнодорожный путь; 3 – подкрановый путь; 4 – автомобиль

Лесные грузы

При выборе площадки для размещения лесоматериалов учитывают следующие **факторы**:

- вид и количество лесоматериалов, предназначенных для хранения;
- способ доставки лесоматериалов (транспорт, периодичность, величина партий груза);
- расположение потребителей лесоматериалов;
- способ хранения древесины (мокрый, влажный, сухой);
- способ сушки (естественный, принудительный);
- средства механизации, используемые на складе.

Габаритные размеры штабелей применяются с учетом удобства их обслуживания средствами механизации и обеспечения пожарной безопасности.

Вместимость штабеля леса (в кубических метрах плотной древесины)

$$V_{\text{ш}}^{\text{п}} = V_{\text{ш}}^{\text{г}} \kappa_{\text{з}}, \quad (2.111)$$

где $V_{\text{ш}}^{\text{г}}$ – геометрический объем штабеля, м³;

$\kappa_{\text{з}}$ – коэффициент заполнения (полнодревесности) штабеля (при хранении бревен без прокладок – 0,65–0,72, на прокладках – 0,47–0,60, пакетами – 0,60–0,70, для досок – 0,40–0,50, брусьев – 0,5–0,6).

Число штабелей для хранения заданных объемов круглого леса или пиломатериалов

$$n_{\text{ш}} = \kappa_{\text{ш}} V_{\text{л}} / V_{\text{ш}}^{\text{п}}, \quad (2.112)$$

где $\kappa_{\text{ш}}$ – коэффициент, учитывающий недогрузку штабелей (1,1–1,2);

$V_{\text{л}}$ – объем плотной древесины, подлежащей хранению на складе, м³,

$$V_{\text{л}} = Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{хр}} / \rho, \quad (2.113)$$

$Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$ – суточный расчетный грузопоток, поступающий на хранение в склад, т;

$t_{\text{хр}}$ – нормативный срок хранения древесины на складе, сут;

ρ – удельный вес древесины, т/м³.

Зная площадь, занимаемую штабелем леса, количество штабелей, определяют площадь, длину и ширину склада на основании требований по размещению штабелей.

Навалочные сыпучие, порошкообразные, пылевидные грузы

Формулы определения параметров штабелей приведены в таблице 2.4, где L – длина штабеля, м; B – ширина штабеля, м; ρ – угол естественного откоса штабелируемого груза, град; H – высота штабеля, м; R, r – радиусы основания и верха кругового конусного и секторного штабелей, м; b – расстояние между точками истечения груза при М-образном и хребтовом складировании, м; h – расстояние от основания штабеля до рабочей ленты кон-

вейера, м; b_1, b_2 – ширина ленточных конвейеров, используемых для погрузки груза, град; α – угол сектора, где располагается груз, град; γ – объемная масса груза, т/м³.

Числоobeliskовых и призматических штабелей определяют из условия, что длина штабеля – 30–50 м, ширина прохода между штабелями – 1,5 м, проезды между рядами штабелей – не менее 6 м, а круговых конусных и радиальных – по формуле

$$n_{шт} = \frac{E_c}{V\gamma}, \quad (2.114)$$

где E_c – потребная вместимость склада, т.

Хребтовый и М-образный штабеля образуются при выгрузке сыпучих грузов с эстакад, поэтому количество штабелей будет зависеть от количества эстакад (если выгружается однородный груз) или количества родов выгружаемых грузов.

Грузы второй группы хранят в силосных, крытых складах, под навесами.

Количество силосов в силосном складе определяют для двух случаев:

а) груз хранится только в силосах –

$$n_c = \frac{E_c}{V_c\gamma}, \quad (2.115)$$

б) груз хранится в силосах и звездочках, образуемых силосами, –

$$n_c = \frac{\frac{E_c}{\gamma} + V_3(m+n-1)}{V_c + V_3}, \quad (2.116)$$

где V_3, V_c – вместимость звездочки и силоса соответственно, м³;

m, n – число силосов по ширине и длине.

Схема к расчету вместимости силоса и звездочки приведена на рисунке 2.13.

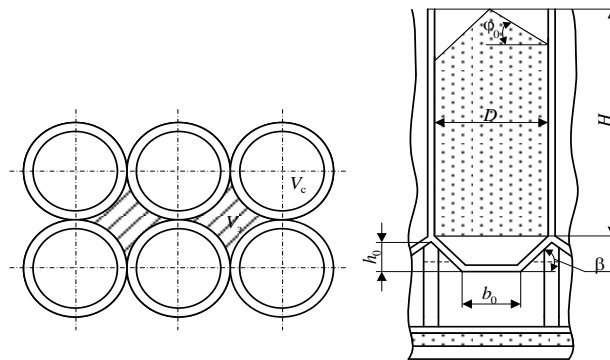


Рисунок 2.13 – Схема к расчету силосного склада

Таблица 2.4 – Формулы определения параметров штабеля

Тип штабеля	Объем штабеля, м ³	L, м	B, м	H, м	R, м	h, м	α, град
Обелисковый	$V = H \left[LB - \frac{Y}{\operatorname{tg} \rho} \left(B + L - \frac{4H}{3 \operatorname{tg} \rho} \right) \right]$	$L = \frac{E_c}{\gamma H \left(B - \frac{H}{\operatorname{tg} \rho} \right)}$	Определяется типом ПРМ и схемой КМАППР	Определяется типом ПРМ и грузом	–	–	–
Призматический	$V = \frac{BH}{6} \left(3L - \frac{2H}{\operatorname{tg} \rho} \right)$	$L = \frac{E_c \operatorname{tg} \rho}{\gamma H}$ $L = \frac{4E_c}{\gamma B^2 \operatorname{tg} \rho}$	$B = \frac{24}{\operatorname{tg} \rho}$	$H = \frac{B \operatorname{tg} \rho}{2}$	–	–	–
Круговой	$V = R^2 - \frac{RH}{\operatorname{tg} \rho} + \frac{H}{3(\operatorname{tg} \rho)^3} \pi H$	–	–	–	Определяется типом ПРМ и схемой КМАППР	–	–
Конусный	$V = \frac{H}{3} \pi R^2$	–	–	$H = R \operatorname{tg} \rho$	$R = \frac{H}{\operatorname{tg} \rho}$	–	–
Радиальный	$V = \frac{H \alpha \pi}{720} (R^2 - 2^2) + \frac{\pi H B^2}{12}$	–	–	Определяется типом ПРМ и схемой КМАППР	Определяется типом ПРМ и схемой КМАППР	–	Определяется параметрами ПРМ и схемой КМАППР
М-образный	$V = \left(\frac{H}{\operatorname{tg} \rho} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} \rho \right) L$	–	$B = \frac{2H}{\operatorname{tg} \rho} + b$	Определяется высотой эстакады	–	–	–
Хребтовый	F – площадь поперечного сечения, м ² , $F = \left[\frac{H^2}{\operatorname{tg} \rho} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} \rho + \frac{2h}{\operatorname{tg} \rho} + 2b_1 h \right]$; $V = FL$	$L = \frac{E_c}{\gamma E}$	–	–	–	$h = \frac{B - 2b_1}{4} \operatorname{tg} \rho$	–

Вместимость силоса

$$V_c = \frac{\pi D^2 \left(H - \frac{D}{2} \operatorname{tg} \rho \right)}{4} + \frac{\pi D^2 \operatorname{tg} \rho}{24} + \frac{\pi}{12} \left(D^2 h_o + \frac{D^2 b_o \operatorname{tg} \beta}{2} - b_o^3 \operatorname{tg} \beta \right), \quad (2.117)$$

или в упрощенном виде

$$V_c = \frac{\pi D^2 H}{4}, \quad V_s = D^2 H \left(1 - \frac{\pi}{4} \right), \quad (2.118)$$

где H – высота силоса, м;

h_o – высота конусной выпускной части бункера, м;

b_o – диаметр выпускного отверстия, м;

β – угол откоса выпускной части бункера.

Площадь склада для хранения груза равна подштабельному основанию. Общую площадь склада определяют с учетом площади для проходов, проездов и размещения подъемно-транспортных средств и сооружений на основании принятой схемы КМАППР.

2.5.3 Определение потребного количества погрузочно-выгрузочных машин

Количество основных перегрузочных машин, необходимое для обеспечения заданных объемов грузопереработки,

$$z = \frac{(Q_{c.п} + Q_{ск.в} + Q_{c.о} + Q_{в.с}) \eta}{n_{\phi}} \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{T_{рем}} \right), \quad (2.119)$$

где $Q_{c.п}$, $Q_{ск.в}$, $Q_{c.о}$, $Q_{в.с}$ – значения объемов перегрузки в соответствии с принятыми схемами перемещения грузов (см. рисунки 2.1–2.6), т/сут;

η – коэффициент резерва пропускной способности причала (1,3–1,8);

n_{ϕ} – суточная пропускная способность причала при работе одной машины, т/сут;

k – количество видов ремонтов за межремонтный цикл $T_{рем}$;

n_i – количество ремонтов i -го вида за период $T_{рем}$;

t_i – продолжительность i -го вида ремонта, ч.

Суточная пропускная способность причала при работе одной машины

$$n_{\phi} = \frac{k_{\text{вр}}}{\frac{\alpha}{P_{\text{с.в}}} + \frac{1-\alpha}{P_{\text{с.ск}}} + \frac{\beta}{P_{\text{ск.в}}}}, \quad (2.120)$$

где $P_{\text{с.в}}$, $P_{\text{с.ск}}$, $P_{\text{ск.в}}$ – производительность одной основной машины при работе по вариантам «судно – вагон и обратно», «судно – склад и обратно» и «склад – вагон и обратно» соответственно т/сут.

Суточная производительность одной основной машины по различным вариантам работы

$$P_{\text{сут}} = n_{\text{см}} t_{\text{оп}} Q_{\text{ч}}, \quad (2.121)$$

где $t_{\text{оп}}$ – оперативное время за смену [4], ч;

$Q_{\text{ч}}$ – часовая эксплуатационная производительность машины, т/ч.

Эксплуатационная производительность машин циклического (периодического) действия

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{теор}} k_{\text{гр}} k_{\text{вр}} = Q_{\text{тех}} k_{\text{вр}}, \quad (2.122)$$

где $Q_{\text{теор}}$, $Q_{\text{тех}}$ – теоретическая и техническая производительность, т/ч;

$$Q_{\text{теор}} = \frac{G_{\text{н}}}{T_{\text{ц}}^{\text{с}}}; \quad (2.123)$$

$$Q_{\text{тех}} = \frac{G_{\text{гр}}}{T_{\text{ц}}^{\text{с}}}, \quad (2.124)$$

$T_{\text{ц}}^{\text{с}}$ – продолжительность рабочего цикла перегрузочной машины с учетом совмещения операций, ч.

$k_{\text{гр}}$ – коэффициент использования машины по грузоподъемности,

$$k_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{гр}}}{G_{\text{н}}}, \quad (2.125)$$

$G_{\text{гр}}$ – масса фактически перегружаемого груза в одном подъеме, т;

$G_{\text{н}}$ – номинальная грузоподъемность машины, т;

$k_{\text{вр}}$ – коэффициент использования машины по времени (0,8–0,9).

Для тарно-штучных грузов масса груза в одном подъеме $G_{\text{гр}}$ принимается по данным, приведенным в таблице 10 [4], а для навалочных определяется по формуле

$$G_{гр} = e\gamma\psi, \quad (2.126)$$

где e – емкость грейфера, м³;
 γ – объемная масса груза [4], т/м³;
 ψ – коэффициент заполнения грейфера [4].

При выборе грейфера должно соблюдаться следующее условие:

$$G_n \geq m_r + G_{гр}, \quad (2.127)$$

где m_r – масса грейфера, т.

Грузозахватное устройство для штучных грузов принимается при соблюдении следующих условий:

$$G_{г.у} \geq m_{п.ср} + G_{гр}; \quad (2.128)$$

$$G_n \geq m_{г.у} + m_{п.ср} + G_{гр}, \quad (2.129)$$

где $m_{п.ср}$ – масса пакетирующих средств, т;

$m_{г.у}$ – масса грузозахватного устройства, т.

При перегрузке лесных грузов грейфером масса одного подъема устанавливается по формуле

$$G_{гр} = Sl_б\gamma_д\delta_д, \quad (2.130)$$

где S – площадь поперечного сечения зева грейфера, м²;

$l_б$ – длина бревна, м;

$\gamma_д$ – удельная масса древесины, т/м³;

$\delta_д$ – коэффициент полндревесности пачки леса, захваченной грейфером (0,7–0,8).

При выгрузке навалочных грузов из судов грейфером массу груза в одном подъеме и производительность крана определяют отдельно по слоям. Если требуется определить среднюю производительность по судну в целом, то используют формулу

$$\bar{Q}_ч = \frac{100}{\frac{K_1}{Q'_ч} + \frac{K_2}{Q''_ч}}, \quad (2.131)$$

где K_1, K_2 – количество груза в судне по слоям [4], %;

$Q'_ч, Q''_ч$ – эксплуатационная производительность перегрузочной машины соответственно на первом и втором слоях, т/ч.

Для расчета времени цикла строится масштабная схема причала с указанием отметок и углов поворота крана (рисунок 2.14) и определяется по паспортным характеристикам машин и нормативным данным:

– тарно-штучные грузы:

$$T_{ц} = t_3 + t_{пр} + t_{от} + t'_{пр}; \quad (2.132)$$

– навалочные грузы:

$$T_{ц} = t_y + t_{зх} + t_{пр} + t_{нг} + t_v + t'_{пр}; \quad (2.133)$$

– лесные грузы:

$$T_{ц} = t_y + t_{зх} + t_{пр} + t_{тц} + t_{нг} + t_v + t'_{пр}; \quad (2.134)$$

где t_3 – продолжительность застропки пакета груза, с;

$t_{пр}$ – продолжительность перемещения груза, с,

$$t_{пр} = t_{п} + t_{пв} + t_{оп}, \quad (2.135)$$

$t_{п}$, $t_{оп}$, $t_{пв}$ – продолжительность подъема груза, опускания груза и поворота стрелы крана с грузом, с;

$t_{от}$ – продолжительность отстропки груза, с;

$t'_{пр}$ – продолжительность перемещения порожнего грузозахватного устройства, с,

$$t'_{пр} = t'_{п} + t'_{пв} + t'_{оп}, \quad (2.136)$$

$t'_{п}$, $t'_{пв}$, $t'_{оп}$ – соответственно продолжительность подъема, поворота и опускания грузозахватного устройства, с;

t_y – продолжительность установки порожнего грейфера на груз, с;

$t_{зх}$ – продолжительность захвата груза грейфером, с;

$t_{нг}$, t_v – продолжительность направления или опорожнения грейфера, с;

$t_{тц}$ – продолжительность торцевания пачки бревен перед погрузкой в вагоны, с;

Высота подъема $H_{п}$ при выгрузке грузов из судна

$$H_{п} = \Delta_{г} - \Delta_{н} + h, \quad (2.137)$$

где $\Delta_{г}$, $\Delta_{н}$ – отметка территории берега и расчетного горизонта воды, м;

h – высота подъема груза над территорией причала, м.

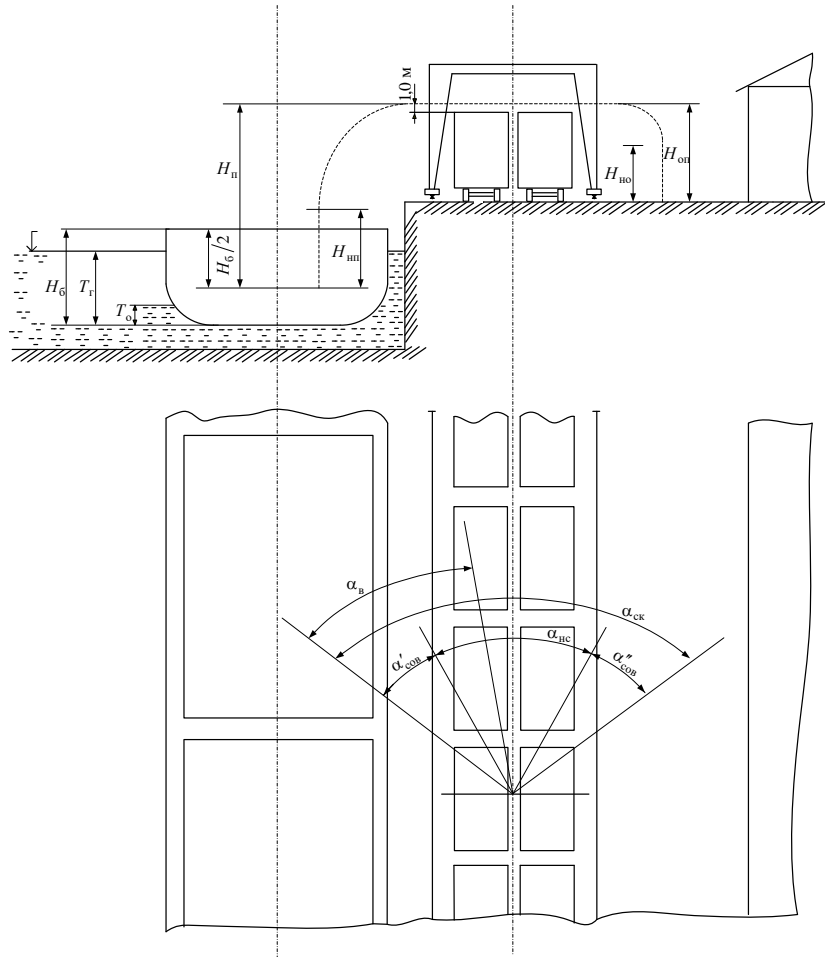


Рисунок 2.14 – Схема перемещения груза краном

На рисунке 2.14: $H_{п}$, $H_{оп}$ – полная высота подъема и опускания груза; $H_{пп}$, $H_{но}$ – высота подъема и опускания груза, не совмещенного с поворотом; $H_{б}$ – высота борта судна; $T_{г}$ – осадка полностью груженого судна; $T_{о}$ – осадка судна без груза; $\alpha_{в}$, $\alpha_{ск}$ – угол поворота стрелы крана при работе по вариантам «судно – вагон» и «судно – склад»; $\alpha_{нс}$ – угол поворота стрелы

крана, не совмещенного с подъемом или опусканием груза; $\alpha'_{\text{сов}}$ – угол поворота стрелы крана, совмещенного с подъемом или опусканием груза из трюма судна; $\alpha''_{\text{сов}}$ – угол поворота стрелы крана, совмещенного с подъемом или опусканием груза на склад.

Высота подъема h устанавливается с учетом высоты вагона и безопасной зоны перемещения груза над ним. При перегрузке тарно-штучных грузов из судов на склад и обратно, а также навалочных грузов по варианту «судно – вагон» $h = 6,3...6,5$ м. При перегрузке навалочных и лесных грузов по варианту «судно – склад» h устанавливается с учетом высоты штабеля. Аналогичные обстоятельства учитываются при определении высоты опускания груза.

Угол поворота стрелы крана устанавливаются в зависимости от варианта работ с учетом оптимальной расстановки кранов относительно судна или вагона и склада.

Время на перемещение груза при его перегрузке кранами с поступательно-возвратным движением захватного устройства (мостовые, козловые, кабельные, мосто-кабельные краны, перегрузочные мосты, грейферно-бункерные и грейферно-конвейерные перегрузатели) устанавливается по формуле

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{п}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{о}}, \quad (2.138)$$

где $t_{\text{п}}$, $t_{\text{о}}$ – продолжительность подъема и опускания груза, с,

$$t_{\text{п(о)}} = \frac{H_{\text{п(о)}}}{v_{\text{п(о)}}} + t_{\text{п}} + t_{\text{т}}, \quad (2.139)$$

$H_{\text{п(о)}}$ – высота подъема или опускания захватного приспособления, м;

$v_{\text{п(о)}}$ – скорость подъема или опускания груза, м/с;

$t_{\text{п}}$, $t_{\text{т}}$ – время разгона и торможения (2–4), с;

$t_{\text{пр}}$ – время перемещения груза, с,

$$t_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{пр}}}{v_{\text{пр}}} + t_{\text{п}} + t_{\text{т}}, \quad (2.140)$$

$L_{\text{пр}}$ – расстояние перемещения груза, м;

$v_{\text{пр}}$ – скорость передвижения грузовой тележки или крана, м/с.

Продолжительность рабочего цикла электро- и автопогрузчиков

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{з}} + t_{\text{т}} + t_{\text{п}} + t_{\text{о}}, \quad (2.141)$$

где t_3 – продолжительность захвата и застропки груза, с;

t_{Γ}, t_{Π} – продолжительность передвижения погрузчика с грузом и в порожнем состоянии, с,

$$t_{\Gamma} = \frac{l_{\Gamma}}{v_{\Gamma}} + \tau_p + \tau_3; \quad (2.142)$$

$$t_{\Pi} = \frac{l_{\Pi}}{v_{\Pi}} + \tau_p + \tau_3; \quad (2.143)$$

l_{Γ}, l_{Π} – расстояние передвижения погрузчика с грузом и в порожнем состоянии, с;

v_{Γ}, v_{Π} – скорости передвижения погрузчика с грузом и в порожнем состоянии, м/с;

τ_p, τ_3 – время на разгон и замедление, с;

t_y – продолжительность укладки груза и отстропки, с.

Производительность машин непрерывного действия определяется по формулам, приведенным в [4].

Для определения количества и вида ремонтов за период $T_{\text{рем}}$ (межремонтный цикл) используются данные по периодичности ремонта фронтальных машин, где n_i определяется из выражения

$$n_i = \left\lfloor \frac{k_i}{T_i} \right\rfloor - 1, \quad (2.144)$$

$$T_{\text{рем}} = k. \quad (2.145)$$

Количество тыловых погрузочно-выгрузочных машин определяется по каждому типу машин:

$$z_{\Gamma} = \frac{Q_{\text{сут}}^{p(\Gamma)}}{n_{\text{см}} t_{\text{оп}} Q_{\text{ч}}} \left(1 + \frac{\sum n_i t_i}{T_{\text{рем}}} \right), \quad (2.146)$$

где $Q_{\text{сут}}^{p(\Gamma)}$ – суточный расчетный объем грузопереработки определенного типа машин (определяется в соответствии с принятой схемой перемещения груза в порту, приведенной на рисунках 2.1–2.6), т/сут;

n_i – количество ремонтов (определяется по формуле (2.144)).

t_i – продолжительность ремонта, маш. ч.

Значения параметров складов, их числа, размеров грузовых фронтов, требуемое количество погрузочно-выгрузочных машин используются в дальнейшем при планировке портовой территории и экономическом обосновании схем механизированной перегрузки грузов в портах.

Контрольные вопросы

- 1 От каких свойств грузов зависят условия их хранения в складах?
- 2 Какие требования предъявляются к подвижному составу для перевозки различных грузов?
- 3 Приведите возможные схемы перемещения грузов в порту.
- 4 Как определяются расчетная грузопереработка и транспортный поток?
- 5 Как классифицируются склады по назначению?
- 6 Какие требования предъявляются к проектированию складов для различных грузов?
- 7 Как рассчитать площадь и размеры склада по методу удельных допустимых давлений?
- 8 Каковы формулы расчета длины и ширины склада по методу элементарных площадок?

3 РАЗРАБОТКА СХЕМ ПЕРЕГРУЗКИ ГРУЗОВ В ПОРТАХ

3.1 Тарно-штучные грузы крытого хранения

3.1.1 Характеристика и параметры пакетов, блок-пакетов и средств пакетирования грузов

Тарно-штучные грузы имеют большое разнообразие по форме, массе. Их условно можно разделить на две группы: **тарно-упаковочные** и **штучные без упаковки**.

Грузы первой группы перевозят в таре, параметры которой установлены государственными стандартами.

Т а р а может быть жесткой, полужесткой и мягкой.

Жесткая тара предохраняет груз от внешних воздействий во время транспортировки и хранения (ящики, бочки, бидоны и другие емкости, способные воспринимать давление со всех сторон; открытые ящики, ящики со стеклом, воспринимающие давление только в одном направлении).

Полужесткой тарой считают коробки, решетки, корзинки и др.

Мягкая тара используется для грузов, не подвергающихся деформации (мешки, кули, сетки, тюки).

К штучным грузам без упаковки относят комплектующие изделия, запасные части к машинам и др. (за исключением металлов и лесных грузов).

Наиболее эффективный способ их доставки – пакетный.

П а к е т ы должны обеспечивать возможность механизированной перегрузки, сохранность груза и высокую степень использования вместимости и грузоподъемности транспортных средств.

П а к е т н ы й с п о с о б перевозки грузов заключается в том, что отдельные штучные грузовые единицы в таре и в незатаренном виде у отправителя объединяют в одно укрупненное место – пакет, как правило, с применением специальных приспособлений (поддонов, или увязочных устройств) и доставляют его до получателя без расформирования в пути. При этом погрузку, выгрузку, штабелирование и другие операции с укрупненными местами выполняют только механизированным способом.

К средствам пакетирования относят следующие приспособления:

– *поддон* – наиболее распространенное средство пакетирования, имеющее различные конструкции и модификации;

– *пакетирующая кассета* – несущее специализированное многооборотное средство пакетирования, состоящее из рам, стоек или соединительных элементов;

– *строп* – средство пакетирования, состоящее из жестких и (или) гибких элементов, сеток, скрепляющих пакет груза на поддоне или без него;

– *обвязка* – скрепляющее средство пакетирования полужесткой или гибкой конструкции (лента, проволока, сетка, пленка, водонепроницаемая бумага и т. п.);

– *подкладной лист* – средство пакетирования, представляющее собой сплошной или со сквозными отверстиями по всей площади лист, имеющий гладкую поверхность, с отогнутым вверх краем (краями);

– *прокладка для пакетов*, используемая в качестве амортизатора, средства предохранения груза от вредного воздействия, а также с целью разделения пакетов;

– *пакетирующая стяжка* – полужесткое средство пакетирования со стягивающим приспособлением.

Для пакетирования грузов используют плоские, ящичные и стоечные поддоны (сборно-разборные и неразборные). Стоечные и ящичные поддоны обеспечивают стабильную форму пакетов. Для пакетов на плоских поддонах требуется дополнительное крепление.

Техническая характеристика плоских поддонов приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика плоских поддонов

Тип	Поддон	Размеры в плане, мм		Грузоподъемность, т
		длина	ширина	
П2	Однонастильный двухзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
П4	четырёхзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2П4	Двухнастильный четырёхзаходный	1200	800	1,0
2ПО4	То же с окнами в нижнем настиле	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2ПВ2	Двухнастильный двухзаходный с выступами	1800	1200	2,0; 3,2
2ПВО2	То же с выступами и окнами	1600	1200	2,0; 3,2

Наиболее распространенным типом плоского поддона является *деревянный двухнастильный четырёхзаходный с окнами в нижнем настиле* (рисунок 3.1) и размерами 1200 × 800 × 130 мм.

Грузы, спакетированные на поддонах, не должны выступать за их пределы более чем на 20 мм с каждой стороны. Максимальная высота пакета, предназначенного для перевозки железнодорожным транспортом, при одноярусной укладке равна 1800 мм, при двухярусной – 1150 мм, а в вагонах

вместимостью 120 м^3 высота пакета определяется высотой дверного проема вагона за вычетом размера дорожного просвета и зазора между грузом и верхней поперечной дверью.

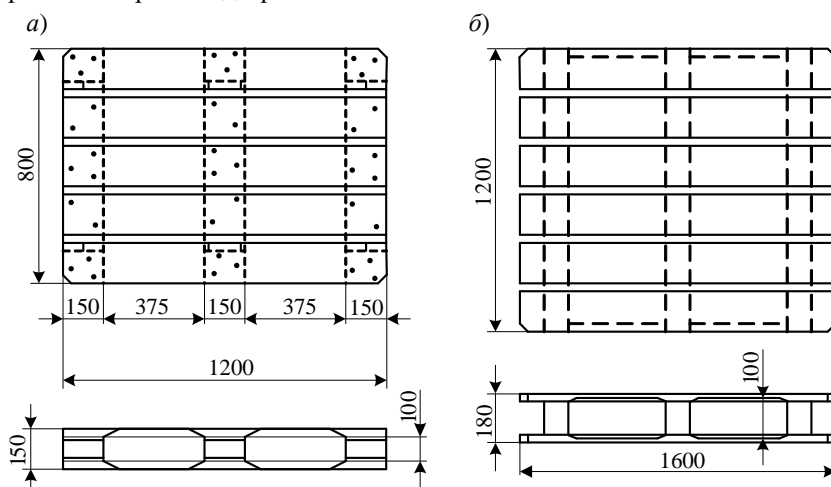


Рисунок 3.1 – Деревянные поддоны:
а – 2П04; б – 2ПВ02

Плоские поддоны допускают четырехъярусное штабелирование с грузом с максимальной загрузкой. Срок службы поддона – до 2 лет. Масса поддона – 25–30 кг.

Для обеспечения устойчивости пакетов и сохранности груза при транспортировке и хранении используются для крепления стальные, тканевые, пластмассовые ленты, мягкая стальная проволока, сетки, термоусадочные и растягивающиеся пленки.

Сточные поддоны имеют над верхним настилом (грузовой площадкой) выступающие стойки, которые могут быть жестко закрепленными (несъемными) и шарнирными (складными). Стойки служат для удержания расположенного на поддоне груза, а также для восприятия нагрузки от вышележащих поддонов при штабелировании в несколько ярусов. Такие поддоны применяют для грузов, не выдерживающих больших нагрузок. Конструкция сточных поддонов должна обеспечивать возможность установки на их стойки плоских поддонов.

Используются два типоразмера сточных поддонов – $835 \times 1240 \times 1150$ и $1040 \times 1240 \times 1150$ мм грузоподъемностью 1,0 и 1,25 т.

Ящичные поддоны имеют три или четыре боковые стенки, которые могут быть жестко закрепленными, складными и съемными. Стенки бывают сплошные, решетчатые, реечные и сетчатые. Материал стенок может быть различным. Ящичные поддоны используют для транспортирования и хра-

нения мелких штучных грузов, не имеющих внешней упаковки и тары. Стандартом установлены такие же габаритные размеры и грузоподъемности, что и для стоечных поддонов. Максимальная вместимость ящичного поддона – до 1 м³.

Формирование пакетов с использованием термоусадочной пленки может производиться как на поддонах, так и без них на специальных шаблонах, в которых предусматриваются проемы для завода вилок погрузчика.

Пластиковый поддон предназначен для использования в качестве самостоятельной тары в различных транспортных, складских и погрузочно-выгрузочных операциях.

Преимущества использования полимерного пластикового поддона перед стандартным деревянным:

- высокая прочность и легкость за счет использования композитной технологии;
- температурный режим от –30 до +70 °С, мойка при температуре до +95 °С;
- захват погрузчиком с четырех сторон;
- износоустойчивость, длительный срок эксплуатации;
- гигиеничность, легкость чистки и дезинфекции, наличие технологических отверстий в дне обеспечивает легкое удаление попавшей влаги и конденсата;
- высокая стойкость к агрессивным жидкостям, нетоксичность;
- стойкость к атмосферным изменениям, отсутствие реакции на повышенную влажность, независимость массы поддона от погодных условий;
- отсутствие отделяющихся частей обеспечивает чистоту в складских и производственных помещениях потребителя;
- возможность вторичной переработки;
- соответствие требованиям Евростандарта, гигиенический сертификат.

На транспорте широко применяют флеты, тилты, болстеры.

Флет – поддон со складными стенками, в который можно устанавливать грузы в пакетах и без упаковки, не требующие защиты, которые обеспечивают контейнеры. Флеты бывают трех видов: плоские, с торцевыми бортами, с полной надстройкой. Плоский флет представляет собой грузовую платформу с размерами стандартного контейнера, оборудован фитингами и не имеет надстройки. Достоинства заключаются в удобстве штабелирования без груза и при возврате, недостатки – в необходимости крепления груза, невозможности использования спредеров обычного для контейнеров типа, невозможности штабелирования флетов в груженом состоянии. Флет с торцевыми бортами или стойками (стационарными или складными) не имеет продольных элементов для скрепления торцевых стенок, которые способны воспринимать нагрузки. Он более распространен, чем плоский, так как допускаем многоярусное складирование. Флет с полной надстройкой имеет кроме основания боковые элементы, способные воспринимать нагрузки, может иметь один или несколько сплошных бортов, скрепленных верхней

рамой, иногда снабжается съемными крышками или эластичными закрытиями. Флеты различных типов имеют основание, размеры которого соответствуют размерам контейнерного типа 1С. Собственная масса флета в зависимости от конструкции составляет 1,4–3,5 т.

Тилт – поддон со складными щитами-стенками расположенными со всех четырех сторон.

Болстер – поддон-площадка, размеры которой соответствуют стандарту ISO с угловыми фитингами и гнездами для стоек.

Применение пакетных перевозок позволяет:

- увеличить производительность труда на погрузочно-выгрузочных и складских работах в 3–5 раз;
- повысить вместимость склада за счет многоярусного штабелирования груза в 1,5 раза;
- сократить простой подвижного состава под грузовыми операциями в 2–4 раза.

3.1.2 Формирование пакетов тарно-штучных грузов

Пакетирование грузов завершает технологический процесс предприятий-отправителей грузов, которые для формирования пакетов применяют пакетоформирующие машины. Предприятия-грузополучатели используют пакеторасформирующие машины.

Пакетоформирующие машины применяют двух типов: вертикального пакетирования и горизонтального. В машинах вертикального пакетирования грузы подаются через специальные кассеты, которые образуют вертикальные стопки мест. При подаче стопок на поддон формируется пакет стандартных размеров. В машинах горизонтального пакетирования пакет формируется послойно (горизонтальными рядами). Отдельные грузовые места подаются на приемный комплектовочный стол конвейерами и располагаются на нем в соответствии со схемой формирования пакетов. Поддон удерживается гидравлическим или механическим подъемником ниже уровня приемного стола. После укладки одного полного слоя грузовых мест подъемный стол убирается и эти грузовые места оказываются на поддоне. Поддон опускается подъемником на высоту одного слоя грузовых мест. Затем приемный стол вновь занимает исходное положение и на нем формируется новый слой груза. Операции многослойной укладки повторяют до полного формирования пакета. Готовый пакет опускается подъемником на отправочный конвейер.

Производительность машин горизонтального пакетирования в 2–3 раза выше машин вертикального пакетирования.

Перспективным направлением в формировании пакетов является использование роботоманипуляторов.

На рисунке 3.2 приведена схема пакетоформирующей машины послыного формирования. Образование пакета происходит следующим образом. Первый мешок сбрасывается подающим конвейером 3 на стол формирования ряда 5, затем поперечным толкателем 8 продвигается к противоположной стенке (положение I). Второй мешок продольным толкателем 6 подается в зону раздвижных створок (положение II). Третий мешок первого ряда, поступив в устройство формирования, поперечным толкателем направляется в центр поворотного круга (положение II), где разворачивается на 90° (положение III). Затем этот мешок и два предыдущих продольным толкателем вводятся в зону раздвижных створок. Створки раздвигаются в стороны от центра и ряд опускается на поддон, расположенный под створками. После этого платформа опускается на высоту одного ряда пакетов. Следующий ряд образуется в обратной последовательности.

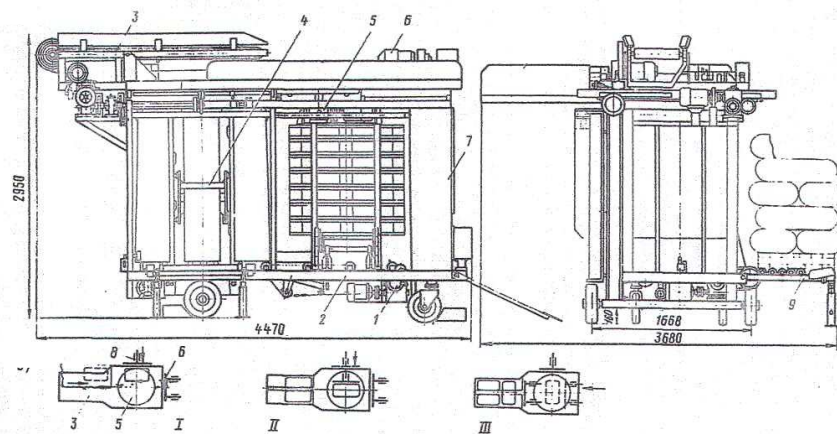


Рисунок 3.2 – Пакетоформирующая машина ЧМ:

- 1 – шахта запасных поддонов; 2 – рама машины; 3 – подающий конвейер;
- 4 – шахта формирования пакетов; 5 – поворотный круг; 6 – продольный толкатель;
- 7 – шкаф пусковой аппаратуры; 8 – поперечный толкатель; 9 – механизмы выдачи поддона

После формирования последнего ряда пакета рама платформы пакетоформирователя опускается в крайнее нижнее положение и сформированный на поддоне пакет ленточным конвейером выводится из шахты на роликовый конвейер, откуда снимается вилочным погрузчиком.

После вывода пакета на роликовый конвейер механизм выдачи перемещает порожний поддон в шахту формирования пакетов, платформа-пакетоформирователь вместе с поддоном поднимается, занимает крайнее верхнее положение, и весь цикл повторяется. Обслуживает машину один рабочий. Производительность машины – 50 т/ч, или 750 мешков/ч, масса – 6 т.

На рисунке 3.3 приведена схема пакетоформирующей машины послыного формирования пакета с использованием роликовых конвейеров.

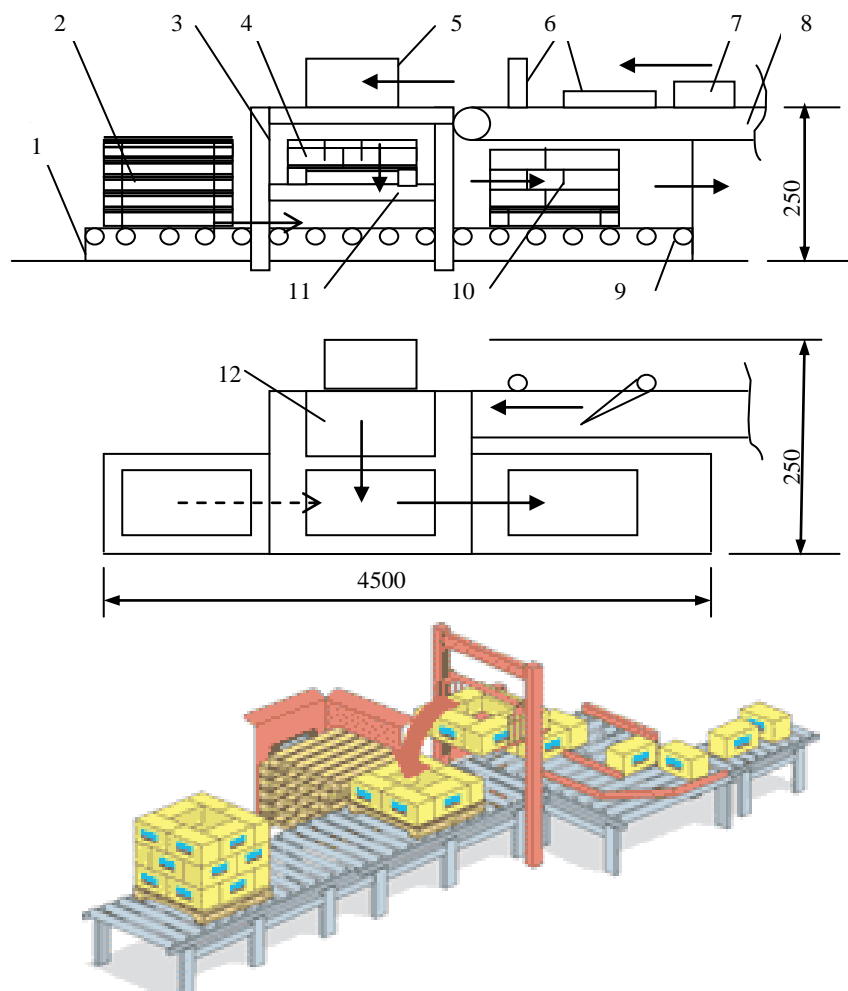
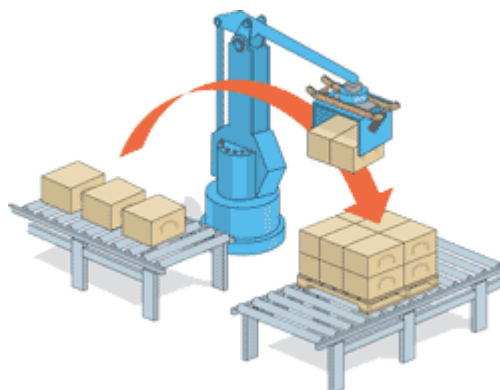


Рисунок 3.3 – Пакетоформирующая машина с горизонтальным формированием слоев грузов:

1 – конвейер подачи пустых поддонов; 2 – магазин пустых поддонов; 3 – корпус (металлоконструкция); 4 – формируемый пакет; 5 – толкатель слоев; 6 – ориентирующие устройства; 7 – грузы; 8 – конвейер подачи грузов; 9 – конвейер выдачи готовых пакетов; 10 – формируемый пакет; 11 – подъемная платформа (снижатель); 12 – устройство формирования слоев

Перспективным направлением в формировании пакетов является использование **роботоманипуляторов** (рисунок 3.4)

Рисунок 3.4 – Роботоманипулятор, используемый для формирования пакетов



Упаковка груза на поддоне в стреч пленку с помощью паллетоупаковщика приведена на рисунке 3.5.

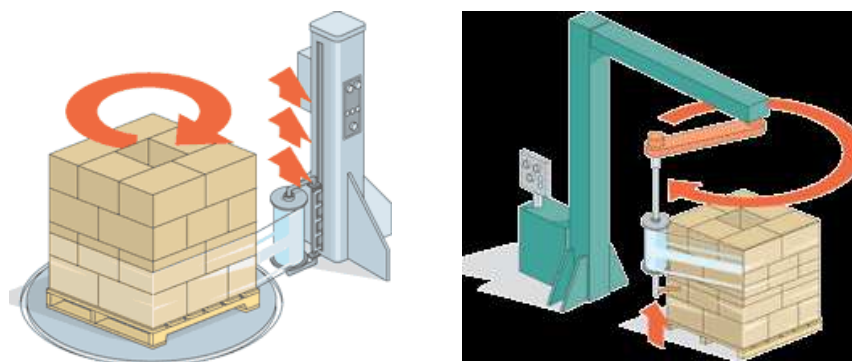


Рисунок 3.5 – Схемы паллетоупаковщиков

3.1.3 Склады и условия размещения и хранения грузов на них

Прием, выдача, комплектация, хранение тарно-штучных грузов, боящихся атмосферных осадков, колебаний температуры, осуществляется в **крытых (одноэтажных) складах** с наружным (рисунок 3.6, а, б) или внутренним (рисунок 3.6, в) расположением погрузочно-выгрузочных железнодорожных путей и внешним расположением автоподъездов (см. рисунок 3.6, б, в). Малоценные тарно-штучные грузы, боящиеся только атмосферных осадков, могут храниться на открытых площадках под навесами.

Одноэтажные крытые склады с внутренним вводом железнодорожных погрузочно-выгрузочных путей и выгрузочных пунктов автотранспорта называются ангарными и бывают однопролетными и многопролетными (ри-

сунок 3.6, з). В таких складах создаются благоприятные условия работы для погрузочно-разгрузочной техники и обслуживающего персонала.

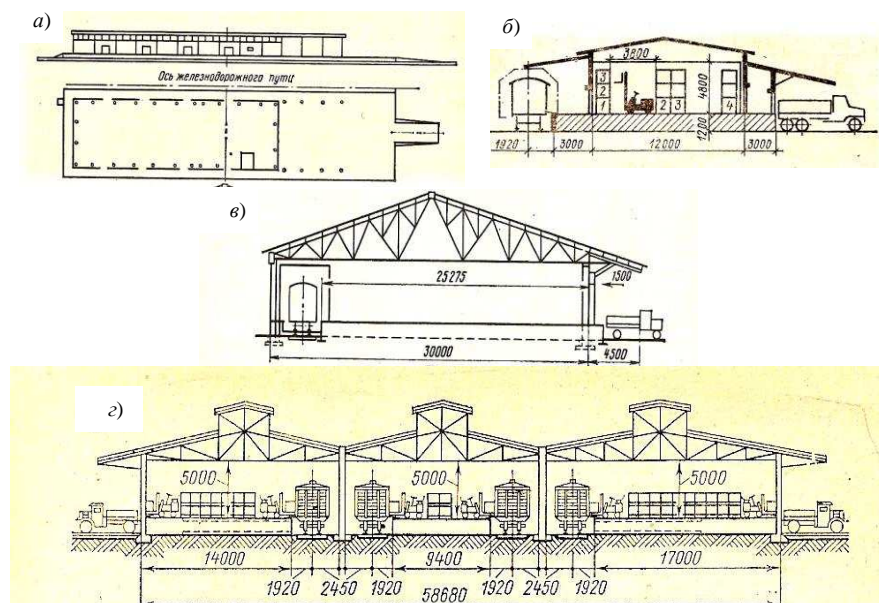


Рисунок 3.6 – Крытые одноэтажные склады

Число путей и платформ в многопролетных складах рассчитывается в соответствии с характером и объемом выполняемых работ. При соответствующем обосновании могут строиться многоэтажные склады с внутренним вводом путей.

Эти склады эффективны в тех случаях, когда верхние этажи предназначены для длительного хранения грузов, а нижние – для приема, сортировки, комплектации и выдачи грузов.

Крытые склады для тарно-штучных грузов сооружаются по типовым проектам.

Высота грузовых платформ со стороны подъезда автомобилей должна быть не менее 1,2 м над уровнем проезжей части. Высота грузовых платформ от уровня верха головки рельса – до 1,3 м при расстоянии от оси пути 1,92 м. Торцовые грузовые платформы сооружают высотой 1,3 м.

Ширина грузовых платформ принимается в соответствии с требованиями технологии производства работ (12–15 м). Она складывается из полос для укладки грузов и проезда напольного транспорта (тележки, погрузчики, штабелеры). Поперечный уклон пола платформы принимается до 1 %.

Длину грузовой платформы определяют в зависимости от вместимости и объема грузопереработки.

Ширина въездов на платформы (пандусов) для въезда напольных транспортных средств должна быть на 0,6 м больше максимальной ширины грузевого транспортного средства, а уклон – не более 16 % в крытом здании и 10 % – снаружи.

Рампы для обслуживания железнодорожного подвижного состава строят прямыми шириной 3 м, а для автомобилей – прямыми шириной не менее 1,5 м, зубчатыми (под углом 30–45°) и «карманными» (установка автомобилей под углом 90°). Зубчатые и «карманные» ramпы дают возможность увеличить фронт погрузки-выгрузки, не удлиняя склада.

Высота склада определяется технологией работы и типом используемых погрузочно-выгрузочных машин.

Современный склад – это сложная система, состоящая из многих компонентов и один из основополагающих – это пол. К полам предъявляются три основных требования: ровность, отсутствие трещин и беспыльность.

Беспыльность, то есть стойкость к истиранию, важна по следующим причинам: цементная пыль оседает на хранящийся груз, люди работают в неблагоприятных условиях, повышенное количество пыли отрицательно сказывается на состоянии складской техники.

Отсутствие трещин – также важное требование. Связано оно в основном с повышенным износом колес и ходовой части погрузочно-выгрузочных машин. Кроме этого, скорость движения техники ограничивается и снижается ее производительность.

Ровность полов – наиболее существенное требование, и его невыполнение обесценивает два предыдущих. Пол на складе не должен иметь систематического уклона (горизонтальный уровень), а также обеспечивать хорошую «локальную ровность».

Для высот складирования до 6 м с проездами шириной 2,3 м и более требования к ровности полов не жесткие. Наиболее критичны к полу штабелеры с трехсторонней обработкой грузов, которые работают в узких проходах (1,6–1,9 м). В этом случае должны соблюдаться следующие требования при высотах подъема:

- до 3 м – перепад высот на отрезке 2 м должен быть не более ± 5 мм;
- до 6 м – перепад высот на отрезке 2 м – не более ± 3 мм;
- свыше 6 м – перепад высот на отрезке 2 м – не более $\pm 0,8$ мм.

Хранение тарно-штучных грузов в складах может выполняться на стеллажах и в штабелях. *Штабельная система* хранения является самой распространенной (рисунок 3.7). Она проста и имеет ряд достоинств. Глав-

ное – обеспечивается максимальное использование площади склада при полном отсутствии капитальных затрат на строительство стеллажей и работать может практически любая техника.

Однако у бесстеллажного хранения есть значительные недостатки: затрудненный доступ к грузам различной номенклатуры и ограниченная высота складирования (определяется прочностью упаковки груза). Бесстеллажное хранение можно считать идеальным решением, если на складе должно храниться значительное количество однотипного груза и возможно его штабелирование в несколько ярусов.

Наиболее распространенными типами стеллажей являются фронтальные, двойной глубины, узкопроходные, глубинные, гравитационные.

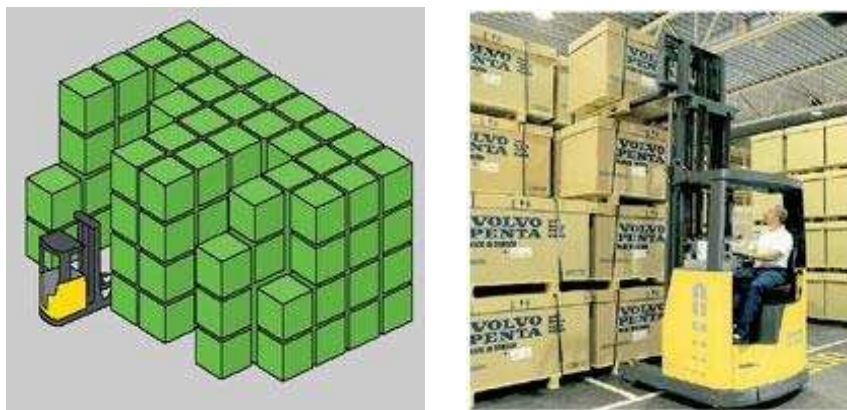


Рисунок 3.7 – Бесстеллажное хранение

Фронтальные стеллажи – это универсальное и недорогое решение, позволяющее применять разнообразную грузоподъемную технику и обеспечивает свободный доступ к любому из хранящихся поддонов с грузом (рисунок 3.8).

В зависимости от типа применяемой техники ширина прохода между стеллажами АСТ меняется от 2,1 м (штабелер) до 3,5 м (погрузчик), а высота постановки поддонов верхнего груза стеллажей достигает 11 м.

Оборудование склада фронтальными стеллажами практически лишено недостатков и часто является оптимальным. Единственным серьезным минусом системы является недостаточно хорошее использование объема склада.

Стеллажи двойной глубины – это обычные фронтальные, имеющие сдвоенные ряды (рисунок 3.9). По стоимости они близки к фронтальным, но для работы с ними требуется техника с телескопическими вилами. Главное достоинство этих стеллажей – лучшее использование площади склада (на 25 %) по сравнению с фронтальными.



Рисунок 3.8 – Фронтальные стеллажи



Рисунок 3.9 – Стеллажи двойной глубины

При правильной организации системы управления складом обеспечивается 80–90 % заполняемости всех доступных мест хранения (в фронтальных – до 95 %). Применение стеллажей двойной глубины позволяет увеличить вместимость склада на 25 % по сравнению с фронтальными на одной и той же площади.

Склады с использованием *узкопроходных стеллажей* – одни из самых сложных и дорогих. Узкопроходные стеллажи ничем не отличаются от фронтальных, но они дороже (рисунок 3.10). Проходы между стеллажами устраиваются шириной 1,5–1,8 м, в которых работают специальные штабелеры.

Основное преимущество узкопроходной системы складирования – это хорошее использование площади склада (под стеллажами – до 55 % от общей площади), при этом возможно высотное хранение, что увеличивает вместимость склада. Кроме этого, доступен каждый грузопакет.

Узкопроходная технология складирования оправдана при очень высокой стоимости площади склада.

Глубинные (набивные) стеллажи представляют собой жесткую каркасную конструкцию из рам, образующих «коридоры» шириной 1350 мм, внутрь которых ставятся на горизонтальные направляющие поддоны с грузом (рисунок 3.11). Конструкция достаточно распространенная, обеспечивающая отличное использование площади склада. По сути, набивные стеллажи – это усовершенствованная система бесстеллажного хранения, но с лучшим доступом.

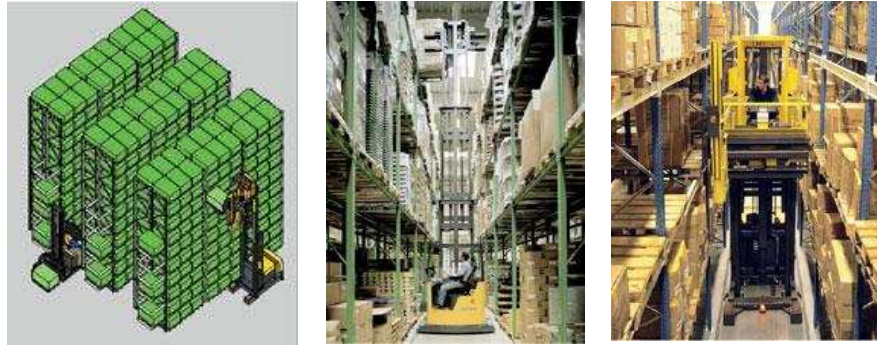


Рисунок 3.10 – Стеллажи узкопроходные



Рисунок 3.11 – Стеллажи глубинные

Система применяется при хранении больших объемов однотипного груза, для которого не является критическим срок хранения или наиболее важно разместить максимальное количество груза в единице объема дорогого помещения с климат-контролем.

Достоинство набивных стеллажей – очень высокая степень использования объема склада. Недостатки: стоимость стеллажей примерно в 2 раза выше фронтальных, заполняемость стеллажей – 70 % (фронтальные – 95 %), сложно организовать складирование.

Для 2–4-ярусных стеллажей с высотой постановки верхнего поддона до 6 м используются погрузчики, а выше – штабелеры с зауженной базой (1100–1150 мм). При большой длине коридоров стеллажи оборудуются направляющими, а штабелер – боковыми роликами. Это исключает смещение машины внутри стеллажа и обеспечивает более быструю и безопасную работу.

Гравитационные стеллажи представляют собой роликовые конвейеры, установленные под углом 3–5 % к горизонту на металлоконструкцию в нескольких уровнях один над другим (рисунок 3.12).

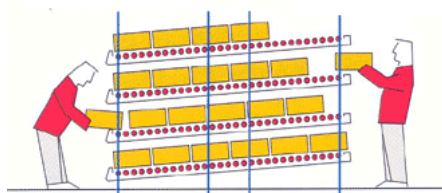


Рисунок 3.12 – Стеллажи гравитационные

Поддон с грузом устанавливается погрузчиком или штабелером на высокую часть конвейера (зона загрузки) и затем под действием своего веса поддон движется вниз по роликам. Скорость движения контролируется тормозными роликами, установленными по длине конвейера таким образом, что при заполнении всего канала поддонами приторможенным оказывается каждый поддон. Достигнув упора во фронтальной части конструкции (зона разгрузки), первый поддон отделяется от них с помощью делительного ме-

ханизма. Это позволяет беспрепятственно снять поддон со стеллажа. Делительный механизм устроен таким образом, что при съеме первого поддона он открывается и производит отделение следующего поддона от поддонов, находящихся позади него в канале.

Длина канала редко превышает 25–30 м. Высота конструкции зависит от параметров грузоподъемной техники, которая обслуживает стеллажи (обычно выше 5–7 м в 3–5 ярусов хранения).

Использование гравитационных стеллажей позволяет:

- компактно складировать грузы. Отсутствуют межстеллажные проходы. Объем склада используется на 60 %;
- рационально использовать грузоподъемную технику. Погрузчик (штабелер) передвигается только по фронту стеллажей, не совершая маневров и не заезжая внутрь стеллажных конструкций;
- увеличить оборот груза на складе;
- повысить производительность труда;
- механизировать и автоматизировать все складские операции.

Для изоляции склада от внешней среды во время выполнения погрузочно-выгрузочных операций используются герметизаторы проемов (докшелтеры) (рисунок 3.13).

Устанавливаются докшелтеры непосредственно перед воротами и обхватывают кузов автомобиля, затрудняя проникновение в помещение осадков, пыли, ветра и насекомых, холодного и теплого воздуха. Тем самым снижаются потери тепла и электроэнергии, а также обеспечивается хороший климатический режим на складе. Наряду с этим обеспечивается контроль доступа в помещение склада даже при открытых воротах.

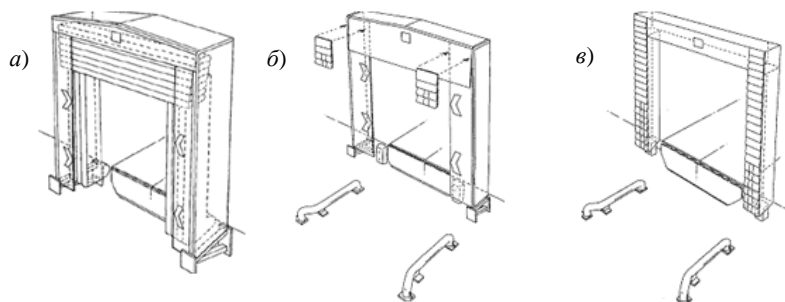


Рисунок 3.13 – Докшелтеры (герметизаторы проемов):
а – надувные; б – занавесочные; в – подушечные

Работа *надувного докшелтера* реализуется за счет нагнетания воздуха в воздушные подушки, охватывающие кузов автомобиля. Когда докшелтер не

используется, надувные части подушек убираются и проем увеличивается, обеспечивая свободный въезд и выезд автомобиля.

Занавесочный докшелтер является наиболее часто используемым из-за его относительно низкой цены. Занавеси, изготавливаемые из различных видов материала, размещаются на расстоянии около 600 мм от стенки склада. При въезде автомашины занавеси отгибаются, скользя вдоль бортов и крыши автомобиля и создают тем самым хорошее уплотнение. Конструкция рамы докшелтера обеспечивает ее складывание при неправильном въезде грузовика. Для правильного въезда устанавливаются направляющие для колес автомобиля.

В тех случаях, когда под грузовые операции поступают автомобили приблизительно одинаковых размеров, рекомендуется использовать подушечный докшелтер. Для снижения степени износа подушек они покрываются износостойкими листами. Если автомобили различаются по высоте, можно применять подушечный докшелтер в сочетании с верхней надувной подушкой.

3.1.4 Основные средства комплексной механизации перегрузочных работ

При выполнении операций по погрузке, выгрузке, перегрузке грузов с транспортных средств и для внутрискладских работ могут использоваться следующие **средства механизации**:

- тележки (ручные, гидравлические, электрические);
- штабелеры (ручные, гидравлические, электрические);
- ричтраки (высотные, электрические штабелеры с выдвижными вилами);
- штабелеры для трехсторонней обработки грузов;
- погрузчики (электрические, бензиновые, газовые, дизельные);
- краны-штабелеры (мостового и стеллажного типов);
- подъемные столы;
- выравнивающие платформы;
- промышленные роботы.

Каждый вид подъемно-транспортного оборудования (ПТО) несет свою функциональную нагрузку. При выборе техники нужно учитывать:

- тип склада (с внешним расположением транспортных средств, с вводом путей внутрь);
- размеры склада (длина, ширина, высота);
- систему складирования (стеллажное, штабельное);
- величину и структуру грузопотока;
- массу перемещаемого и поднимаемого груза;
- качество полов склада;
- высоту подъема груза;
- виды и типы транспортных средств, обслуживаемых на рассматриваемом складе.

Тележки на двух колесах служат для перевозки груза небольшого веса на небольшое расстояние, а для перевозки объемных грузов используют четырехколесные тележки. Для перемещения по ступенькам используют лестничные тележки, у которых с каждой стороны имеется не одно колесо, а три, расположенные в одной плоскости.

Гидравлические несамоходные тележки – наиболее распространенный вид легкого складского оборудования, применяемого для перевозки груза на поддонах массой до 3,0 т.

Гидравлические самоходные тележки с электроприводом от аккумуляторной батареи предусмотрены для небольших складов с узкими проходами для подъема груза массой до 2,5 т. Скорость движения со ступенькой для водителя – 11–15 км/ч, а если оператор ходит за тележкой – 5–7 км/ч.

Тележки могут оснащаться весами. Счетчик веса суммирует перевезенный вес, и потом данные можно передать на компьютер. Для перевозки крупных партий груза могут использоваться самоходные платформенные тележки.

Колеса тележек являются самой уязвимой частью. Колеса бывают металлическими с плотными или пневматическими шинами, пластиковыми с такими же вариантами шин или из цельного пластика, но они боятся ударов, острых предметов, так как могут лопнуть или расколоться. Одним из очень стойких синтетических материалов является вулкалан. Он обладает свойствами резины в плане эластичности, по твердости стоит между резиной и пластиком, достаточно стойкий к кислотным и щелочным средам, не отслаивается и не шумит при передвижении. Техническое обслуживание тележкам не требуется, смазка заложена на весь срок службы. Их нужно поддерживать в чистом виде, следить, чтобы они не заржавели, а для работы в сырых помещениях, холодильниках использовать тележки с гальваническим покрытием.

Задача штабелеров – складирование грузов на различных высотах. Они удобны для использования на небольших складах с малым грузооборотом.

Ручные гидравлические штабелеры используются как вспомогательное оборудование при штабелировании грузов массой до 1 т на высоту до 3 м.

Штабелеры с электроподъемом эффективны при перемещении на небольшие расстояния в складах с малым объемом работ. Грузоподъемность не превышает 1,2 т, а высота подъема – не более 3,5 м. Самоходные штабелеры с электроподъемом бывают грузоподъемностью до 3,0 т и высотой подъема до 5,5 м. Широко используются для работы на складе, т. к. они просты в обслуживании и эксплуатации и позволяют выполнять большой объем работ.

Ричтраки (высокоподъемные штабелеры с выдвигающейся кареткой) – это мощные машины грузоподъемностью до 3,5 т и высотой подъема до 11,5 м. Бывают специализированные ричтраки с колесами увеличенного диаметра и шинами суперэластик для работы на неровной поверхности. Эффективны в узких и высоких складских помещениях при паллетно-стеллажном хранении грузов.

Штабелер *трехсторонней обработки грузов* предназначен для работы в узких рабочих коридорах. Благодаря поворотной головке с вилами машина способна укладывать груз вбок на стеллажи без выполнения поворота на 90°, поэтому требуемая ширина рабочего коридора не превышает 1700 мм. Штабелер может оборудоваться боковыми роликами, позволяющими перемещаться в рабочем коридоре по направляющим рельсам.

Штабелеры *многостороннего доступа* предназначены для работы с длинномерными грузами в узких рабочих коридорах и с консольными стеллажами. Благодаря способности разворачиваться на месте и ехать в любом направлении машина способна работать с длинномерными грузами эффективнее, чем обычные погрузчики. Широкая каретка с интегрированным позиционером вил позволяет раздвигать вилы для удобного и устойчивого захвата груза.

При выполнении больших объемов работы погрузку, выгрузку тарноштучных грузов в вагоны, автомобили, контейнеры и внутрискладские работы целесообразно выполнять с использованием малогабаритных электро- и автопогрузчиков.

При выборе погрузчика необходимо сопоставить следующие их показатели: стоимость, надежность, ремонтпригодность, технические параметры, а также экономические возможности и условия, в которых будут эксплуатироваться эти погрузчики.

При выборе типа двигателя погрузчика необходимо учитывать следующее: *электропогрузчики* применяют для работы в основном внутри помещения практически бесшумными и требуют регистрации в государственных органах, устройство намного проще автопогрузчика, при эксплуатации не выделяется тепло и выхлопные газы. Однако электропогрузчики дороже автопогрузчиков примерно на 30 %, для работы нужна аккумуляторная батарея, которая требует подзарядки примерно через каждые 12 часов работы. Батареи могут быть кислотные и щелочные. Кислотные работают в 1,5–2,0 раза дольше, чем щелочные, однако кислотные нельзя использовать при работе с продуктами.

Дизельные и газовые погрузчики – наиболее оптимальный вид погрузочно-выгрузочной техники для работы на открытых складах или в хорошо проветриваемых помещениях. На дизельные погрузчики может устанавливаться нейтрализатор выхлопных газов при работе в хорошо проветриваемых помещениях.

Широкое применение *автопогрузчиков* связано прежде всего с их низкой стоимостью в сравнении с электропогрузчиками. В отличие от электропогрузчиков, автопогрузчики более шумные (70–80 дБ), вырабатывают тепло и выхлопные газы. *Газобензиновые* погрузчики, в отличие от дизельных, можно использовать в помещениях без установки катализаторов и к тому же они менее шумные.

При выборе трансмиссии погрузчика необходимо учитывать, что автоматическая хороша, когда необходимо совершать множество маневров в тесных помещениях, а ручная – когда необходимо преодолевать большие расстояния. Погрузчик с ручной трансмиссией, при прочих равных условиях, всегда дешевле, чем с автоматической, а ремонтпригодность у них примерно одинаковая.

Шины у погрузчиков могут быть пневматическими и суперэластик. Пневматические шины являются аналогом автомобильных шин, а суперэластик – цельными. Шины суперэластик более долговечны, чем пневматические и дороже. При всех преимуществах шин суперэластик они хуже амортизируют, чем пневматические, и при неровных полах и площадках быстрее разбивается мост погрузчика и требуются значительные расходы на ремонт. При ровных полах экономичнее использовать шины суперэластик.

При стеллажном и штабельном хранении грузов применяются к р а н ы ш т а б е л е р ы.

Мостовые краны-штабелеры используются для установки и изъятия из ячеек стеллажа или штабеля грузов в ящичной таре на поддонах. Изготавливают мостовые краны-штабелеры подвесные (грузоподъемность – до 5 т) и опорные (грузоподъемность – 1,125–17,5 т).

При небольшом грузообороте в складах высотой до 7,2 м используются краны-штабелеры, управляемые с пола (грузоподъемность до 1 т, высота подъема – 5,0–5,5 м), а при большом грузообороте – управляемые из кабины (грузоподъемность – свыше 1 т, высота склада – до 15,6 м).

Стеллажные краны-штабелеры перемещаются между стеллажами и могут устанавливаться или забирать грузы в один или два стеллажа. Используются на комплексно-механизированных складах с высотой 6,0–40,0 м. Применение этих кранов-штабелеров позволяет значительно сократить площади на проходы и проезды и автоматизировать выполнение складских операций с грузами.

Подъемные столы используют с целью сократить долю ручного труда, когда невозможно или экономически нецелесообразно использование погрузчиков, штабелеров, кранов. На складах используются электрогидравлические столы грузоподъемностью 0,6–2,0 т, состоящие из грузовой платформы, рычажной системы ножничного типа, основания, гидроцилиндров, гидростанций, системы управления и системы безопасности.

Подъемные столы используются:

- для погрузки и выгрузки автомобилей;
- выравнивания положения грузов относительно транспортирующих машин, задействованных в одной технологической линии;
- ручной и автоматической укладки грузов в штабели.

Преимущества подъемных столов:

- безопасны и надежны в работе;
- не требуют строительства рампы или эстакады, позволяют компенсировать перепад высот между уровнем пола кузова автомобиля и уровнем пола склада;

- экономичны и просты в эксплуатации;
- хорошо адаптируются к любому технологическому циклу погрузочно-разгрузочных работ за счет использования дополнительного оборудования (съезды, пандусы).

В ы р а в н и в а ю щ и е п л а т ф о р м ы предназначены для обеспечения бесперегрузочной доставки груза с автомобиля и вагона на склад и в обратном направлении.

Для работы с автомобилями используются *ручные* и *встроенные* платформы.

Платформа оснащена специальной роликовой кареткой, может перемещаться в вертикальном положении по направляющей вдоль платформы, что позволяет использовать ее по длине всей платформы.

Для проезда погрузчиков в вагоны в рампах или платформах устраиваются *выдвижные* выравнивающие платформы или используются *переносные рифленые металлические листы*.

Характерная особенность технического прогресса в области механизации и автоматизации производства на современном этапе – использование *промышленных роботов-манипуляторов*.

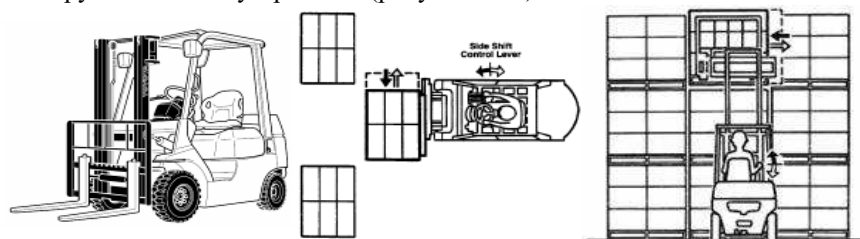
В зависимости от технологии погрузочно-выгрузочных и складских операций характеристики грузов и транспортных средств роботы разделяют на *три класса-поколения*, отличающиеся грузоподъемностью: 60–100; 800–1000; 5000 кг и более. Сфера действия роботов первого типа: укладка и разборка пакетов, грузовые операции с пакетированными грузами, передача их с конвейера на конвейер. Промышленные роботы (ПР) второго типа предназначены для переработки тарно-штучных грузов, сформированных в стандартные пакеты. Манипуляторы грузоподъемностью 5000 кг и более предназначены для работы с пакетами, кассетами и специальными контейнерами, в которых перевозят лесоматериалы, металлы, тяжеловесные грузы. Монтировать их можно на кранах, кранах-штабелерах и стеллажных штабелерах. В серийном производстве изготавливают преимущественно роботов первого поколения.

Промышленные роботы класса А выполняют функции пакеторазборочных и пакетоформирующих автоматов. Их размещают соответственно на входе транспортных систем, передающих грузы в производство, и на выходе производственных конвейеров. Роботы класса Б предназначены для погрузочно-разгрузочных операций с пакетированными грузами. Их включают в поточно-транспортные системы, располагая на головных и выходных участках. Роботами-манипуляторами класса В оснащают мостовые и козловые краны, стеллажные штабелеры.

Зона действия роботов класса А обуславливается способом формирования (расформирования) пакетов груза, размерами поддона, расстоянием вертикальной оси поворота руки от точек взятий и укладки грузов, допустимой высотой пакета. Продолжительность рабочего цикла не более 8 с обеспечивает сопоставимую с пакетирующей машиной производительность 400–450 упаковок в час.

3.1.5 Грузозахватные устройства

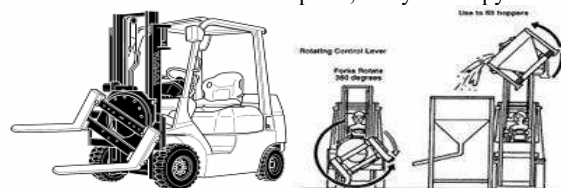
Для обеспечения удобства, безопасности выполнения работ погрузчиками и повышения их производительности рекомендуется использовать сменные грузозахватные устройства (рисунок 3.14).



Боковое смещение каретки вправо-влево обеспечивает возможность наиболее компактно и точно складировать груз



Наклоняемые вилы удобны в использовании и позволяют успешно работать с контейнерами, сыпучими грузами и бревнами

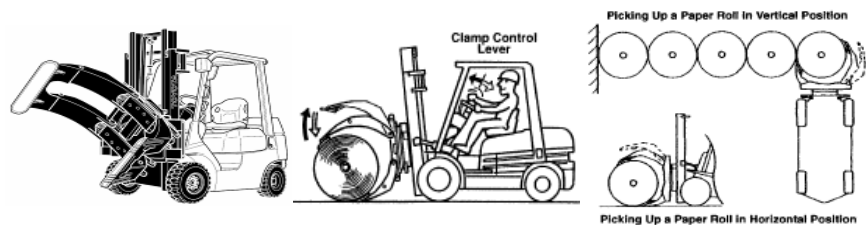


Полноповоротные (на 360°) вилы обеспечивают удобную и быструю работу с контейнерами и специальными емкостями

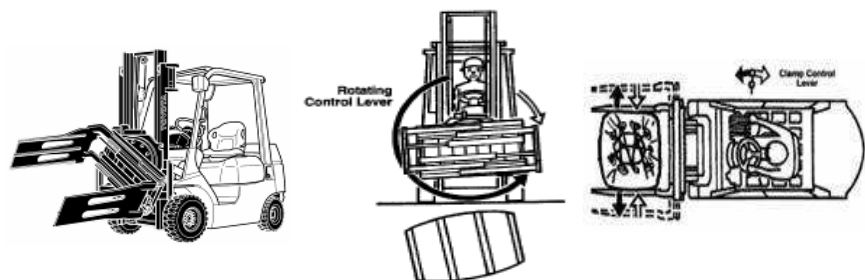


Вилочный позиционер автоматически сдвигает-раздвигает вилы, позволяя работать с любым типом паллет и грузов

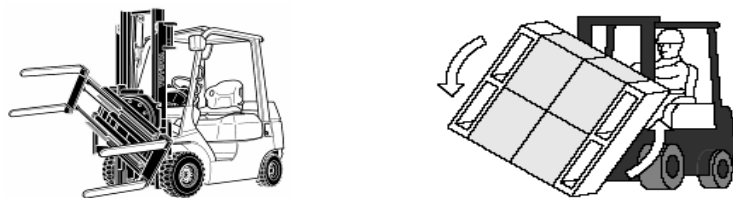
Рисунок 3.14 (начало) – Сменные грузозахватные устройства для погрузчиков



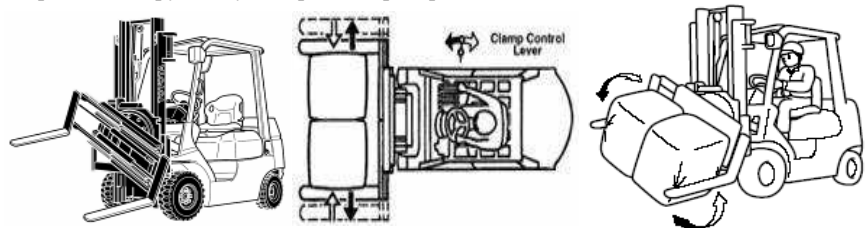
Полноповоротный (на 360°) захват для рулонов бумаги. Быстросъемное соединение позволяет также использовать вилочный захват



Полноповоротный (на 360°) тюков и кип. Захват зажимает тюки хлопка, картонные ящики и др. Быстросъемное соединение позволяет также использовать вилочный захват

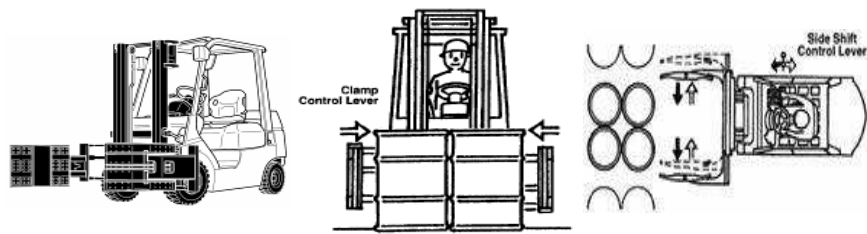


Боковой полноповоротный (на 360°) вилочный захват способен прижимать груз с двух сторон и переворачивать его для более удобной погрузки

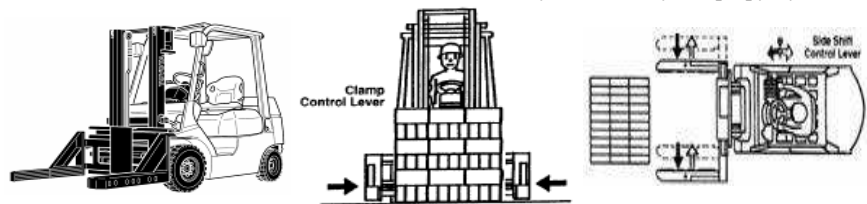


Прижимной полноповоротный (на 360°) вилочный захват позволяет перемещать любые грузы без паллет и специальной упаковки

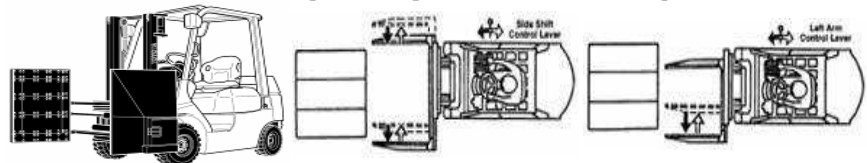
Рисунок 3.14 (продолжение) – Сменные грузозахватные устройства для погрузчиков



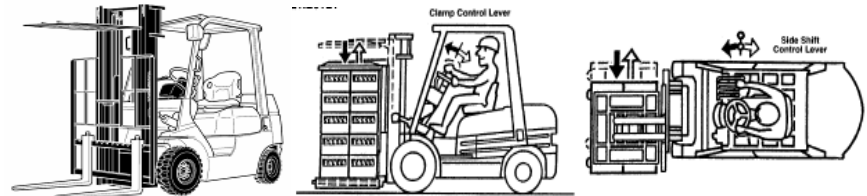
Специальный захват для бочек обеспечивает безопасную и надежную перегрузку бочек



Захват для блоков позволяет работать с различными блоками и коробками без паллет



Захват для картона и бумаги зажимает легкий груз с двух сторон, что облегчает его транспортировку и погрузку



Захват с верхним прижимом защищает коробки с бутылками или другим грузом от разваливания и обеспечивает надежную перевозку



Безблочная крановая стрела может быстро производить перевозку грузов, для которых невозможно применение паллет

Рисунок 3.14 (окончание) – Сменные грузозахватные устройства для погрузчиков

3.1.6 Схемы механизированной перегрузки тарно-упаковочных грузов крытого хранения

Тарно-штучные грузы в портах перегружаются на специализированных причалах с использованием нескольких типов ПРМ, приспособленных для выполнения определенных операций. Наличие большого количества машин и оборудования для выполнения этих операций позволяет создавать разнообразные схемы механизированной перегрузки тарно-штучных грузов в портах. Однако во всех случаях нужно стремиться осуществлять перегрузочные и складские операции с использованием максимально небольшого количества и типов машин.

Наибольшее распространение получили **схемы с использованием порталных кранов (фронтальная машина) и погрузчиков (рисунок 3.15).**

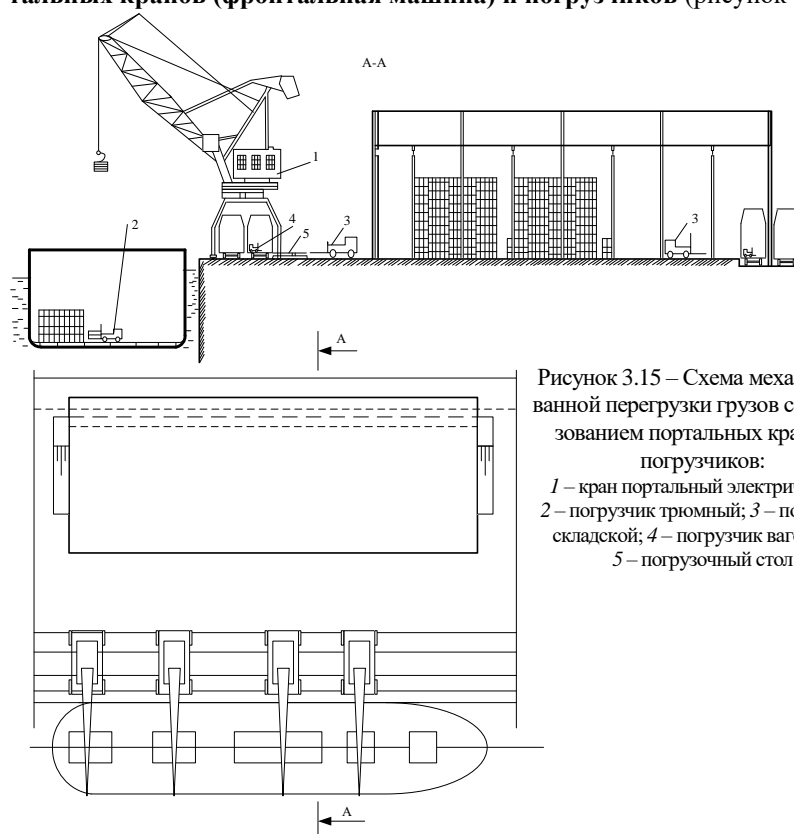


Рисунок 3.15 – Схема механизированной перегрузки грузов с использованием порталных кранов и погрузчиков:
 1 – кран порталный электрический;
 2 – погрузчик трюмный; 3 – погрузчик складской;
 4 – погрузчик вагонный;
 5 – погрузочный стол

Использование приведенной схемы позволяет выполнять операции как по погрузке, так и по выгрузке тарно-штучных грузов в суда.

При выгрузке погрузчик, находящийся в трюме, формирует подъем массой 5; 10 т, который портальным краном перемещается на погрузочный стол. С погрузочного стола вагонный погрузчик может загружать груз в вагон. При необходимости направления груза в склад складской погрузчик забирает груз с погрузочного стола и перемещает его к месту хранения. Внутри склада работают складские погрузчики, который выполняют работы по перемещению грузов внутри склада и загружают грузы в вагоны.

При необходимости значительного накопления грузов рекомендуется использовать схему, приведенную на рисунке 3.16. Последовательность выполнения операций аналогична схеме, приведенной на рисунке 3.17. Грузовой лифт используется для межэтажного перемещения грузов.



Рисунок 3.16 – Схема механизированной перегрузки грузов с использованием портальных кранов, погрузчиков при значительном накоплении грузов:
 1 – кран портальный электрический; 2 – погрузчик трюмный;
 3 – погрузчик складской; 4 – погрузчик вагонный;
 5 – погрузочный стол; 6 – грузовой лифт

При выгрузке грузов из судна погрузчик формирует подъем, портальный кран перемещает груз на погрузочный стол, далее погрузчик может загружать груз в вагоны, находящиеся в проеме портала крана, или перемещать грузы к грузовому лифту, который перегружает погрузчик с грузом на определенный этаж и груз устанавливается в штабель или стеллаж в соответствии с назначением.

При загрузке судна все перечисленные операции выполняются в обратном порядке.

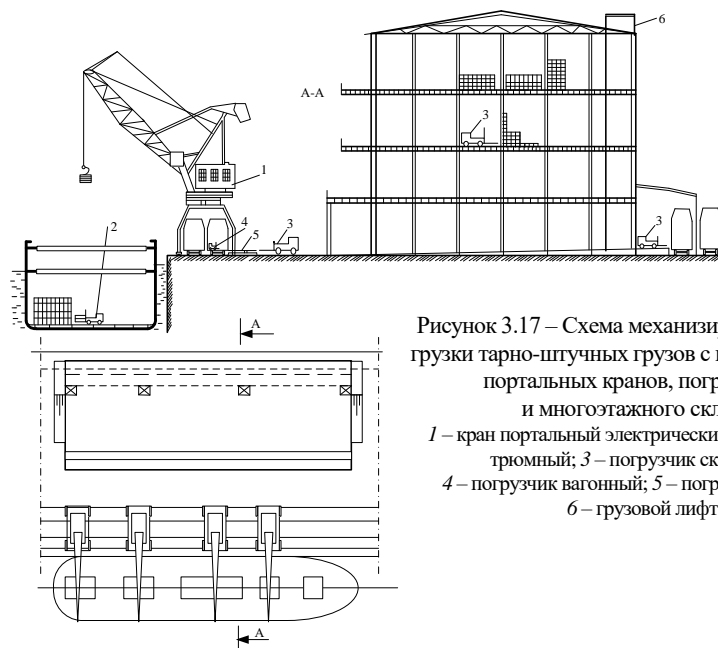


Рисунок 3.17 – Схема механизированной перегрузки тарно-штучных грузов с использованием порталных кранов, погрузчиков и многоэтажного склада:

- 1 – кран порталный электрический; 2 – погрузчик трюмный; 3 – погрузчик складской;
- 4 – погрузчик вагонный; 5 – погрузочный стол;
- 6 – грузовой лифт

3.2 Металлы, металлические изделия, тяжеловесные и длинномерные грузы

3.2.1 Склады и условия размещения и хранения грузов на них

Склад представляет из себя открытую площадку с асфальтовым или асфальтобетонным покрытием. Площадке придается уклон 2 ‰ от середины к краям. По бокам площадки устанавливаются дренажные канавы для отвода дождевых и талых вод и придают уклон 1 ‰, включая в общую сеть водотока. На площадках предусматриваются заезды для автомобилей через 19 м при работе мостовых кранов и 40 м – для стреловых кранов на железнодорожном ходу.

Схемы размещения на складе металла и металлопроката приведены на рисунке 3.18, а железобетонных изделий – на рисунке 3.19.

Металлы и металлоизделия хранят на открытых площадках по сортам, размерам и профилям в штабелях или на стеллажах. Профильная сталь крупных сечений и рельсы укладывают в штабеля высотой до 3–4 м, ширина штабеля – 4–5 м. Штабеля размещают на деревянных подкладках толщиной не менее 10 см.

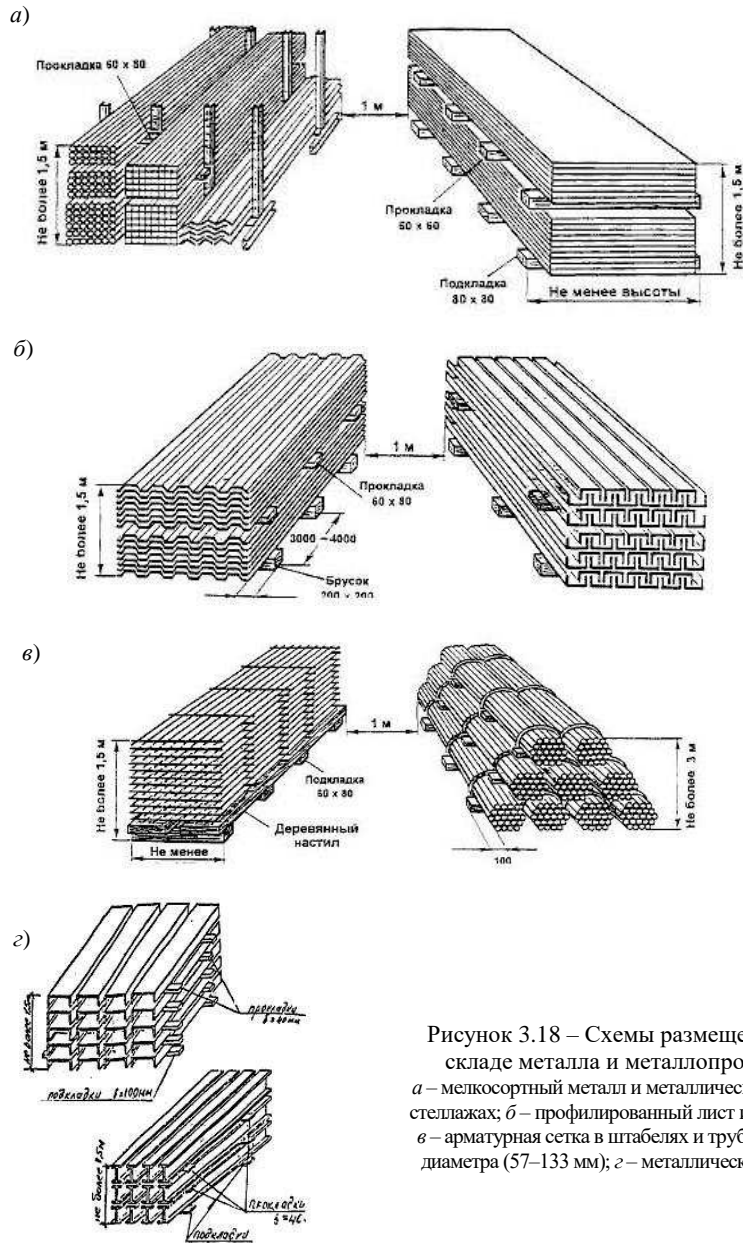


Рисунок 3.18 – Схемы размещения на складе металла и металлопроката:
 а – мелкосортный металл и металлический лист в стеллажах; б – профилированный лист и швеллер;
 в – арматурная сетка в штабелях и трубы малого диаметра (57–133 мм); г – металлические балки

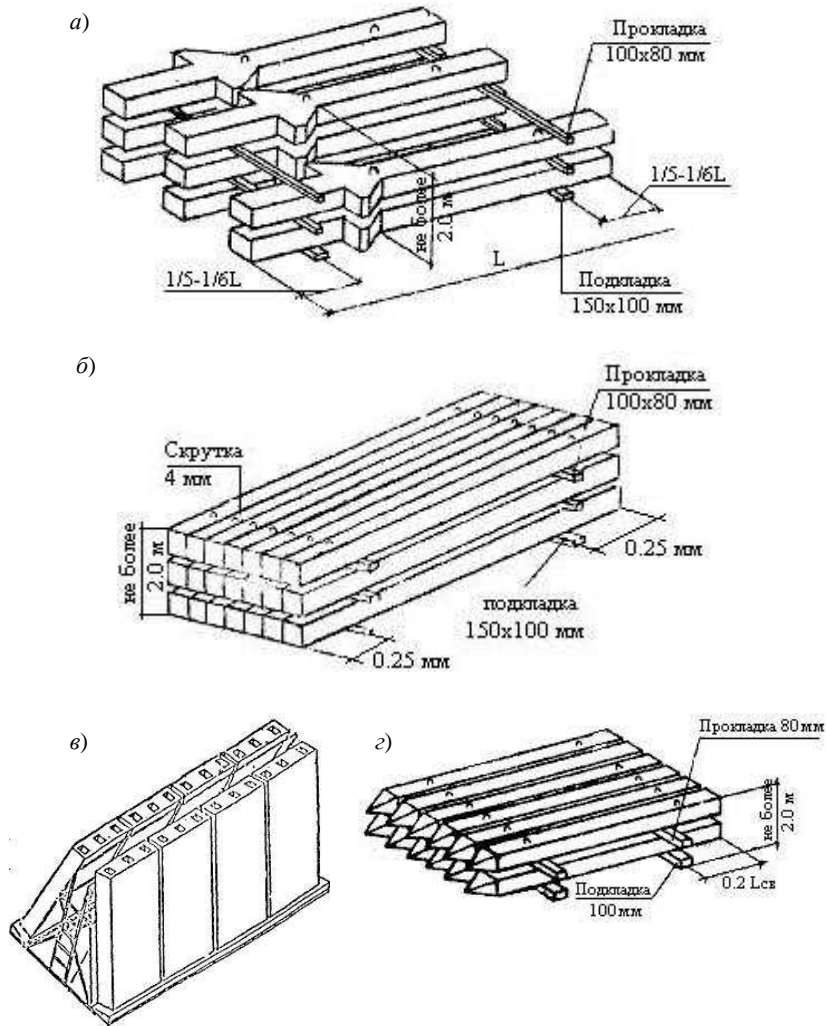


Рисунок 3.19 (начало) – Схемы размещения на складе железобетонных изделий
 а – колонны; б – балки, ригели, прогоны; в – вентиляционные блоки; г – железобетонные сваи

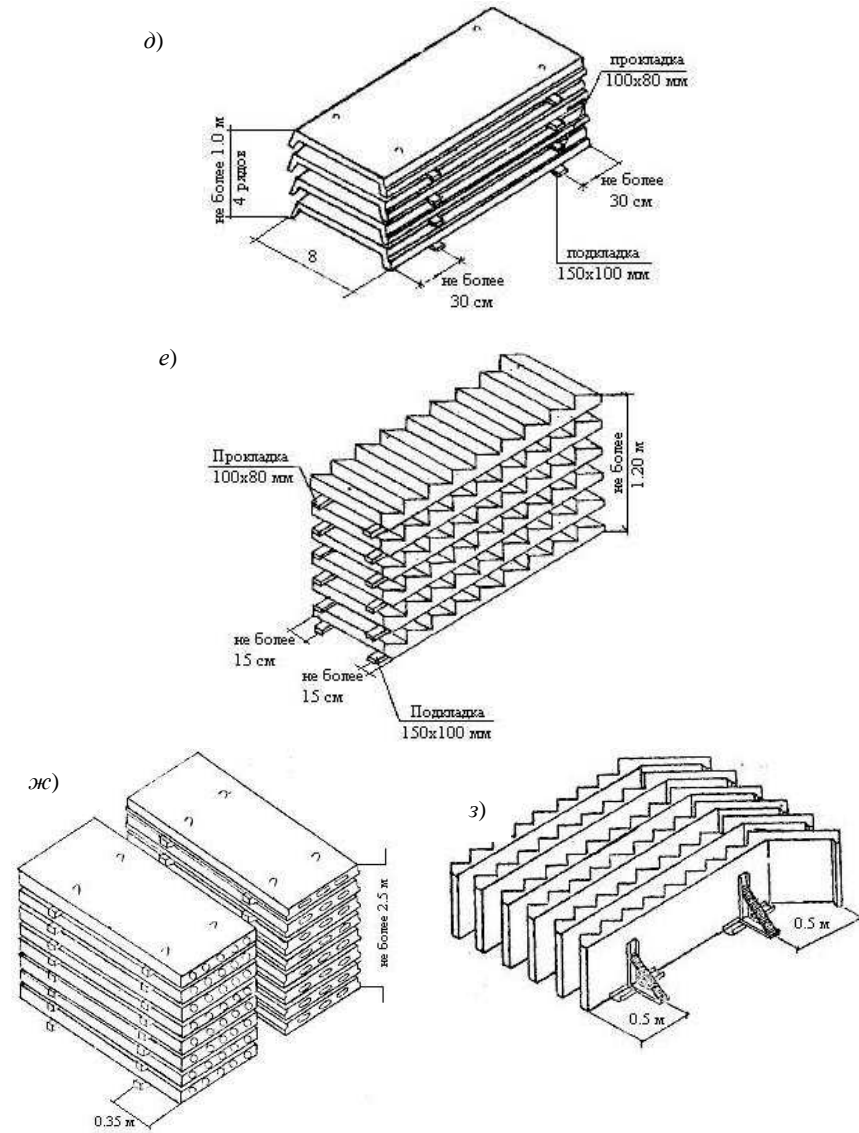


Рисунок 3.19 (окончание) – Схемы размещения на складе железобетонных изделий
 д – лестничные площадки; е – плиты перекрытия; ж – лестничные марши;
 з – лестничные марши с полуплощадками

Листовую сталь хранят в штабелях или на стеллажах с опорными стойками на ребро, что обеспечивает лучшее использование площади открытой площадки. Арматурная сталь укладывается по сортаментам в штабеля высотой 1–1,2 м.

Чугунное фасонное литье и трубы больших диаметров располагают на открытых площадках по сортам, размерам и форме в штабелях высотой до 1,2 м. Чугунные трубы укладывают в 3–4 яруса прямыми рядами с деревянными прокладками между ярусами или в клетки с чередованием раструбов в разные стороны.

Готовые металлические конструкции складывают на открытых площадках в штабеля, высота которых не должна превышать 2 м. Между штабелями оставляют проходы шириной не менее 1,2 м. При хранении конструкций в вертикальном положении против каждого штабеля устанавливают опорные столбы через 2–3 м друг от друга.

3.2.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства

В качестве фронтальных средств механизации, обеспечивающих перегрузочные работы по вариантам: «судно – вагон», «судно – склад», «склад – судно», «вагон – судно», могут использоваться порталные краны, стреловые краны с балансиром, козловые консольные краны; мостовые краны опорного типа с консольной эстакадой над причалом; перегружатели; судовые, плавучие краны.

Грузовые операции в тыловой части порта могут выполняться с помощью порталных, козловых, мостовых, стреловых кранов, малогабаритных и крупногабаритных электро- и автопогрузчиков с фронтальным и боковым расположением грузозахватных устройств.

Листовой металл перевозят в пачках, поштучно и в рулонах. Пачки металла перемещают погрузчиками с использованием вилочных захватов, а краны – с помощью стреловой подвески. Для перегрузки листовой стали применяют полиспастные, эксцентриковые и с поворотными лапами захваты и электромагниты. Пакеты листовой стали перегружают при помощи комбинированного захвата. Сталь в рулонах перегружают с помощью кранов, используя специальные захваты.

Для перегрузки металлогрузов в связках (уголок, швеллер, двутавр, тавр, фасонные профили, арматурная сталь, трубы диаметром до 200 мм) используют стальные стропы с траверсами, электромагниты. Эти грузы имеют длину от 4 до 22 м и массу одного места от 200 кг до 10 т. Трубы диаметром более 200 мм могут перегружаться с использованием автоматических захватов.

3.2.3 Схемы механизированной перегрузки

Для штучных грузов открытого хранения наибольшее распространение в речных портах получили **схемы с порталными кранами** грузоподъемностью

5, 10 тонн, которые могут использоваться в качестве фронтальных и тыловых машин (рисунок 3.20).

Козловые краны в тыловой части устанавливаются при необходимости увеличения складской площади. При этом увеличивается объем грузопереработки.

Схема обеспечивает перегруз по вариантам: «судно – вагон»; «судно – склад»; «склад – склад»; «склад – вагон»; «вагон – склад»; «склад – судно»; «вагон – судно».

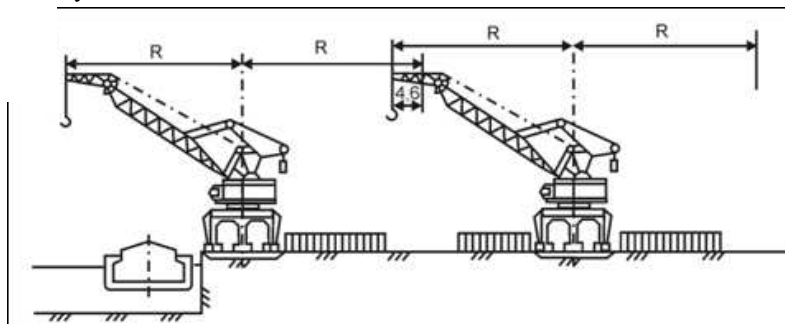


Рисунок 3.20 – Схема механизации перегрузки штучных грузов с использованием порталных кранов

На причалах с большим грузооборотом для обслуживания тыловой части склада устанавливают козловые и порталные краны (рисунок 3.21), могут использоваться крупногабаритные автопогрузчики, стреловые краны.

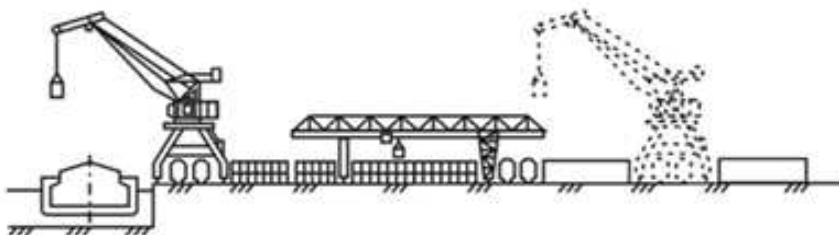


Рисунок 3.21 – Схема механизации перегрузки штучных грузов

Использование тыловых машин требует большего числа обслуживающего персонала и рабочих, промежуточной передачи груза с одних машин на другие, что снижает эффективность использования перегрузочного оборудования, увеличивает объем грузопереработки и себестоимости перегрузочных работ. Поэтому необходимо создавать схемы, в которых все операции выполняет одна машина.

Если необходимо иметь склады значительных размеров, применяется схема с использованием мостовых кранов, погрузчиков (рисунок 3.22).

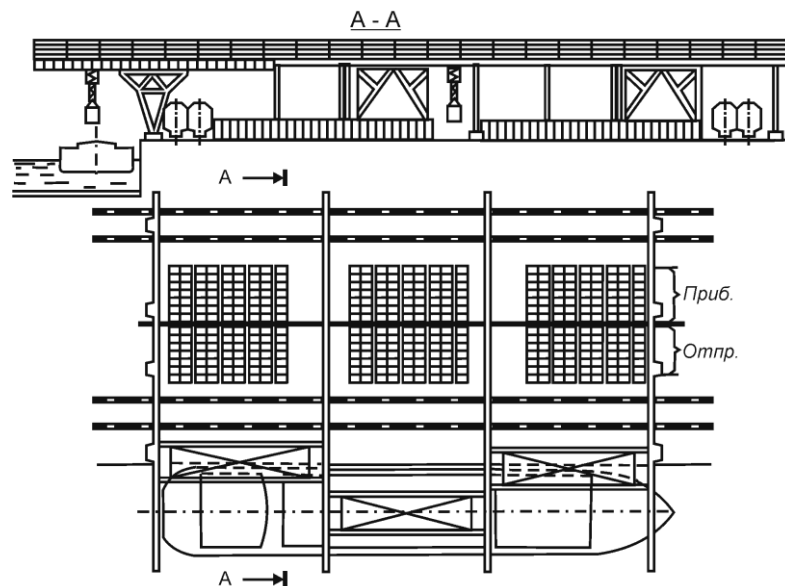


Рисунок 3.22 – Схема механизации с мостовыми кранами и погрузчиками

Данная схема может быть использована для производства перегрузочных работ по любому варианту. Груз из судна может перемещаться краном в любую точку данной секции склада или в вагон и автомобиль. Достоинства схемы: все операции выполняет только одна машина без промежуточной передачи груза; рационально используется площадь склада, так как не нужны проезды для машин напольного транспорта; схема приспособлена для дистанционно-автоматического управления; себестоимость перегрузочной операции снижается в 1,2–1,5 раза по сравнению с перегрузкой портальными кранами. Недостаток схемы – необходимость в использовании погрузчиков при перемещении груза из одной секции в другую и снижение производительности кранов при большой глубине складов.

Для перегрузки крупногабаритных грузов применяются **схемы с двумя козловыми кранами** большой грузоподъемности (рисунок 3.23).

В этом случае причал устраивают с двумя пирсами (надводными эстакадами), между которыми ставят выгружаемое судно. Вдоль причала с обеих сторон проложены рельсовые пути, по которым, перекрывая судно, перемещаются два козловых крана. При перегрузке длинномерного оборудования с большой массой краны работают спаренно, перемещая груз над судном, а затем – на берег в склад или в обратном направлении.

На пристанях и на причалах промышленных предприятий с небольшим грузооборотом применяют **схемы механизации с плавучими, судовыми, пневмоколесными, гусеничными, на рельсовом ходу кранами.**

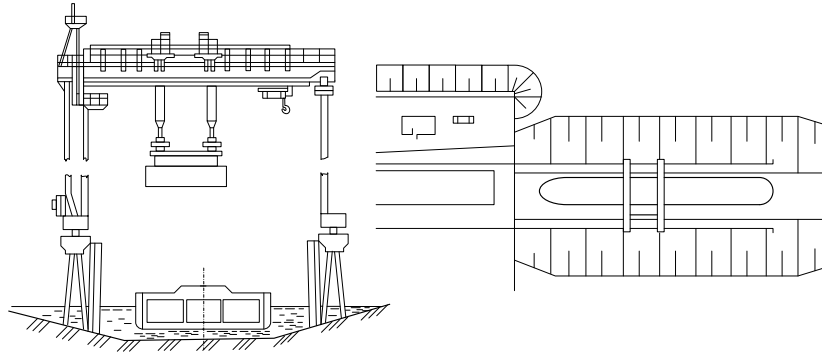


Рисунок 3.23 – Схема механизации перегрузки тяжеловесных грузов с использованием козловых кранов

Причалы с плавучими кранами обычно располагают у откосного берега (рисунок 3.24).

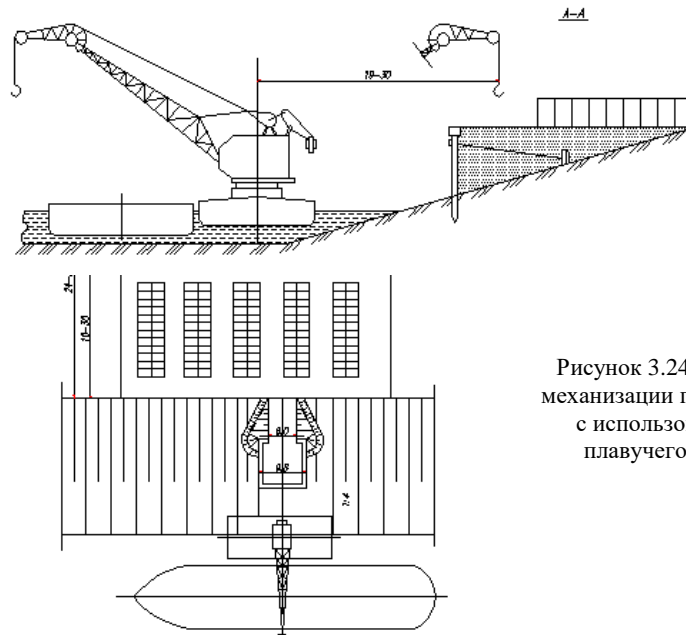
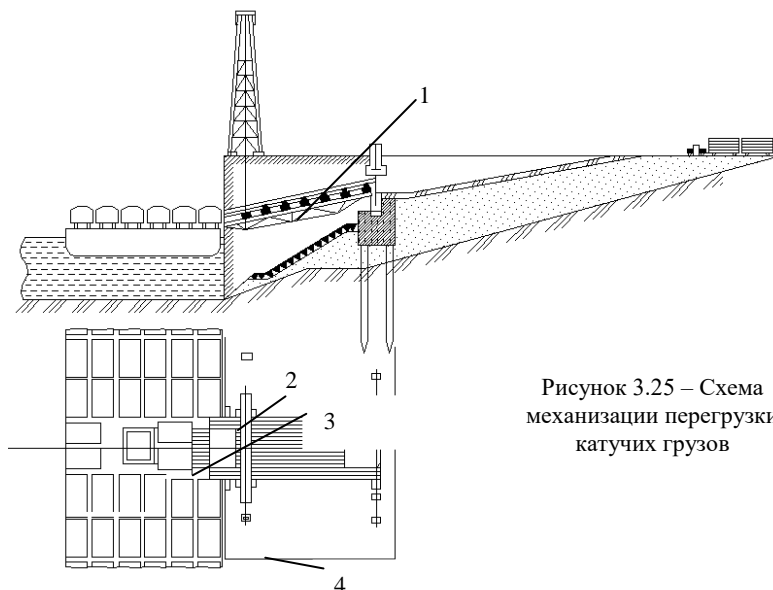


Рисунок 3.24 – Схема механизации перегрузки с использованием плавучего крана

Если нельзя обеспечить непосредственную передачу груза краном на берег, то в качестве склада используют стоечное судно или понтон. Для связи понтона с берегом устанавливают специальный соединительный мост, по которому машины могут заходить непосредственно на понтон.

Аналогично устраивают причалы для судов, оборудованных судовыми кранами.

Для перегрузки катучих грузов (автомобилей, тракторов, прицепов) устраиваются специальные причалы (рисунок 3.25). Груз с судна на берег и наоборот перемещается тягачами или собственным ходом.



На причале установлен подъемный мост *1*, платформа которого поднимается и опускается при помощи электрической лебедки *4*. По мере изменения осадки судна подъемный мост опускается или поднимается, что позволяет совмещать его платформу с палубой обрабатываемого судна. Положение съездного косяка *3* регулируется лебедкой *2*.

3.3 Грузы, перевозимые в контейнерах

3.3.1 Склады и условия размещения и хранения грузов на них

Склады представляют собой открытые площадки. Покрытие площадок может быть асфальтовым и асфальтобетонным.

Площадке придается уклон от середины к краям 2 ‰. По бокам площадки устраивают дренажные канавы для отвода дождевых и талых вод и придают уклон 1 ‰, включая в общую сеть водоотвода.

Контейнеры на площадке устанавливают дверями друг к другу комплектами (группами). Между крупнотоннажными контейнерами должны быть зазоры 0,6 м, между комплектами – 0,6 м.

На площадках предусматривают противопожарные разрывы через каждые 100 м и поперечные заезды для автомобилей через 19 м при работе мостовых кранов и 40 м – для кранов на железнодорожном ходу. Ширина разрывов и проездов – 5 м.

3.3.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства

В качестве фронтальных перегрузочных машин могут использоваться порталные контейнероперегрузжатели, порталные краны, стреловые краны.

При перегрузке контейнеров применяются козловые, мостовые, стреловые краны; крупногабаритные автопогрузчики фронтальные (с грузоподъемной рамой, стрелой), боковые; контейнеровозы; контейнеровозы-штабелеры.

Загрузка-выгрузка грузов в контейнеры выполняется малогабаритными автопогрузчиками, тележками.

При перевозке грузов на расстояние менее 30 км или при объеме погрузочно-выгрузочных работ менее 5 т в сутки целесообразно использовать автомобили-самопогрузчики. При этом достигается значительный экономический эффект по сравнению с вариантом использования стационарных или передвижных средств механизации и обычного автомобильного подвижного состава. Автомобили-самопогрузчики незаменимы в том случае, когда пункты погрузки-выгрузки не оборудованы средствами механизации.

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров применяют специальные козловые краны грузоподъемностью на захвате 20, 32 и 40 т, с пролетами 16, 20, 25 и 32 м и длиной консолей 4,5; 7,3 и 8,5 м.

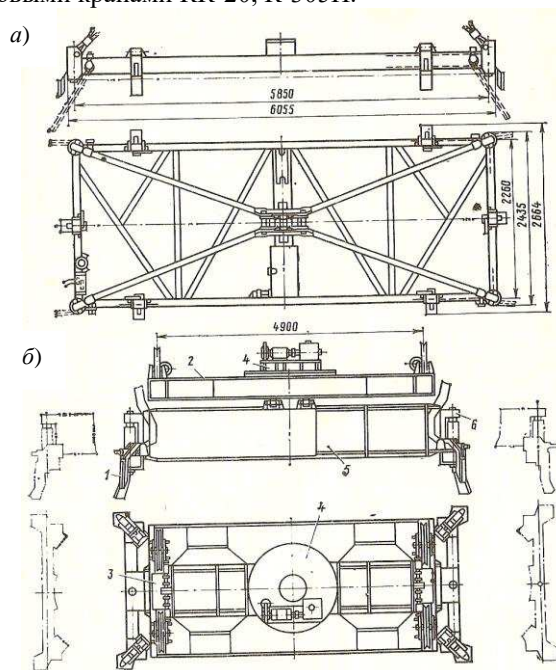
Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т используют автоматический контейнерный захват, предназначенный для оснащения специального козлового крана грузоподъемностью 32 т. Захват крепится к грузоподъемному механизму крана на канатах с помощью полиспастной системы, состоит из трех жестких рам. На верхней блоковой раме установлены механизмы демпфирования груза, механизм вращения с опорно-поворотным шариковым устройством и узлы закрепления канатов. На средней захватной раме по углам установлены четыре захватные головки с поворотными кулачками, четыре жесткие направляющие для центрирования захвата. Вторая захватная рама балочной сварной конструкции предназначена для работы с крупнотоннажными контейнерами массой брутто 30 т. Она имеет по углам четыре захватные головки, четыре центрирующие лапы, собственную гидронасосную систему с аппаратурой, восемь фитингов для присоединения к средней захватной раме и конечный выключатель с грузиком для автоматического перевода механизма подъема на посадочную скорость при соприкосновении грузика с

контейнером. Подача электроэнергии осуществляется гибким кабелем со штепсельным соединением. Каждая центрирующая лапа имеет индивидуальный привод, который устанавливается на крышке захватной головки. Подъем и опускание лап осуществляется с помощью гидроцилиндра.

Для контейнерных пунктов принят унифицированный захват (спредер) РПЧ (рисунок 3.26). Он состоит из двух жестких рам, одна из которых предназначена для перегрузки контейнеров массой 20 т, а другая – 30 т. Для перегрузки контейнеров массой 30 т первая рама устанавливается на вторую и соединяется с ней с помощью поворотных кулачков. Спредер предназначен для использования с козловыми кранами КК-20, К-305Н.

Рисунок 3.26 – Спредеры:

- a* – жесткой конструкции,
- б* – с подвижными захватами;
- 1 – центрирующие лапы;
- 2 – рама; 3 – каретка;
- 4 – механизм поворота;
- 5 – телескопическая рама;
- 6 – захватные балки



Раздвижной спредер конструкции ВНИИПТмаша состоит из рамы, подвешенной на четырех блоках. На раме установлена поворотная платформа с приводом, обеспечивающим частоту вращения 1 об/мин.

Поворотная часть спредера состоит из телескопической рамы, по которой перемещаются каретки с захватными балками. Они снабжены запорными замками с кулачками, вводимыми в фитинги контейнеров, и центрирующими лапами. Время раздвижки рамы составляет 5 с. Общая мощность привода захвата – 12 кВт. Управление спредерами – дистанционное из кабины машиниста.

Привод запорных устройств – электрический, пневматический или гидравлический. Кулачки, введенные в фитинги, замыкаются во время перегруз-

ки контейнера. Ни один из четырех кулачков не может открываться или запирается отдельно, прежде чем они все не примут фиксированные положения. После этого загорается лампочка на раме спредера или в кабине машиниста, что служит машинисту сигналом о возможности подъема контейнера. С началом подъема контейнера все кулачки запираются таким образом, что их нельзя открыть случайно. Блокировочное устройство исключает подъем контейнера при неправильном его захвате. Время перегрузки контейнера спредером занимает примерно 15 с. За рубежом имеются краны с жесткой подвеской спредера на поворотной колонне тележки опорного типа. Поднимаемый контейнер может быть повернут в горизонтальной плоскости в любое положение. Устройство жесткой связи увеличивает его массу.

Мостовые краны позволяют перекрывать значительные пролеты, располагая площадки параллельно друг другу, используя одну эстакаду для двух кранов. Однако устройство эстакады при значительной длине площадки обходится дорого и затрудняет передвижение автомобилей.

Наряду с тяжелыми крановыми установками на рельсовом ходу всё большее распространение получают мобильные и облегченные средства механизации. Это козловые краны на пневмоходу, автопогрузчики с фронтальным и боковым расположением грузозахватного органа (вилочного, верхнего захвата, нижнего захвата), контейнеровозы и контейнеровозы-штабелеры.

3.3.3 Схемы механизированной перегрузки

Перегрузка контейнеров в портах может производиться с использованием схем, приведенных для работы с тяжеловесными грузами открытого хранения. Технология выполнения операций, возможности, достоинства и недостатки будут те же, что и для тяжеловесных грузов.

Схемы механизации с эстакадами для перегрузки контейнеров становятся более совершенными при замене мостовых кранов с гибкой подвеской грузозахватных устройств мостовыми кранами-штабелерами с телескопической колонной и автоматическими грузозахватными устройствами. Это позволит автоматизировать процесс перемещения контейнеров.

В равных условиях производительность крана-штабелера с автоматическим захватом на 40 % выше, чем портального крана. При этом три крана-штабелера выполняют ту же работу, что два портальных крана и шесть погрузчиков. Для обслуживания кранов-штабелеров требуется в два раза меньше механизаторов и рабочих, чем для обслуживания портальных кранов и погрузчиков.

При значительном грузообороте рекомендуются схемы механизированной перегрузки с использованием контейнероперегрузателей и контейнеровозов (рисунок 3.27).

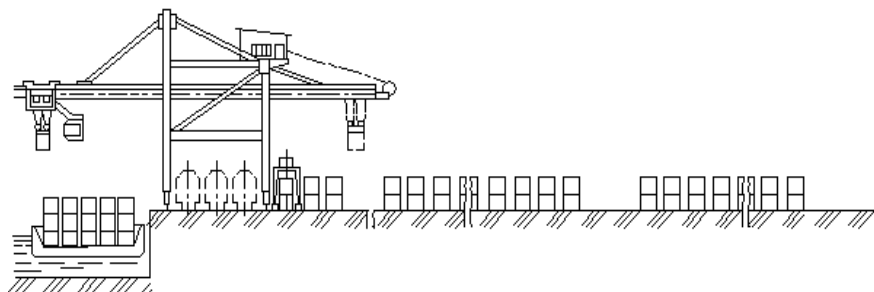


Рисунок 3.27 – Схема механизированной перегрузки контейнеров с использованием контейнеперегрузателей и контейнеровозов

Контейнеперегрузатель выполняет операции перегрузки контейнеров по вариантам «судно – вагон»; «вагон – судно»; «судно – площадка передачи»; «площадка передачи – судно».

Контейнеровозы обеспечивают перемещение контейнеров по площадке в соответствии со специализацией (погрузка, выгрузка, на автомобильный транспорт).

Использование контейнеперегрузателей без поворотных движений позволяет применять при их работе автоматическое и программное управление и при этом, благодаря использованию спредеров, автоматизировать захват и освобождение контейнеров, сократить трудовые затраты, обеспечить высокую производительность и интенсивность обработки судов и снизить эксплуатационные расходы. При перегрузке крупнотоннажных контейнеров производительность грузовых работ на обработке судов увеличивается в 7–8 раз по сравнению с обычной перегрузкой штучных грузов, а выработка на одного рабочего возрастает в 20–25 раз.

Для лучшего использования высокопроизводительного оборудования на причале целесообразно концентрировать перегрузку крупнотоннажных контейнеров и флетов (рисунок 3.28).

Схема механизации на таких причалах включает перегружатель, контейнеровозы и козловые краны. Контейнеры и флеты, подлежащие погрузке на суда, размещают в зоне, ближайшей к кордону. В следующей зоне размещают контейнеры и поддоны, прибывающие на причал в судах. В тыловой зоне располагается сортировочная площадка, на которой козловыми кранами производят погрузку и выгрузку на железнодорожные платформы и автомобили.

Выделение значительных площадей под специализированные причалы в портах не всегда возможно и целесообразно. Поэтому предлагается устрой-

ство причалов с многоэтажными стеллажными складами для хранения крупнотоннажных контейнеров. Схема механизации с таким складом представлена на рисунке 3.29. На причале размещены три стеллажных корпуса многоэтажного склада. Стеллажи могут быть открытыми – без стен и крыши. Между ними по рельсам, установленным на верхней кромке стеллажей, перемещается стеллажный кран с направляющими вертикальными колоннами и подъемником, к которому консольно прикреплена кабина оператора. К верхней части грузовой клетки подъемника прикреплен монорельс с подвешенным к нему автоматическим контейнерным захватом (спредером), оборудованным гидроприводом. Выгрузку (загрузку) судна ведут контейнерным перегружателем, который может подавать контейнеры или непосредственно на железнодорожный состав, или на конвейер (рольганг), перемещающий контейнер к пролетам между корпусами. Отсюда контейнеры захватываются стеллажным краном и перемещаются до заданной ячейки стеллажа, тележка с захватом перемещается в ячейку, и контейнер устанавливается на пол (опорные балки) ячейки. После этого тележка с освобожденным захватом возвращается в клеть, и стеллажный кран движется за другим контейнером.

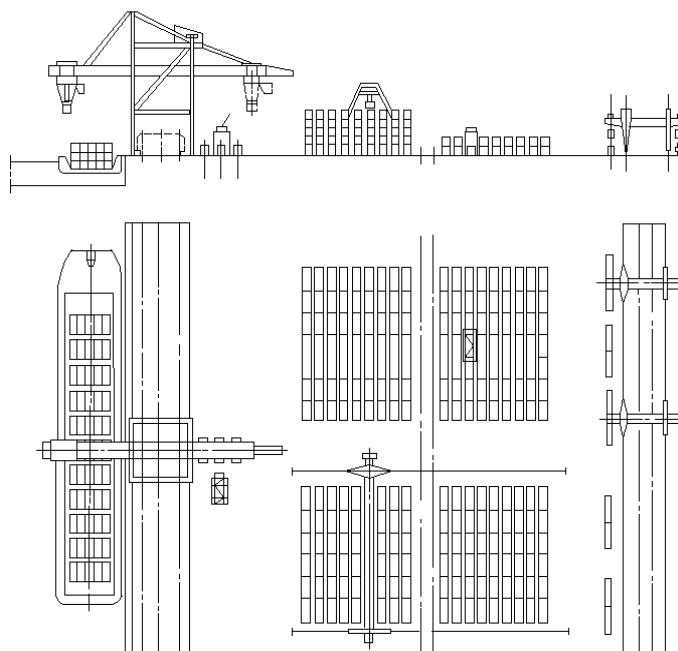


Рисунок 3.28 – Схема механизированной перегрузки крупнотоннажных контейнеров и флетов

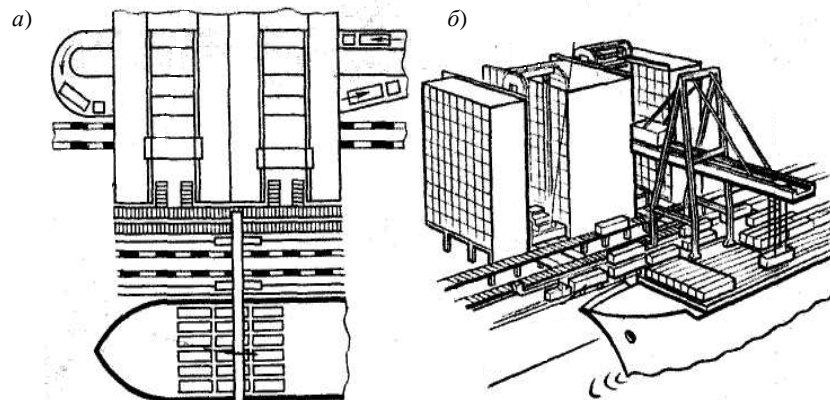


Рисунок 3.29 – Схема механизации с контейнероперегрузателем и многоэтажным секционным складом:
 а – план расположения объекта; б – к обработке судна

Стеллажный склад установлен на опорах, что позволяет разместить под ним железнодорожные и автомобильные пути. Склад может быть оборудован автоматизированной системой управления.

Разработаны и другие системы механического оборудования многоэтажных складов для крупнотоннажных контейнеров – с напольными рельсовыми тележками для перемещения контейнеров внутрь ячеек, рольгангами и т. д. Склад может размещаться также в удалении от кордона. В этом случае контейнеры от перегружателя в склад (в зону захвата стеллажного крана) могут перемещаться по кольцевому железнодорожному пути автоматически управляемыми мотовагонами или другим транспортом.

Разработаны проекты, предусматривающие замену на складах машин циклического действия машинами непрерывного транспорта, что в сочетании со специальным судовым оборудованием позволяет резко ускорить обработку судов.

Накатная горизонтальная система *ro-ro* предусматривает перевозку крупнотоннажных катучих контейнеров (трейлеров, автомобилей и т. п.) в специальных судах трейлеровозах. Связь грузовых помещений судна с терминалом осуществляется при помощи аппарели. Перемещение трейлеров и контейнеров ведется портовыми тягачами и роллтрейлерами. Система обеспечивает высокую интенсивность обработки судов-трейлеровозов, но требует больших затрат на специальные суда и трейлеры и больших складских помещений.

К накатным системам относится и система *LUF*, при которой контейнеры перемещаются тягачами по терминалу и в судно пакетами по 4–6 ед. на специальных катучих платформах, что обеспечивает высокую интенсивность перегрузочных работ.

Мостовые краны позволяют перекрывать значительные пролеты, располагая площадки параллельно друг другу, используя одну эстакаду для двух кранов (рисунок 3.30).

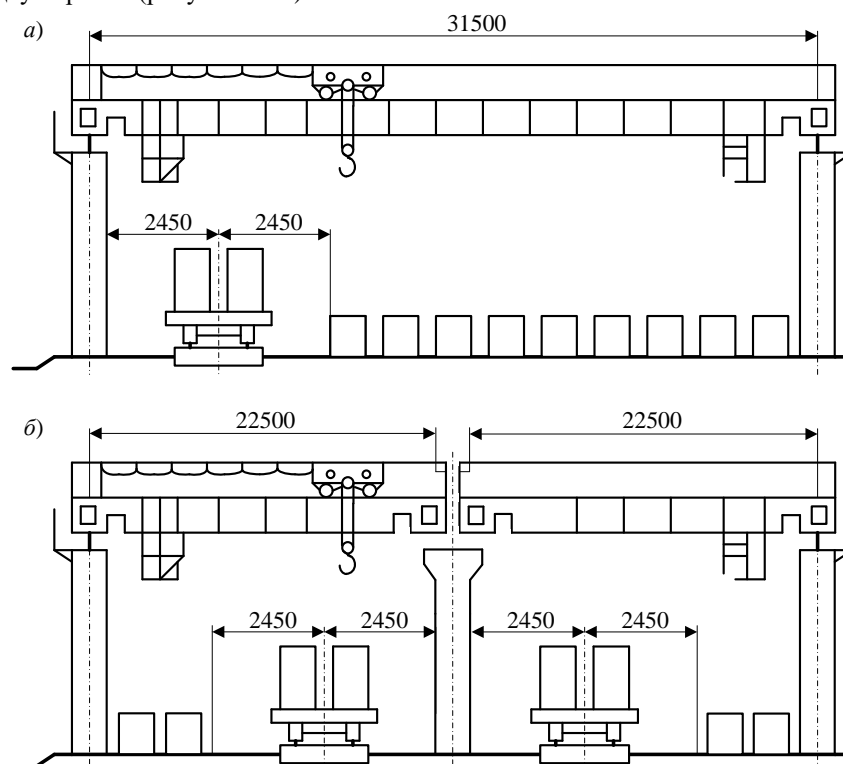


Рисунок 3.30 – Схема механизированной перегрузки контейнеров с использованием мостовых кранов:
a – однопролетная эстакада; *б* – двухпролетная эстакада

Схема размещения контейнеров при использовании мостового крана приведена на рисунке 3.31.

Стреловые краны на железнодорожном и автомобильном ходу (КС-1571; КС-2571; КС-2563; КС-3571, КС-4561) используют при малых объемах работы, когда один кран обслуживает несколько площадок с различными грузами.

Схема расстановки контейнеров и транспортных средств при использовании стрелового крана на железнодорожном ходу приведена на рисунке 3.32.

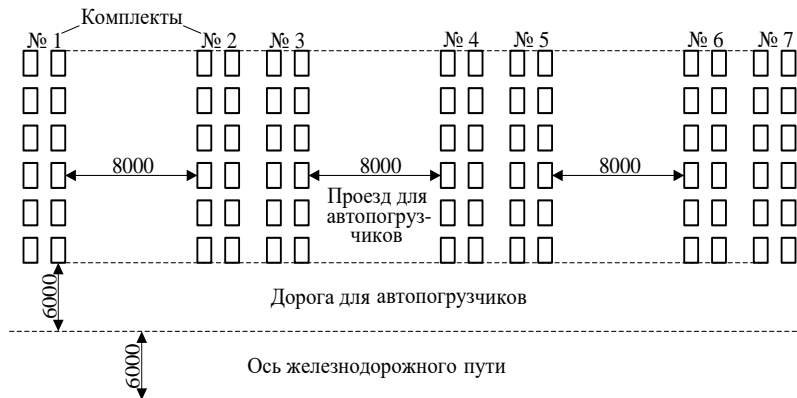


Рисунок 3.33 – Схема размещения контейнеров и транспортных средств при использовании автопогрузчиков

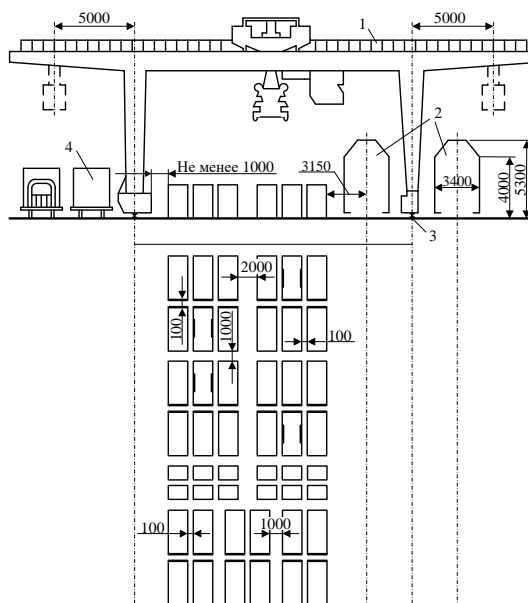


Рисунок 3.34 – Схема размещения крупнотоннажных контейнеров на площадке и комплексной механизации с двумя железнодорожными путями

Площадка для размещения контейнеров делится на секторы. Каждый сектор представляет группу контейнеро-мест, предназначенных для размещения двух рядов контейнеров, как правило, поперек площадки. Между

секторами создаются проходы для приемосдатчиков. Каждый ряд контейнеро-мест в секторе и каждое контейнеро-место в ряду нумеруются. Номер ряда и номер контейнеро-мест представляют собой координаты последнего и служат для быстрого нахождения контейнера.

Машинист крана точно наводит спредер на фитинги очередного контейнера, опускает его до плотной посадки и включает механизм поворота цапф с кулачками на 90°, захватывает контейнер. Получив сигнал о правильном выполнении операции захвата (загорается сигнальная лампочка на пульте в кабине машиниста крана), поднимает контейнер на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов и переносит к заданному месту. Перед установкой контейнера на место машинист крана опускает его на 0,2–0,3 м от покрытия площадки или крыши контейнера (при установке в два яруса), затем поворачивает в нужное положение и опускает на место установки. Крановщик под руководством приемосдатчика производит застропку контейнеров, перемещение их и установку в указанном месте на площадку или в кузов автомобиля.

При выгрузке контейнеров из вагона на площадку машинист крана считывает визуально и передает голосом по связи приемосдатчику инвентарный номер контейнера и координаты места, на котором он поставлен.

При выгрузке контейнеров с автомобиля машинист крана передает приемосдатчику информацию таким же способом и такого же содержания, которую последний заносит в накладную на соответствующий отправляемый контейнер. При погрузке контейнеров с площадки на автомобиль приемосдатчик, пользуясь информацией, имеющейся в накладных, передает машинисту крана координаты места, с которого следует взять контейнер, а также инвентарный номер контейнера. Пользуясь полученными данными, машинист крана находит требуемый контейнер и осуществляет его погрузку в вагон.

При оборудовании кранов и контейнерной площадки устройствами идентификации положения кранов голосом по связи передается только инвентарный номер контейнера, а координаты места его установки автоматически высвечиваются на табло в кабине машиниста крана и на дисплее приемосдатчика.

Совершенствование технологии переработки контейнеров предусматривает применение системы связи и автоматизацию производственных операций с внедрением автоматизированной системы управления и использованием компьютерной техники.











3.4 Лесные грузы

3.4.1 Пакетирование грузов

Лесоматериалы могут перемещаться в виде отдельных бревен, пиломатериалов, пачками и пакетами. Пачка – совокупность хлыстов, сортиментов, собранных вместе для последующих технологических или транспортных операций и не скрепленных обвязкой. Форма и размеры пачки в процессе выполнения транспортных и перегрузочных операций не сохраняются. Пакет – совокупность лесоматериалов установленной формы и размеров, фик-

сированных обвязкой, контейнером или другим устройством. Характеристика транспортных пакетов приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Транспортные пакеты лесоматериалов

Виды пакетов и обвязок	Пакетируемые лесоматериалы	Схемы пакетов	Размеры пакетов, мм			Масса пакета, т
			ширина	высота	длина	
Пакеты в контейнерах-обрешетках	Короткомерные круглые и колотые лесоматериалы		2500–2700	2750 и 1400	До 4000	До 10
Пакеты в брусково-проволочной обвязке: прямоугольные (а) трапецидальные (б)	Пиломатериалы		850–1350	700–1400	До 6500	До 10
	Пиломатериалы, круглые лесоматериалы, шпалы		$\frac{1200}{2600 \dots 2700}$	1100–1200	До 6500	До 10
Пакеты в проволочной, тросовой обвязке и стальной ленте: цилиндрические (а) прямоугольные (б)	Круглые лесоматериалы, тарная дощечка, клепка		1300–1350	1300–1350	До 6500	До 6
	Пиломатериалы, обапал, шпала		1000–2800	500–1350	До 6500	До 10
Пакеты в полужестких многооборотных стропах (ПС, СМ): прямоугольные (а) трапецидальные (б) прямоугольные с усеченными углами (в) комбинированные (г)	Пиломатериалы, тарная дощечка, клепка, шпала, обапал		1350 и 2800	1300–1350	1000–6500	5,0
	То же		$\frac{1250}{2700}$	1200	3000–6500	5,0
	Круглые и колотые лесоматериалы, шпалы		2500–2800	1400 и 2200	1000–6500	5–15
	Пиломатериалы, круглые лесоматериалы		$\frac{1250}{2000 \dots 2700}$	1200–2400	800–6500	6
Пакеты в гибких стропах-контейнерах СК-5 эллипсоидального сечения	Круглые лесоматериалы		2500–2800	1200–1400	4500–6500	До 10

Транспортные пакеты являются наиболее целесообразной формой паке-тирования. Пакет формируется единожды у мест производства и затем без расформирования проходит все этапы транспортного процесса от постав-щика до склада потребителя.

Для пакетирования лесоматериалов применяют брусково-проволочную обвязку, тросы, прорезиненную хлопчатобумажную и капроновую ленты, полугибкие стропы (основные средства пакетирования).

Перед обвязкой пиломатериалов пакеты уплотняют гидропрессами.

Пакеты древесины высоких сортов упаковывают в плотную битумированную водонепроницаемую бумагу. Низ пакета оставляют открытым для обеспечения доступа воздуха.

Прямоугольные пакеты лесоматериалов формируют в накопительных карманах, трапецевидной формы в специальных шаблонах. Длина лесоматериалов в пакетах должна различаться не более чем на 0,25 м.

Параметры пакетов и строп, используемых для их скрепления, приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристики строп и пакетов лесоматериалов

Тип строп	Вид лесоматериалов	Номинальные сечения пакета, мм	Масса пакета при обвязке двумя стропами, т
ПС-01	Длинномерный (доски, брусья и др.)	Ширина – 1350, высота – 1300	5
ПС-02	Доски, брусья длиной не менее 3 м (пакет трапецевидального сечения)	Ширина по низу – 2700, по верху – 1250, высота – 1200	6
ПС-03	Обапол, шпалы, тарная доска и др. короткомерные пиломатериалы	Ширина – 2800, высота – 1400	5
ПС-04 (со средней стяжкой)	Короткомерный круглый лес длиной до 4 м (рудстойка, пропсы, балансы, дрова)	Ширина – 2800, высота – 1400	6
ПС-05 М (со средней стяжкой)	Бревна длиной свыше 4 м	Ширина – 2800, высота – 1400	8–12

3.4.2 Условия размещения и хранения грузов на складах

Лесные грузы на складах обычно хранят рассортированными по породам деревьев и размерам в отдельных штабелях. Размеры и форму штабелей выбирают в зависимости от технологии работы и средств механизации.

Круглый лес складывают и хранят на открытых площадках.

Пиломатериалы размещают на открытых складах и защищают от солнечных лучей и атмосферных осадков.

Заготовки и изделия хранят в сухих вентилируемых закрытых складах, в пакетах и рассортированными по типам и размерам.

Поверхность площадок очищают от мусора, травы, снега, разравнивают и покрывают тонким слоем негашеной извести. По краям площадки устраивают водоотводные кюветы и дренажи.

Штабеля для хранения круглого леса бывают клеточные, рядовые без прокладок, рядовые с прокладками, пакетные (рисунок 3.35).

В качестве подштабельного основания используют круглый лес, брусья, сборный железобетон. Высота основания – 200–250 мм, прокладки-бревна – толщиной 60–80 мм.

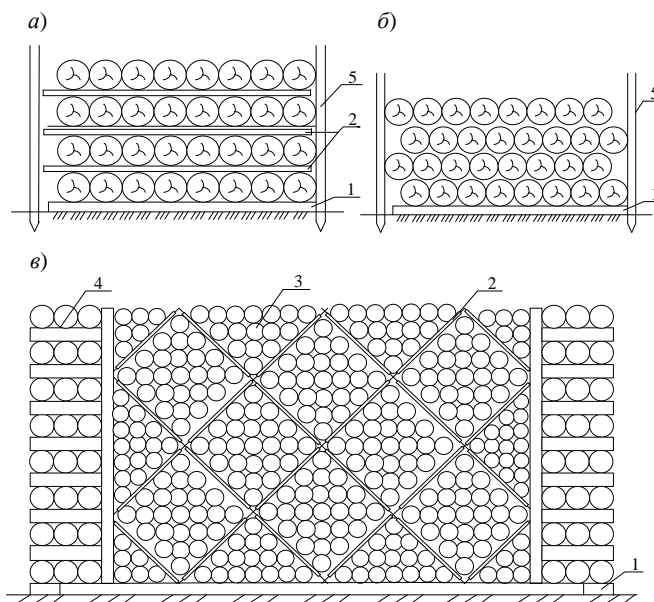


Рисунок 3.35 – Типы штабелей для укладки круглого леса:
a – рядовой с прокладками; *б* – рядовой без прокладок; *в* – пакетно-клеточный;
 1 – основание; 2 – прокладка; 3 – пакет; 4 – клеточный штабель; 5 – стойка

Пиломатериалы хранят в штабелях прямоугольной или квадратной формы уложенными на ленточный фундамент. Расстояние между осями отдельных фундаментов во избежание прогиба досок принимают 2–2,5 м. Высота подштабельных оснований – 0,6–0,75 м (в зависимости от толщины снежного покрова). Поверх фундаментов укладывают брусья толщиной не менее 110 мм. Пиломатериалы хранят в штабелях правильными рядами или стандартными пакетами с разделением их сухими прокладками толщиной 25 мм. Пиломатериалы влажностью более 25 % следует хранить в штабелях с разряженной или клеточной укладкой под навесами, обеспечивающими естественную сушку. Для защиты от солнечных лучей и атмосферных осадков штабеля покрывают односкатной крышей с уклоном 0,12 % из досок толщиной 22–25 мм в два слоя с перекрытием стыков. Крыша должна выступать на 0,5 м в промежутках между штабелями и на 0,75 м – в проездах.

Пиломатериалы должны быть уложены в штабель в течение двух дней после их доставки на склад.

Схемы штабелей для укладки пиломатериалов приведены на рисунках 3.36–3.38.

Щепа, осмол, дрова, опилки можно хранить в кучах прямоугольной или круглой формы.

Лесоматериалы на площадках размещают группами по 6–12 штабелей, уложенных в два параллельных ряда. Размеры штабелей и их расположение на площадке зависит от размеров леса, способа хранения и применяемых средств механизации (рисунок 3.39). Параметры штабелей круглого леса и пиломатериалов приведены в таблице 3.4.

Просвет между соседними штабелями принимают не менее 1 м при высоте штабеля до 6 м, при большей высоте – 1,5 м. Штабеля размещают на складе правильными рядами с шириной рабочих проездов 20 м, остальных – 5 м. Противопожарные проезды устраивают шириной 25 м через 150 м.

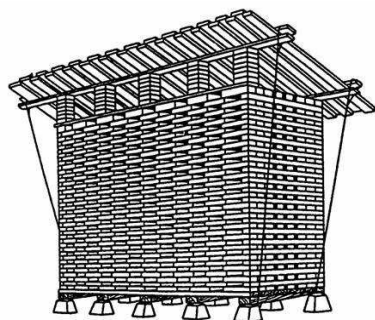


Рисунок 3.36 – Штабель с разряженной укладкой пиломатериалов

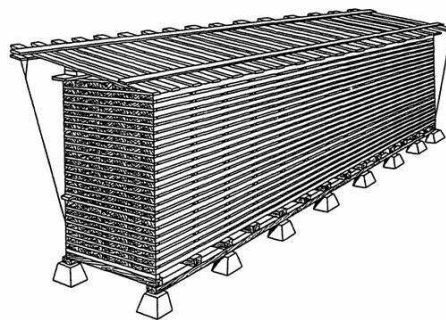


Рисунок 3.37 – Штабель с плотной укладкой пиломатериалов

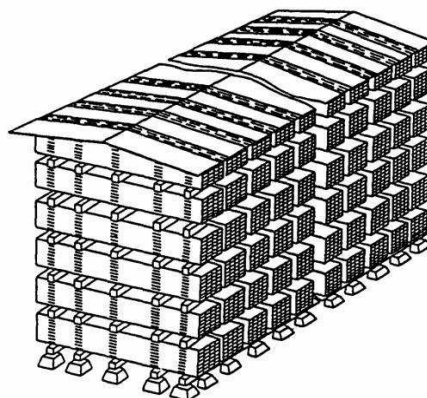


Рисунок 3.38 – Штабель с пакетной укладкой пиломатериалов

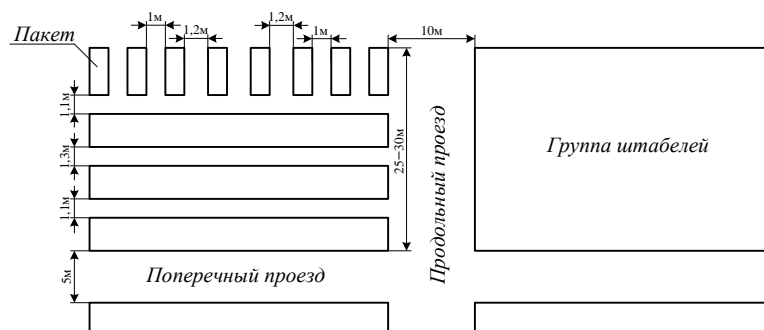


Рисунок 3.39 – Размещение групп штабелей на складе

Таблица 3.4 – Размеры штабелей леса

Лесоматериал		Размеры штабелей, м		
		длина	ширина	высота
Круглый лес	короткий	10–15	3–5	2–4
	средний	40–60	5–8	4–8
	длинный	100–400	7–14	10–12
Доски, брусья	короткие	5–8	3–4	1,5–4
	средние	8–10	4–6	До 6
	длинные	10–20	8–9	” 9

3.4.3 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства

Для погрузки и выгрузки лесных грузов из судов применяют порталные краны, позволяющие одновременно обслуживать суда, вагоны, автомобили и береговую полосу склада, мостовые перегружатели и мостовые краны, наиболее удобные для применения автоматических захватов и пакетной перевозки леса, судовые стреловые краны, плавучие краны.

Поштучную выгрузку леса из воды чаще всего производят поперечными и продольными лесотасками. В этом случае работы на складе выполняют консольно-козловыми и мостокабельными кранами. Поперечная лесотаска (рисунок 3.40, а) имеет погруженную в воду приемную часть, на которую двое рабочих подают бревна баграми. Производительность таких лесотасок доходит до 350 бревен в час. Продольные лесотаски (рисунок 3.40, б), как правило, имеют значительную длину. Их производительность 50–100 м³/ч.

Лес в пучках выгружают из воды плавучими, порталными, кабельными кранами и мостовыми перегружателями. При соответствии грузоподъемности крана массе пучка ручной труд затрачивают только на зацепку и отцепку пучков.

Механизация трюмных работ при перевозке леса в палубных судах чрезвычайно затруднительна, поэтому его перевозят в основном в открытых судах, имеющих небольшие палубные пространства.

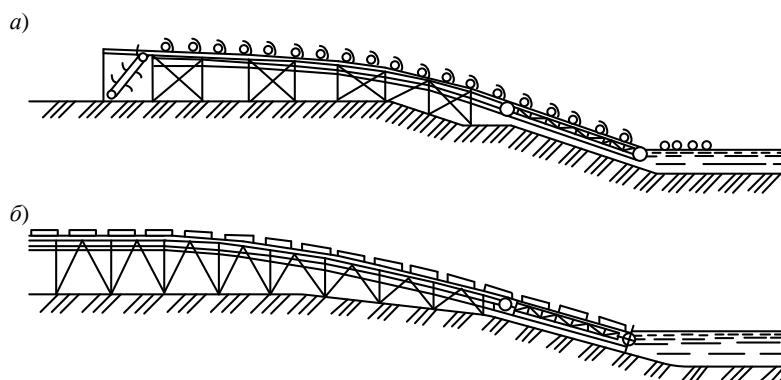


Рисунок 3.40 – Лесотаски для выгрузки леса из воды:
a – поперечная; *б* – продольная

Складские операции с лесными грузами состоят из приема, перемещения, штабелирования и отпуска. При небольшой глубине склада эти операции часто выполняют прикормонными порталными кранами. При значительной площади складирования лесных грузов порталные краны устанавливают в тыловой части, а иногда также применяют мостовые и козловые краны. Крупные склады лесопромышленных предприятий оборудуют кабельными, мостокабельными, козловыми и мостовыми кранами на эстакадах.

Для транспортировки и укладки короткомерного круглого леса наряду с кранами, кранами манипуляторами, используют погрузчики, оснащенные специальными рейферными захватами.

Для транспортировки и выполнения складских операций используются погрузчики с боковым расположением грузозахватных устройств, лесовозы и лесопогрузчики.

При погрузке непакетированного круглого леса в полувагоны необходимо выравнивать торцы. Для этой цели используют торцевальные машины. На рисунке 3.41 изображена двоякая лесоторцевальная машина горизонтального действия. Лес укладывается рейфером в приемную корытообразную камеру 2, стальные листы которой выгнуты в соответствии с радиусом вращения рейфера. В камере бревна выравниваются и занимают правильное продольное положение. Электропривод 4 перемещает подвижной упор 3 к торцам бревен. Под действием упора бревна прижимаются к упорному щиту 1 пружинно-возвратного торцевателя. Наиболее длинные бревна отжимают пружины, которые при откатке подвижного упора 3 назад отжимают щит 1 и выравнивают с одной стороны торцы пачки бревен. После этого рейфер захватывает отторцованную пачку и перемещает в вагон. Торцевание одной пачки занимает 5–15 с.

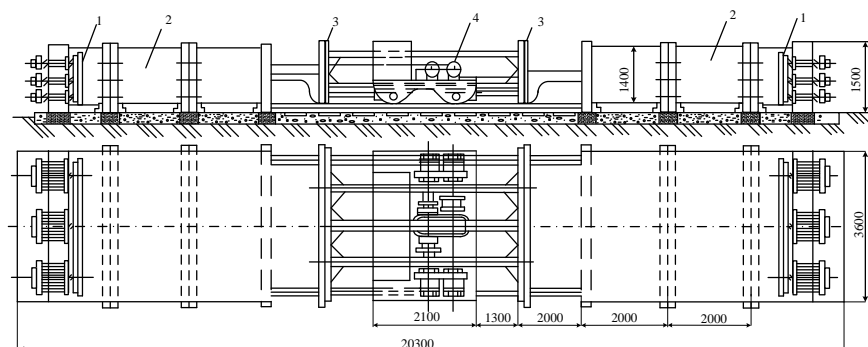


Рисунок 3.41 – Сдвоенная горизонтальная торцевальная машина

Сдвоенные торцевальные машины имеют более высокую производительность, чем одинарные. Но и их использование не обеспечивает высокую производительность погрузки леса в вагоны, так как порталный кран затрачивает много времени на укладку и захват груза из приемного устройства торцевателя.

Пиломатериалы грузят в вагоны и выгружают из них преимущественно кранами и автопогрузчиками, оборудованными крановыми стрелами или специальными захватами.

В последние годы часть древесины перерабатывают на месте заготовки в технологическую щепу, идущую на изготовление бумаги и целлюлозы. В этом случае лес превращается в навалочный груз. Погрузку в суда и выгрузку из них щепы осуществляют кранами и специальным грейфером вместимостью до 7 м^3 , с помощью конвейерных установок производительностью свыше 500 т/ч.

На погрузке в суда применяют также пневматические установки нагнетательного типа, а на выгрузке – всасывающе-нагнетательные установки. Производительность пневматических установок достигает 300–350 т/ч.

Для перевозки щепы наряду с обычными судами используют саморазгружающиеся суда (щеповозы), оборудованные грейферными кранами, приемными бункерами и конвейерами. В отдельных случаях древесную массу перевозят в танкерах и подают в них в виде пульпы насосами с последующей откачкой части воды. При выгрузке пульпа разжижается, перемешивается с водой и насосом подается к месту ее использования. Подача насосов достигает 200–300 т/ч.

При больших грузооборотах для выгрузки вагонов со щепой применяют вагонопрокидыватели.

Производительность машин на перегрузке лесных грузов во многом зависит от грузозахватных приспособлений. На перегрузке леса используют

разнообразные хватные приспособления: стропы, траверсы с тросами, прижимные подвески, захваты с поворотными лапами, приводимыми в действие ручным способом или с помощью электропривода, лесные грейферы. Самоотцепляющиеся стропы для перегрузки лесоматериалов в пакетах с полужесткой несущей обвязкой устроены по принципу самоотцепа для перегрузки универсальных контейнеров.

Для перегрузки блок-пакетов, пиломатериалов, отстропованных стальной лентой или проволокой, применяют управляемое из кабины крана хватное приспособление (рисунок 3.22). Оно имеет подвеску, на которой установлены две подвижные подъемные головки, оснащенные парой захватов, и оттягивающие магниты. При соприкосновении с пакетом стальная лента оттягивается, а захваты устройства головок скользят по поверхности и подхватывают ленту. После этого головки перемещаются к концам пакета и натягивают строп-ленты. Специальные зажимные устройства предотвращают выскользывание стропов во время подъема. После установки пачки на место захваты автоматически разжимаются.

В речных портах наибольшее распространение получил двухканатный трехлапый грейфер (рисунок 3.43) с переменной площадью зева. Независимо от объема захваченной древесины грейфер плотно обжимает ее, не допуская выпадения отдельных бревен. Для выгрузки дров используют многочелюстные грейферы.

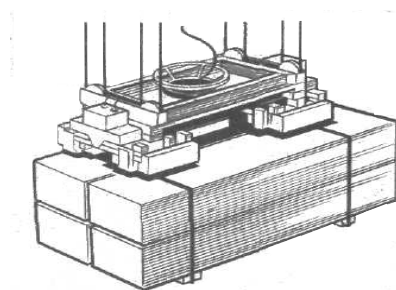


Рисунок 3.42 – Автоматический хват для блок-пакета пиломатериалов

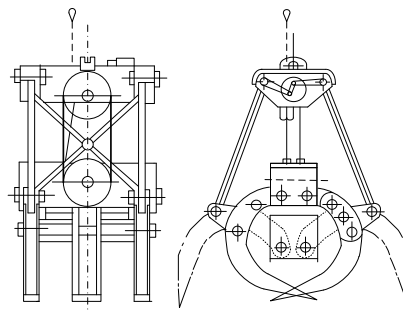


Рисунок 3.43 – Трехлапый грейфер для круглого леса

Для погрузки круглого леса из воды в суда предназначены облегченные грейферы с размахом лап до 5,3 м, ими можно одновременно захватывать значительное количество бревен.

Благодаря лесным грейферам обеспечивается комплексная механизация перегрузки непакетированного круглого леса и повышается производительность труда портовых рабочих. К недостаткам грейферов относятся их большая масса, снижающая использование грузоподъемности кранов, а также то, что не всегда можно ровно уложить бревна в трюме.

3.4.4 Схемы механизированной перегрузки лесоматериалов

При выборе схемы механизации наряду с общими факторами необходимо учитывать вид лесоматериала, способ его перевозки, тип транспортных средств.

При перегрузке круглого леса в судах россыпью для его погрузки и выгрузки применяют одно- и двухрядные крановые схемы (рисунок 3.44), а в качестве захватных устройств используют грейферы.

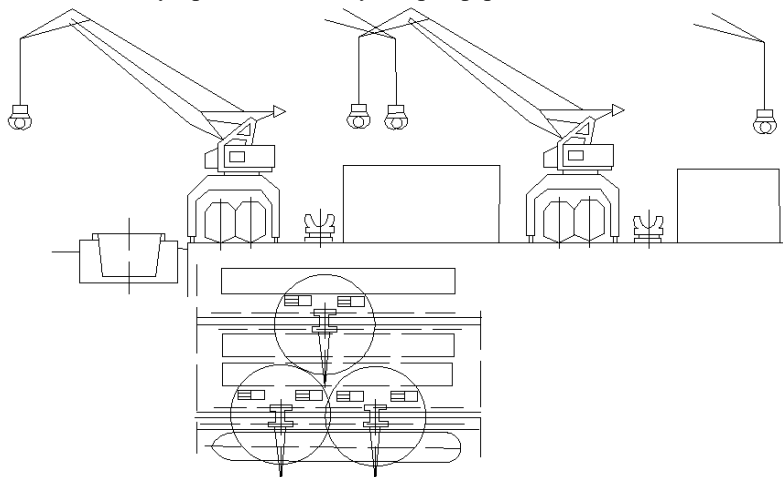


Рисунок 3.44 – Схема механизации перегрузки леса портальными кранами

При загрузке вагонов краны работают в сочетании со двояными торцевальными машинами, установленными в зоне действия как фронтального, так и тылового крана. Пока происходит торцевание леса машиной, кран переносит отторцованную пачку леса в вагон и перемещает из судна следующую порцию груза на освободившуюся часть машины. Затем он берет другую отторцованную пачку. Если полувагоны стоят на тыловых путях, то отторцованные пачки подаются на них тыловым портальным краном. При отсутствии вагонов лес может подаваться фронтальным краном на первую линию складов или на торпедальную машину, откуда он захватывается тыловым краном и перемещается в штабели второй линии складов. При перегрузке пакетированного леса используют ту же схему, только застропку пакета к крюку крана производят рабочие.

Вместо портальных кранов во второй линии могут быть установлены мостовые перегружатели, козловые краны (рисунок 3.45).

При передаче пакетов с фронтального на тыловой кран приходится их перецеплять, что требует дополнительной рабочей силы и снижает производительность перегрузочного процесса. Поэтому при больших складах применяют схему механизации с мостовыми кранами на эстакадах (рисунок 3.46), перемещающими груз на всю глубину склада.

Число пролетов зависит от размеров склада по длине причального фронта. При значительной глубине склада в каждом пролете устанавливают по 2 мостовых крана и по 2 порталных передвижных торцевателя. Лес из судна в приемную часть торцевателя перемещает мостовой кран. Отторцованный лес подают в полувагон специальным грейферным погрузчиком, движущимся по portalу перегружателя. Одновременно может производиться работа по варианту «склад – вагон» тыловыми мостовыми кранами через тыловые порталные торцевальные машины.

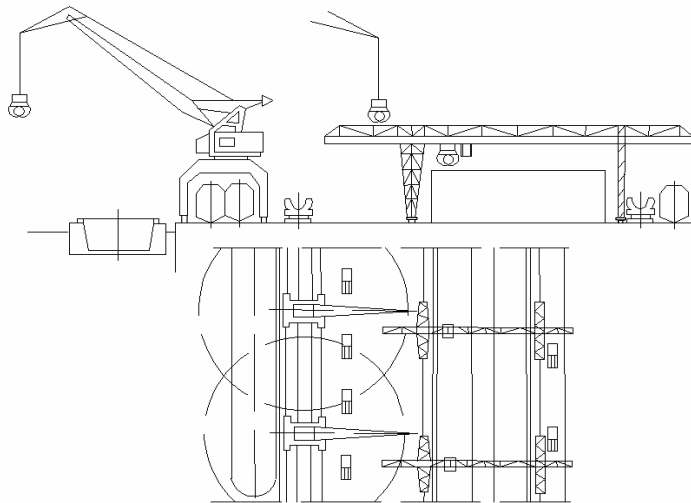


Рисунок 3.45 – Схема механизации перегрузки леса с использованием порталных и козловых кранов

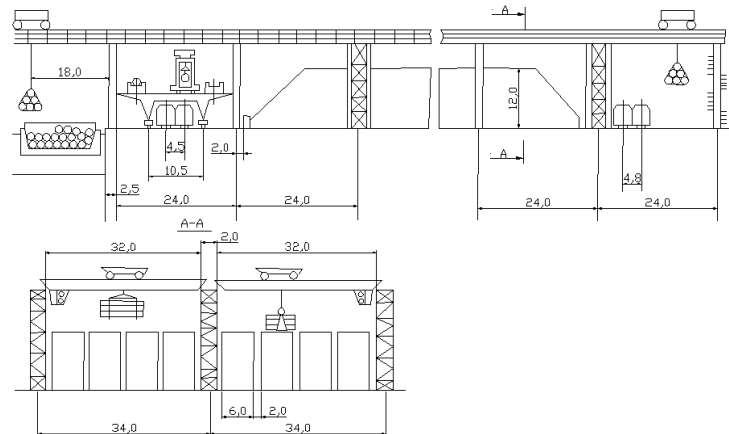


Рисунок 3.46 – Схема механизации перегрузки леса с мостовыми кранами на эстакадах

Для перегрузки пиломатериалов применяют также крановые схемы, аналогичные используемым для перегрузки круглого леса.

Так как пиломатериалы обычно перевозят в пакетированном виде, то торцевальные машины в схемы не включают. В качестве захватных устройств используют стропы или автоматические захваты с поворотными лапами.

Следует иметь в виду, что количество сортиментов пиломатериалов значительно больше, чем круглого леса, и поэтому при одном и том же грузообороте склад пиломатериалов имеет большую площадь, чем склад круглого леса. На крупных складах для перегрузки пиломатериалов рационально использовать схемы механизации с мостовыми кранами (см. рисунок 3.46). Мостовые краны выгружают пиломатериалы из судов (грузят в суда), а также грузят их в вагоны, на автомобили и выполняют все внутрискладские перемещения груза. Территория склада в этом случае имеет глубину 100 м и более.

Некоторые мостовые краны начали оснащать телескопическими устройствами для вертикального перемещения кабины оператора и захватов, что облегчает управление захватами или позволяет оператору самому производить зацепку и отцепку пакетов лесоматериала. Наблюдается тенденция роста грузоподъемности мостовых кранов до 25 т.

Пиломатериалы нередко перегружают портальными кранами в сочетании с автопогрузчиками и автолесовозами, которые транспортируют груз в тыловые склады.

При выгрузке из воды непакетированного леса применяют схемы механизации с лесотасками, а также схемы с плавучими и береговыми стреловыми кранами. Недостаток последних заключается в том, что они перемещают лес из воды на берег только на незначительные расстояния; от берега на склад лес транспортируют лесотасками или другими машинами.

На лесных базах с большим грузооборотом для выгрузки леса из воды применяют схемы механизации с кабельными кранами (рисунок 3.47). Кран может непосредственно захватывать пучки леса из воды или брёвна, предварительно выгруженные поперечной лесотаской в приемный пакетоформирующий станок, откуда пакет перемещается краном в глубь склада и укладывается в штабель.

Для погрузки круглого леса в суда из воды чаще всего используют плавучие краны. Место перегрузки леса на рейде ограждают плавучими бонами, образующими грузовые дворики. В них лес обычно подается в пучках катерами. При достаточной грузоподъемности кранов пучки перемещаются в судно без расформирования, что является наиболее рациональным, при недостаточной – пучки распускают, бревна стягивают затягивающимися стропами в пакет и краном подают в судно. Для захвата бревен из воды служит также облегченный грейфер с большим размахом челюстей. Производительность двух кранов в среднем составляет 100 т/ч.

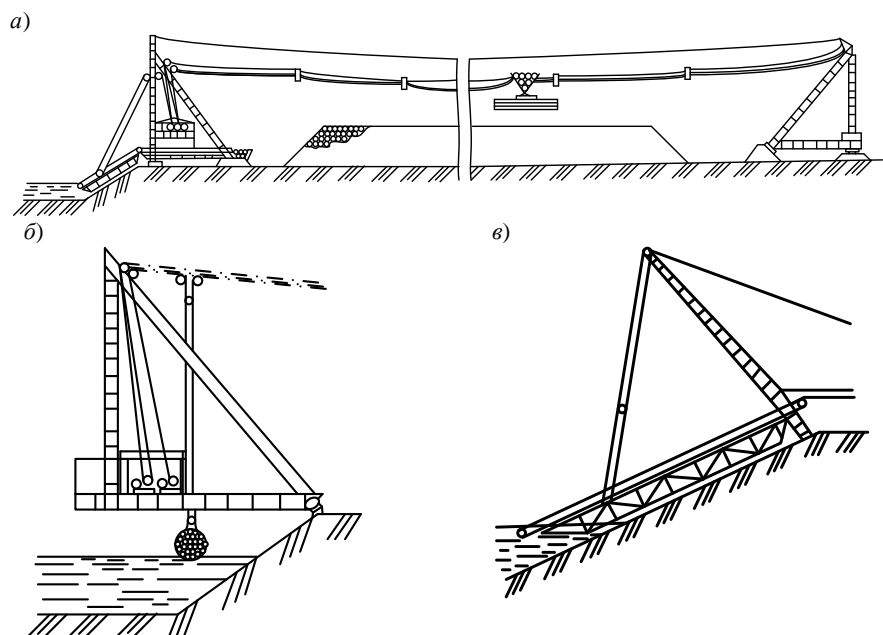


Рисунок 3.47 – Схема механизации выгрузки из воды кабельным краном:
 а – общий вид; б – непосредственный захват леса из воды краном, в – захват леса из воды с помощью лесотаски

При некоторых перегрузочных рейдах в опытном порядке применяют плавучие двухконсольные мостовые перегружатели системы ЦНИИЛесосплава (рисунок 3.48). Они смонтированы на двух понтонах. По ферме перегружателя передвигаются 2 мостовых крана грузоподъемностью 10 т пролетом 11 м, оборудованные грейфером. Судно ставят между понтонами и загружают одновременно с двух бортов двумя мостовыми кранами, забирающими лес из грузовых дворишков. Для обеспечения равномерной загрузки судна перегружатель перемещается вдоль него (с помощью маневровых лебедок). Производительность перегружателя достигает 230 т/ч.

Основные направления в комплексной механизации и автоматизации перегрузочных работ с лесными грузами в значительной части совпадают с направлениями развития механизации процессов перегрузки штучных грузов. Кроме совершенствования и создания новых машин и транспортных средств необходимо расширить пакетные перевозки, позволяющие полностью устранить ручную перекладку грузов. Очень важно для различных сортиментов круглого леса использовать единые стандартные пакеты, что позволит во всех основных перегрузочных пунктах применять одинаковые машины и оборудование.

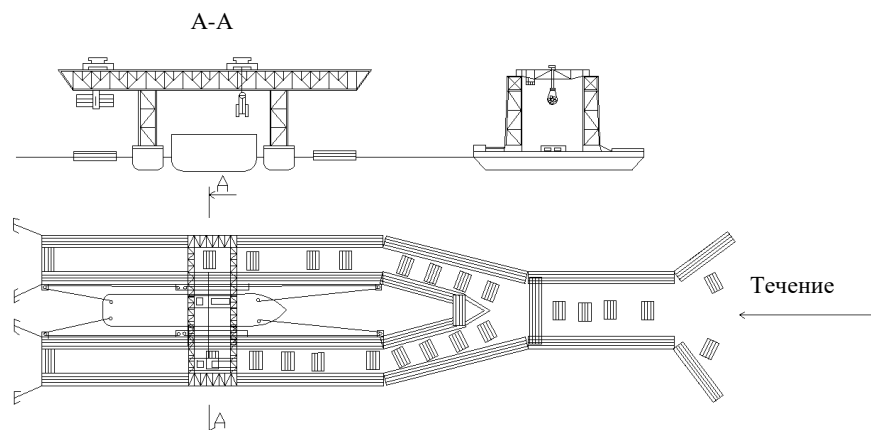


Рисунок 3.48 – Схема механизации перегрузки леса в пучках из воды в суда специальным перегружателем

Пакетные перевозки могут успешно развиваться при комплексной механизации пакетирования лесных грузов в пунктах заготовки и распиловки леса. Для этого широкое распространение должны найти пакетоформирующие машины и устройства.

Наиболее перспективными и экономически эффективными являются пакеты, сформированные при помощи полужестких многооборотных стропов. Однако применяемые конструкции полужестких стропов не позволяют производить автоматическую зацепку пакетов. Поэтому в новых унифицированных полужестких стропов предполагается ввести верхнее несущее звено, которое даст возможность создавать захваты, осуществляющие как автоматическую зацепку, так и отцепку пакета.

Стандартизация пакета позволит разработать автоматические захватные приспособления с дистанционным управлением и создаст условия для внедрения программного управления некоторыми видами кранов и других перегрузочных машин.

Значительного увеличения производительности перегрузочных средств можно достичь увеличением массы пакетов при одновременном внедрении комплекса специальных перегрузочных и пакетизирующих средств.

При перевозках лесных грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении для ускорения перегрузочных работ в крупных перевалочных пунктах желательнее увеличить массу пакетов и делать ее кратной $1/2$ – $1/3$ грузоподъемности полувагона. Для этой цели стандартные пакеты могут объединяться в блок-пакеты или формироваться укрупненные пакеты на крупнотоннажных поддонах (флетах).

Разработаны мероприятия по перевозке и перевалке круглого леса в пакетах массой до 30 т. Предлагаемый метод перевозки и перегрузки леса поз-

воляет в 3 раза увеличить пропускную способность причального фронта и резко увеличить производительность труда портовых рабочих.

Значительное сокращение вспомогательных ручных операций на складах лесоматериалов дает применение мостовых кранов-штабелеров на эстакаде.

При перевозке технической древесины в ряде случаев может оказаться целесообразной ее переработка на щепу, перевозить которую можно как навалочный груз.

Особое место в совершенствовании способов перегрузки лесных грузов имеет автоматизация.

3.5 Навалочные сыпучие грузы

3.5.1 Склады. Условия размещения и хранения грузов на складах

В зависимости от способа хранения и технологии перемещения грузов склады строят закрытыми, открытыми и комбинированными, а по устройству и способу укладки и погрузки – штабельными, штабельно-эстакадными, эстакадно-штабельно-тоннельными, полубункерными, штабельно-полубункерными, бункерными и силосными.

Грузы, не боящиеся атмосферных воздействий, хранят на открытых площадках и штабелях: обелисковых (рисунок 3.49, *а*), призматических (рисунок 3.49 *б*), круговых (рисунок 3.49, *в*), радиальных (рисунок 3.49, *г*), конусных (рисунок 3.49, *д*), М-образных (рисунок 3.49, *е*), хребтовых (рисунок 3.49, *ж*).

Угли разделяют на три группы: антрациты, каменные и бурые. Каждая группа состоит из нескольких классов (марок). В портах уголь хранят на открытых площадках в штабелях. Правила хранения угля определяют специальными инструкциями. Уголь каждого класса следует хранить в отдельных штабелях. При применении механизации размеры основания штабеля не ограничиваются, их принимают в зависимости от эксплуатационных условий и способа ведения перегрузочных работ. Высота штабеля при складировании антрацитов принимается до 10 м, а бурых углей – до 8 м.

Особенность бурого и некоторых других каменных углей (например, марки Д) – способность к самонагреванию и самовозгоранию, что является следствием их окисления. Для проверки температуры угля в штабели закладывают металлические трубы, в которых опускают термометр. Менее всего подвержены самовозгоранию антрациты и угли марки Т.

Основное средство предотвращения нагревания и самовозгорания угля – правильная укладка его с надлежащим уплотнением и устранением циркуляции воздуха внутри штабеля. С этой целью поверхность штабеля засыпают слоем угольной мелочи, уплотняемой катками или другим способом.

В связи с тем, что измельчение угля ведет к понижению его качества, необходимо стремиться к уменьшению высоты сбрасывания и числа пере-

валок угля. При длительном хранении и выветривании теплотворная способность угля понижается. Руду перевозят в открытых судах и вагонах и хранят на открытых площадках в штабелях. Размеры в плане и высота штабелей могут приниматься любыми и ограничиваются лишь возможностями перегрузочного оборудования.

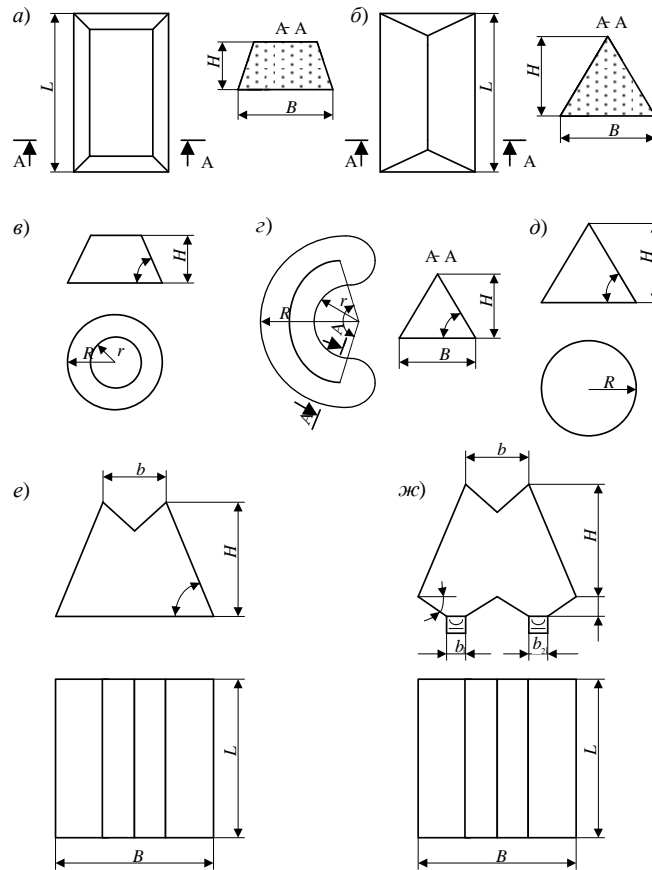


Рисунок 3.49 – Типы штабелей:

L – длина штабеля; B – ширина штабеля; H – высота штабеля; ρ – угол естественного откоса груза в покое; R, r – внешний и внутренний радиусы отсыпки груза; b – расстояние между точками выгрузки груза в штабель; b_1 – ширина подштабельного конвейера

К перевозке, перегрузке и хранению минерально-строительных материалов (песок, гравий, песчано-гравийная смесь, щебень, бутовый камень) не предъявляется каких-либо особых требований. Эти грузы не боятся атмосферных осадков и измельчения. Высота их складирования достигает 16 м.

Из солей речным транспортом перевозят в основном поваренную техническую, пищевую и отчасти калийную. Техническую соль доставляют в порты в виде крупных зерен и кристаллов, при перевозке она практически не слеживается. Пищевую соль можно перевозить в молотом виде. В этом случае нужно решать вопрос скорости доставки (при длительной транспортировке и доставке слеживается и при выгрузке необходимо решать вопрос рыхления). При перевозке в немолотом виде соль не слеживается, но нужно решать вопрос установки в пункте прибытия солепомолочной установки. Выбор варианта решается на основании экономических расчетов. Пищевую поваренную и калийную соли перевозят в крытых транспортных средствах и хранят в закрытых складах. Техническую соль можно хранить на открытых складах. Соли обладают повышенной гигроскопичностью, восприимчивы к посторонним запахам, агрессивны по отношению к гидротехническим сооружениям и вызывают сильное ржавление металла.

Большинство массовых навалочных грузов хранят на открытых складах.

Перевозки речным транспортом навалочных грузов осуществляются преимущественно в крупных самоходных судах и толкаемых составах с открытыми или с открывающимися трюмами. Для перевозки минерально-строительных грузов широко используют суда-площадки, где груз размещают на палубе, а также специализированные суда бункерного типа.

Железнодорожный транспорт использует для перевозки массовых навалочных грузов в основном полувагоны с нижними открывающимися люками, а также платформы и в некоторых случаях думпкары.

На автомобильном транспорте навалочные грузы в основном перевозят самосвалами грузоподъемностью 5–15 т и выше.

Для транспортирования навалочных грузов в глубь портовой территории и их штабелирования применяют ленточные конвейеры, расположенные на эстакаде (рисунок 3.50). Обычно их оборудуют сбрасывающими тележками с поперечными накидными конвейерами, позволяющими увеличить ширину штабеля. Для значительного увеличения ширины штабеля по обеим сторонам эстакады ставят катучие конвейерные мосты, на которые груз сбрасывается с эстакадного конвейера.

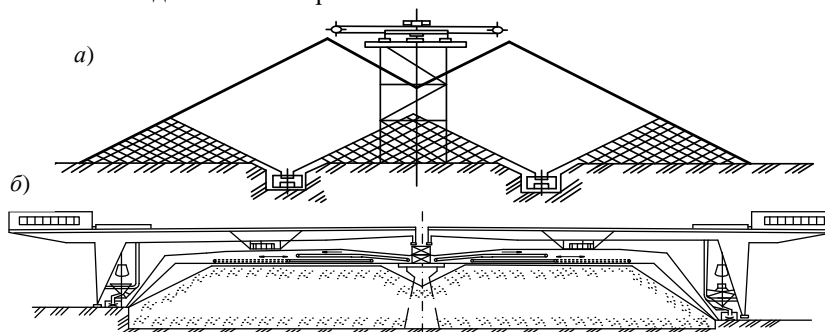


Рисунок 3.50 – Ленточный конвейер на эстакаде:
а – со сбрасывающей тележкой; б – с катучим конвейерным мостом

3.5.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства

При перегрузке навалочных грузов используются фронтальные, тыловые машины для подгребки, зачистки трюмов судов и вагонов, устройства для рыхления слеживающихся грузов (таблица 3.5).

Судовые операции. На большинстве причалов речных портов погрузку и выгрузку навалочных грузов в суда ведут порталными и плавучими кранами. Портальные краны перемещают груз с берега в трюмы и разгружают вагоны по прямому варианту в судно.

Основными захватными устройствами для перегрузки навалочных грузов кранами являются грейферы. Выбор типа грейфера зависит от рода груза, типа крана и его грузоподъемности и от типа подвижного состава. Производительность грейферных кранов может возрасти лишь до определенных пределов. Ввиду небольших расстояний перемещения груза невозможно использовать высокие скорости перемещения отдельных механизмов крана, так как при этом возрастают периоды разгона и торможения. Увеличение вместимости грейфера также после определенного значения не дает нужного эффекта. Чем больше вместимость грейфера, тем больше требуется времени на его разгон, торможение, закрытие и открытие. Кроме того, грейферы больших размеров трудно использовать на загрузке и выгрузке вагонов. В ряде случаев на порталах кранов, предназначенных для загрузки и разгрузки судов, устанавливают бункеры, которые позволяют сократить продолжительность рабочего цикла благодаря исключению поворота. Для работы таких кранов требуется меньший фронт работы, и их можно концентрировать на обработке одного судна в количестве до четырех-шести.

Кроме порталных кранов на операциях погрузки, выгрузки грузов в суда могут использоваться и другие машины циклического действия: мостовые краны, перегрузочные мосты, стреловые краны, судовые краны, плавучие краны, перегружатели.

Широкое использование плавучих кранов обусловлено тем, что береговые сооружения для них не представляют большой сложности и не требуют много времени. Благодаря наличию на этих кранах автономных энергетических установок их можно быстро перебрасывать и устанавливать в любом месте, отведенном для погрузки, выгрузки грузов. Это обеспечивает высокий коэффициент их использования по времени сравнительно с береговыми кранами.

При больших грузооборотах загрузку навалочных грузов в суда осуществляют конвейерными машинами (погрузчиками непрерывного действия), которые могут иметь производительность до 6000 т/ч. В прикардонной части они заканчиваются конвейерной стрелой, которая может подниматься, поворачиваться и выдвигаться. Сочетание этих движений позволяет обслуживать всю площадь трюмов без передвижки судна и уменьшает высоту падения груза при сбрасывании. Для уменьшения силы удара и пыления груза к концу конвейерной стрелы подвешивают телескопическую трубу с каскадным спуском. Для загрузки подпалубных пространств на конец трубы навешивают ленточный конвейер (метатель), который может поворачиваться.

Таблица 3.5 – Машины и устройства, используемые при перегрузке навалочных грузов

Погрузочно-разгрузочные машины и устройства	Погрузка			Выгрузка			Складские работы	Добыча ПГС из реки	Рыхление груза в вагонах	Очистка подвижного состава		
	судно	вагон	автомобиль	судно	вагон	автомобиль				судно	вагон	автомобиль
Гидравлические установки	+			+			+	+		+		
Пневматические установки	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Конвейеры	+	+	+	+			+					
Элеваторы				+			+					
Погрузчики непрерывного действия:												
– конвейерный, передвижной порталный	+											
– конвейерный, передвижной с подъемной консолью	+											
– конвейерный, стационарный с подъемной стрелой	+											
– элеваторно-конвейерный	+											
– самоподаватель конструкции Булавенко			+									
– с винтовым питателем			+									
– с роторно-ковшовым питателем			+									
– с конвейерно-скребковым питателем			+									
– с подгребающими лапами			+									
– шнековый самоподаватель			+									
– штабелепогрузчик							+					
Разгрузчики непрерывного действия:												
– гидротрегрузатель				+								
– элеваторно-конвейерный				+								
– пневматические				+								
– роторно-конвейерный				+								
– роторно-норийно-конвейерные				+								

Окончание таблицы 3.5

Погрузочно-разгрузочные машины и устройства	Погрузка			Выгрузка			Складские работы	Добыча ПГС из реки	Рыхление груза в вагонах	Очистка подвижного состава		
	судно	вагон	автомобиль	судно	вагон	автомобиль				судно	вагон	автомобиль
– питатель скребковый конвейер				+								
– шнековые				+								
– норийно-конвейерные				+								
– МВС					+							
– МГУ					+							
– скребкового типа					+							
– со сребковым конвейером					+							
– системы ХИИТ					+							
– элеваторно-конвейерный					+							
– штабелеразгрузчик							+					
Укладчик-заборщик							+					
Кратцер-краны							+					
Автомобилеразгрузчики						+						
Вагоноопрокидыватели					+							
Инерционные вагоно-разгрузочные машины					+							
Перегрузочные мосты	+	+		+	+							
Краны												
– козловые		+	+		+	+	+					
– мостовые	+	+	+	+	+	+	+					
– стреловые	+	+	+	+	+	+	+	+				
– порталные	+	+	+	+	+	+	+					
– судовые	+			+								
– плавучие	+			+								
Перегружатели	+			+								
Одноковшовые погрузчики		+	+				+				+	
Экскаваторы			+				+					

При больших объемах выгрузки из судов целесообразно использовать разгрузчики непрерывного действия: гидротрегрузжатели, элеваторно-конвейерные, пневматические, роторно-конвейерные, со скребковым конвейером, роторно-норийно-конвейерные, шнековые, норийно-конвейерные.

Вагонные операции. Для погрузки навалочных грузов в открытые вагоны используют грейферные краны (мостовые, козловые, стреловые, порталные, перегрузочные мосты), крупногабаритные одноковшовые погрузчики. Крытые вагоны загружают через специальные бункеры, имеющие опускаемые лотки, направляемые в окна вагонов.

Выгрузку из платформ и полувагонов навалочных грузов ведут козловые, мостовые, перегрузочные мосты, стреловые, порталные краны, кроме того, из платформ с помощью разгрузчиков непрерывного действия скребкового типа, со скребковым конвейером, а из полувагонов – элеваторно-конвейерные. Крытые вагоны выгружаются с помощью разгрузчиков непрерывного действия МВС (слеживающиеся грузы), МГУ (слеживающиеся грузы), системы ХИИТ, малогабаритные ковшовые погрузчики, малогабаритные бульдозеры.

Полностью автоматизировать и механизировать выгрузку сыпучих и кусковых грузов позволяет инерционная вагоноразгрузочная машина.

Кроме перечисленных средств механизации на выгрузке из полувагонов используются высокопроизводительные вагонопрокидыватели. Они способны разгрузить 20–50 вагонов в час, не требуется очистка от остатков груза, процесс выгрузки может быть автоматизирован. Применяют роторные, мосто-роторные, боковые, башенные, торцевые, платформопрокидыватели и для крытых вагонов.

Автомобильные операции. Погрузку и выгрузку из автомобилей можно производить козловыми, мостовыми, стреловыми, порталными кранами, одноковшовыми погрузчиками, экскаваторами. Погрузку с использованием погрузчиков непрерывного действия: самоподаватель конструкции Булавенко, с винтовым питателем), с роторно-ковшовым питателем, с конвейерно-скребковым питателем, с подгребающими лапами, шнековый самоподаватель. Выгрузку из бортовых автомобилей с использованием автомобилеразгрузчиков.

Складские операции. Для выполнения складских операций используются козловые, мостовые, стреловые, порталные краны; одноковшовые погрузчики; экскаваторы; элеваторы; штабелепогрузчики; штабелеразгрузчики; укладчики-заборщики; кратцер-краны.

Для добычи из русел рек и перегрузки песка применяют установки гидравлического транспорта: землесосы, эжекторные, эрлифтные, береговые и плавучие гидротрегрузжатели. Они обеспечивают механизацию всех перегрузочных операций, высокую производительность (до 2000 т/ч), большую длину транспортирования, возможность автоматизации управления и совмещения добычи и перегрузки с обогащением и разделением добываемого материала на отдельные фракции. Однако они допускают перемещение лишь ограниченной номенклату-

ры грузов, требуют значительного расхода энергии и воды, не могут работать при низких температурах, вызывают затруднения с отводом отработанной воды со складов из трюмов.

Трюмные операции. Наиболее трудная задача в осуществлении комплексной механизации перегрузки навалочных грузов – механизация трюмных работ. Хотя основную массу груза выгружают из открытого судна грейферными кранами без участия других машин, часть его остается в подпалубном пространстве и вблизи борта, откуда захват груза грейфером невозможен. Кроме того, в заключительный период выгрузки в судне находится небольшой слой материала, при зачерпывании которого грейфер заполняется лишь частично.

Несмотря на то, что доля груза в судне, подлежащая подгребке и зачистке, составляет 5–10 %, на этих операциях занято большое количество рабочих. Условия работы в трюмах чрезвычайно неблагоприятны. Заключительные работы сильно удлиняют сроки обработки судов.

Для заполнения грузом подпалубных пространств и подачи груза из них в открытую часть трюма, а также зачистки трюмов применяют специальные трюмные машины. Их выбирают с учетом типа судна, рода груза, типа и производительности фронтальной машины.

Для подгребки и зачистки трюмов при выгрузке навалочных грузов применяют в основном трюмные машины периодического действия – бульдозеры и ковшовые погрузчики (рисунок 3.51).

Бульдозеры изготовляют на базе серийных тракторов или на специальных шасси. Они снабжаются передним отвалом и гребком, навешиваемым сзади кабины. Основное перемещение и подгребку груза осуществляют отвалом, а гребок используют для удаления груза от переборок и бортов. Для подгребки соли бульдозеры оборудуют, кроме отвала, откидными зубьями, которые разрыхляют соль при заднем ходе бульдозера. В стесненных полукрытых трюмах применяют малогабаритные бульдозеры на гусеничном ходу с питанием от гибкого электрокабеля и дистанционным управлением. Такие бульдозеры оборудуют комбинированным отвалом, сочетающим в себе прямой и обратный отвалы, что позволяет ему перемещать груз как толканием, так и волочением. Для зачистки и уборки трюмов от остатков груза малогабаритные бульдозеры оснащают механической зачистной щеткой, представляющей собой цилиндрический барабан, на котором закреплены пучки стальной проволоки небольшого диаметра. Щетку с помощью кронштейнов крепят к отвалу бульдозера, она приводится во вращение специальным приводом. Созданы и специальные трюмные уборочные машины, которые позволяют удалить небольшой слой оставшегося груза не только со слани, но и с бортов. Для этого машина оснащена боковыми скребково-щеточными устройствами. Использование малогабаритных бульдозеров на трюмных работах позволяет снизить себестоимость грузовых работ на 20–25 %, значительно повысить выработку рабочих и сократить время стоянки судна под грузовыми операциями.

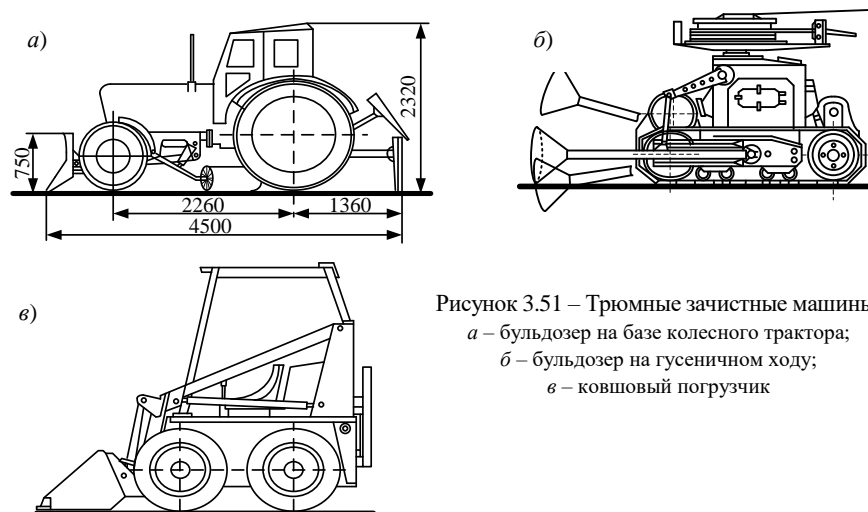


Рисунок 3.51 – Трюмные зачистные машины:
a – бульдозер на базе колесного трактора;
б – бульдозер на гусеничном ходу;
в – ковшовый погрузчик

Трюмные ковшовые погрузчики на пневмоколесном и гусеничном ходу в качестве рабочего органа имеют подъемный опрокидывающийся ковш. Двигаясь вперед, погрузчик врезается ковшом в груз и слегка поднимает ковш вверх. Далее погрузчик отъезжает без разворота к просвету трюма и, опрокидывая ковш, высыпает груз. Благодаря мощной ходовой части ковшовый погрузчик может захватывать тяжелые крупнокусковые и слеживающиеся материалы. Он имеет большой радиус действия, перемещает груз по любой траектории. При движении вперед с опущенным ковшом погрузчик перемещает груз, как бульдозер. Производительность трюмных ковшовых машин 50–80 т/ч.

Производительность трюмных машин меньше производительности фронтальных перегрузочных установок. Поэтому они должны включаться в работу в трюме как можно раньше. С этой целью грейферные краны подготавливают им в трюме рабочую зону еще до окончания выгрузки основной массы груза. Работая на подготовленной площадке, трюмные машины заблаговременно подгребают груз, чем обеспечивают работу грейферного крана без снижения его производительности.

Для зачистки судов от остатков навалочных грузов, не боящихся влияния воды, применяют плавучие гидрозащитные станции (рисунок 3.52).

В кормовом трюме судна монтируют дизель-генераторную установку, размывочный насос, насос эжектора. В трех других трюмах устанавливают каскадные отстойники и резервуары оборотной воды, которая пропускается через фильтр грубой и тонкой очистки.

На палубе судна установлен поворотный кран, предназначенный для спуска в трюм гидромонитора на самоходной тележке и выгрузки грейфером из отстойников груза. Установка используется для зачистки трюмов от

остатков груза (0,5–1,5 %). С бортов и настила груз смывается гидромонитором. Пульпа из трюма откачивается эжекторной установкой и направляется в каскадный отстойник. Все операции по зачистке производят без слива загрязненной воды за борт. Обратную воду используют для зачистки по замкнутому циклу.

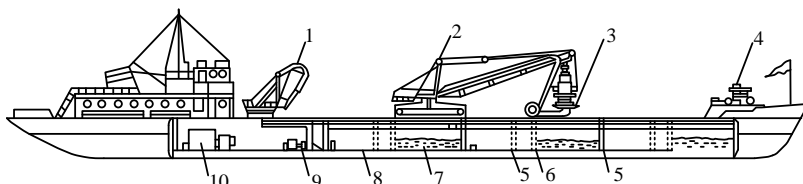


Рисунок 3.52 – Плавающая зачистная станция:

1 – эжектор; 2 – судовой кран; 3 – гидромонитор; 4 – трюмный бульдозер; 5 – переборка-фильтр тонкой очистки воды; 6 – переборка-фильтр грубой очистки воды; 7 – отстойник; 8 – резервуар оборотной воды; 9 – размывочный насос; 10 – дизель-генератор

При необходимости перед гидрозачисткой в трюм выгружаемого судна может быть спущен бульдозер. Он ведёт подгребку груза, который нецелесообразно зачищать смывом. Плавающую станцию подают к причалу к моменту окончания выгрузки основной части груза. Зачистка судна с помощью станции занимает 1–1,5 ч. Из отстойников груз удаляют грейфером на склад.

Трудности комплексной механизации трюмных работ и нецелесообразность применения в отдельных пунктах сложных береговых перегрузочных установок привели к созданию речных судов, оборудованных собственными средствами выгрузки (саморазгружающиеся суда) с производительностью 300–1200 т/ч. Преимущество саморазгружающихся судов – быстрая выгрузка, отсутствие берегового перегрузочного оборудования на причале, полная механизация трюмных работ, недостатки их – более высокая строительная стоимость судов (на 18–30 %), более сложная эксплуатация, меньшая универсальность по сравнению с обычными судами. Саморазгружающиеся суда наиболее экономичны на коротких пробегах, при односторонних грузопотоках (когда обычные суда следуют в обратном направлении частично порожнем), при обслуживании многих мелких пунктов, которые не имеют перегрузочного оборудования и где это оборудование ставить нецелесообразно. С увеличением дальности пробега эффективность саморазгружающихся судов снижается, так как уменьшается степень использования перегрузочного оборудования, установленного на них.

Наибольшее распространение для перевозки навалочных грузов получили суда бункерного типа с V-образным (рисунок 3.53, а) и W-образным (рисунок 3.53, б) профилями сечения трюмов. В этих судах под бункерами в трюме проходят ленточные конвейеры. Груз ссыпается из бункеров через выпускные отверстия с лопастными питателями. В носовой, а иногда и в кормовой части судна груз с конвейера сбрасывается в поперечный лоток,

откуда он забирается ковшовыми наклонными элеваторами, поднимается под углом 45° на палубу и сбрасывается в специальный небольшой перегрузочный бункер или воронку. Из бункера груз поступает на поворотно-подъемную конвейерную стрелу, которая выбрасывает его на берег. Поворотная стрела может иметь выдвижную секцию или сбрасывающую тележку, позволяющую разгружать груз в любой точке по длине стрелы. Вместо элеваторов в речных судах иногда устанавливают наклонные конвейеры.

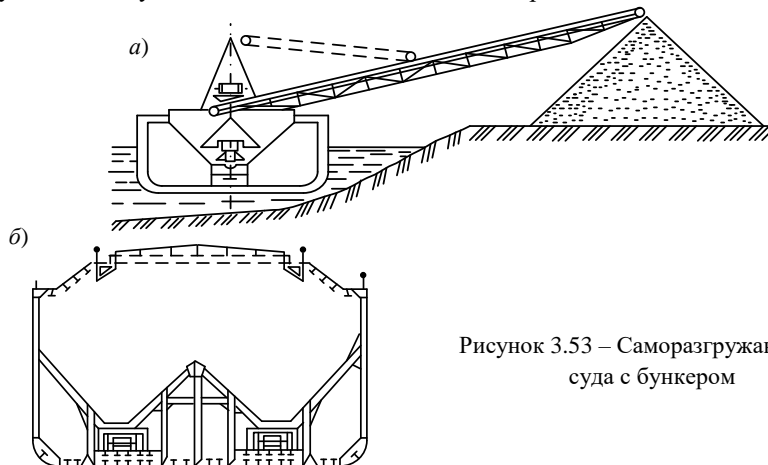


Рисунок 3.53 – Саморазгружающиеся суда с бункером

Для механического рыхления слеживающихся грузов наиболее эффективно применение виброрыхлителей и виброударных установок, а в отдельных случаях – солерыхлительных машин с вращающимися пилообразными дисками, скребковых конвейеров, цепных электропил и др.

Для рыхления смерзающихся грузов предназначаются те же средства, что и для слеживающихся, а также всевозможные обогревающие устройства (электрические грелки, инфракрасные излучатели и т. д.) и обезвоживание перед отправкой (центрифугирование, сушка с помощью токов высокой частоты и др.).

Для механизации операций по выгрузке остатков грузов из вагонов применяются следующие очистные устройства: механические (щеточные, скребковые, щеточно-скребковые, вибрационные); пневматические; газодинамические; гидравлические.

3.5.3 Схемы механизированной перегрузки грузов

Большое разнообразие средств механизированной перегрузки навалочных грузов в портах позволяет организовать эту работу по большому количеству схем. Выбор схемы механизированной перегрузки будет зависеть от объемов работы, типов используемых транспортных средств, местных условий и финансовых возможностей.

Во многих речных портах для перевалки груза из вагонов в суда и обратно применяются крановые схемы механизации. Они универсальные, но при выгрузке вагонов могут происходить повреждения верхней обвязки вагонов и остается значительное количество груза на дне вагона, требующее применения других машин для их удаления или ручного труда. При небольших складах используются схемы с одной линией порталных кранов (фронтальные машины), которые выполняют операции «судно – склад»; «склад – судно»; «судно – вагон»; «вагон – судно»; «склад – вагон»; «вагон – склад» (рисунок 3.54).

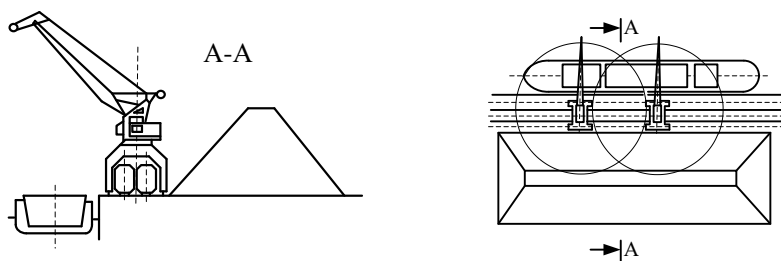


Рисунок 3.54 – Схема механизации с одной линией порталных кранов

Для складов большой емкости используются схемы с двумя линиями однотипных или разнотипных кранов (рисунок 3.55).

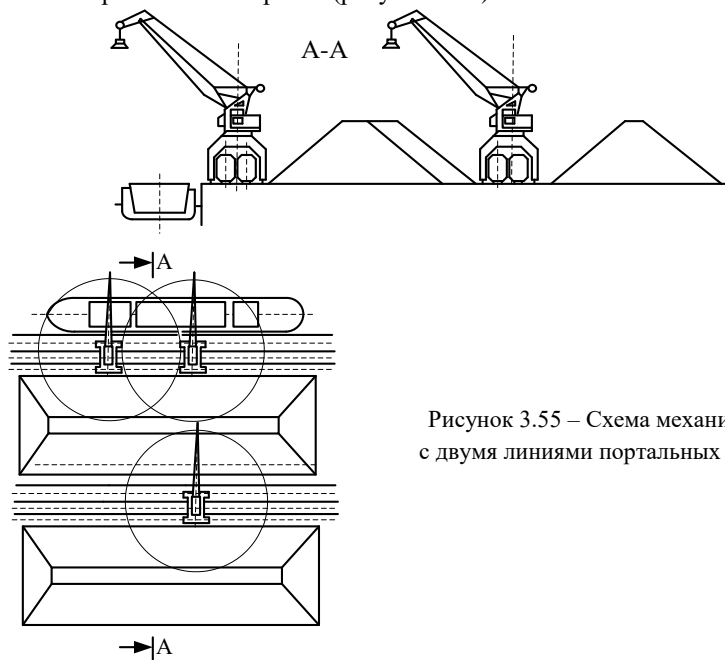


Рисунок 3.55 – Схема механизации с двумя линиями порталных кранов

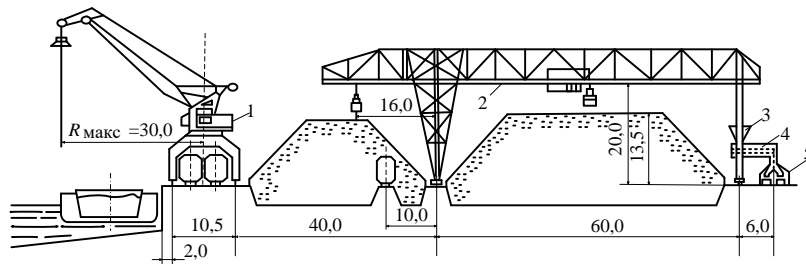


Рисунок 3.56 – Схема механизации с порталным краном и мостовым перегружателем:
1 – порталный кран; 2 – перегружатель; 3 – приемный бункер; 4 – питатель; 5 – стационарный конвейер

При этом число фронтальных машин больше чем тыловых. Недостаток схемы с использованием двух линий кранов состоит в двойной переработке грузов, что вызывает их дробление, увеличение числа машин и обслуживающего персонала.

Более производительны схемы механизации с кранами типа «Кенгуру», имеющими на портале приемный бункер и отвалообразователь (рисунок 3.57).

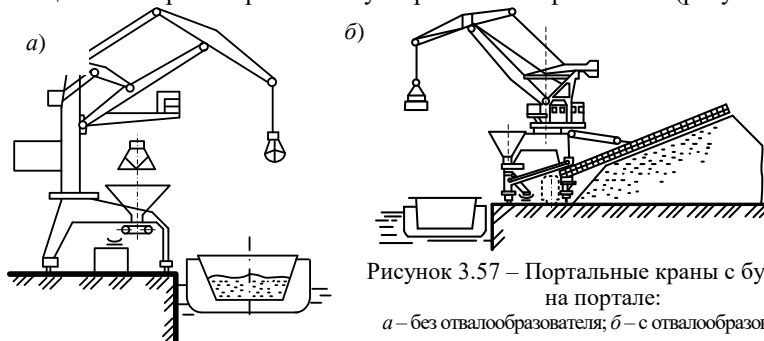


Рисунок 3.57 – Портальные краны с бункером на портале:
а – без отвалообразователя; б – с отвалообразователем

Схема выгрузки из судов навалочных грузов крытого хранения приведена на рисунке 3.58.

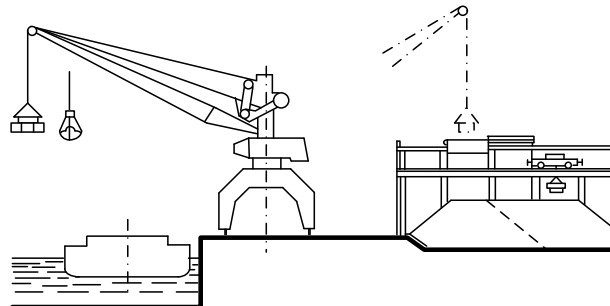


Рисунок 3.58 – Схема механизации перегрузки навалочного груза порталным краном при закрытом складе

Портальный кран, оборудованный грейфером для сыпучих грузов, подает грузы в крытый склад через открывающиеся люки в крыше. Перемещение внутри склада осуществляет мостовой грейферный кран.

Схема погрузки навалочных грузов крытого хранения в суда приведена на рисунке 3.59.

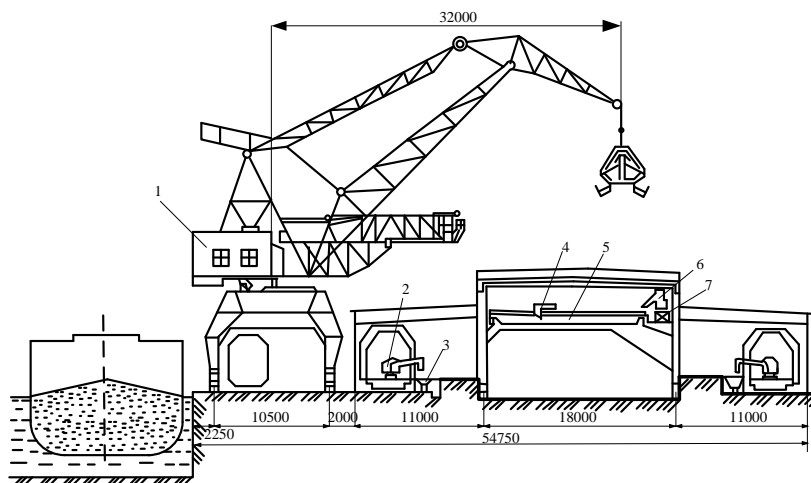


Рисунок 3.59 – Схема комплекса для погрузки навалочных грузов закрытого хранения в суда:

1 – портальный кран; 2 – погрузчик типа МВС; 3 – приемный конвейер; 4, 6 – сбрасывающие тележки; 5 – поперечный складской конвейер; 7 – продольный складской конвейер

Выгрузка грузов из крытых вагонов производится с помощью машин МВС. Груз подается в продольный приемный бункер, установленный под каждой рамой. Бункер закрыт решеткой для передвижения машин МВС. Из бункера груз попадает на продольный конвейер 3. Оба продольных конвейера перебрасывают груз на один поперечный конвейер. С поперечного конвейера по двум наклонным конвейерам в торце склада груз подается на верхний продольный конвейер 7, с которого груз может выгружаться в любой точке склада с помощью конвейера 5 и сбрасывающих тележек 4, 6. Со склада груз при помощи портального крана с грейфером подается в трюм судна.

Для выгрузки из судов минерально-строительных и других навалочных грузов на причалах промышленных предприятий и некоторых портов широко применяют схемы механизации с плавучими грейферными кранами грузоподъемностью 5–16 т. Причалы с такими схемами обычно имеют откосный берег, у которого устанавливается плавучий кран. Разгружаемое судно швартуется непосредственно к понтону крана. В процессе выгрузки судно перемещается вдоль крана с помощью лебедок, установленных на понтоне.

В зависимости от профиля берега и вместимости складов в схему включают береговые машины. При невозможности образования склада непосредственно у берега для перемещения груза в глубь территории причала используют бульдозеры (рисунок 3.60). При необходимости перемещения груза на значительное расстояние от кромки берега используют систему береговых конвейеров (рисунок 3.61)

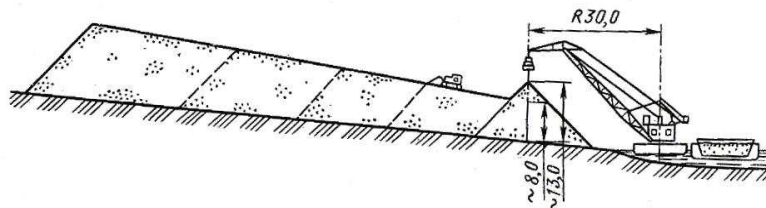


Рисунок 3.60 – Схема механизации выгрузки навалочных грузов из судов с плавучим грейферным краном и бульдозером

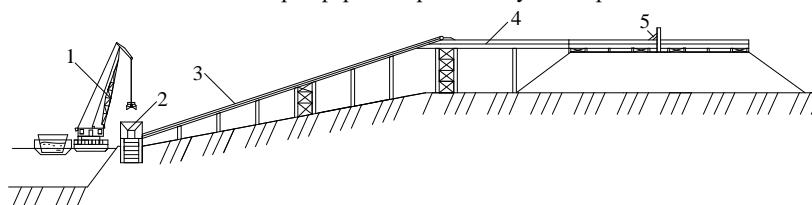


Рисунок 3.61 – Схема механизации с плавучим краном и системой ленточных конвейеров:
1 – плавучий кран; 2 – бункер; 3 – наклонный конвейер; 4 – горизонтальный конвейер;
5 – сбрасывающая тележка

При больших грузооборотах причала и склада применяют схемы с мостовыми перегружателями (рисунки 3.62, 3.63). Они имеют высокую производительность и могут перегружать груз по любому варианту без участия других машин. Длина мостовых перегружателей достигает 150 м, грузоподъемность – 20–25 т, скорость движения тележки – 5–6 м/с. Однако мостовые перегружатели требуют больших капиталовложений.



Рисунок 3.62 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя

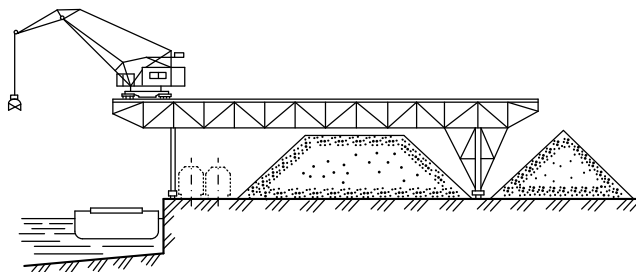


Рисунок 3.63 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя, оборудованного катучим поворотным краном

Для сокращения числа передвижек перегружателей грейферную тележку оборудуют полноповоротной стрелой с вылетом 5–6 м. В ряде случаев вместо тележки на верхнем поясе перегружателя устанавливают катучий поворотный кран (рисунок 3.64). При большой длине перегружателя, когда на передвижку катучего крана затрачивается много времени, на мосту перегружателя устанавливают конвейер с передвижной приемной воронкой и сбрасывающей тележкой (см. рисунок 3.64). Иногда приемная воронка устанавливается на передней опоре, а груз на складе перемещается системой ленточных конвейеров.

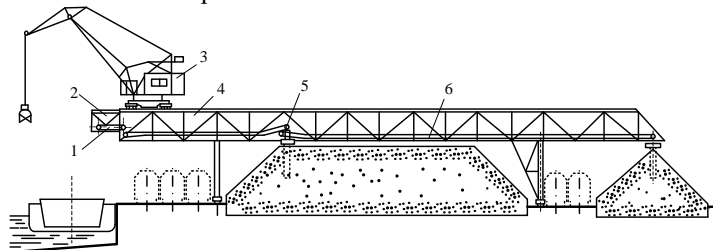


Рисунок 3.64 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя, оборудованного ленточным конвейером:

1 – питатель; 2 – приемный бункер; 3 – катучий стреловой кран; 4 – перегрузочный мост; 5 – сбрасывающая тележка; 6 – ленточный конвейер

Более высокую производительность обеспечивают схемы с грейферно-бункерными перегружателями, оборудованные отвалообразователями, грузоподъемностью 16–32 т. На рисунке 3.65 показана схема механизации с грейферно-бункерным перегружателем 3 и роторно-конвейерным погрузчиком-отвалообразователем (реклаймером) 13. При перегрузке по прямому варианту захваченный грейфером в трюме груз высыпается в бункер 2 и с помощью разгрузочной установки 1 сыпается в стоящий под порталом вагон. При работе по варианту судно-склад груз в прикордонный штабель 5 подается отвалообразователем 4, установленным на портале, а в тыловой штабель – системой конвейеров 8–10 и роторно-конвейерным погрузчиком-отвалообразователем 13.

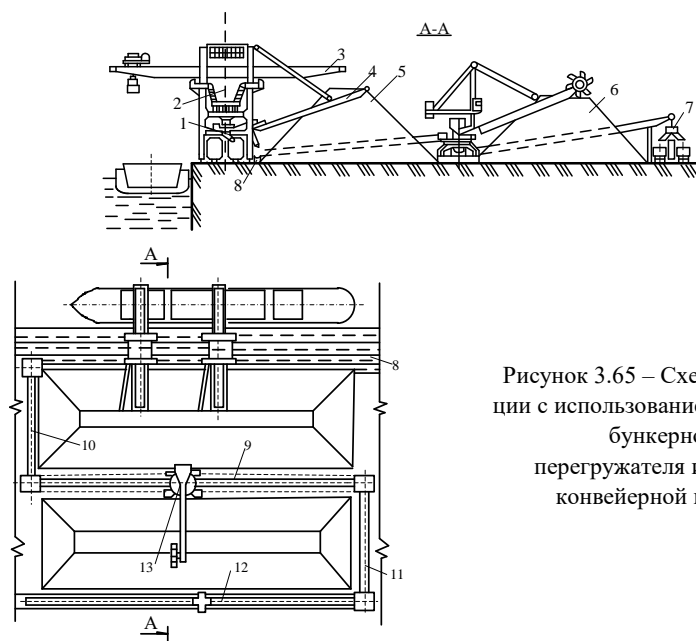


Рисунок 3.65 – Схема механизации с использованием грейферно-бункерного перегружателя и роторно-конвейерной машины

Загрузка вагонов и автомобилей в тыловой части осуществляется передвижным загрузочным устройством 7, на которое груз, минуя склад, подается системой конвейеров 8–12 из судна или с помощью роторно-конвейерной машины со склада. При отгрузке груза со склада только на автотранспорт целесообразно вместо загрузочного устройства 7 использовать краны-экскаваторы.

Схемы с конвейерно-бункерными перегружателями обеспечивают высокую производительность перегрузочного процесса (500–800 т/ч на одну линию), дают возможность по мере роста грузооборота увеличивать интенсивность обработки судов и пропускную способность причала за счет концентрации перегрузочных средств, позволяют создавать базисные склады большой вместимости. Наличие в схеме перегружателей с фиксированным прямолинейным движением и машин непрерывного действия создает условия для автоматизации управления перегрузочными процессами.

Выполнение всех грузовых операций одной машиной возможно при использовании мостовых кранов на эстакадах (рисунок 3.66).

При таких схемах возможно образование складов большой вместимости, сравнительно просто обеспечиваются перегрузка и складирование грузов, требующих закрытого хранения, создаются предпосылки для полной автоматизации всех перегрузочных операций. Для одновременной выгрузки судов и погрузки вагонов в тыловой части причала в каждом пролете между эстакадами установлено по два мостовых крана.

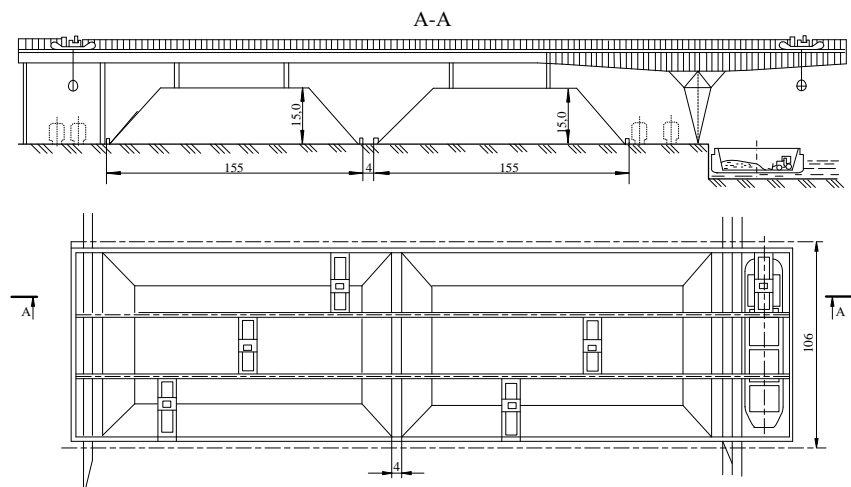


Рисунок 3.66 – Схема механизации с использованием мостовых грейферных кранов на эстакаде

При больших грузооборотах для перевалки массовых навалочных грузов (угля, руды) из вагонов в суда используют высокопроизводительные схемы в сочетании с вагоноопрокидывателями.

На рисунке 3.67 показана одна из таких схем для перевалки угля. Схема включает два роторных вагоноопрокидывателя, приемные бункеры, систему ленточных конвейеров, две прикордонные стационарные погрузочные машины с поворотнo-телескопическими стрелами. Имеются пульты с аппаратурой автоматического управления в здании вагоноопрокидывателя и на кордоне причала.

После выгрузки вагона ротор возвращается в исходное положение и включается привод специального вытягивающего устройства 7, выводящего порожний вагон с платформы опрокидывателя на наклонный участок пути. Отсюда вагон скатывается на путь для порожних вагонов и с нее отводится на путь формирования порожних составов. Затем снова включается толкатель и подается под выгрузку следующий вагон. Аналогично работает и второй вагоноопрокидыватель.

Из приемного бункера груз питателями подается на ленточные конвейеры 8 и далее на конвейер 9 и на прикордонные погрузочные машины 10, которыми сбрасывается в судно. Поворотнo-телескопические стрелы обеих погрузочных машин и система дистанционно-автоматического управления ими обеспечивают равномерную послонную загрузку судна. Для монтажных работ в здании вагоноопрокидывателя установлен мостовой кран 4. Управление комплексом осуществляется с пульта.

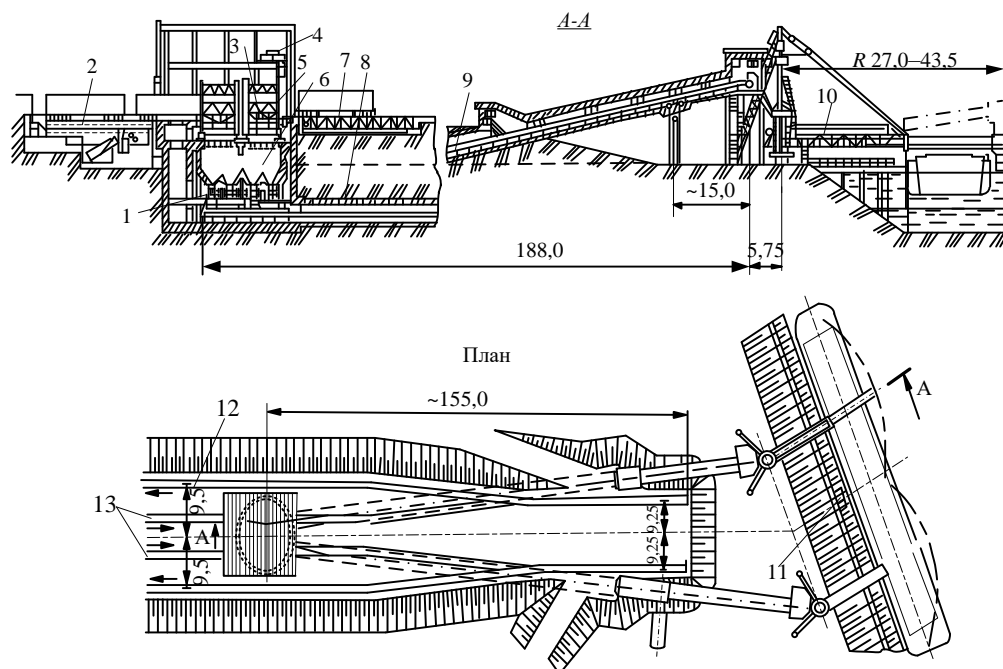


Рисунок 3.67 – Конвейерная схема механизации погрузки угля:

- 1 – ленточные питатели; 2 – автоматический расцепитель-толкатель; 3 – замедлитель движения вагонов; 4 – мостовой кран;
 5 – роторный вагонопрокидыватель; 6 – бункер; 7 – вытягиватель вагонов; 8, 9 – ленточные конвейеры; 10 – погрузочные машины;
 11 – здание пульты управления; 12 – железнодорожный путь для порожних полувагонов; 13 – путь для подачи груженых вагонов

Схема рассчитана на перевалку груза только по прямому варианту. Поэтому на причале нет складов и складских машин. Опыт эксплуатации этой установки показал, что из-за несовпадения прибытия судов и вагонов во времени часто возникают простои транспортных средств. Поэтому в настоящее время отдают предпочтение схемам, позволяющим осуществлять перегрузку не только по прямым вариантам, но и через склад.

В последние годы в портах складские работы часто механизмируются с помощью роторно-конвейерных машин. Схема механизации с применением вагоноопрокидывателей и роторно-конвейерных машин для погрузки руды в суда изображена на рисунке 3.68. Она включает: роторный 3 или боковой вагоноопрокидыватели с приемным бункером 4, систему ленточных конвейеров 1, 5, 7, 9–11, две стационарные конвейерные загрузочные машины 8 с поворотной стрелой, перегрузочные станции 6, два самоходных роторно-конвейерных погрузчика-отвалообразователя (реклаймера) 2 для подачи груза в штабель и отгрузки из него. Схема обслуживает перегрузку груза как по прямому варианту «вагон – судно», так и по вариантам «вагон – склад» и «склад – судно».

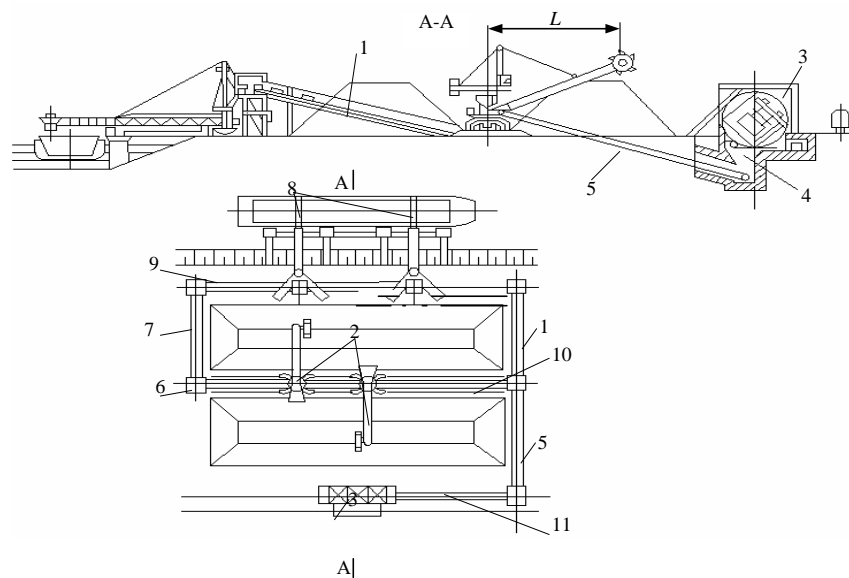


Рисунок 3.68 – Схема механизации с вагоноопрокидывателем и комплексом машин непрерывного действия

Вместо стационарных погрузочных машин на кордоне могут устанавливаться передвижные погрузочные машины. В этом случае не требуются в процессе загрузки передвижки судов, но усложняется подача на них груза со складских конвейеров. Они более дорогие и требуют устройства вертикальной набережной стенки.

При погрузке по прямому варианту груз после опрокидывания вагона сыпается в приемный бункер 4, из него на подбункерный конвейер 11 и по конвейерам 5, 1, 9 и погрузочными машинами 8 сбрасывается в трюм судна. При отсутствии судна груз по конвейерам 11, 5, 10 и роторно-конвейерным машинам (отвалообразователь 2) направляется в штабели. При отгрузке со склада груз забирается из штабеля этими же роторно-конвейерными машинами из штабелей и по конвейерам 10, 7, 9 загружается в судно.

В некоторых случаях применяются схемы механизации с разгрузочными эстакадами и портальными кранами для подачи груза в суда. На рисунке 3.69 изображена такая схема для перегрузки кварцитов. Зачистка вагонов осуществляется с помощью гидрозачистной установки, которая установлена на специальном портале, оборудованном люкоподъемниками.

Схемы с эстакадным способом выгрузки вагонов требуют меньших капиталовложений, чем с вагоноопрокидывателями, но вызывают значительные затраты ручного труда, так как пока отсутствуют надежные средства механизации для открытия и закрытия люков полувагонов и удаления остатков груза из них. Накладные вибраторы полностью не очищают вагон, и требуется ручная зачистка. Необходима периодическая зачистка железнодорожных путей. Невозможна выгрузка вагонов без люков. Причал узко специализирован и трудно сочетается со смежными причалами.

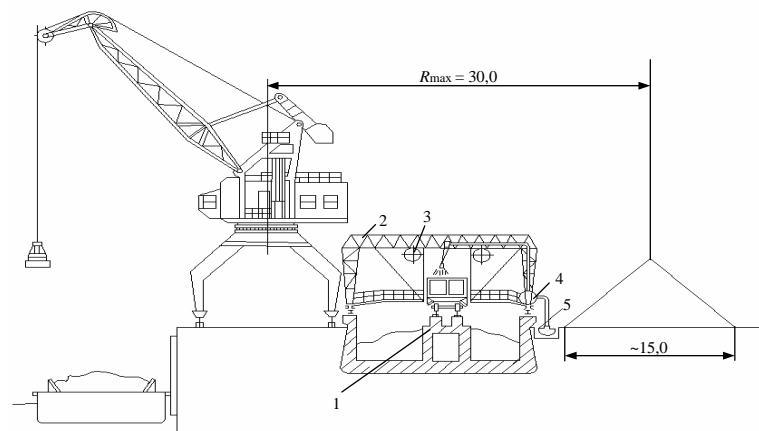


Рисунок 3.69 – Схема механизации перегрузки кварцитов с гидрозачисткой вагонов:

- 1 – эстакада; 2 – машина для открывания и закрывания люков и гидрозачистки вагонов;
3 – люкоподъемники; 4 – насос для подачи смывной воды; 5 – желоб питания насоса водой

При больших и устойчивых грузооборотах (1,5–2 млн т и более для выгрузки навалочных грузов из судов применяют норийно-конвейерные и роторно-конвейерные схемы механизации. Схемы, построенные полностью из машин непрерывного действия, обеспечивают высокую производительность (1000–

2000 т/ч на технологическую линию) независимо от дальности перемещения груза, поддаются легче полной автоматизации управления всеми процессами, позволяют создавать склады большей вместимости. Однако их использование возможно только на обработке специальных судов открытого типа.

Схема механизации выгрузки из судов с береговым норийно-конвейерным перегружателем показана на рисунке 3.70. Перегрузочный процесс этой установкой по варианту «судно – склад» осуществляется следующим образом. Норийный перегружатель 1 своими опущенными в трюм нориями (ковшовыми элеваторами) зачерпывает груз и перемещает его на прикордонный береговой конвейер 2. Далее по системе поперечных конвейеров 6 груз подается на продольный ленточный конвейер, проложенный между штабелями 8. С продольного конвейера груз с помощью сбрасывающей тележки передается на приемное устройство роторно-конвейерной машины 3, которая работает в этом случае как отвалообразователь, и сбрасывает груз в штабель. При перегрузке по варианту «судно – вагон» груз системой конвейеров подается на тыловой эстакадный конвейер 4 и с него сбрасывающей тележкой 5 направляется в вагоны. Со склада груз захватывается роторно-конвейерной машиной, работающей в этом случае как разгрузчик штабелей, и от нее по системе ленточных конвейеров перемещается на эстакадный конвейер для загрузки вагонов.

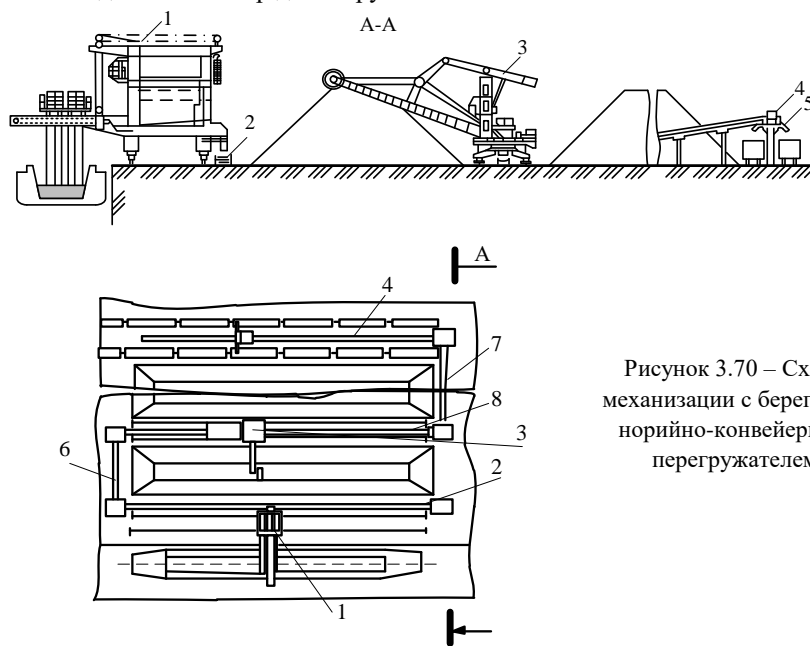


Рисунок 3.70 – Схема механизации с береговым норийно-конвейерным перегружателем

Аналогичное построение имеют схемы механизации перегрузки с роторно-конвейерными перегружателями. Здесь груз захватывается в трюме судна роторным черпаковым устройством, передается на приемный конвейер и далее системой ленточных конвейеров и роторно-конвейерных складских машин перемещается в штабели (как и в предыдущей схеме). Эксплуатация различных роторных машин указывает на то, что они могут иметь при относительно небольших размерах весьма высокую производительность, доходящую до нескольких тысяч тонн в час.

Для выгрузки песка и ПГС из специальных судов корытообразного типа при больших грузооборотах применяют схемы механизации с гидрперегружателями (рисунок 3.71). Гидрперегружатель 3 смонтирован на понтоне и снабжен насосами рефулерными и двумя водяными центробежными. Водяные насосы по трубопроводам 2 подают воду в трюм судна, образуя пульпу, которая засасывается через всасывающий наконечник (сосун) 1 рефулерным насосом и по нагнетательному трубопроводу 4 транспортируется на склад. На складе груз оседает в штабель, а вода через дренажную систему 5 отводится в реку. В процессе разгрузки баржу передвигают вдоль перегружателя лебедкой.

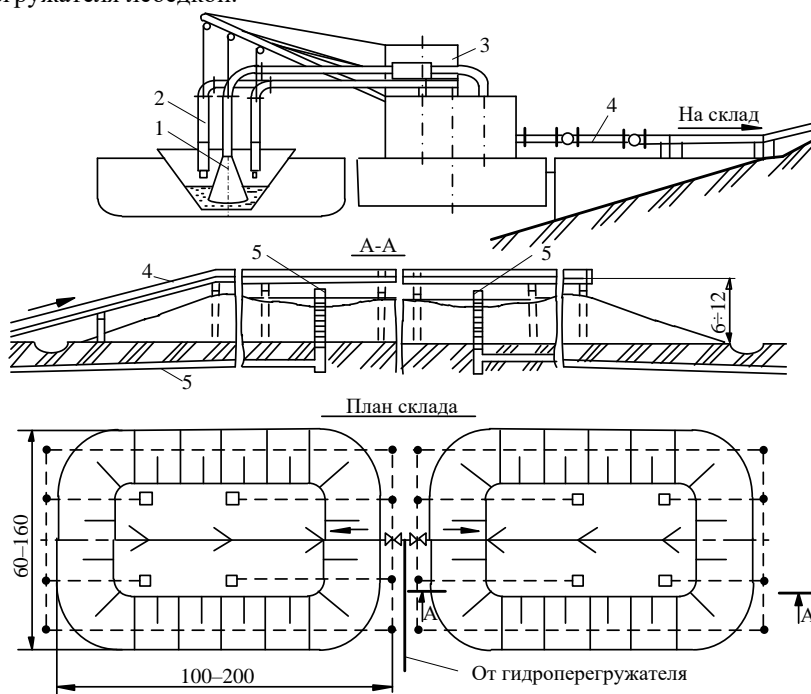


Рисунок 3.71 – Схема механизации с гидрперегружателем

Добыча песчано-гравийной смеси (ПГС) может производиться с помощью черпаковых землемашин, землесосных эжекторных и эрлифтных снарядов.

Для разделения ПГС на отдельные фракции применяют центробежные и гравитационные гидроклассификаторы, а также механические классификаторы. Схема работы плавучего гидроклассификатора при добыче ПГС показана на рисунке 3.72. Центробежный насос 8 под большим давлением подает воду по трубопроводу 7 и размывает разрабатываемый грунт, который по всасывающему трубопроводу 6 подается рефулерным насосом 5 в камеру (гравиевыделитель) 2. Здесь крупные фракции выпадают вниз и через затвор 3 выводятся на конвейер 4 для погрузки в судно. В нижнюю часть камеры насосом 9 дополнительно подается промывочная вода, которая через трубопровод 1 выбрасывается в реку.

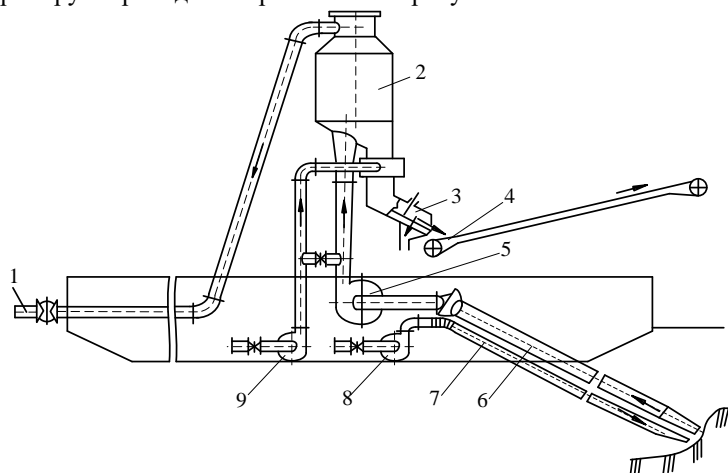


Рисунок 3.72 – Схема работы плавучего гидроклассификатора

В механических классификаторах смесь разделяется на фракции с помощью различных сит (виброгрохотов).

При перемещении песка в песчано-гравийной смеси рефулерные насосы сильно изнашиваются и их производительность снижается. Особенно падает она при перегрузке смеси с большим содержанием гравия (в 2 и более раза). Для устранения этого недостатка применяются эжекторные установки (рисунок 3.73). Насос 3 этой установки забирает забортную воду и под напором направляет ее по трубопроводу 2 в эжектор 7. Здесь струя воды, проходя через кольцевую щель 5, с большой скоростью направляется в камеру смешивания 4. Благодаря этому в заборной части сопла 6 создается вакуум, необходимый для засасывания материала. Вода для размыва грунта подается в трюм специальным трубопроводом 1. Благодаря вакууму частицы груза устремляются в камеру 4, где их захватывает поток воды и по трубопроводу 8 транспортирует к ме-

сту выгрузки. Установка способна подавать груз на высоту до 12 м и перемещать его на расстояние до 100 м. Ее производительность 1200–1500 т/ч.

Разработаны эрлифтные установки, в которых в заборный трубопровод подается сжатый воздух (газ). Подъем воздуха в трубе вызывает движение смеси газ – вода – материал. Такие установки не имеют ограничений по глубине забора груза, но перед подачей гидросмеси на классификатор необходимо отделять воздух и устанавливать дополнительно грунтовый насос.

Гидромеханизация дает возможность разгружать минерально-строительные материалы с высокой производительностью, создавать базисные склады с большим объемом хранения и транспортировать груз на значительные расстояния. Однако применение гидроперегрузателей возможно только для перегрузки таких грузов, которые не боятся воздействия воды и имеют определенный гранулометрический состав.

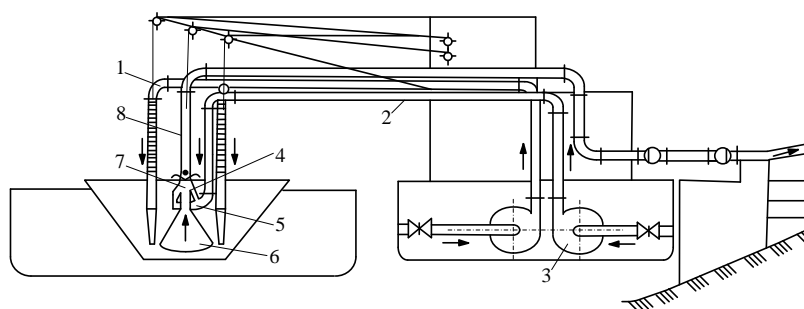


Рисунок 3.73 – Схема работы плавучего гидроклассификатора

Основные направления в развитии механизации перегрузочных работ с навалочными грузами [2, 3, 6, 8, 9]:

- концентрация перегрузки навалочных грузов на специализированных причалах, оснащенных высокопроизводительными комплексно-механизированными перегрузочными установками;
- применение для погрузки в суда высокопроизводительных (до 3000–6000 т/ч) конвейерных установок и специализированных перегрузочных комплексов, позволяющих не только полностью механизировать все перегрузочные операции, но и автоматизировать их;
- применение для выгрузки вагонов роторных и боковых вагонопрокидывателей с автоматизацией подачи и уборки вагонов, использование принципа самотечной выгрузки вагонов (через днищевые люки) на разгрузочных эстакадах со средствами механизации для открывания и закрывания люков, оборудование парка вагонов средствами централизованного открывания и закрытия люков;
- создание высокопроизводительных (500–3000 т/ч) комплексных гидромеханизированных установок, совмещающих добычу, обогащение, разделение и погрузку в суда минерально-строительных материалов;

- использование для выгрузки из судов навалочных грузов грейферно-конвейерных перегружателей производительностью 600–1200 т/ч и порталных кранов типа «Кенгуру» с бункером и выкидным конвейером, установленными на портале, создание перегрузочных комплексов на базе этих машин;
 - увеличение грузоподъемности грейферных перегружателей и кранов до 16–25 т и оснащение их программным управлением; создание для каждого рода груза совершенных захватных устройств с повышенной зачерпывающей способностью;
 - создание для выгрузки судов специальных установок непрерывного действия (норийно-конвейерных и роторно-конвейерных), обеспечивающих высокую производительность (до 1000–1500 т/ч), поточность перемещения груза и автоматизацию управления;
 - механизация перегрузочных операций на крупных складах путем применения системы ленточных конвейеров и роторно-конвейерных складских машин двустороннего действия (погрузчик-штабелер) производительностью 600–1200 т/ч;
 - применение для выгрузки песка и ПГС средств гидромеханизации, обеспечивающих высокопроизводительную выгрузку судов (до 1000–2500 т/ч), разделение ПГС на фракции и образование складов большой вместимости;
 - использование для подгребки и зачистки груза в трюмах и вагонах специализированных трюмных и вагонных машин; применение для окончательной зачистки и мойки судов и вагонов от остатков навалочных грузов гидрозачистных установок, оборудованных гидромониторами, и работающих по замкнутому циклу без слива загрязненной воды в реку;
 - создание новых типов транспортных средств, максимально приспособленных для комплексной механизации (полностью открытых судов, вагонов с открывающимися крышами и т. д.);
 - применение саморазгружающихся судов, позволяющих полностью механизировать трюмные работы и перегрузку грузов в мелких пунктах, оборудование которых перегрузочными средствами экономически нецелесообразно;
 - внедрение автоматического управления перегрузочными машинами, повышающего их производительность и надежность и сводящего действия человека в перегрузочном процессе к наблюдению за работой машин и аппаратуры.
- Осуществление мероприятий по комплексной механизации и автоматизации перегрузочных процессов должно сопровождаться принятием мер по охране здоровья людей и защите окружающей среды в порту путем устранения пылеобразования и потерь груза, создания систем аспирации и очистки территории и поверхности акватории.

3.5.4 Схемы механизированной перегрузки грузов открытого и крытого хранения, насыпных и штучных на одном причале

Речной транспорт обслуживает значительное число мелких пунктов, в которые поступают в относительно небольшом объеме различные грузы:

порошкообразные (минеральные удобрения, цемент и др.), штучные (пакетированные, контейнеры) и др. В таких пунктах целесообразно создавать универсальные причалы, обеспечивающие переработку всех грузов на одном причале. Их можно оснащать схемами механизации перегрузки с мостовым грейферным краном на однопролетной эстакаде (рисунок 3.74). В тыловой части причала расположен склад для хранения затаренных минеральных удобрений и силос для приема удобрений, перевозимых насыпью. Прикордонную часть причала используют для хранения навалочных и штучных грузов открытого хранения. Насыпные минеральные удобрения выгружают из судна грейферным краном 1 и подают в приемный бункер 2, из которого ленточным конвейером 3 перемещают в приемную часть ковшевого элеватора 4. Отсюда груз может поступать или в силос 5, или в специальные емкости, находящиеся в крытой части склада.

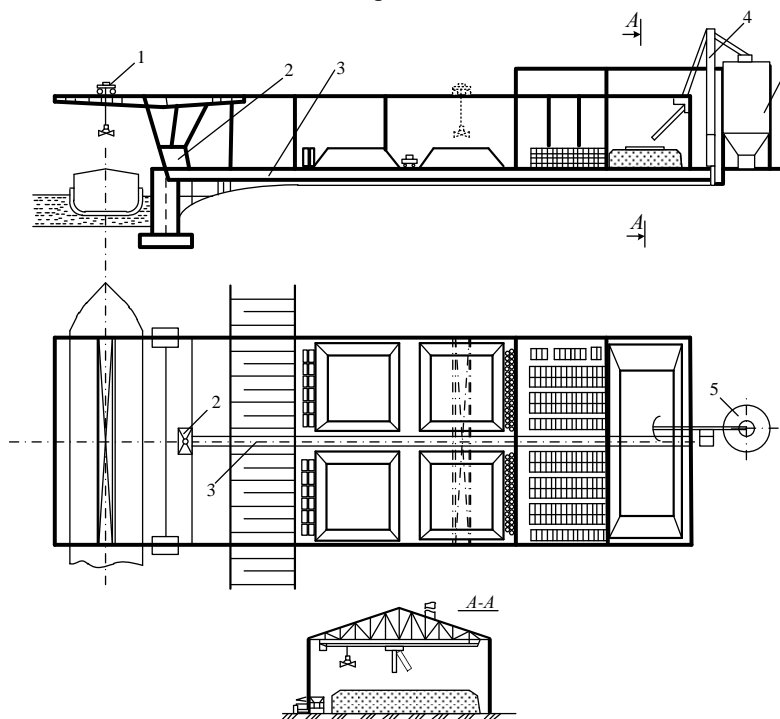


Рисунок 3.74 – Схема механизации с мостовыми кранами на однопролетной эстакаде для выгрузки из судов насыпных и штучных грузов открытого и крытого хранения

При перемещении краном штучных грузов грейфер заменяют на другое захватное приспособление.

3.6 Порошкообразные и пылевидные грузы

3.6.1 Выбор способов перевозки и хранения

При выборе способов перевозки, перегрузки и хранения этих грузов необходимо учитывать их физико-химические свойства: гранулометрический состав, гигроскопичность, слеживаемость, налипание, абразивность, смерзаемость, агрессивное воздействие на машины и сооружения. Пылевидные материалы при их вдыхании оказывают вредное воздействие на организм человека, поэтому их концентрация в воздухе допускается в определенных размерах. Некоторые минеральные удобрения при перегрузке выделяют вредные газы и образуют взрывоопасные смеси с воздухом.

Свеженасыпанные пылевидные грузы обладают хорошей текучестью, а при перегрузке сильно пылят.

При перевозке порошкообразных и пылевидных грузов насыпью отпадает необходимость в расходах на тару и размещении этих грузов в тару, а также обеспечивается высокая степень механизации и автоматизации перегрузки.

При организации доставки порошкообразных и пылевидных грузов целесообразно использовать специализированные транспортные средства, погрузочно-разгрузочные машины, склады и причалы.

Для хранения порошкообразных и пылевидных грузов используются силосные, резервуарные и обычные крытые и шатровые склады. В складах силосного типа обеспечивается герметичность, сохранность груза и высокая степень автоматизации погрузочного процесса.

3.6.2 Погрузочно-выгрузочные машины и грузозахватные устройства

С порошкообразными и пылевидными грузами в портах выполняются следующие операции: погрузка в суда, выгрузка из судов, погрузка в вагоны, выгрузка из вагонов, погрузка в автомобили, выгрузка из автомобилей, складские перемещения. Эти операции могут выполняться машинами циклического (краны, перегружатели) и непрерывного действия (пневматические установки, конвейеры, элеваторы, погрузчики непрерывного действия, разгрузчики непрерывного действия).

Погрузка в суда. Эту операцию производят с использованием пневмоустановок нагнетательного действия, аэрожелоба, конвейеры ленточные, погрузчики непрерывного действия (конвейерный, передвижной, порталный; конвейерный, передвижной с подъемной стрелой; конвейерный, передвижной с подъемной консолью; элеваторно-конвейерные).

При загрузке с использованием конвейеров для предотвращения пыления конвейеры располагают в закрытых галереях, а в местах пересыпки устраивают пылеуловители. Подачу груза в судно осуществляют по спускному рукаву. Во

время загрузки трюмы плотно закрывают крышками и брезентом и проводят отсос запыленного воздуха и его очистку с помощью фильтров.

При загрузке судов с использованием пневмоустановок нагнетательного действия на судах должны быть загрузочные патрубки, к которым присоединяется гибкий шланг от пневмоустановки. После оседания груза в трюме отработанный воздух выбрасывается в атмосферу через специальные фильтры.

При использовании аэрожелобов (для загрузки цемента) не требуется устройства сложных фильтров, так как цемент поступает в трюмы почти без воздуха.

Погрузчики непрерывного действия обеспечивают высокую производительность на загрузке судов. Подача груза в трюм осуществляется с отгрузочного конвейера машины через спускные рукава.

Выгрузка из судов. Выгрузка из судов осуществляется машинами циклического действия (мостовые краны, перегрузочные мосты, стреловые краны, порталные краны, судовые краны, плавучие краны, перегружатели) и непрерывного (пневматические установки, конвейеры, разгрузчики непрерывного действия: элеваторно-конвейерные; роторно-конвейерные; роторно-норийно-конвейерные; питатель-скребковый конвейер; шнековые; норийно-конвейерные).

Выгрузку слежавшихся порошкообразных и пылевидных грузов, которые трудно поддаются перегрузке пневмотранспортными установками, осуществляют кранами, оснащенными специальными грейферами с точной подгонкой кромок челюстей, что частично устраняет потери из-за пыления грузов.

На специализированных причалах для выгрузки налипающих порошкообразных грузов применяют специальные грейферные перегружатели, оборудованные бункерами для приема груза из грейфера, обеспыливающей камеры с аспирационными устройствами для предотвращения пылеобразования.

Если позволяют физико-химические свойства грузов, то наиболее удобно выгрузку вести с помощью пневматических установок. Они обеспечивают беспыльное перемещение и хорошие условия труда при любой погоде.

Комплексная механизация при выгрузке пылевидных и порошкообразных грузов обеспечивается при использовании специальных саморазгружающихся судов (с пневморезервуарами и бункерами). На судне первого типа для подачи груза в береговые емкости служит устройство, работающее по принципу камерных насосов. Материал под воздействием воздуха, подаваемого через пористые плитки, стекает вниз с чистым воздухом по трубопроводам и перемещается в склад.

Суда бункерного типа оборудованы системой подбункерных конвейеров. При использовании ленточных конвейеров для подъема груза из трюма применяют ковшовые элеваторы.

Винтовые и цепные конвейеры с погруженными скребками обеспечивают как горизонтальное, так и вертикальное перемещение груза. Если материал обладает недостаточной сыпучестью и происходит сводообразование и налипание его на стенки, то бункеры оборудуют виброрыхлительным и аэрирующим устройствами.

Погрузка в вагоны. В крытые вагоны порошкообразные и пылевидные грузы грузят по спускным трубам и лодкам через верхние люки или окна. Чтобы не разгребать груз внутри вагона вручную, используют специальные загрузочные бункеры, благодаря которым можно загружать вагон с обеих сторон через окна и двери. В специальные герметизированные вагоны эти грузы грузят пневматическим транспортом.

Выгрузка из вагонов. Из крытых вагонов порошкообразные и пылевидные грузы выгружают механическими и автоматическими лопатами, разгрузчиками ХИИТ, пневматическими разгрузчиками. Для выгрузки слеживающихся грузов используют разгрузчики МВС, МГУ, малогабаритные механические погрузчики, оснащенные ковшем.

При выгрузке цемента всасывающей пневмоустановкой заборное самоходное устройство погрузчика подает груз по трубопроводу в осадительную камеру. Из камеры цемент подается винтовым конвейером на другие транспортирующие устройства. Недостатки: ограниченная высота подъема груза (4–5 м), громоздкость осадительной камеры и необходимость применять другие машины для подачи груза в силосы.

Более эффективны на выгрузке пылевидных и порошкообразных грузов из крытых вагонов установки с самоходным нагнетательным заборным устройством. Они не только выгружают вагоны, но могут одновременно перемещать груз на значительные расстояния и подавать его в силосные склады.

Всё более широкое распространение для перевозки пылевидных грузов получили специальные саморазгружающиеся вагоны, что значительно уменьшает потери груза и обеспечивает полную механизацию грузовых работ. Выдача грузов из вагонов производится по принципу камерных насосов. При давлении воздуха 20 кПа обеспечивается выгрузка с производительностью 120 т/ч. Наибольшая дальность транспортирования груза по вертикали 25 м и по горизонтали 50 м.

Бункерные вагоны-цементовозы менее эффективны, так как они только ссыпают груз в приемное устройство, а для подачи его на склад требуется дополнительное перегрузочное оборудование.

Погрузка, выгрузка из автомобилей. Перевозку автотранспортом пылевидных и порошкообразных грузов целесообразно осуществлять в саморазгружающихся автомобилях.

3.6.3 Схемы механизированной перегрузки грузов

Для погрузки порошкообразных и пылевидных грузов целесообразно использовать схемы механизации с использованием конвейерных и пневматических установок.

Для погрузки в суда апатитового концентрата рекомендуется использовать схему (рисунок 3.75) с использованием в качестве фронтальной маши-

ны конвейерный стационарный погрузчик непрерывного действия производительностью 100 т/ч, закрытую галерею с двухпутной железнодорожной разгрузочной эстакадой, склада силосного типа, систему ленточных конвейеров, расположенных в закрытых галереях. Все узлы пересыпки, галереи и склад герметизированы. В местах пыления установлены аспирационные и пылеудаляющие устройства.

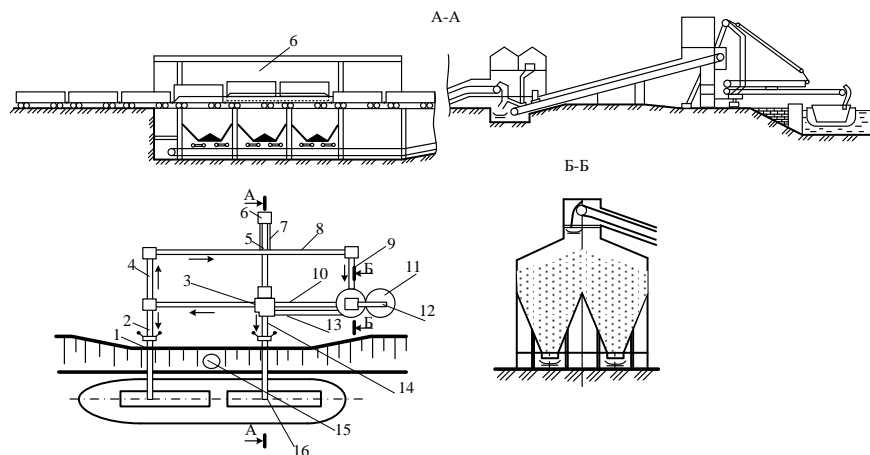


Рисунок 3.75 – Схема механизации погрузки в суда апатитового концентрата

Апатитовый концентрат на железной дороге перевозится в специальных вагонах закрытого типа. Загрузка таких вагонов производится через четыре овальных загрузочных люка, расположенных вдоль продольной оси крыши вагона. Крышки загрузочных люков в закрытом положении автоматически фиксируются специальными устройствами.

Перегрузочные процессы выполняют следующим образом. Выгрузка осуществляется автоматически силой тяги локомотива при прохождении состава из 8–10 вагонов без расцепления автосцепок через разгрузочную эстакаду 6, установленную над приемным бункером. Полная выгрузка вагона осуществляется в течение не более 3 минут. Кузов вагона смонтирован на нижней раме с возможностью вертикального перемещения и снабжен специальными бегунками. При перемещении вагона через разгрузочную эстакаду бегунки взаимодействуют с наклонными участками направляющих эстакады, в результате чего кузов поднимается над нижней рамой на высоту 650 мм. При этом разгрузочные крышки наклоняются и образуют двухскатное днище кузова, а через образовавшийся проем груз ссыпается в бункера по обе стороны железнодорожного пути, из которых пластинчатыми питателями подается на подбункерные конвейеры 5 и 7, и далее может перемещаться или в судно, или на склад.

При погрузке в судно апатит с конвейера 7 идет через главный распределительный узел на конвейер 14 и погрузочную машину 16, с конвейера 5 – на конвейеры 3 и 2 и на погрузочную машину 1.

При подаче на склад 11 апатит с конвейеров 7 и 5 идет на конвейеры 3, 4, 8, 9, 12. Со склада груз поступает с помощью шнеков на подсилосные конвейеры 10 и 13, а через центральный перегрузочный узел передается на конвейер 14 и погрузочную машину 16 или на конвейеры 3 и 2 и погрузочную машину 1.

Для лучшего истечения и предотвращения зависания материала в бункерах установлены электровибраторы, а в складских емкостях – пневматическая рыхлительная система, состоящая из сети труб с большим количеством отверстий, через которые под давлением вырывается воздух. На выходных воронках силосов установлены электровибраторы.

Управление всем оборудованием установки в значительной степени автоматизировано и осуществляется с центрального пульта 15 одним оператором; кроме того, один оператор управляет разгрузочными машинами на причале. На пульте управления имеется мнемоническая схема, отражающая работу машин и оборудования причала. Маршрут движения груза задает оператор набором соответствующей программы. Система управления имеет блокировку, подтверждающую световой сигнализацией правильность набора программы. В случае аварийной остановки одного из конвейеров автоматически останавливаются все конвейеры, питающие данный конвейер, а затем и все принимающие от него груз. В случае завала какого-либо перегрузочного узла немедленно прекращается подача груза на него всеми питающими механизмами, а все последующие продолжают работать. Вибраторы и рыхлительные устройства включаются эпизодически по мере надобности. Системой автоматизации предусмотрен аварийный останов кнопкой «Стоп» любого механизма и возможность местного запуска механизмов при ремонте.

Схема комплексной механизации погрузки в суда порошкообразных материалов пневматическим транспортом с расположением силосных складов на кордоне показана на рисунке 3.76.

Для приема и хранения цемента на кордоне причала имеется склад силосного типа, в который цемент подается по нагнетательному трубопроводу 6, имеющему в надсилосной части ответвления к каждому из четырех силосов 3. Конусная часть силосов выполнена в виде аэроднищ. Каждый силос снабжен питателями, которые подают цемент на погрузочное устройство 7, заканчивающееся гибким резино-тканевым рукавом. По четырем таким рукавам, присоединенным к загрузочным горловинам в крышках люков судна, цемент подается в трюмы. Отработанный воздух отводится из судна через специальные патрубки, расположенные в палубе и прикрытые крышками с матерчатыми фильтрами. При отсутствии судовых фильтров запыленный воздух вентиляторами направляется через гибкий шланг и воздуховод в силосные фильтры 5 и после очистки выбрасывается в атмосферу.

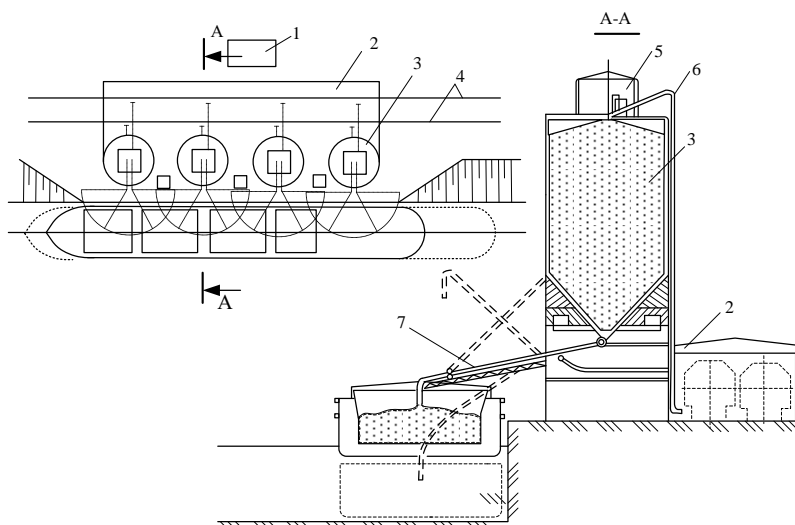


Рисунок 3.76 – Схема механизации погрузки в суда порошкообразных материалов при разложении силосных складов на кордоне

Для подачи гибких шлангов на судно на причале установлены четыре стационарные подъемно-поворотные стрелы. Питание воздухом производится от компрессорной станции 1. При необходимости установка может быть приспособлена для погрузки цемента из вагонов-цементовозов (устанавливаются на железнодорожные пути 4) и автоцементовозов, которые подаются в разгрузочную галерею 2.

На причале по аналогичному принципу строятся схемы с использованием аэрожелобов для погрузки пылевидных грузов. В этом случае для подачи груза в суда вместо гибких шлангов применяют аэрожелоба с телескопическими спусковыми трубами.

Если силосные склады удалены от кордона, то схема имеет другую компоновку (рисунок 3.77).

В ряде случаев может оказаться экономически выгодной перевозка порошкообразных и пылевидных грузов в специальных контейнерах.

При перегрузке контейнеров применяют схемы механизации с портальными и мостовыми кранами и специальными перегружателями для крупнотоннажных контейнеров.

Значительно сложнее осуществляется комплексная механизация при выгрузке из судов порошкообразных грузов. Следует отметить, что не все порошкообразные и пылевидные материалы можно перегружать пневматическим транспортом. Поэтому наряду с пневматическими используются также и механические перегрузочные установки.

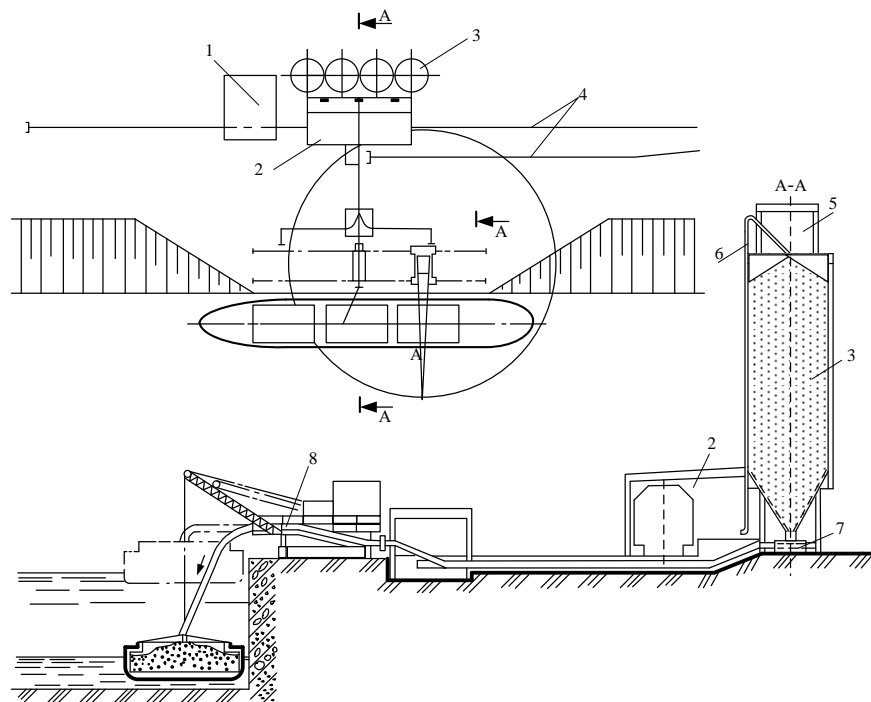


Рисунок 3.77 – Схема механизации погрузки цемента при расположении силосных складов в тылу причала:

- 1 – компрессорная станция; 2 – галерея для выгрузки вагонов и автомобилей; 3 – силосный склад; 4 – железнодорожные пути; 5 – аспирационное оборудование; 6 – трубопровод; 7 – пневмовинтовой насос; 8 – передвижной погрузочный агрегат с подъемной стрелой

Для выгрузки апатита из судов применяется схема механизации с использованием грейферно-бункерных перегружателей (рисунок 3.78). По этой схеме груз в трюме судна захватывается грейфером 1 и сыпается в бункер, из которого по спускной трубе 3 подается на прикордонный ленточный конвейер 2. Спускная труба снабжена скользящим герметическим устройством 4 для закрытия загрузочной щели прикордонного конвейера. С конвейера 2 груз идет на наклонный конвейер 5 и далее поступает в приемное устройство ковшового элеватора 6, поднимается вверх и передается на надсилосный конвейер 7, которым сбрасывается в силос 8. Из силоса груз отпускается винтовым питателем 9, подающим его в разгрузочные телескопические рукава 10, направляемые в верхние загрузочные люки специализированных вагонов. В местах пылеобразования установлены аспирационные устройства.

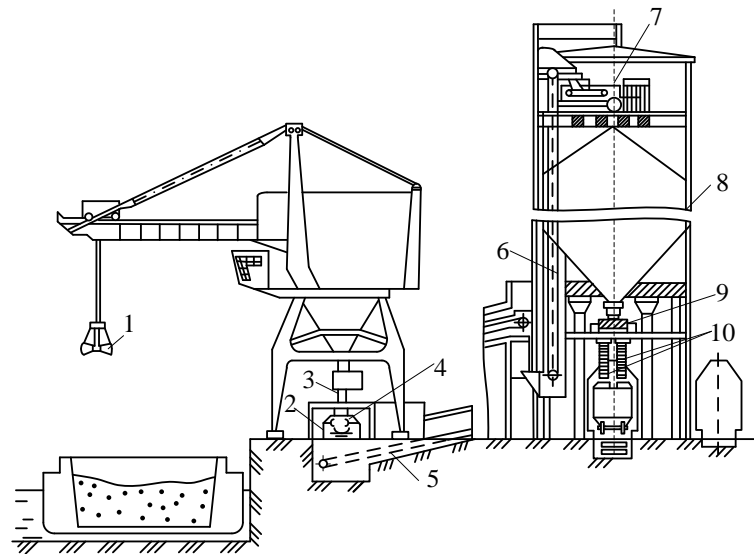


Рисунок 3.78 – Схема механизации с использованием грейферно-бункерного перегружателя для выгрузки апатита

Схема механизированной выгрузки порошкообразных грузов из судов с использованием роторно-элеваторного разгрузчика непрерывного действия приведена на рисунке 3.79.

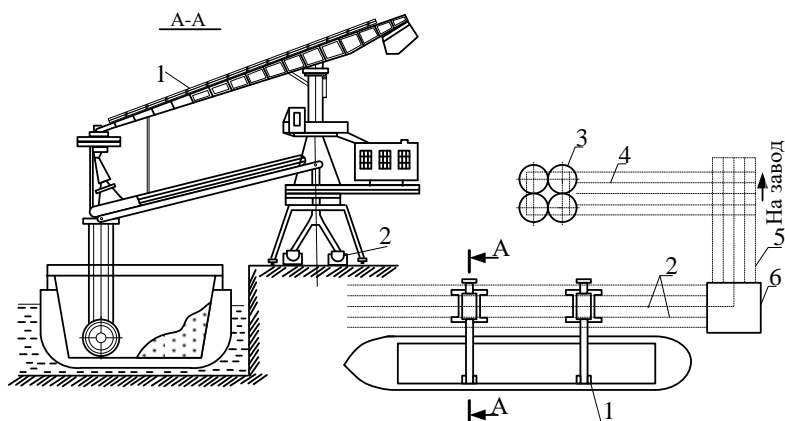


Рисунок 3.79 – Схема механизации выгрузки порошкообразных грузов роторно-элеваторным разгрузчиком:
 1 – разгрузчик; 2 – прикормонный конвейер; 3 – силосы; 4, 5 – конвейеры; 6 – пересыпной узел

Она включает роторно-элеваторный разгрузчик непрерывного действия и систему ленточных конвейеров, передающих груз в приемный бункер силосного элеватора или пневмоподъемника. В силосы груз подается ленточными конвейерами или аэрожелобами. Установка может иметь высокую производительность (400–600 т/ч), малочувствительна к влажности транспортируемого груза, не требует в процессе выгрузки передвижек судна, но не устраняет полностью пыление.

Для выгрузки из судов пылевидных материалов, не налипающих на стенки трубопровода, применяют схемы механизации с пневматическими и пневмомеханическими перегружателями.

Схема механизации перегрузки с плавучим всасывающим цементоперегружателем (рисунок 3.80) включает цементоперегружатель, береговой бункер с пневмовинтовым насосом и силосный склад. Схема имеет много передаточных узлов, сложна и обеспечивает относительно невысокую производительность выгрузки судна – 60–80 т/ч. Для ее обслуживания требуется значительный штат персонала (шкиперы, матросы, мотористы, электрики).

Более компактна схема механизации перегрузки с самоходным пневмомеханическим разгрузчиком (рисунок 3.81) нагнетательного или всасывающе-нагнетательного типа, опускаемым в трюм краном или специальным стрелово-подъемным устройством. Разгрузчик, передвигаясь в трюме, с помощью роторного или другого заборного устройства захватывает материал и нагнетательной системой транспортирует его на берег до приемного устройства пневмовинтового или камерного подъемника. Стационарный пневмоподъемник подает материал в силосные склады.

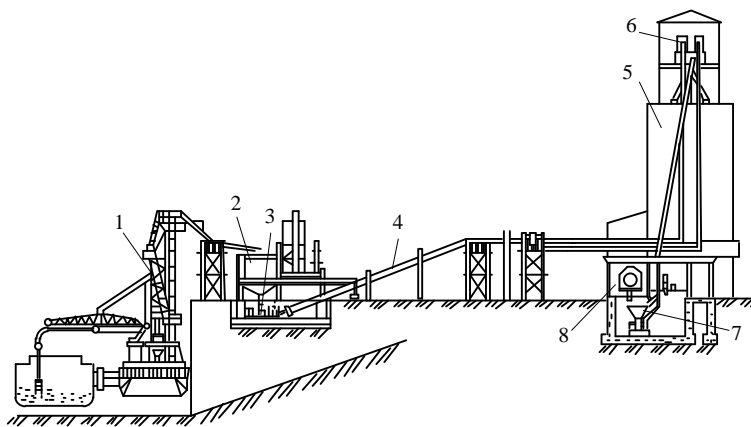


Рисунок 3.80 – Схема механизации с плавучим всасывающим цементоперегружателем:
 1 – плавучий цементоперегружатель; 2 – береговой приемный бункер; 3 – пневмовинтовой насос;
 4 – цементопровод; 5 – силосный склад; 6 – циклоны (воздухоотделители); 7 – пневмоподъемник;
 8 – галерея для выгрузки и погрузки вагонов и автоцементовозов

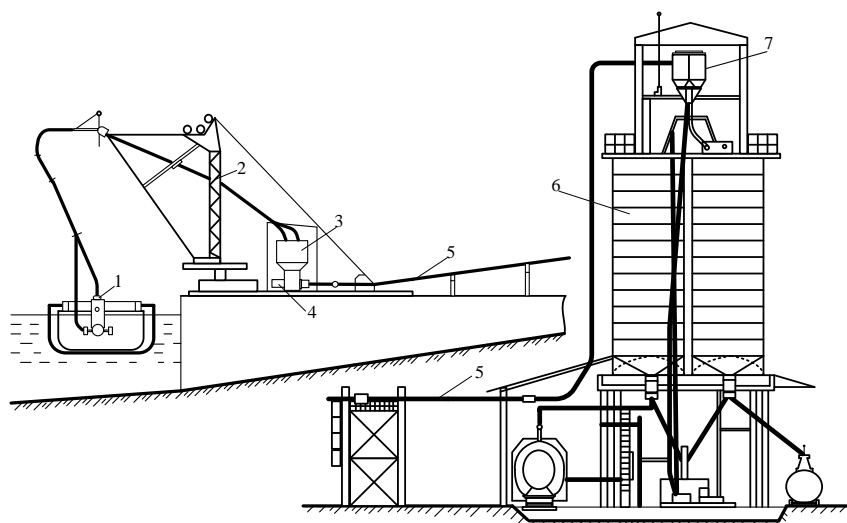


Рисунок 3.81 – Схема механизации с самоходным пневматическим разгрузчиком: 1 – самоходное заборное устройство (разгрузчик); 2 – поворотный кран на колонне; 3 – приемный бункер; 4 – пневмовинтовой насос; 5 – трубопровод; 6 – силосный склад; 7 – циклоны-отделители

Отпуск грузов из силосов на автомобильный и железнодорожный транспорт производится через донные разгрузочные устройства.

Для зачистки оставшегося на дне трюма материала (слой толщиной около 6 см) в трюм вместо нагнетательного заборного устройства спускают всасывающе-нагнетательный разгрузчик, который полностью забирает весь груз.

Технически вполне возможно создание нагнетательных пневмовинтовых разгрузчиков производительностью до 100–200 т/ч.

Всасывающе-нагнетательные разгрузчики в силу громоздкости, энергоемкости и меньшей производительности рациональнее применять только в заключительный период выгрузки судна.

Причал при такой схеме может иметь откосный профиль с бычком, на котором установлено стрелово-поворотное устройство для подачи и уборки заборного устройства из трюма и для поддержания трубопроводов и электрокабелей. На причале размещают стационарную компрессорную станцию и другие устройства, необходимые для работы установки. Управление заборными устройствами осуществляется дистанционно с палубы или с берега с помощью переносного пульта. Если причал предназначен для выгрузки не только пылевидных материалов, но и других грузов, то подача заборного устройства в трюм может производиться порталным краном.

Самоходные пневмовинтовые разгрузчики имеют небольшие размеры и массу и обеспечивают перемещение груза до 30–35 м по вертикали и примерно на такое же расстояние по горизонтали. Несмотря на наличие в самоходных пневморазгрузчиках заборного устройства механического действия, они не создают большой запыленности. Проведенные замеры показали, что в 10 м от места забора груза запыленность воздуха составляет от 1,9 до 17 мг/м³, что не превышает установленных норм. На остальном же пути материал перемещается в герметических трубопроводах и пыление полностью исключено.

Применение схем с пневмомеханическими устройствами сдерживается из-за отсутствия надежно работающих, долговечных пневмомеханических заборных разгрузчиков с необходимыми параметрами.

Компоновка схемы механизации для обработки саморазгружающихся судов зависит от типа саморазгружающегося судна. В большинстве случаев береговое перегрузочное оборудование принимается однотипным с судовым перегрузочным оборудованием. Для приема саморазгружающихся судов с конвейерным оборудованием причал также оборудуют конвейерной системой транспортирования, а для приема судов с пневматическими перегрузочными емкостями приемное устройство на причале и силосные склады оснащают пневмотранспортными системами.

Основными направлениями в завершении и дальнейшем развитии комплексной механизации и автоматизации перегрузочных работ с порошкообразными и пылевидными грузами являются широкое применение специализированных саморазгружающихся судов, вагонов, автомашин; строительство механизированных складов силосного типа; создание комплекса машин для перегрузки слеживающихся пылевидных грузов; дальнейшее совершенствование и создание новых пневматических установок с высокой концентрацией смеси и высокой производительностью, позволяющих не только обеспечить комплексную механизацию, но и автоматизировать перегрузочные работы; создание средств автоматизации пневматических установок, обеспечивающих автоматическое перемещение заборного органа, оптимальную концентрацию смеси, автоматизацию контроля и управления бункерами, шлюзовыми затворами, электроприводами воздуходувных машин и устройствами для очистки фильтров.

Одним из направлений совершенствования перегрузки слеживающихся порошкообразных и пылевидных грузов является создание специальных перегружателей, обеспечивающих надежное перемещение этих грузов.

Производительность грейферных перегружателей для перегрузки порошкообразных грузов должна повыситься до 1000–1500 т/ч. Они должны быть оборудованы герметически закрывающимися грейферами и приемными бункерами, а с целью уменьшения пыления оснащены в местах передачи груза – отсасывающими устройствами.

3.7 Зерновые грузы

3.7.1 Условия перевозки и хранения зерновых грузов

Зерновые грузы подразделяются на три основные группы:

- 1) *злаковые* – пшеница, просо, гречиха, рожь, кукуруза, ячмень, овес, рис;
- 2) *бобовые* – горох, чечевица, фасоль, соя;
- 3) *масляничные* – подсолнечное, льняное, конопляное, хлопковое, горчичное и другие семена.

Зерно относится к ценным продовольственным грузам, при перевозке которых необходимо обеспечивать сохранность в количественном и качественном отношении. Значительное влияние на объемную массу зерновых грузов оказывают скважистость и влажность. Скважистость – объем промежутков между зёрнами, заполненный воздухом. Она предопределяет оседание зерна в процессе перевозки и способствует его воздухопроницаемости. Скважистость зерновой массы влияет на плотность ее укладки в грузовые помещения при погрузке, степень оседания и образования свободного пространства над поверхностью груза при транспортировании зерна насыпью, благодаря чему зерно может в пути перемещаться и оказывать влияние на остойчивость судна. На величину скважистости влияет ряд факторов: форма, размер, характер и состояние поверхности зерна, влажность, натуральный вес, сыпучесть и др. Данное свойство груза способствует газопроницаемости и увеличению общей поглотительной поверхности зерновой массы. В таблице 3.6 приведены основные характеристики грузов.

Таблица 3.6 – Основные характеристики грузов

Зерновой груз	Объемная масса, т/м ³	Скважистость, %	Угол естественного откоса, град	
			в движении	в покое
Пшеница	0,70–0,86	0,35–0,45	25	35
Рожь	0,68–0,79	0,35–0,45	25	35
Ячмень	0,65–0,78	0,45–0,55	27	35
Овес	0,40–0,54	0,50–0,70	28	35
Кукуруза	0,70–0,8	0,35–0,55	28	35
Льняное семя	0,65–0,75	0,35–0,45	25	32
Подсолнечное семя	0,30–0,45	0,60–0,80	31	45
Гречиха	0,46–0,58	0,15–0,60	27	35
Просо	0,70–0,83	0,30–0,50	20	27
Рис	0,85–0,9	0,50–0,65	27	48

В большой степени влажность зерна зависит от влажности окружающей среды, так как зерновые грузы обладают повышенной гигроскопичностью. Гигроскопичность – свойство зерна поглощать пары воды из окружающей среды (сорбция), а в сухом воздухе отдавать излишнюю влагу до установления равновесия между упругостью паров воды в зерне и относительной влажностью воздуха (десорбция). Влажность является важным фактором,

оказывающим существенное влияние на количественные и качественные изменения зерна в процессе его транспортирования и хранения. Она способствует интенсификации развития и протекания биологических процессов в массе зерновых грузов. Так, ускоряются процессы дыхания зерновой массы и жизнедеятельности микроорганизмов и амбарных вредителей, которые сопровождаются поглощением кислорода воздуха с последующим выделением углекислого газа, влаги и тепла. В зависимости от влажности основные зерновые грузы делятся на четыре группы: сухие, средней сухости, влажные и сырые (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Классификация зерновых грузов в зависимости от влажности

Зерновой груз	Влажность груза, %			
	Сухой	Средней сухости	Влажный	Сырой
Пшеница, рожь, ячмень, гречиха	До 14 включительно	14–15,5	15,5–17	Свыше 17
Овес, кукуруза в зерне, горох	То же	14–16	16–18	18
Кукуруза в початках	До 16 включительно	16–18	18–20	20
Подсолнечное семя	До 11 включительно	11–13	13–14,5	14,5

Низкая теплопроводность зерна приводит к накоплению тепла в массе груза и способствует прогрессирующему самонагреванию. При нагревании до температуры 50–55 °С у зерна появляется гнилостный, солодовый запах, затхлость, а его масса резко уменьшается. Происходит порча продуктов. Изменение химического состава и последующая порча зерна происходит также под действием света.

Важной особенностью зерновых грузов является их способность поглощать и стойко удерживать посторонние запахи. Поэтому транспортные средства при подготовке к перевозке зерна необходимо тщательно очищать от остатков ранее перевозившихся грузов, а в необходимых случаях промывать.

Одним из показателей качества зерна является засоренность e , % – отношение массы различных примесей $Q_{пр}$, т, к общей массе зернового груза $Q_{гр}$, т:

$$e = \frac{Q_{пр}}{Q_{гр}} \cdot 100. \quad (3.1)$$

Различают следующие виды примесей зерновых грузов:

- *минеральные* – земля, камни, пыль и т. д.;
- *органические* – солома, половы и т. д.;
- *зерновые* – битые и порченные зерна; семена сорных растений;
- *вредные семена* – головня, спорынья, куколь и т. д.;
- *зерновые вредители* – клещи, долгоносики и т. д.

В зависимости от вида и назначения зерна его предельная засоренность механическими и растительными примесями составляет 1–8 %.

Сыпучесть зерновых грузов зависит от формы, размеров и массы отдельных частиц, влажности, скважистости и т. д.

В зависимости от насыпной плотности, сортности и влажности зерно делится на 4 категории: *чистосортное* – посевное; *классное* – пригодное для длительного хранения; *внеклассное* – имеющее повышенную сорность и влажность; *дефектное* – содержащее свыше 15 % дефектных зерен.

Смешивание зерна различных стандартов не допускается. Поэтому при перевозках речным транспортом подбирают крупные партии зерна с тем, чтобы всё судно или его отдельные трюмы можно было заполнить однородным зерном.

При нормальной влажности (10–15 %) и температуре зерновые грузы имеют хорошую сыпучесть, не слеживаются и не уплотняются при хранении. При повышении влажности (свыше 15 %) происходит процесс самонагревания зерна и образование плесени, что вызывает его порчу. Когда температура зерна дойдет до 50 °С, сыпучесть его резко снижается.

При перегрузке зерна происходит интенсивное образование пыли, поэтому рабочих, выполняющих перегрузочные операции в трюмах, вагонах и на складах, следует снабжать индивидуальными защитными приспособлениями. Зерновые склады должны иметь хорошую вентиляцию, так как повышенная концентрация пыли взрывоопасна.

Зерно должно храниться в крытых сухих складах. Чаще всего для его хранения устраивают механизированные склады павильонного типа и склады-элеваторы.

Для обеспечения сохранности зерна необходимо очистить его и довести до нормальной влажности. В процессе хранения постоянно наблюдают за состоянием зерна (температурой, влажностью и т. д.), для предупреждения порчи его проветривают и перемещают из одной емкости в другую.

Зерно перевозят в крытых судах и вагонах, которые перед загрузкой должны пройти специальную обработку (чистку, а при необходимости – газовую или влажную дезинфекцию). Перед погрузкой зерна нужно хорошо проветрить трюмы и принять меры к тому, чтобы зерно не попало под слань и за бортовую обшивку.

Перегрузку зерновых грузов на речном транспорте осуществляют на причалах хлебоприемных пунктов, принимающих зерно от колхозов и совхозов и накапливающих его для отправки в судах; причалах зерновых элеваторов, выгружающих зерно из судов, ведущих его обработку (очистку, сушку) и хранение, а также отправки в пункты потребления; причалах мельничных и комбикормовых комбинатов, выгружающих и отправляющих зерно и свою продукцию; причалах речных портов, производящих перевалку зерна с воды на железную дорогу и обратно.

Зерновые склады по назначению разделяют на заготовительные, перевалочные, производственные и базисные. Строят их в виде элеваторов и зданий павильонного типа.

Зерновые склады павильонного типа получили наибольшее распространение в качестве прирельсовых железнодорожных складов. Они снабжаются стационарными и передвижными средствами механизации и специальными сушильно-очистными башнями с оборудованием для приемки, обработки и отгрузки зерна.

3.7.2 Склады. Условия размещения и хранения грузов

Зерновые склады сооружают из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс. т. Стены возводят из железобетона, кирпича, крупных шлакобетонных и бетонных блоков и других стеновых материалов. Полы асфальтируют, укладывают на бетонном основании, кровля склада наклонена к горизонту под углом 25°, равном углу естественного откоса зерна. Это дает возможность лучше использовать объем склада.

У торца склада расположена башня, служащая для приема зерна с автомобилей и погрузки в вагоны. Она оборудована двумя ковшовыми элеваторами с перерабатывающей способностью 100 т/ч каждый, сепаратором с перерабатывающей способностью 100 т/ч, автомобилеподъемником и двумя весами, позволяющими взвешивать грузы массой до 10 т, сушильным агрегатом с перерабатывающей способностью 50 т/ч, траншейного, тоннельного и подвешенного к потолку складов конвейеров. Траншейный конвейер (ленточный или скребковый) подает зерно на тоннельный конвейер через отверстия в полу склада размерами 300×200 мм, расположенные через 5 м. Тоннельный конвейер подает зерно в башню для погрузки, очистки и сушки.

Элеваторы – полностью механизированные зернохранилища. Каждое из них состоит из рабочей башни и силосных корпусов. В нижнем этаже башни расположены башмаки ковшовых элеваторов (норий). К ним подведены ленточные конвейеры от приемных ларей и подсилосного помещения. На следующих этажах башни находится оборудование для очистки и сушки зерна.

З а г о т о в и т е л ь н ы е (линейные) элеваторы служат для приема зерна от совхозов и колхозов и отгрузки на мельничные (производственные) или перевалочные (портовые, базисные) элеваторы для перевалки с одного вида транспорта на другой или для дальнейшего хранения. **М е л ь н и ч н ы е** (производственные) элеваторы отличаются от заготовительных, прежде всего, большей вместимостью и высокой производительностью оборудования для приемки зерна и вагонов. **П о р т о в ы е** и **п е р е в а л о ч н ы е** элеваторы обеспечивают перевалку зерна с железной дороги на водный транспорт или, наоборот, имеют мощные приемные и отгрузочные устройства. **Б а з и с н ы е** элеваторы служат для длительного хранения зерна. Они имеют необходимое оборудование для систематического контроля за его состоянием и высокопроизводительные устройства для приема и отгрузки.

Элеваторы строят из негорючих материалов. Силосные корпуса круглой и квадратной форм в плане изготавливают из монолитного или сборного

предварительно напряженного железобетона. Диаметр круглых силосов – до 6 м, толщина стен – 20–25 см, высота – до 30 м. Вместимость типовых сдвоенных круглых силосных корпусов – 2×8; 2×16,7; 2×25 тыс. т, одного круглого силоса – около 600–650 т. Размеры (в плане) квадратных силосов – 3×3 и 4×4 м, а высота – до 30 м. Их собирают из плит или объемных блоков толщиной 25 см. Вместимость силоса – около 150 т.

Схемы типовых механизированных складов из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс. т зерна приведены на рисунке 3.82, облегченной сводчатой конструкции из тонкостенных элементов длиной 90 м, вместимостью 4,2 тыс. т – на рисунке 3.83

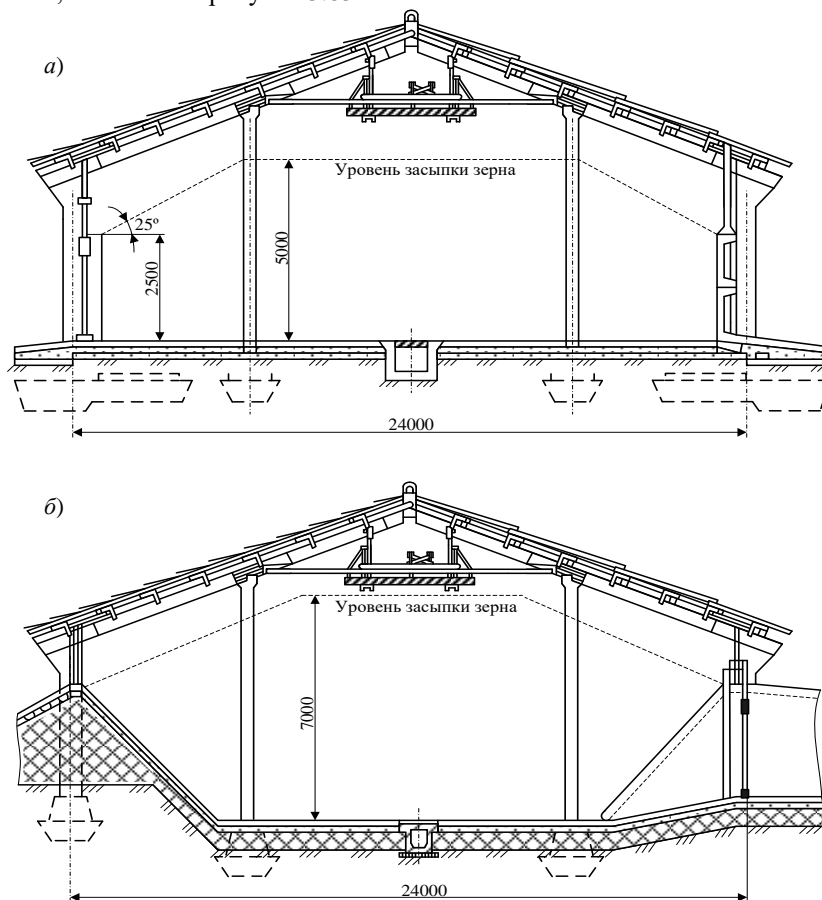


Рисунок 3.82 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона:

a – с заглаблением пола; *б* – без заглабления пола

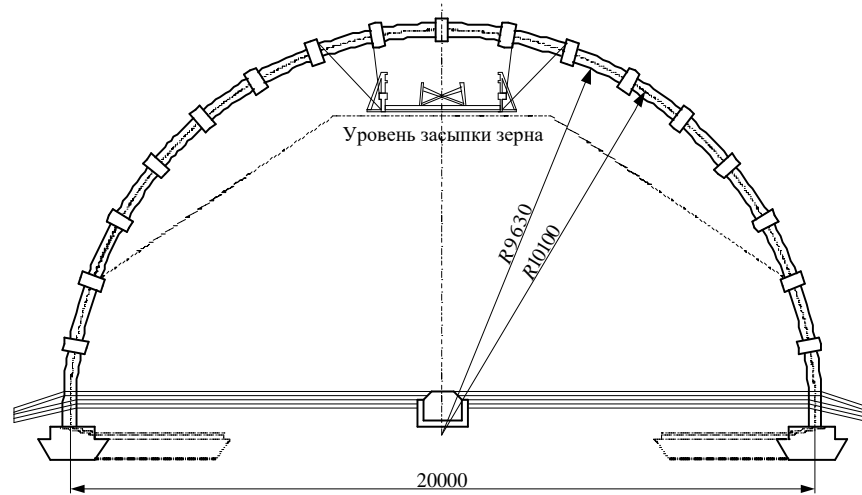


Рисунок 3.83 – Механизированный зерновой склад облепченной сводчатой конструкции

Схема механизированного перемещения зерна в складах павильонного типа приведена на рисунке 3.84

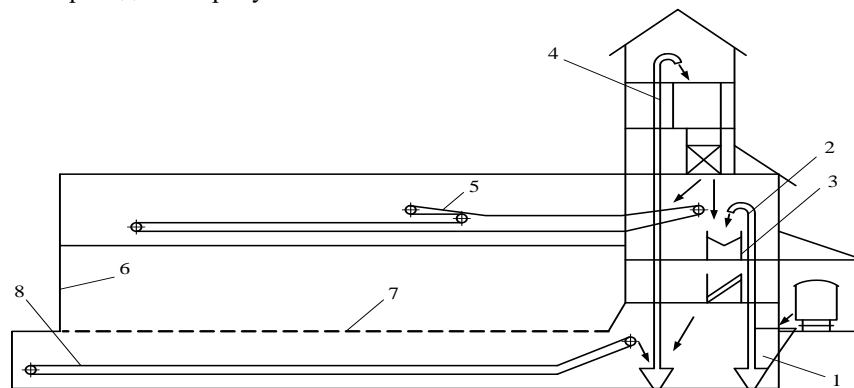


Рисунок 3.84 – Технологическая схема перемещения зерна в механизированном складе:
 1 – приемный бункер; 2 – ковшовый элеватор; 3 – приемоочистительные устройства;
 4 – ковшовый элеватор; 5 – конвейер; 6 – склад; 7 – питатели; 8 – конвейер

Зерно, поступающее с транспортных средств в приемные бункера 1, поднимается ковшовым элеватором 2 на приемоочистительные устройства 3, после которых ковшовым элеватором 4 подается на конвейер 5 для заполнения

ния складов, где оно хранится. Со склада зерно выдается через отверстия или питатели 7 на конвейер 8, с которого поступает в элеватор 4 и далее может опять поступать в приемоочистительные устройства (проветривание, охлаждение, сушка и т. п.), на конвейер 5 или на транспортные средства.

На рисунке 3.85, *а* показан план и разрез башни заготовительного элеватора. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункеры, которые расположены на уровне пола в здании. Каждый из этих бункеров вмещает 50 т зерна. Зерно высыпается в бункер через открытый задний или боковой борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеразгрузчика. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, перемещающие зерно к элеваторной башне. Здесь, при необходимости, зерно подвергают очистке, сушке или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры. С этих конвейеров зерно попадает в силосы корпусов (показаны только два силосных корпуса, прилегающих к башне, но могут быть и четыре, тогда вместимость элеватора увеличивается в 2 раза).

Из силосов зерно ссыпают на подсилосные конвейеры, которые и доставляют его к нории. Затем его поднимают наверх и после взвешивания по отпускным трубам загружают в вагоны.

Технологическая схема движения зерна через силосы и башню элеватора показана на рисунке 3.85, *б*. Для приема зерна из автомобилей, которые предварительно взвешиваются на автомобильных весах, предназначены бункеры, расположенные на уровне пола в здании 1. Зерно высыпается в бункер через открытый задний или боковой борт автомобиля, стоящего на наклонной платформе автомобилеразгрузчика. Под бункерами смонтированы ленточные конвейеры, которые перемещают зерно в элеваторной башне 2. Здесь, если необходимо, зерно подвергают очистке, сушке в сушилке 7 или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах, передают на ленточные надсилосные конвейеры 4. С конвейеров зерно попадает в силосы 3. Из силосов зерно поступает, при необходимости, на подсилосные конвейеры 5, а затем – к нории. Нория поднимает зерно наверх, которое после взвешивания по отпускным трубам загружается в вагоны. Вдоль отпускных устройств элеватора укладывают один или два железнодорожных пути.

Выгрузка вагонов должна быть организована так, чтобы они не простаивали в ожидании освобождения ларей, а приемные конвейеры и ковшовые элеваторы не работали вхолостую во время заполнения ларей. Для этого период освобождения ларей должен быть равен периоду выгрузки и перестановки вагонов.

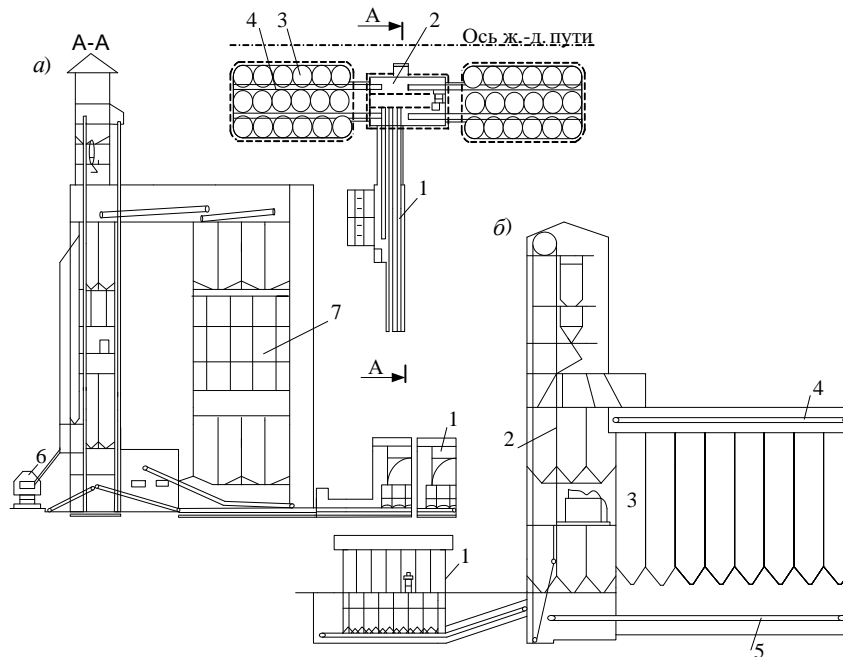


Рисунок 3.85 – Заготовительный элеватор для зерна:
a – план и разрез башни; *б* – технологическая схема движения зерна через силосы и башню;
 1 – приемные бункера; 2 – элеваторная башня; 3 – силосные корпуса; 4 – надсилосный конвейер;
 5 – подсилосный конвейер; 6 – вагон; 7 – зерносушилка

Продолжительность освобождения ларей от зерна, мин,

$$T_{\text{л}} = nt_{\text{л}}, \quad (3.2)$$

где n – число ларей (бункеров) приема зерна;

$t_{\text{л}}$ – время освобождения от зерна одного ларя, мин,

$$t_{\text{л}} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3.3)$$

t_1 – чистое время освобождения ларя, мин,

$$t_1 = 60 \frac{q_{\text{в}}}{\Pi_3}, \quad (3.4)$$

$q_{\text{в}}$ – количество груза в ларе, т;

Π_3 – часовая эксплуатационная перерабатывающая способность ковшового элеватора, т/ч;

t_2 – время истечения остатков зерна до полного освобождения ларя, мин, принимается $t_2 = 1$;

t_3 – период между концом выпуска зерна из одного ларя и началом выпуска зерна из другого ларя, мин, принимается $t_3 = 0,5 \dots 1$.

Зная продолжительность выгрузки вагона t_p , уборки и постановки вагонов под выгрузку t_{yb} , получим

$$T_{л} = t_p + t_{yb} \quad (3.5)$$

или

$$nt_{л} = t_p + t_{yb} \cdot \quad (3.6)$$

Необходимое число ларей

$$n = \frac{t_p + t_{yb}}{t_{л}} \cdot \quad (3.7)$$

Количество вагонов, выгружаемых одним приемным конвейером и ковшовым элеватором,

$$n_{в} = \Pi_{з} \frac{24 - (t_{yb} N_{под}) / 60}{q_{в}} \cdot \quad (3.8)$$

где $N_{под}$ – число подач вагонов в сутки.

Следовательно, число линий приемных устройств (ларей, конвейеров и ковшовых элеваторов) для выгрузки $n_{сут}$ вагонов в сутки

$$Z = \frac{n_{сут}}{n_{в}} \cdot \quad (3.9)$$

Продолжительность загрузки вагонов зерном на элеваторах через самотечные (отпускные) трубы

$$T_{гр} = t_{подг} + \frac{Q_{в} \cdot 60}{\Pi_{т}} + t_{закл} \cdot \quad (3.10)$$

где $t_{подг}$ – время на подготовительные операции (открытие люков, установка хлебных щитов, заправка отпускных труб в люки, мин; принимают $t_{подг} = 2$);

$Q_{в}$ – количество зерна, загружаемого в вагоны, т;

$\Pi_{т}$ – пропускная способность отпускных труб, т/ч;

$t_{закл}$ – продолжительность заключительных операций, мин, принимается

$$t_{закл} = 2 \cdot$$

Пропускная способность отпускной трубы, т/ч,

$$\Pi_{т} = 3600 F v \gamma \varphi \cdot \quad (3.11)$$

где F – площадь поперечного сечения выходного отверстия бункера, м²;

v – скорость потока зерна при проходе выходного отверстия отпускнуго бункера, м/с,

$$v = \lambda \sqrt{3,2gR}, \quad (3.12)$$

λ – коэффициент истечения зерна, $\lambda = 0,55$;

R – гидравлический радиус, м,

$$R = \frac{D}{4}, \quad (3.13)$$

D – диаметр выпускного отверстия бункера, м;

γ – насыпная плотность зерна, т/м³.

Коэффициент заполнения поперечного сечения выходного отверстия бункера ϕ на основании опытных данных принимают равным 0,7.

Портовые (перевалочные) элеваторы в отличие от заготовительных и мельничных принимают зерно, прошедшее первичную обработку. В период кратковременного хранения при перевалке с одного вида транспорта на другой зерно дополнительно очищают и сушат. Силосные корпуса этих элеваторов состоят из силосов диаметром 6 и 7 м, высотой 30–40 м. Перерабатывающая способность элеваторов – 350–500 т/ч.

3.7.3 Погрузочно-выгрузочные машины

На причалах для зерновых грузов выполняются операции по погрузке, выгрузке судов, вагонов, автомобилей, внутрискладские работы, разравнивание груза в судах, очистка подвижного состава.

Для выполнения этих операций используются машины непрерывного или циклического действия (таблица 3.8), по вариантам операций «судно – склад» (С–Ск); «судно – вагон» (С–В); «судно – автомобиль» (С–А); «склад – судно» (Ск–С); «склад – вагон» (Ск–В); «склад – автомобиль» (Ск–А); «вагон – судно» (В–С); «вагон – склад» (В–Ск); «вагон – автомобиль» (В–А); «автомобиль – склад» (А–Ск); «автомобиль – судно» (А–С); «автомобиль – вагон» (А–В); «склад – склад» (Ск–Ск).

Подачу зерна в судно производят системой стационарных ленточных конвейеров, которая заканчивается в прикормонной части конвейерной стрелой с телескопическим вертикальным рукавом. Иногда с берегового конвейера зерно сыпают в трюм по самотечной (гравитационной) наклонной трубе или лотку. Для загрузки всех трюмов такими установками судно передвигают с помощью маневровой лебедки вдоль причала.

Для уменьшения передвижек судна в процессе его загрузки на крупных причалах устанавливают консольно-поворотные конвейерные погрузочные машины. На концевой части консольного конвейера устанавливают метательное устройство (разбрасыватель) для подачи зерна в подпалубные пространства.

Выгрузку зерна из судов производят ковшовыми элеваторами (нориями), всасывающе-нагнетательными установками. Иногда для перевалки зерна из судов в вагоны через загрузочный бункер применяют порталные краны со специальным грейфером.

Таблица 3.8 – Машины, используемые в порту, для погрузки-выгрузки зерновых грузов

Автомобилепогрузчик	Выполняемые операции													Разравнивание	Очистка		
	С-Ск	С-В	С-А	Ск-С	Ск-В	Ск-А	В-С	В-Ск	В-А	А-Ск	А-С	А-В	Ск-Ск		Судна	Вагона	Автомобиля
Непрерывного действия:																	
– стационарные ленточные конвейеры				+						+	+						
– наклонные гравитационные лотки и трубы				+													
– метатели														+			
– ленточные конвейеры					+	+											
– бункера					+	+											
– передвижной конвейерный погрузчик				+													
– пневматические установки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
– норийно-конвейерные разгрузчики	+	+															
– шнековые разгрузчики	+	+															
– разгрузчик конструкции ХИИТ								+	+								
– разгрузчик с погружными скребками	+	+															
– погрузчик конструкции Булавенко						+											
– шнековый самоподаватель						+											
– погрузчик с винтовым питателем						+											
– погрузчик с конвейерно-скребковым питателем						+											
– передвижной порталный погрузчик				+													
– инерционная вагоноразгрузочная машина							+	+									
Циклического действия:										+							
– порталный кран	+	+		+	+	+											
– одноковшовый погрузчик						+							+				

Норийные установки обладают высокой производительностью – до 500 т/ч и более, расходуют в 6–8 раз меньше энергии, чем пневматические, надежны в работе. Но они зачерпывают не весь груз в трюмах. При их использовании возникает пыление, и необходимо производить подгребку зерна к приемному башмаку и зачистку трюмов. Для этого применяют метательные, скребковые, пневматические и другие машины.

На выгрузке зерна из судов широкое применение получили всасывающие пневматические перегружатели, которые могут быть стационарными, плавучими, передвижными на рельсовом и пневмоколесном ходу. Их производительность обычно составляет 200–300 т/ч.

Всасывающая пневматическая система лишь забирает зерно в трюме и подает его в отделитель, установленный вблизи выгружаемого судна (на кордоне). Далее в склад зерно транспортируется ковшовыми элеваторами и ленточными конвейерами.

На причале ставят 1–3 стационарные всасывающие пневматические установки, каждая из которых имеет по 2–4 заборных сопла производительностью по 30–60 т/ч.

Плавучие зерноперегрузатели применяют в пунктах с неустановившимися грузопотоками и на мелких пристанях. Для обслуживания нескольких таких причалов используют одну плавучую установку, поочередно переставляемую с одного причала на другой.

Плавучие пневматические перегружатели строят в одно- и двухбашенном исполнении производительностью до 400 т/ч.

Всё более широкое применение на выгрузке зерна получают передвижные всасывающе-нагнетательные пневматические разгрузчики.

Всасывающе-нагнетательные погрузчики изготавливают различной мощности. Их производительность зависит от дальности транспортирования и вида зерна. Всасывающая часть рассчитана на забор груза и перемещение на 5 м по вертикали и 15 м по горизонтали, нагнетательная – на 5 м по вертикали и 120 м по горизонтали. В зависимости от расстояния транспортирования производительность зернопогрузчика составляет при его мощности 75, 90 и 132 кВт соответственно 20–45, 35–70 и 50–85 т/ч. Разгрузчики могут работать также только на всасывание, в этом случае их всасывающая часть обеспечивает транспортирование зерна на 5 м по вертикали и до 120 м по горизонтали с производительностью 25–80, 45–110 и 60–125 т/ч. Погрузчики компактны (габаритные размеры по ширине – 1700–2260 мм, по длине – 3500–3950 мм, по высоте – 3150–3910 мм), имеют сравнительно небольшую массу – 5000–6200 кг.

Пневматические установки дают возможность выгружать зерно при любой погоде, не требуют подгребки в трюмах, благодаря проветриванию улучшают качество зерна. Однако они потребляют в 6–8 раз больше энергии, чем норийно-конвейерные установки. Поэтому на причалах с большим объемом поступления зерна в крупных судах ставят одновременно и ковшовые элеваторы (нории) и всасывающие пневматические установки. Ковшовые элеваторы исполь-

зуют для выгрузки основной массы зерна, а пневматические устройства – для забора зерна из труднодоступных мест и зачистки трюмов.

Для механизации перегрузочных работ в небольших амбарных складах с напольным хранением зерна применяют стационарные и передвижные ленточные конвейеры. По площади склада зерно может разбрасываться также с помощью метательных машин. Для питания отпусковых ленточных конвейеров применяют скребковые конвейеры, зерно спускается самотеком через люки, устраиваемые в стенках или в полу склада.

Современные механизированные зерновые склады устраивают с наклонным полом в виде бункера, благодаря чему зерно самотеком через специальные точки подается на траншейные конвейеры, расположенные под полом. Заполняется склад верхним подвесным конвейером со сбрасывающей тележкой. При перегрузке зерна из одного отсека в другой его подают с траншейного конвейера на подвесной ковшовыми элеваторами.

Для механизации перегрузочных работ в силосных элеваторах применяют разветвленную систему надсилосных и подсилосных ленточных конвейеров, ковшовые элеваторы, промежуточные бункеры и оборудование для очистки, сушки и взвешивания зерна.

Погрузку зерна в вагоны производят через загрузочные бункеры или ленточными конвейерами. На речном транспорте применяют загрузочные бункеры, смонтированные на самоходном портале, передвигающемся по подкрановым путям. Для подачи зерна через дверной или оконный проемы внутрь вагона вводятся с обеих сторон конвейеры с разбрасывающей головкой. Груз из бункера на конвейер поступает по спускному желобу. Загрузку бункера можно вести грейфером или другими средствами. Производительность загрузки вагона через бункер – 225 т/ч.

При загрузке вагона ленточными конвейерами концевая часть конвейерной линии имеет выдвижную секцию с разбрасывающим устройством, которую вводят в вагон над дверным щитом. Стационарные устройства для загрузки требуют передвижки вагонов к загрузочному устройству, что приводит к частым перерывам в работе.

Применяют самоходный вагонопогрузчик, который имеет выдвижной ленточный конвейер с зернометателем, укрепленным у сбрасывающего барабана. Конвейер может подниматься вверх и поворачиваться вокруг вертикальной оси на 220°. Стрелу конвейера вводят внутрь вагона через окно или дверной проем.

Из вагонов зерно частично может выгружаться самотеком через отверстия в дверных щитах, остальная же часть (значительная) – только с использованием инерционных вагоноразгрузочных машин.

Применение инерционных установок из-за высокой стоимости экономически целесообразно при больших грузооборотах. При малых грузооборотах используют более простые перегрузочные средства. Однако все они

имеют сравнительно низкую производительность (30–50 т/ч) и, за исключением пневматических установок, требуют применения ручного труда при зачистке вагонов.

Наиболее высокая производительность выгрузки достигается при перевозке зерна в саморазгружающихся вагонах бункерного типа. В этом случае 20 вагонов грузоподъемностью по 50 т при участии шести рабочих выгружают за 2 ч. Для разгрузки автомашин применяют автомобилеразгрузчики, которые придают кузову автомашины наклон, больший на 10–15° угла естественного откоса зерна. Через открытый задний или боковой борт зерно ссыпается в приемное устройство. При перевозке в автосамосвалах зерно ссыпается за счет опрокидывания кузова.

3.7.4 Схемы механизированной перегрузки зерновых грузов

Для причалов хлебоприемных пунктов с грузооборотом до 50 тыс. т в год рекомендуются схемы, приведенные на рисунке 3.86.

Зерно принимается с автотранспорта в приемный бункер, из которого подается ковшовым элеватором на ленточный конвейер, установленный в верхней части склада. С него сбрасывающей тележкой зерно равномерно распределяется по всему складу, нижняя часть которого выполнена в виде бункера. При загрузке судна зерно самотеком через бункерные затворы поступает на подбункерный конвейер, а с него – на поперечный конвейер, идущий по эстакаде к урезу. В зависимости от профиля берега и колебания уровня воды подача зерна в трюм ведется или по спускной трубе, или консольной частью конвейера, нависающего над судном. В процессе выгрузки судно передвигается береговой лебедкой. Производительность установки при грузообороте до 50 тыс. т в год принимается 100–150 т/ч.

Схемы позволяют полностью исключить ручной труд. Управление работой всех конвейеров и затворов может быть автоматизировано и осуществляться с центрального пульта. Взвешивание зерна производится на автомобильных и конвейерных весах. Вместо полубункерного склада могут быть установлены силосные емкости.

На причалах с небольшим грузооборотом (20–30 тыс. т) для перевалки зерна из судов в склады и вагоны может быть применена схема механизации с передвижными всасывающе-нагнетательными погрузчиками (рисунок 3.87). Погрузчик устанавливают в прикормонной зоне, ставят на эстакаде (на стенке) причала у борта судна или на палубе самого судна. Засасываемое зерно подается в отделитель и оттуда по нагнетательной ветви транспортируется в склад, из которого тем же или другим таким погрузчиком подается в загрузочный бункер или непосредственно в вагон. Погрузчик позволяет производить перегрузку и в обратном направлении по варианту «склад – судно». При одном погрузчике можно обеспечить интенсивность разгрузки судна до 50–85 т/ч.

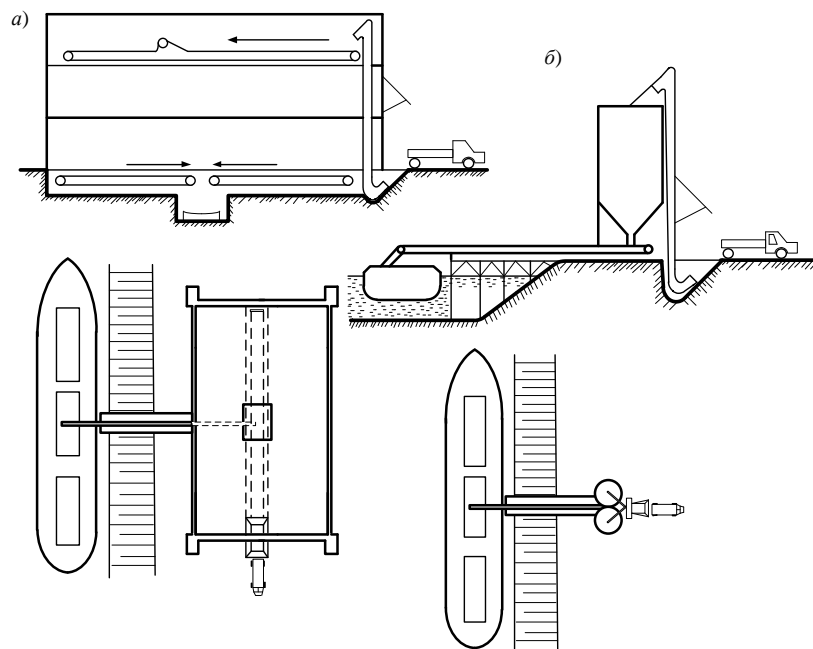


Рисунок 3.86 – Схемы механизации погрузки зерна в суда при грузооборотах до 50 тыс. т в год:
a – со складов полубункерного типа; *б* – с силосных складов

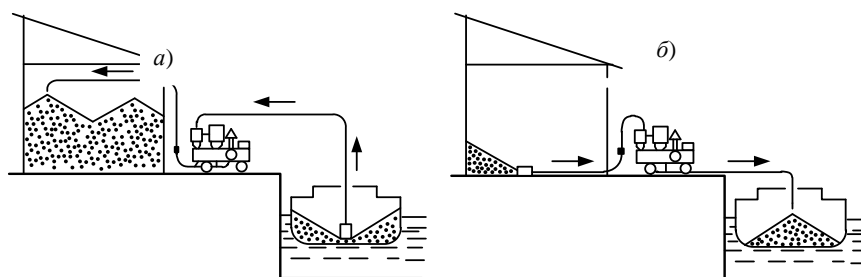


Рисунок 3.87 – Схемы механизации с всасывающе-нагнетательным погрузчиком:
a – разгрузка судна; *б* – загрузка судна

Схема механизации погрузки зерна при грузообороте 50–100 тыс. т в год (рисунок 3.88) имеет более высокую производительность (175–200 т/ч).

Для приема и хранения зерна может быть принят, как и в предыдущих схемах, механизированный склад полубункерного и силосного типа. Причал оборудован тремя железобетонными бычками, на которых размещены башни с устройствами для приема, взвешивания и подачи зерна в трюм. Зерно

со склада подается наклонным конвейером 7 в приемный бункер 4 центральной башни 3, взвешивается на автоматических весах 5, сыпается в нижерасположенный бункер 6, из него поступает в приемный башмак ковшового элеватора 2, поднимается вверх и по телескопической трубе 1 сбрасывается в судно. Носовой и кормовой трюмы загружаются с боковых башен 8 и 11, на которые груз подается с центральной башни конвейерами 9 и 10. Места пересыпки и пылеобразования оборудованы аспирационными устройствами.

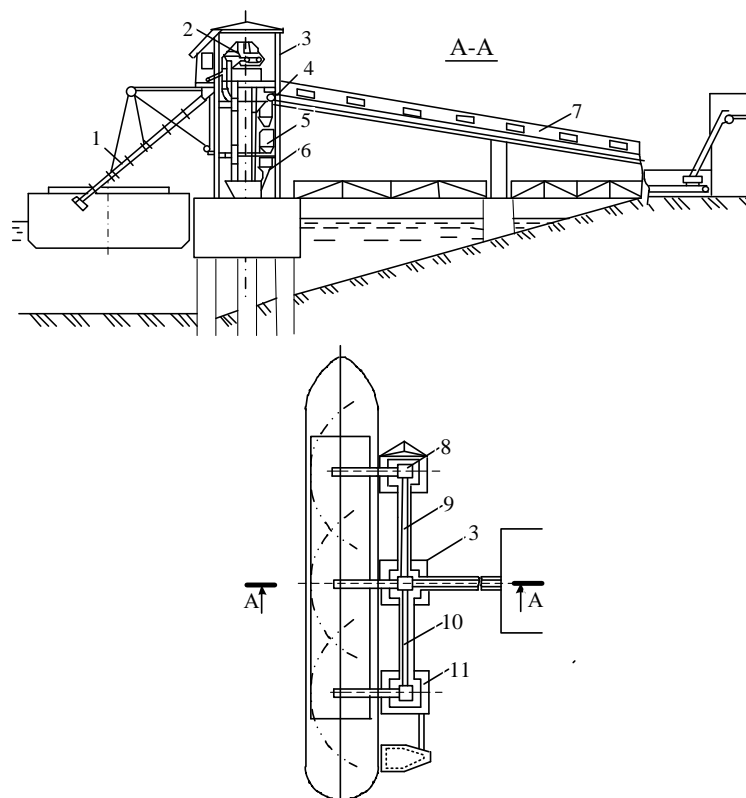


Рисунок 3.88 – Схема механизации погрузки зерна при грузооборотах 50–100 тыс. т в год

В зависимости от местных условий и размеров загружаемых судов на причале могут устанавливаться две или три отгрузочные башни.

При перегрузке по вариантам «автомобиль – судно» и «автомобиль – склад» зерно взвешивают на автомобильных весах.

Управление всеми машинами дистанционное с одного пульта. Во всех местах, где возможно образование пыли, устанавливают аспирационные устройства.

Значительно сложнее схемы механизации на причале при выгрузке зерна из несаморазгружающихся вагонов. В этом случае схема включает одну или две инерционные вагоноразгрузочные машины, приемные бункеры, систему ленточных конвейеров, норий и самотечных труб. Вместо инерционной установки для выгрузки вагонов может быть использована разгрузочная эстакада с приемным бункером, в который часть зерна высыпается из вагона самотеком, а для выгрузки оставшейся части применяют механические лопаты или другие средства.

Из саморазгружающихся вагонов бункерного типа зерно полностью высыпается через нижние люки.

Схемы механизации для выгрузки зерна из судов чаще всего сочетают пневматические или норийные установки и системы ленточных конвейеров и ковшовых элеваторов. При этом пневматические и норийные установки могут быть как береговыми, так и плавучими.

Схема механизации перегрузки с плавучим пневматическим перегружателем представлена на рисунке 3.89. Зерно, засасываемое в трюме судна, по трубопроводу подается в отделитель плавучего перегружателя 1, из которого ссыпается в бункерные весы. Далее через разгрузочный бункер зерно поступает на норию, поднимается вверх, ссыпается на консольный ленточный конвейер 2, который перемещает его на стационарный береговой конвейер 3, и транспортируется в склад. Из склада зерно может направляться на переработку или отгружаться на железнодорожный и автомобильный транспорт. При необходимости плавучий пневматический перегружатель может перебрасываться на другие причалы и обслуживать несколько мелких пунктов.

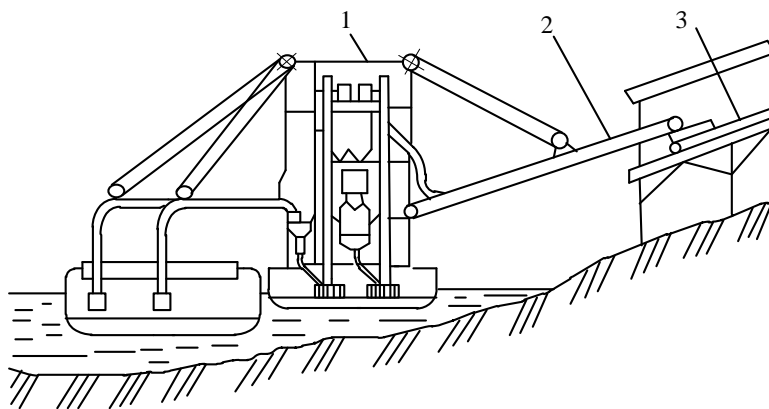


Рисунок 3.89 – Схема механизации перегрузки с плавучим пневматическим перегружателем

Для обслуживания плавучих перегружателей требуется большой штат, их использование связано со значительными расходами на энергию, амортизацию, ремонт и зимний отстой.

На рисунке 3.90 приведена норийно-конвейерная схема механизации для выгрузки зерна. В трюме зерно забирается подвесной норией 1 и конвейером 2 подается в бункер 3, из которого по спусковым телескопическим трубам 4 с разбрасывателями ссыпается в вагон. При работе по варианту «судно – склад» зерно с конвейера 2 передается на конвейер 5 и далее через бункер 8, весы 9, бункер 10 норией 6 и складским конвейером 7 со сбрасывающей тележкой перемещается в склад. Отпуск со склада происходит через конвейеры 11, 12 к нории 6.

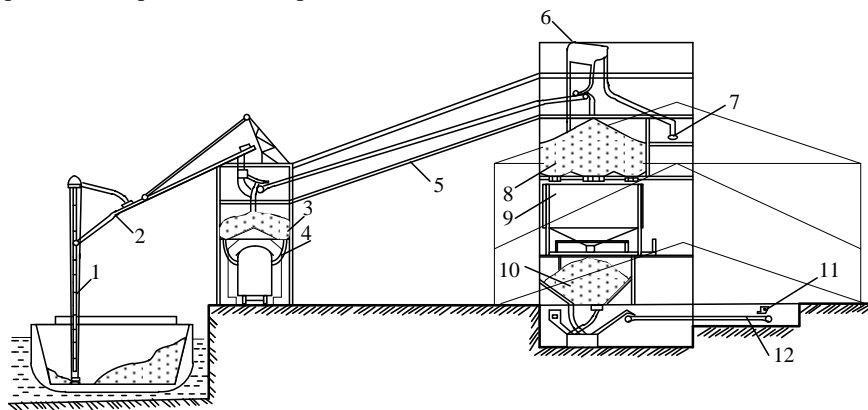


Рисунок 3.90 – Норийно-конвейерная схема механизации

Иногда применяют комбинированные схемы. При их использовании основную часть зерна выгружают из трюмов высокопроизводительными (до 1000 т/ч) нориями, а зачистку ведут пневматическими всасывающими установками.

Крановые схемы механизации с использованием специальных плотно закрывающихся грейферов применяют для выгрузки зерна на неспециализированных и реже на специализированных причалах. В этих случаях зерно обычно перегружают по прямому варианту «судно – вагон». В вагоны зерно подают через специальные бункеры.

Наиболее совершенным зернохранилищем, предназначенным для механизированной перегрузки, сушки, очистки и длительного хранения зерна, являются элеваторы. Элеватор (рисунок 3.91) состоит из силосного корпуса, в котором хранится зерно, и рабочей башни, имеющей оборудование для перегрузки, очистки, сортировки, сушки и взвешивания зерна. Емкость силосов крупных элеваторов достигает 50–200 тыс. т.

Перегрузочное оборудование на крупных элеваторах позволяет принимать зерно из судов и вагонов и отпускать его на все виды транспорта. Интенсивность погрузки и разгрузки судов с зерном составляет 150–250 т/ч и в ряде случаев достигает 350–500 т/ч.

Приемно-отпускные устройства зерновых элеваторов имеют различное

конструктивное оформление в зависимости от величины грузооборота, его направления, вариантов перегрузки зерна, расположения подъездных путей, гидрологических и других факторов.

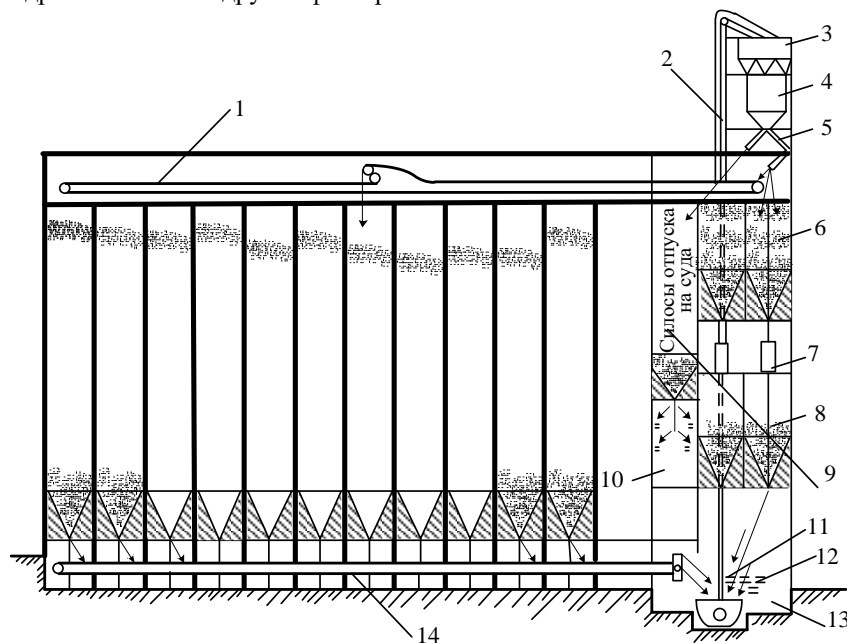


Рисунок 3.91 – Схема зернового элеватора:

1 – надсилосные конвейеры; 2 – нории; 3 – верхние бункеры; 4 – бункерные весы; 5 – спускные трубы; 6 – промежуточные силосы; 7 – очистительные устройства; 8 – нижние промежуточные силосы; 9 – отпусчные силосы; 10 – конвейер для отпуски зерна в суда; 11 – конвейер для приема зерна из судов; 12 – конвейер для передачи зерна между нориями; 13 – конвейер для приема зерна из вагонов и автотранспорта; 14 – подсилосные конвейеры

При приеме зерна из судов причал выполняют в виде отдельных башен 3 (рисунок 3.92), на которых размещают всасывающие пневматические установки 5 и приемные бункеры. Башни соединены между собой конвейерными галереями 6. В нижней галерее расположены конвейеры, на которые поступает зерно из отделителей. С конвейеров зерно подается на норию 4, размещенную в одной из приемных башен (иногда устраивается специальная башня), а затем поднимается вверх и подается на конвейер в поперечной галерее 2, соединяющей береговые приемные башни с рабочей башней 1 элеватора. В башне зерно взвешивается, очищается и распределяется по силосам.

На современных элеваторах управление всеми механизмами автоматизировано, а пуск и контроль за работой производят с центрального пульта,

оборудованного светящейся мнемосхемой, фиксирующей работу всех перегрузочных устройств и показывающей направление движения груза. Состояние хранящегося зерна контролируют дистанционно с помощью электротермометрических устройств, позволяющих оператору, не отходя от пульта, определять температуру и влажность зерна, а также степень заполнения силосов.

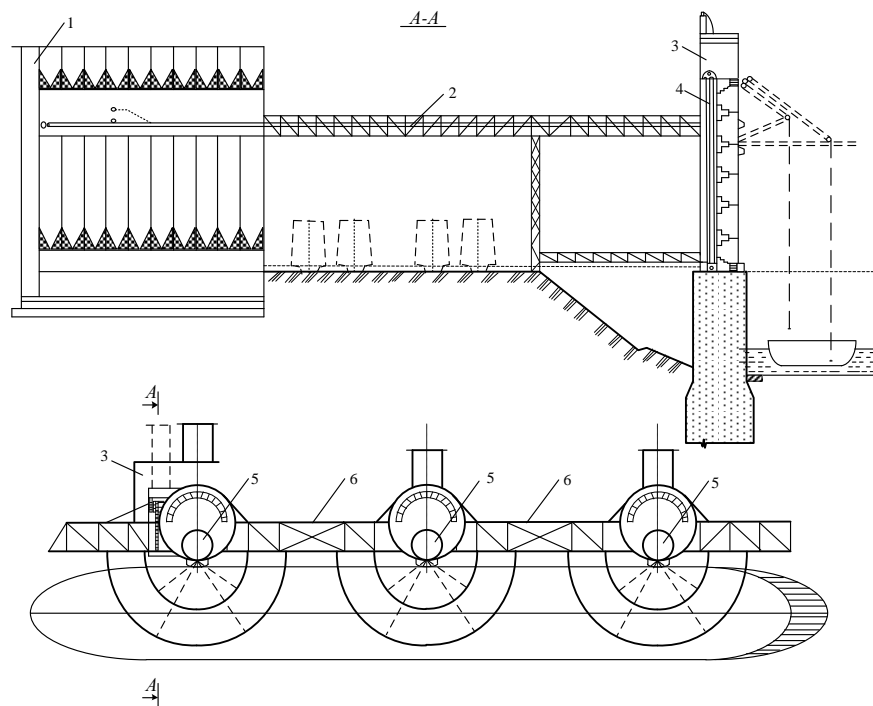


Рисунок 3.92 – Оборудование причала зернового элеватора

Основные направления совершенствования комплексной механизации перегрузки зерновых грузов: концентрация грузопотоков зерна в меньшем количестве хлебоприемных пунктов, позволяющая применять и эффективно использовать высокопроизводительное перегрузочное оборудование; строительство в укрупненных хлебоприемных пунктах механизированных полубункерных и силосных складов и элеваторов; создание новых высокопроизводительных и надежных пневматических и норийных перегружателей; улучшение конструкции вагоноразгрузочных установок и устройств для зачистки судов и вагонов; строительство специальных саморазгружающихся вагонов для перевозки зерна; оснащение перегрузочных установок устройствами дистанционно-автоматического управления и контроля за состоянием зерна.

3.8 Наливные грузы

3.8.1 Склады. Условия размещения и хранения грузов

Наливными называют грузы, перевозимые наливом в судах, цистернах, специальной таре и контейнерах. К ним относятся нефть и нефтепродукты, кислоты, спирты, минеральные и растительные масла, сжиженные газы. Основную массу жидких грузов составляют нефтепродукты.

Физико-химические свойства наливных грузов обуславливают требования к их хранению, перегрузке и транспортированию.

Наливные грузы подразделяют на опасные и неопасные, опасные на три группы:

- легковоспламеняющиеся жидкие (нефтепродукты, спирты и др.);
- едкие и ядовитые (кислоты, каустик жидкий, хлористый цинк и др.);
- сжиженные газы (аммиак, хлор и др.).

Жидкости, имеющие температуру вспышки до 61 °С, относятся к легковоспламеняющимся (бензин, лигроин, керосин, бензолы и т. п.), а свыше 61 °С – к горючим (мазуты, дизельное топливо, масла, битумы, парафины и т. п.).

При перевозке, наливе и сливе легковоспламеняющихся жидкостей необходимо соблюдать особые меры пожарной безопасности.

Взрыв или загорание паров нефтепродуктов возможны вследствие разрядов статического электричества, возникающего при трении нефтепродуктов о трубы и стенки емкостей. Для предупреждения разрядов все трубопроводы и емкости заземляют.

Степень огнеопасности характеризуется температурой вспышки, в зависимости от которой все нефтепродукты делят на четыре класса. Наиболее огнеопасны нефтепродукты первого класса с температурой вспышки до 28 °С (бензин, лигроин и др.) и второго класса с температурой вспышки 28–45 °С (керосин и др.).

При нагревании до определенной температуры пары горючих жидкостей могут воспламениться и без соприкосновения с открытым пламенем. Эта температура называется температурой самовоспламенения, которая для различных нефтепродуктов составляет от 290 до 530 °С.

При определенном содержании паров нефтепродукта в воздухе (1,1–7,4 %) и поднесении пламени происходит взрыв.

Пары многих жидкостей обладают отравляющими свойствами.

Испаряемость легких фракций приводит к значительным потерям нефтепродуктов и ухудшает их качество.

Пары нефтепродуктов вызывают отравление и при концентрации более 0,3 мг/л опасны для здоровья человека. Люди, работающие в помещениях, очень насыщенных парами бензина, должны пользоваться противогазами и специальными приборами, подводящими чистый воздух.

Вязкость нефтепродуктов влияет на выбор способа их перевозки и выбор

способа их перевозки и выполнение грузовых операций.

Наливные грузы по вязкости подразделяют:

- на невязкие (бензин, керосин);
- слабовязкие (дизельное топливо);
- средневязкие (смазочные масла);
- высоковязкие (мазут, битум).

Перед сливом высоковязких продуктов их необходимо предварительно разогреть, для чего пункты слива должны быть оборудованы соответствующими установками.

По способности разъедать металлы различают три группы жидких грузов:

- неразъедающие;
- слаборазъедающие (каменноугольная смола, карболовая и серная кислоты);
- сильноразъедающие (азотная, хлорсульфоновая кислоты).

Нефтепродукты перегружают и хранят на специальных участках, которые выносят за пределы порта. Причалы для их перегрузки размещают ниже (по течению реки) основных городских и портовых сооружений.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов могут быть металлическими или железобетонными, а по расположению – подземными и наземными. К подземным относятся емкости, у которых наивысший уровень жидкости не менее чем на 0,2 м ниже планировочной отметки площадки, к наземным – те, у которых днище находится на одном уровне или выше планировочной отметки площадки.

По форме различают цилиндрические и шарообразные резервуары, причем цилиндрические располагаются горизонтально или вертикально.

Суммарная вместимость группы рядом стоящих резервуаров не должна превышать 40 тыс. м³. Расстояние от одного резервуара до другого должно быть не менее 10 м, а от одной группы до другой – не менее 50 м. Насосные и разливочные устройства располагают не ближе 10 м от резервуара.

Отдельные резервуары имеют следующую вместимость: железобетонные для нефти и нефтепродуктов – от 0,1 до 40 тыс. м³, а для светлых нефтепродуктов – от 0,1 до 20 тыс. м³; металлические – от 0,1 до 20 тыс. м³; битумохранилища – от 0,1 до 3 тыс. м³.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов оборудуют указателями уровня и температуры, предохранительными клапанами, приемораздаточными вводами, смотровыми люками, сифонными клапанами для спуска шлама, лестницами, пеноводами.

Для хранения нефтепродуктов в таре строят склады из огнестойких материалов (кирпич, камень, железобетон) и оборудуют их взрывозащитной вентиляцией.

Здания складов для тарного хранения нефтепродуктов разделяют несгораемыми перегородками на отдельные секции вместимостью не более 200 м³ каждая для легковоспламеняющихся и не более 1000 м³ – для горючих нефте-

продуктов. Общая вместимость одного склада для хранения легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов в таре не должна превышать соответственно 1200 и 6000 м³. При совместном хранении этих грузов общую емкость рассчитывают из соотношения, что 1 м³ легковоспламеняющихся жидкостей приравнивается к 5 м³ горючих жидкостей.

Дверные проемы зданий при тарном хранении нефтепродуктов должны быть шириной не менее 2,1 и высотой не менее 2,4 м, иметь пороги и пандусы высотой 0,15 м. Полы делают с уклонами для стока жидкости в специальные приемники.

При перевозках нефтепродуктов в таре используют бочки на 75–500 л, причем для легковоспламеняющихся жидкостей можно применять только металлические емкости на 125–500 л. Хранят их в штабелях и на стеллажах. Бочки на каждом ярусе стеллажа устанавливают в один ряд по высоте независимо от вида нефтепродуктов. По ширине штабеля или стеллажа следует размещать не более двух бочек. Проходы, предназначенные для транспортировки бочек, устраивают шириной не менее 1,4 м, а остальные проходы между штабелями и стеллажами – не менее 1 м.

Хранение горючих нефтепродуктов в таре допускается на открытых площадках и под навесами. Площадки должны быть ограждены земляным валом или негорючей стеной высотой 0,5 м. На одной площадке можно размещать не более шести штабелей шириной 15, длиной 25 и высотой 5,5 м.

Битум, поступающий в таре, хранят в закрытых холодных складах или под навесами. При временном хранении на открытой площадке бочки размещают в два яруса и покрывают толем или брезентом. Прибывающий в цистернах полутвердый и жидкий битум хранят в битумохранилищах вместимостью 100–3000 м³ с паровыми, газовыми, водяными или электрическими устройствами для подогрева.

3.8.2 Технические средства для перекачки, слива, налива грузов

Для перекачки нефтепродуктов применяют поршневые, центробежные и винтовые насосы. Поршневые насосы используют преимущественно для перекачки нефтепродуктов с высокой вязкостью. По сравнению с центробежными насосами они имеют более высокий КПД и на 20–30 % выше всасывающую способность. Кроме того, они не требуют предварительной заливки всасывающего трубопровода. Их недостатки: большие размеры, масса и стоимость; тихоходность, что обуславливает применение привода с редуктором; неравномерная подача жидкости в трубопроводы; необходимость постоянного наблюдения за работой; невозможность последовательного соединения из-за возникновения гидравлических ударов.

Центробежные насосы применяют для перекачки светлых и маловязких нефтепродуктов. Они более компактны, легки и просты в эксплуатации,

хорошо перекачивают загрязненные нефтепродукты и равномерно подают груз в трубопроводы, но мало пригодны для перекачки высоковязких нефтепродуктов, перед пуском требуют заливки всасывающей части трубопровода, имеют более низкий, чем поршневые, КПД.

Для перекачки высоковязких нефтепродуктов применяют также винтовые насосы, которые по сравнению с поршневыми имеют меньшие размеры и более высокий КПД.

В последние годы получили распространение погруженные центробежные электронасосы, которые подают в отсек судна с помощью грузовой стрелы или простейшего крана.

Характеристики насосов зависят от вязкости перекачиваемой жидкости.

Слив, налив нефтепродуктов в железнодорожные цистерны производится на специальных эстакадах.

3.8.3 Схемы механизированного слива, налива и перекачки груза

Причалы для перегрузки нефтепродуктов оборудуют береговыми и плавучими перекачивающими станциями. Подают наливные грузы в суда и выгружают из судов по трубопроводам. От основного трубопровода отходит ряд ответвлений, которые с помощью гибких шлангов соединяют с трубопроводами на судне. Шланги на судно подают грузовыми стрелами.

На рисунке 3.93 показан причал, оборудованный береговой нефтеперекачивающей станцией.

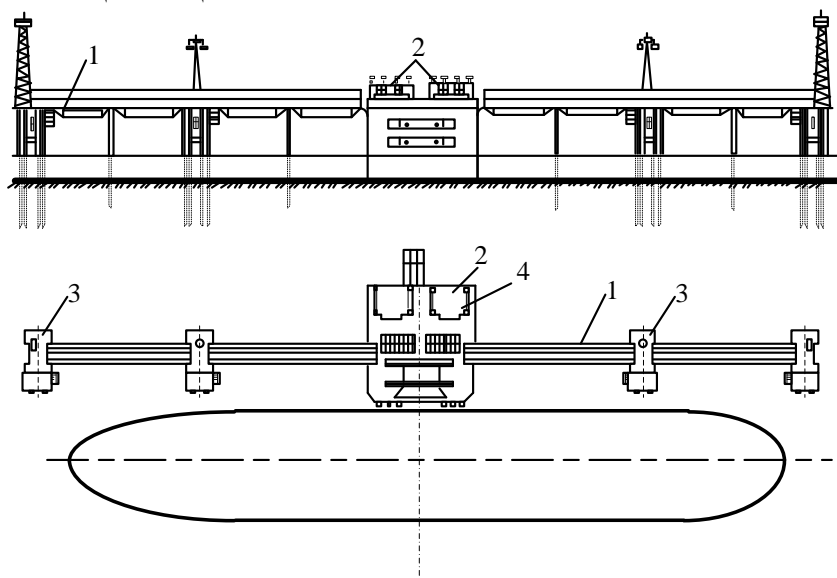


Рисунок 3.93 – Причал, оборудованный береговой перекачивающей нефтестанцией

Он представляет собой железобетонную эстакаду, в середине которой установлен пустотелый бычок 4 с размещенной в нем насосной установкой. Помещение внутри бычка обычно имеет заглубление, так как высота всасывания насосов относительно невелика и редко превышает 6 м. В нижней части бычка находятся насосы для перекачки и зачистки нефтепродуктов. Величина заглубления насосов принимается такой, чтобы при самом низком меженном и самом высоком паводковом уровнях воды они могли выкачивать нефтепродукты из судов.

В надстройках 2 над бычком размещены аппаратура управления насосной станцией, вентиляционное оборудование и комната для обслуживающего персонала.

По обе стороны бычка вдоль причала установлены железобетонные швартовно-отбойные палы 3, соединенные между собой и с бычком пешеходным мостиком 1.

Береговые нефтестанции долговечны, удобны в эксплуатации, имеют высокую производительность, обеспечивают хорошие условия для швартовки и стоянки судов. Производительность нефтестанции, оборудованной двумя центробежными насосами типа 8НДвН, на перекачке нефтепродуктов из судна в береговые емкости – до 1000 т/ч.

Наряду с береговыми нефтестанциями эксплуатируются также причалы с плавучими перекачивающими станциями (рисунок 3.94), размещенными на металлическом понтоне.

На нефтестанции, предназначенной для перекачки нефтепродуктов первого класса, установлены два грузовых центробежных насоса 8НДвН подачи по 600 м³/ч. Каждому грузовому насосу придан гидроэжектор той же подачи и эжектирующий центробежный насос, которые в комплексе представляют собой независимую установку, перекачивающую нефтепродукт по отдельному трубопроводу на нефтебазу. При необходимости оба грузовых насоса могут переключаться на один трубопровод и работать с любым эжектирующим насосом. Для водяного уплотнения сальников центробежных насосов служит специальный насос типа 1,5ВС-1. Всё насосное оборудование размещено в трюме понтона. Для заполнения грузовых насосов и их всасывающих трубопроводов перед началом выкачки установлена промежуточная цистерна, которая является также буферной емкостью, предохраняющей насосы от попадания в них воздуха. Промежуточная цистерна заполняется вакуум-насосом типа РМК-2. На палубе понтона устроена металлическая надстройка, в которой находятся пульт управления и служебные помещения. Гидроэжекторы, трубопроводы и шланги подаются на судно и поддерживаются во время работы двумя грузовыми стрелами, оборудованными электротельферами и механизмами поворота. Питание станции электроэнергией – от береговой подстанции.

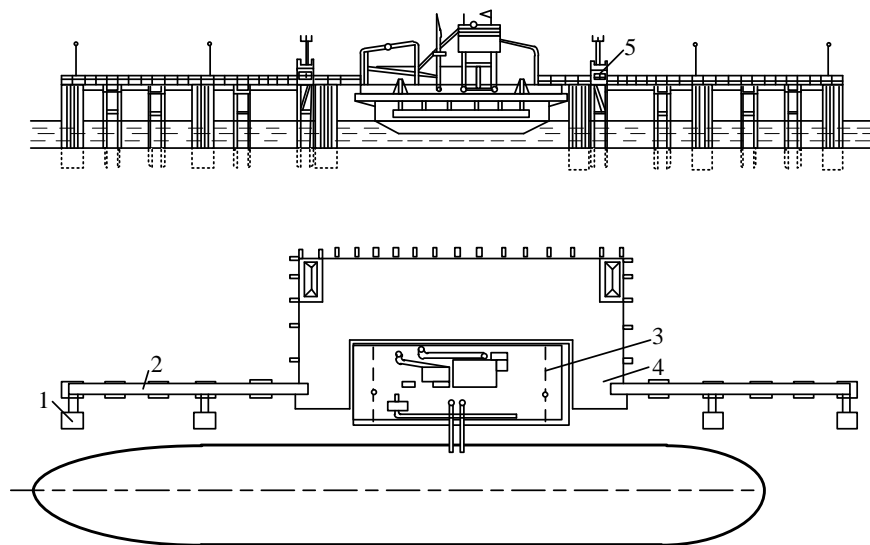


Рисунок 3.94 – Причал, оборудованный плавучей нефтеперекачивающей станцией:
 1 – швартовно-отбойные палы; 2 – пешеходный мостик; 3 – плавучая нефтеперекачивающая станция; 4 – эстакада; 5 – помещение для обслуживающего персонала

При выкачке нефтепродукта гидроэжектор опускают в люк судна, включают эжектирующий насос, и нефтепродукт, засасываемый гидроэжектором, через фильтр направляется во всасывающую магистраль грузового насоса. Гидроэжектор развивает напор, достаточный для преодоления всех сопротивлений от приемника до насоса, что практически почти не требует разрежения во всасывающей магистрали. Грузовой насос по нагнетательному трубопроводу подает нефтепродукт в емкости. Часть нефтепродукта из нагнетательного трубопровода перепускается в промежуточную цистерну, откуда эжектирующим насосом подается к гидроэжектору.

В заключительный период выгрузки для лучшего подтекания нефтепродукта к грузовому приемнику проводится кренование судна. При недостаточном поступлении нефтепродукта к грузовому приемнику гидроэжектор отключают и окончательную зачистку судна выполняют специальным зачистным гидроэжектором через зачистную магистраль.

В настоящее время выгрузка нефтепродуктов из танкеров в большинстве случаев производится с помощью судовых насосов, имеющих высокую производительность (500 т/ч и более). В отдельных случаях загрузку наливных судов из нефтехранилищ производят самотеком (рисунок 3.95).

Вязкие нефтепродукты перекачивают с подогревом. Температура подогрева должна быть не менее чем на 10 °С ниже температуры вспышки паров перегружаемого нефтепродукта.

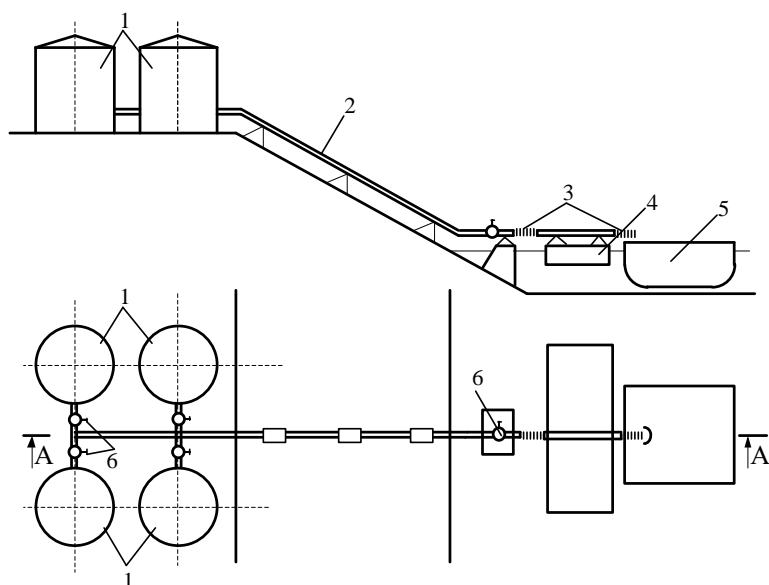


Рисунок 3.95 – Схема загрузки судна нефтепродуктами самотеком:
 1 – береговые емкости; 2 – трубопроводы; 3 – гибкие шланги; 4 – понтон; 5 – судно; 6 – задвижки

Для подогрева нефтепродуктов в судне служат переносные или постоянно установленные на судне подогреватели.

Переносные подогреватели выполняют в виде отдельных секций змеевиков, которые помещают в судно, и через них пропускают пар. На установку и монтаж змеевиков требуется много времени и труда. Этот способ подогрева недостаточно эффективен и неэкономичен по расходу пара.

Подогреватели, установленные на судне постоянно, экономичнее и быстрее нагревают нефтепродукты. Наиболее совершенной является конструкция прямоточного подогревателя, сочетающего общий и местный подогрев. Местный подогреватель служит для подогрева только части нефтепродукта, подтекающей к приемнику грузового насоса. Он представляет собой небольшой пучок труб, заключенных в металлический футляр. Через эти трубы пропускается пар. Общий подогреватель включают в конце выкачки для придания текучести остатку нефтепродукта.

Сочетание местного и общего подогрева уменьшает расход пара и повышает экономичность системы подогрева.

В отдельных случаях, когда отсутствуют другие средства подогрева, прибегают к подогреву острым паром. Однако большое обводнение нефтепродукта при этом делает применение данного способа в большинстве случаев недопустимым.

В последние годы проводятся исследования виброподогрева, электроподогрева, подогрева отходящими от главных двигателей газами, горячеструйного подогрева и т. п.

Степень подогрева вязких нефтепродуктов существенным образом влияет на подачу насосов. При повышении температуры она возрастает, так как вязкость снижается и улучшаются условия всасывания насосов.

Наиболее трудоемкой и сложной операцией является зачистка нефтеналивных судов при их подготовке к перевозке нового нефтепродукта и к ремонту. Для выполнения этих работ создано специальное оборудование, включающее кренователь с донным подогревом и плавучую зачистную нефтестанцию, оснащенную паровыми котлами, системой насосов для выкачки зачищаемых нефтепродуктов и подачи моющих растворов на гидромониторы, каскадными отстойниками для отделения нефтепродуктов от воды, пароструйными вентиляторами для промывочных отсеков.

Процесс зачистки протекает следующим образом. Зачищаемое судно подается на кренователь (рисунок 3.96), который поднимает его полностью из воды и сообщает крен до $5-10^\circ$.

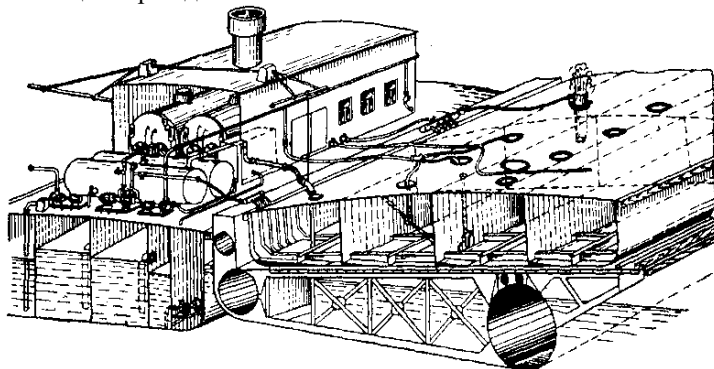


Рисунок 3.96 – Плавучая зачистная станция с кренователем

В пространство между кренователем и днищем судна подается пар. Разогретые нефтяные остатки приобретают текучесть, стекают через клинкеты в сторону крена и выкачиваются насосами в береговые или плавучие емкости. После этого поверхность отсека судна с помощью гидромониторов промывают моющим раствором, который вместе с остатками нефтепродукта стекает к приемникам зачистных насосов и перекачивается в каскадный отстойник. Здесь нефтепродукт отделяется от раствора и направляется в нефтехранилище. Не полностью зачищенные участки зачищают гидравлическими лопатками, представляющими собой трубки диаметром 19–22 мм, через которые под большим давлением подается нагретая вода.

Поставленное к причалу на погрузку и выгрузку нефтеналивное судно должно быть осмотрено органами пожарной безопасности и администраци-

ей судна. При обнаружении неисправностей они должны быть устранены либо неисправное судно заменяется другим. Зачистка судна от остатков нефтегруза другого сорта регламентируется стандартом. Погрузка и выгрузка нефтепродуктов первого и второго классов разрешаются только закрытым (при герметически соединенных трубопроводах) способом.

Начинают загрузку судна с приемного танка, из которого груз самотеком через клинкетты растекается по другим танкам. При этом во избежание прогиба судна должно обеспечиваться равномерное растекание нефтегруза по всем грузовым танкам.

Следует отметить, что при обработке нефтеналивных барж выгрузка примерно 60 % объема груза проводится с максимальной производительностью, а затем она снижается. После работы зачистных насосов она снова возрастает, а в заключительный период снижается до 30 % максимальной.

При расчете времени обработки нефтеналивных судов в порту, кроме времени на технические операции и на выгрузку, затрачивается также время на подогрев вязких нефтепродуктов перед выгрузкой. Время подогрева составляет 20–40 % общего времени обработки барж с вязкими нефтепродуктами, оно зависит от температуры нефтепродуктов, окружающей среды, марки груза, теплопроизводительности котельной установки и т. д. В летний период выгрузку вязких продуктов осуществляют обычно без предварительного их подогрева.

В порт нефтепродукты могут поступать железнодорожным транспортом и отправляться в судах, а грузы прибывшие речным транспортом отправляют в цистернах железнодорожным транспортом.

Налив и слив жидких грузов при перевозках в цистернах выполняют самотеком, под давлением инертных газов, при помощи центробежных или поршневых насосов или с использованием вакуума (сифона).

При наличии самого низкого уровня жидкости в резервуарах хранилища 4 (рисунок 3.97, а) выше верхней отметки наливного устройства 1 (наливных стояков, эстакады) налив в цистерны 2 происходит самотеком по трубопроводу 3.

При расположении резервуара на одном уровне с наливными устройствами или ниже их применяют принудительный налив цистерн (рисунок 3.97, б). При этом используют центробежные насосы с подачей 150–720 м³/ч или поршневые с подачей 100–350 м³/ч. Жидкость можно подавать непосредственно из резервуара в цистерны или через буферный резервуар. Применение буферного резервуара позволяет применять насосы с меньшей подачей и ускорять процесс налива.

Открытый самотечный слив жидких грузов (рисунок 3.97, в) осуществляют через нижние сливные приборы 1 цистерн в переносные лотки 2, а затем через желоб, обычно расположенный между рельсами пути, в резервуар 3. Из него по отводной трубе 4 жидкость самотеком поступает в резервуар 5. Для исключения загрязнения перегружаемых жидкостей применяют закрытый самотечный слив. При этом сливные приборы цистерн соединяют гибкими рукавами с коллектором и трубопроводом, прокладываемым в грунте.

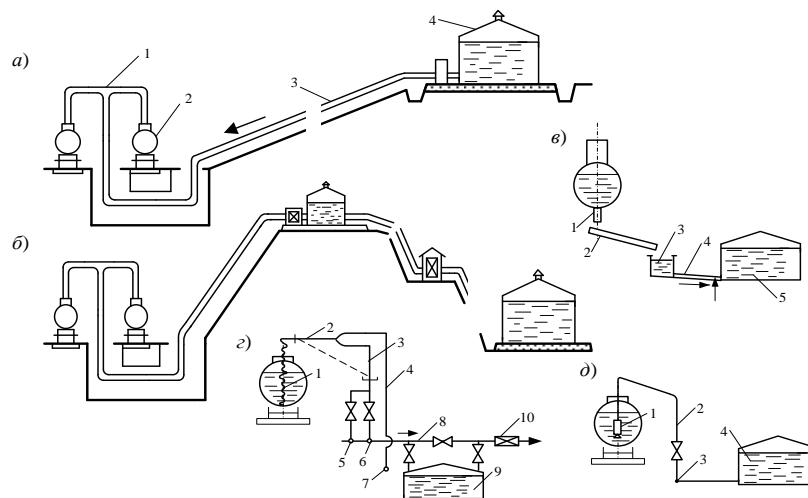


Рисунок 3.97 – Схемы налива и слива жидких грузов:

а – самотечный налив из резервуара; *б* – принудительный налив с помощью насоса и буферного резервуара; *в* – самотечный слив; *г* – вакуумный слив сифоном; *д* – принудительный слив насосом

Вакуумный слив жидких грузов с использованием сифона (см. рисунок 3.97, *г*) применяют для цистерн, не имеющих нижних сливных приборов. Через верхний люк в цистерну вводят гибкий рукав *1* с всасывающим патрубком на нижнем конце. Вакуумным насосом *7* через воздушный коллектор *4* создается разрежение в основных рабочих коллекторах *2* и *3*. Жидкость под давлением атмосферного воздуха из цистерны поступает в сливные коллекторы *5* и *6*. По отводной трубе *8* жидкость подается в промежуточный резервуар *9*, откуда насосом *10* – в резервуары постоянного хранения. Применение промежуточного резервуара позволяет уменьшить требуемую подачу насоса и потребляемую им мощность.

Принудительный слив жидких грузов с применением погруженного насоса (см. рисунок 3.97, *д*) применяют для цистерн, не имеющих нижних сливных приборов. К корпусу насоса *1* присоединяют напорный трубопровод *2*. Жидкость с помощью насоса поступает из цистерны по трубопроводам *2* и *3* в резервуар *4*. Управление работой насоса – дистанционное.

Для определенного типа цистерн разрешен слив путем повышения давления в них не более 0,05 МПа.

Система нижнего слива имеет преимущество перед системой верхнего слива, так как снижаются потери от испарения и уменьшаются остатки груза в ней после выгрузки. Продолжительность выгрузки цистерны вместимостью 60 м³ – 8–10 мин.

Пункты налива и слива оборудуют эстакадами галерейного и стоечного

типов. В наливных эстакадах стоечного типа (рисунок 3.98) между железнодорожными путями через 6 м устанавливают стояки 8 с поворотными стрелами 11. На них размещен центральный паропровод 9 и разводящие трубы 10, на которых имеются штуцеры 12 для присоединения гибких рукавов разогревающего устройства. Откидные мостики 6 рабочие используют при открытии и закрытии верхних люков цистерн. При верхнем сливе внутрь цистерны вводят гибкий рукав 5, который соединен с всасывающим трубопроводом 7. Для нижнего слива предназначен центральный коллектор 13, имеющий двойные стенки для подогрева жидких грузов паром. При верхнем и нижнем сливах жидкие грузы поступают в сборный коллектор 4 и далее через решетку 3 по трубопроводу 2 – в буферный резервуар 1. Из него жидкие грузы насосом подают в резервуары для длительного хранения.

Для налива и слива масел применяют крытые двусторонние эстакады, что улучшает условия труда рабочих и предохраняет нефтепродукты от обводнения в дождливую погоду и от загрязнения.

Способ «нижнего» налива нефтепродуктов в цистерны через нижние сливно-наливные приборы позволяет отказаться от эстакад и резко сокращает объем работ по подготовке цистерн к наливу-сливу жидких грузов. Густые остатки нефтепродуктов в резервуарах вычищают механическими лопатами, передвижными вакуумными или винтовыми насосами с разогревом острым паром или эжекторным устройством.

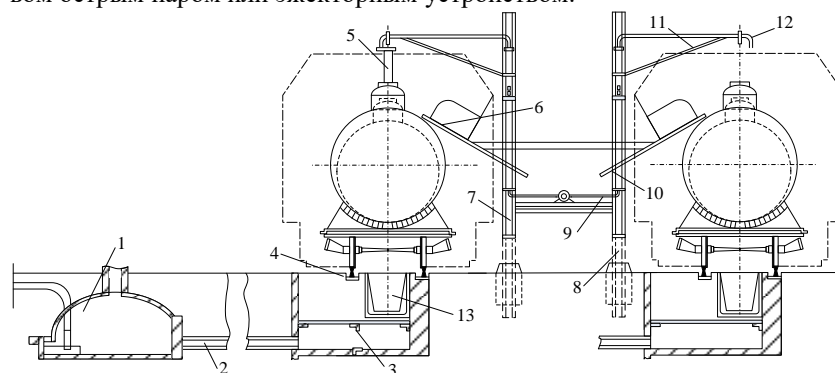


Рисунок 3.98 – Технологическая схема слива на эстакаде с двусторонним сливом:

1 – буферный резервуар; 2 – трубопровод; 3 – решетка; 4 – коллектор; 5 – гибкий шланг;
6 – переходной мостик; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – стояк; 9 – центральный паропровод;
10 – разводящие трубы; 11 – кронштейн; 12 – штуцеры; 13 – центральный коллектор

Железнодорожные пути вместе с наливными (сливными) устройствами называют фронтом налива (слива). Длина фронта, м,

$$L_{\text{нс}} = \sum_{i=1}^k n_i l_i, \quad (3.14)$$

где n_i – число одновременно наливаемых (сливаемых) цистерн i -го типа;

l_i – длина цистерны i -го типа, м;

$i = 1, 2, \dots, k$ – число типов цистерн в группе.

Если налив (слив) нефтепродуктов производят только маршрутами, то необходимое количество эстакад

$$M_э = \frac{N_M T_{nc}}{24 \cdot 60}, \quad (3.15)$$

где N_M – число маршрутов в сутки;

T_{nc} – время занятия эстакады маршрутом с учетом подачи и уборки, мин.

Число маршрутов рассчитывают по годовой грузопереработке (наливу (сливу) нефтепродуктов):

$$N_H = \frac{k_1 k_2 Q_G}{365 G_M}, \quad (3.16)$$

где k_1, k_2 – коэффициенты неравномерности соответственно прибытия и отправления нефтегрузов и суточной подачи цистерн;

Q_G – годовая грузопереработка, т;

G_M – масса груза в одном маршруте, т.

Продолжительность занятия эстакады маршрутом, мин,

$$T_{nc} = t_{п} + t_{nc}^o + t_y, \quad (3.17)$$

где $t_{п}$ – время на подачу цистерн под эстакаду, мин;

t_{nc}^o – общее время, затрачиваемое на налив или слив с учетом подготовительных и заключительных операций, мин;

t_y – время на уборку цистерн из-под эстакады, мин.

Общее время налива (слива) цистерн, мин,

$$t_{nc}^o = t_{под} + t_{nc} + t_{закл}, \quad (3.18)$$

где $t_{под}$ – время на подготовительные операции (открытие люков, заправка шлангов); можно ориентировочно принимать 2 мин на одну цистерну;

t_{nc} – время непосредственного налива (слива) цистерны, мин;

$t_{закл}$ – время на заключительные операции (уборка шлангов, замер жидкости, закрывание люков и др.); можно ориентировочно принимать 12 мин на одну цистерну.

Время непосредственного налива (слива) цистерн, мин,

$$t_{nc} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i q_i}{60 v_{cp} F \gamma}, \quad (3.19)$$

где n_i – число i -х цистерн в группе;

q_i – вместимость i -й цистерны, т;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения нефтепродуктов в трубопроводе (1–2,5 м/с),

определяют гидравлическим расчетом;

F – площадь поперечного сечения трубопровода, м²;

z – число трубопроводов, используемых параллельно;

γ – плотность нефтепродукта, т/м³.

Продолжительность слива нефтепродуктов, не требующих предварительного разогрева, через нижний сливной прибор цистерны определяют по средней скорости истечения:

$$t_c = \frac{q_{\text{ц}}}{60 \psi F_c v_{\text{ср}} \gamma} + t_{\text{пз}}, \quad (3.20)$$

где $q_{\text{ц}}$ – вместимость цистерны, т;

ψ – коэффициент сжатия струи (около 0,6);

F_c – площадь поперечного сечения сливного отверстия, м²;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость истечения нефтепродуктов из сливного отверстия, м/с,

$$v_{\text{ср}} = \varphi \frac{\sqrt{2gh}}{2}, \quad (3.21)$$

φ – средний скоростной коэффициент (0,97), для разогретых вязких материалов $\varphi \approx 0,95$;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

h – высота столба нефтепродуктов в цистерне, м;

γ – плотность нефтепродукта, т/м³;

$t_{\text{пз}}$ – время на подготовительные и заключительные операции, мин.

Зная время налива (слива) цистерн, можно определить пропускную способность наливных и сливных устройств:

$$n_{\text{ц}} = \frac{24 \cdot 60 n'_{\text{ц}}}{T_{\text{нс}}}, \quad (3.22)$$

где $n_{\text{ц}}$ – количество цистерн, которое можно налить (слить) в течение суток;

$n'_{\text{ц}}$ – число цистерн в одной подаче.

Контрольные вопросы

- 1 Какие средства пакетирования используются для тарно-штучных грузов?
- 2 Какие машины используются для формирования пакетов?
- 3 Характеристика складов для хранения тарно-штучных грузов.

- 4 Технические средства пакетирования и условия размещения тарно-штучных грузов на складах.
- 5 Перечислите основные средства механизации перегрузочных работ с тарно-штучными грузами.
- 6 По каким критериям выбираются грузозахватные устройства?
- 7 Приведите схемы механизированной перегрузки и хранения для тарно-штучных грузов крытого хранения.
- 8 Требования к складам для размещения тяжеловесных и длинномерных грузов.
- 9 Требования к размещению тяжеловесных и длинномерных грузов в складе.
- 10 Какие погрузочно-разгрузочные машины используются для перегрузочных и складских работ с тяжеловесными и длинномерными грузами?
- 11 Охарактеризуйте грузозахватные устройства, рекомендуемые для применения при перегрузочных работах с тяжеловесными и длинномерными грузами.
- 12 Приведите схемы механизированной перегрузки длинномерных и тяжеловесных грузов.
- 13 Свойства навалочных насыпных грузов, влияющих на выбор типа склада и погрузочно-разгрузочных машин.
- 14 Какие типы штабелей используются для хранения навалочных насыпных грузов?
- 15 Условия размещения и хранения навалочных насыпных грузов на складах.
- 16 Какие погрузочно-разгрузочные машины используются для выполнения перегрузочных и складских работ с навалочными насыпными грузами?
- 17 Приведите основные схемы выполнения перегрузочных работ с навалочными насыпными грузами.
- 18 Дайте характеристику порошкообразных и пылевидных грузов и способы их перевозки и хранения.
- 19 Какие погрузочно-разгрузочные машины используются на перегрузочных и складских работах с порошкообразными и пылевидными грузами?
- 20 Типовые схемы механизированной перегрузки порошкообразных и пылевидных грузов.
- 21 Характеристика, условия перевозки и хранения зерновых грузов.
- 22 Типы складов для хранения зерновых грузов.
- 23 Технологическая схема перемещения зерновых грузов в складе элеваторного типа.
- 24 Какие машины и установки используются для перемещения зерновых грузов?
- 25 Приведите схемы механизированной перегрузки и хранения зерновых грузов в складах павильонного типа.
- 26 Назовите свойства наливных грузов влияющих на выбор типа склада.
- 27 Какие типы складов используются для хранения наливных грузов?
- 28 Приведите схемы налива, слива наливных грузов.

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

4.1 Основные направления автоматизации

Комплексная механизация освобождает человека от перемещения им груза, но не освобождает от ручных и логических операций по управлению машинами. Это, как правило, однообразные операции, вызывающие утомление крановщиков и снижение их производительности к концу смены на 12–18 %.

Механизированные комплексы, включающие различные машины и устройства, требуют постоянного согласования и поддержания определенного режима. Ручное управление весьма затруднительно. Требуется большое количество персонала.

Автоматизация позволяет:

- повысить производительность;
- улучшить условия труда;
- обеспечить оптимизацию перегрузочных процессов;
- повысить сохранность грузов;
- снизить себестоимость переработки.

Развитие автоматизации идет через автоматизацию работы отдельных механизмов, машин, комплексов и в целом схемы.

В настоящее время применяется в основном автоматизация кранами, дистанционное управление трюмными и вагонными машинами.

При автоматизации осуществляются:

- автоматическое управление перегрузочными машинами;
- контроль и регулирование работы механизмов;
- автоматическая блокировка и защита механизмов от перегрузки, неправильного включения и аварий;
- сигнализация и теленаблюдение за работой машин и оборудования;
- автоматический учет произведенной работы.

Для автоматизации управления машинами, перегрузочными процессами применяют:

- различные датчики и контрольно-измерительные приборы для сбора информации о расстояниях перемещения груза и механизмов, уровне материала в бункерах, толщине слоя груза на ленте, давлении воздуха в трубопроводе, концентрации смеси в пневмоустановках;
- передающие и приемные устройства и каналы связи;

- устройства для накопления, переработки и анализа информации и выработки управляющих команд;

- исполнительные устройства-реле, сервомеханизмы, переключатели.

Хорошо поддаются автоматизации машины непрерывного транспорта по следующим причинам:

- имеют строго фиксированные движения между определенными пунктами;
- практически постоянную скорость передвижения груза;
- легко объединяются в поточные линии.

Наибольшие сложности возникают при автоматизации работы безрельсового транспорта (погрузчики, тележки и др.). Они имеют свободно выбираемую траекторию перемещения (в определенных пределах).

Автоматизация эффективна при больших и устойчивых грузопотоках, когда необходимо использовать установки высокой производительности.

В первую очередь должны автоматизироваться перегрузочные работы, которые вредны и опасны для здоровья людей и там, где управление машинами может вызвать психические перегрузки человека.

4.2 Автоматизация управления машинами циклического действия

Применяют следующие системы автоматического управления кранами:

- автоматизируются операции разгона торможения электроприводов механизмов крана;
- выполнение по программе отдельных циклов;
- выполнение по программе группы циклов;
- программированное выполнение операций по полной обработке транспортных средств.

Проще автоматизировать работу машин, не выполняющих вращательные движения (мостовой кран, козловой кран). Грузозахватные устройства должны быть автоматическими (застропка без участия человека позволяет экономить время 20–90 %). В настоящее время имеется много различных автоматических захватов.

Есть системы, позволяющие не только автоматизировать, но и оптимизировать работу машин. Контролируются оптимальные скорости и совмещение движений.

Для автоматического управления передвижением тягачей, электротележек по маршруту движения укладывают кабель и подают ток. Магнитные катушки фиксируют отклонения от маршрута, и подается сигнал на изменение движения. Используются и фотореле, реагирующие на светлую полосу, идущую вдоль трассы движения.

Для выполнения отдельных операций на перегрузочных работах используются роботы и манипуляторы.

В современных транспортно-складских комплексах широко используют тележки с автоматическим управлением движения. Часто они оборудуются перегрузочными манипуляторами. Это позволяет не только перемещать грузы по заданному маршруту к определенным рабочим позициям, но и перегружать их. Управление тележками осуществляется при помощи различных направляющих систем. К ним относятся индуктивные, инерционные, оптические, лазерные и др. При использовании тележек с индуктивным управлением под полом склада в специальной траншее прокладываются управляющий кабель, по которому подают с определенной частотой импульсы электрического тока. Вокруг управляющего кабеля возникает магнитное поле, которое взаимодействует с электромагнитными катушками, расположенными на тележках. Последние соединены с управляющим механизмом тележек.

Инерционные управляющие системы основаны на применении гироскопа. Любое отклонение от установленного пути движения создает ускорение, направленное перпендикулярно этому пути, что воспринимается гироскопом и преобразуется в корректирующие действия сервомеханизма системы управления.

В оптических и лазерных направляющих устройствах по маршруту движения тележек укладывается специальная лента или наносится краской полоса. На тележке устанавливают излучатель ультрафиолетовых лучей или лазер, направленный на ленту. Различное по спектру отражение считывается и преобразуется в сигналы управления направлением движения тележек.

В настоящее время появились новые разработки в этой области. Транспортное средство способно покидать сформированный направляющим проводником маршрут, отклоняться от него на некоторое расстояние и выполнять там соответствующие манипуляции с грузом (например, принимать и выдавать поддоны). Эти действия обеспечиваются при помощи автономного блока управления движением, расположенного на борту электротележки и возвращающего ее на прежний маршрут. При таком принципе автономного поиска пути следования, осуществляемого транспортным средством, трасса перемещения задается непосредственно тому или иному транспортному средству путем ее набора на клавиатуре бортового управления.

Для управления комплектовщиками грузов, передвигающихся между стеллажами, используют программное управление, которое позволяет управлять машиной не только в горизонтальном направлении, но и задавать нужную высоту ее подъемному устройству в вертикальном положении. Начало движения и остановка, повороты, движения вверх и вниз платформы и ее остановка на требуемой высоте осуществляются автоматически. Оператор только управляет длительностью остановок, связанных с процессом взятия и укладки груза. Если он не сообщает, что можно двигаться, машина не тронется с заданного пункта.

Существует полностью автоматическое управление всем процессом. В этом случае система исключает оператора, вместо него машина оборудуется различного вида приспособлениями для загрузки и разгрузки грузовой платформы. Все операции производятся согласно заданной программе.

На некоторых погрузчиках, изготовленных в США, применена фотокопирующая система, обеспечивающая возможность водителю осуществлять дистанционный осмотр груза и места его размещения для сокращения времени и трудоемкости транспортной работы. Сигналы с видеокамеры выводятся на экран монитора, установленного на погрузчике.

На погрузчиках, изготавливаемых фирмой «Cule Controls.Ltd» (Великобритания), установлено радиооборудование, которое позволяет обеспечивать автоматическую передачу данных от центрального пульта управления водителю погрузчика.

Вилочный погрузчик модели «Mini Bison» оснащен видеоустройством для приема закодированной командной информации на выполнение транспортно-складских операций (например, взять поддон с грузом в одном месте и переместить в другое). Команды выдаются компьютером, контролирующим транспортно-складские процессы на данном участке.

Для загрузки и разгрузки конвейерных систем в складах, подачи порожних поддонов, тары, упаковочных материалов используется транспортирующая система «Спрут-1». Он состоит из двух манипуляторов, перемещающихся по транспортной рельсовой трассе, и устройства управления. Последнее имеет пульт, с помощью которого программным путем задаются транспортные операции и режимы работы механизмов. Грузоподъемность манипулятора – 250 кг, скорость передвижения – 0,5 м/с.

Дистанционное управление механизмами и оборудованием кранов можно осуществить при помощи переносного пульта. Применение переносного пульта повышает точность выполнения работ при захвате или отдаче груза, или точной посадке на место его установки при погрузке-выгрузке, благодаря тому, что крановщик находится в непосредственной близости от груза.

При значительном удалении пульта управления от места работы, а также при перемещении машины на большие расстояния применяется система управления механизмами по радио. Управление краном с земли осуществляется портативным радиопередатчиком, радиус действия которого составляет 60 м и более.

При дистанционном управлении и особенно при радиоуправлении для наблюдения за работой кранов и перемещением груза применяют промышленные телевизионные установки с проводной связью или радиосвязью на микроволнах. Передающую телевизионную камеру устанавливают у места работы, а приемную – у пульта управления.

Автоматическое программное управление кранами с механизмами вращения и изменения вылета стрелы осуществляется путем установки на механизмах кранов конечных выключателей, автоматически или дистанционно регу-

лируемых в зависимости от пройденного пути или угла поворота крана. Автоматическое программное управление этими кранами более сложно и пока имеет ограниченное применение на порталных и башенных кранах.

Крупнотоннажные контейнеры перегружаются с помощью автоматических захватов (спредеров), рассчитанных на работу с контейнерами 1С (1СС). Этими автоматическими захватами оборудованы краны КК-20, КК-25, КК-30,5, КК-32, которые составляют основной парк ПРМ при работе с этим грузом. Конструкция захвата позволяет установить датчики веса контейнера и ограничитель грузоподъемности. Кран КК-32 снабжен двумя спредерами, один из которых рассчитан на работу с 20- и 24-тонными контейнерами, а другой – с 30-тонными контейнерами.

Для автоматизированной перегрузки рулонов бумаги и металлических слитков на крановой тележке мостовых и козловых кранов устанавливают телескопические колонны с клещевым захватом. Управление захватным устройством осуществляется из кабины машиниста или дистанционно с пульта управления.

4.3 Автоматизация управления машинами непрерывного действия

Получили распространение конвейерные установки, состоящие из нескольких конвейеров, элеваторов, бункеров, затворов, питателей, пересыпных узлов, сбрасывающих тележек.

Система автоматизации конвейерных установок предусматривает:

- автоматизацию пуска и остановки всех конвейеров и устройств в необходимой последовательности (от места выгрузки к месту погрузки);
- блокировку и защиту от неправильного включения, перегрузки, повреждения и схода ленты, завала пересыпных воронок;
- сигнализацию о начале и конце работы, положении отдельных агрегатов, ненормальной работе узлов, степени загрузки емкостей.

Автоматизированное управление системами конвейеров осуществляется с одного центрального пункта с использованием мнемосхемы (высвечивания маршрута перемещения груза).

Запуск конвейерной линии осуществляется в последовательности, обратной движению груза, а при остановке в начале отключается питающее устройство и далее последовательно конвейеры по мере освобождения их от груза.

Надежность работы конвейерной линии обеспечивается применением средств защиты и контроля:

- завала в перегрузочных узлах;
- самоцентрирующихся роликовых опор;
- механизмов очистки лент от груза;
- автоматических натяжных станций.

При автоматизации управления пневматическими установками обеспечивают:

- поддержание оптимальной концентрации смеси и перепада давления;
- автоматическое управление электроприводами воздуходувных машин, шлюзовых затворов;
- управление и контроль за работой бункеров, силосов;
- автоматическое перемещение заборных органов и рыхлительных устройств.

Управление производится на основе сравнения параметров работы и расчетных оптимальных и выдачи команд на исполнительные механизмы, которые включают те или иные устройства, регулирующие плотность смеси, давление в трубопроводах.

При автоматизации управления работой гидроперегрузжателя поддерживается оптимальная консистенция пульпы, что обеспечивает устойчивую и высокопроизводительную работу установки. В зависимости от консистенции регулируется подача воды для размыва груза.

Автоматизированное дистанционное управление конвейерами и элеваторами предусматривает пуск и остановку конвейерно-элеваторной линии посредством нажатия кнопки пульта управления, а также автоматическое регулирование и контроль за правильностью работы всех звеньев линии в соответствии с установленным режимом их работы.

Для автоматического регулирования производительности конвейеров используются бесконтактные емкостные датчики, располагаемые под грузею ветвью конвейера, которые с изменением наличия слоя груза на ленте подают импульс загрузочному устройству на увеличение или уменьшение подачи груза.

Для регулирования положения ленты на конвейере и ее центрирования, кроме центрирующих опор, применяется центрирующее устройство со следящей системой положения ленты на конвейере. При сходе в сторону лента перемещает дефлекторный ролик следящей системы, который через рычажную систему действует на шток золотника, перемещая его из нейтрального положения в ту или другую сторону, и под действием гидропривода осуществляется поворот роликоопор и возвращение ленты в центральное положение. При обрыве ленты ее ветвь повисает, ролик, включенный в цепь, под влиянием собственного веса опускается и разрывает цепь, отключая электродвигатель.

Для управления и автоматического регулирования загрузочных и разгрузочных устройств и контроля уровня заполнения бункерных и силосных установок применяют различные датчики.

Для контроля загрузки применяют также автоматическое отмеривание груза с помощью конвейерных весов, по показанию которых включают конвейер или питатель после пропуска определенного количества груза.

Наиболее существенными элементами технических средств автоматизации являются системы автоматического управления (САУ).

Возрастающее использование в САУ подъемно-транспортных машин и конвейеров, бортовых микропроцессоров, а также широкого спектра компьютеров дают возможность создавать конструкции высокоэкономичных и надежных САУ всеми типами ПРМ в сфере погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, создание комплексно-автоматизированных ТСК.

При автоматическом управлении между механизмами ПРМ и органом управления образуются обратные связи, с помощью которых контролируется состояние объекта, и передаются сведения о параметрах управляемого процесса.

В зависимости от продолжительности работы ПРМ по автоматическому циклу выделяют два класса систем: дискретного и непрерывного автоматического управления. В первом случае программа задается на короткий промежуток времени и при изменении параметров рабочего цикла происходит ее корректировка на пульте управления оператором.

Во втором случае программа задается и обрабатывается в течение продолжительного периода времени без вмешательства оператора.

Непрерывное автоматическое управление успешно осуществляют компьютерами, в частности, бортовыми микропроцессорами.

К самонастраивающимся относятся системы оптимального управления, способные реализовывать наилучшие с точки зрения затрат времени и трудовых ресурсов, энергии и эксплуатационных расходов параметры процесса: скорость, ускорение, момент и т. д.

Команды управления и обмен информацией между органом и объектом управления, а также механизмами ПРМ осуществляются по многопроводным линиям связи или с уплотнением каналов связи либо с использованием систем телемеханики. В первом случае каждой команде соответствует физическая линия связи, во втором при помощи кодирующих и декодирующих устройств передают команды (и обмениваются информацией) по проводам, число которых меньше числа команд. Команды управления могут передаваться без проводов, по радиоканалам, с помощью инфракрасного излучения или лазеров, которые характеризуются практически не ограниченной пропускной способностью.

Сочетанием телемеханического и автоматического управления создают системы телеавтоматического управления, которые находят всё более широкое и эффективное применение при групповом управлении ПРМ.

В зависимости от типа технических средств, применяемых для построения САУ, различают три класса систем: цифровые, аналоговые и аналого-цифровые. Наиболее прогрессивны в этом отношении САУ, построенные с использованием микропроцессорной техники.

Погрузочно-разгрузочные операции, автоматизируемые с помощью САУ, в зависимости от их физической природы подразделяют на следующие группы:

- внутрицикловые операции машин периодического действия: адресование, сортировка или объединение грузопотоков по различным признакам (масса, форма, габариты, цвет, географические назначения);
- захват и освобождение грузов;
- вспомогательные операции (блокировка элементов ПРМ, подача аварийных и предупредительных сигналов, световая сигнализация), предотвращающие аварийные ситуации.

Объектами автоматического управления являются ПРМ периодического и непрерывного действия, в том числе бурофрезерные машины, виброрыхлители, инерционные разгрузочные машины, бункера, силосы, резервуары, пакетоформирующие и пакеторазборочные машины.

4.4 Автоматизированные склады

Автоматизированные склады для штучных грузов имеют различные системы перемещения и хранения грузов:

- с использованием стеллажей;
- конвейерные стеллажи (несколько ярусов конвейеров, на которые подается груз с магистрального конвейера толкателем);
- гравитационные накопители (работа погрузчика по заданной программе);
- с подвесными толкающими конвейерами (груз хранится на подвесных путях);
- автоматизированные краны-штабелеры со стеллажным хранением.

Управление работой автоматизированных складов осуществляют с помощью компьютера.

Автоматизированный склад для навалочных грузов устраивают в виде силосных и бункерных емкостей. Эти склады оборудуются системой датчиков для контроля за накоплением и опорожнением емкостей, системой автоматизации работы конвейеров, элеваторов, сбрасывающих тележек, пневмоустановок, затворов, питателей.

Автоматизированный склад тарно-штучных грузов (рисунок 4.1, *а*) предусматривает перпендикулярное расположение стеллажей относительно оси склада, а железнодорожный и автомобильный фронты располагают на противоположных сторонах здания. Робот или погрузчик с автоматическим управлением 1 подает грузы из вагона на накопительную площадку 2. Мостовой кран-штабелер 4 передает грузы для хранения на стеллажи 3 или непосредственно для загрузки автомобилей. Управление краном дистанционное, с пульта. В складе предусмотрена площадка 5 для осмотра, проверки, переупаковки, подборки отдельных грузов. Этот вариант планировки позволяет получить простые и эффективные схемы грузопотоков в складе, удобен для перегрузочных работ по прямому варианту «вагон – автомобиль» без промежуточного складирования. Вторым вариантом (рисунок 4.1, *б*) предусматривает продольное расположение стеллажей, железнодорожного и ав-

томобильного грузовых фронтов. Груз из вагонов роботом 1 подается на накопительную площадку 2. Далее погрузчик 3 подает грузы на накопительную площадку 4 у стеллажей 5 или для прямой перегрузки в автомобиль. Здесь также предусмотрена площадка II для осмотра и переупаковки грузов.

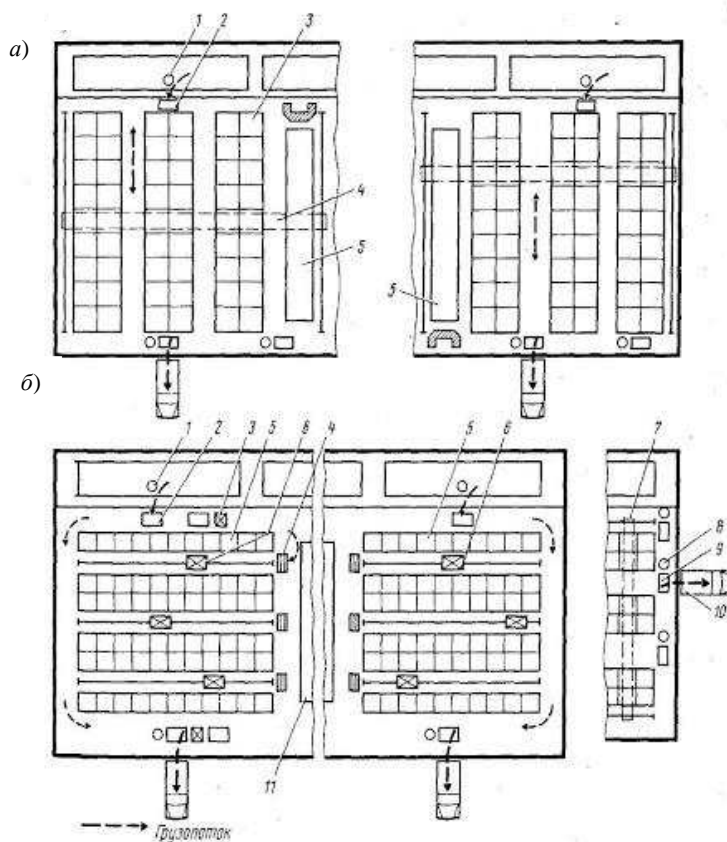


Рисунок 4.1 – Схемы планировки автоматизированных секций транспортно-складских комплексов:

а – с мостовыми кранами-штабелерами; *б* – со стеллажными кранами-штабелерами

При продольном расположении стеллажей получается более сложная технологическая цепь (меняется направление грузопотока, увеличивается число перегрузок груза в складе). С другой стороны, такое расположение стеллажей позволяет реализовать нетрадиционное расположение автомобильного грузового фронта с торца склада (см. рисунок 4.1, *б*). Такое расположение возможно и при использовании мостовых кранов-штабелеров. Однако в этом случае при одной и той же ширине склада будет меньше интен-

сивность загрузки автомобилей. Стеллажный штабелер 6 или мостовой кран-штабелер 7 подает со стеллажей 5 грузы на накопительную площадку 9, а затем роботом 5 загружает в автомобиль 10.

Варианты планировки автоматизированных складских секций для тарно-штучных грузов с конвейерами и автоматическим адресованием грузов представлены на рисунке 4.2. На схеме «а» конвейерная линия, состоящая из секций 4, 10, 11 и 15 расположена по периметру склада. Грузопотоки при перегрузочных операциях и складировании на стеллажах находятся в одном уровне. Из вагона 1 робот 2 подает грузы на накопительную площадку 5 или конвейер 4. Затем грузы подаются конвейером 10 на накопители 3 у стеллажей 9. Штабелеры 7 укладывают грузы на стеллажи. При выдаче груза из зоны хранения на автомобиль 6 стеллажный штабелер подает груз на накопитель 3, который передает его на конвейер 15. Через перегрузочный узел груз поступает на конвейер 11, а робот 14 через накопитель 13 загружает его в автомобиль. При прямом варианте перегрузки технологическая цепь включает вагон 1, конвейеры 10 и 11, робот 14 и автомобиль 6. В левой части поточной линии также возможна перегрузка по прямому варианту.

В правой части схемы «а» представлено нетрадиционное расположение автомобильного грузового фронта с торца склада. Зона хранения грузов обслуживается стеллажными штабелерами 7 или мостовыми кранами-штабелерами 12. Груз подается в накопитель 3 у автомобиля и роботом 2 загружается в него. В этом случае почти в 2 раза сокращается протяженность конвейерных линий по сравнению с традиционной схемой планировки секции. Управление всеми механизмами в складе осуществляется с дистанционного пульта 5. Площадку 8 используют для осмотра, проверки, переупаковки и подборки грузов.

На схеме «б» расположение железнодорожного и автомобильного грузовых фронтов традиционное, но стеллажи тупиковые, а у торцевой части секции отсутствуют конвейеры. Конвейерная линия 10 расположена в двух уровнях. Верхняя ветвь конвейера подает поступающие грузы в зону хранения, а нижняя – для погрузки в автомобили. При расположении автомобильного грузового фронта с торца секции склада грузопотоки в обеих схемах планировки (а и б) совершенно одинаковы.

Преимущества расположения автомобильного грузового фронта в торцах здания ТГК следующие: при расположении рядов стеллажей параллельно продольной оси здания сокращается длина перемещения грузов из вагонов в автомобили или обратно; уменьшаются длина и площадь автопроезда, располагающиеся по периметру ТГК; создаются более благоприятные условия для компоновки секции стеллажей, обслуживаемых стеллажными или мостовыми кранами-штабелерами (особенно первыми), в отношении соответствия длины секции и производительности машин; увеличивается на 5–10 % использование полезной площади зоны хранения в случае применения конвейерных

систем, так как оказывается возможным вдоль стены, параллельной железнодорожному грузовому фронту, установить дополнительно не менее двух-трех рядов стеллажей; уменьшается примерно на 30–35 % длина конвейерных линий по сравнению с традиционным вариантом размещения грузовых фронтов.

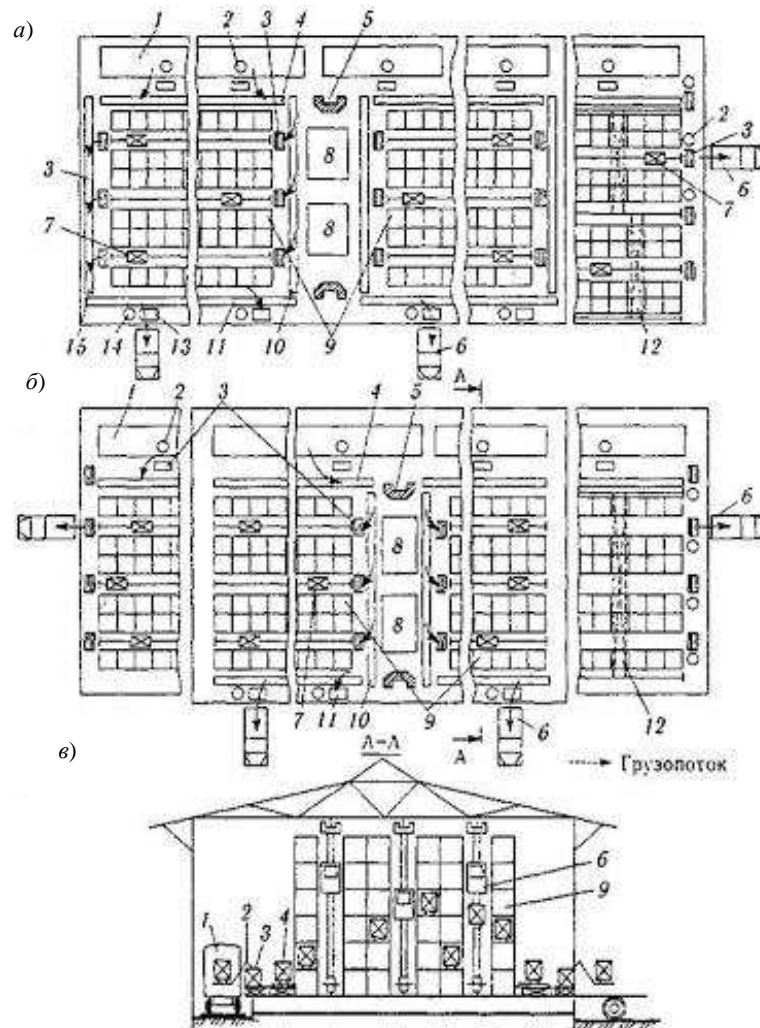


Рисунок 4.2 – Схемы планировки автоматизированных секций:
a – размещение контейнеров по периметру; *б* – с трех сторон стеллажей;
в – поперечное сечение секции

Схема автоматизированной перегрузки и хранения тарно-штучных грузов с использованием стеллажей и стеллажных кранов-штабелеров, опирающихся на настенный рельс, приведена на рисунке 4.3, б.

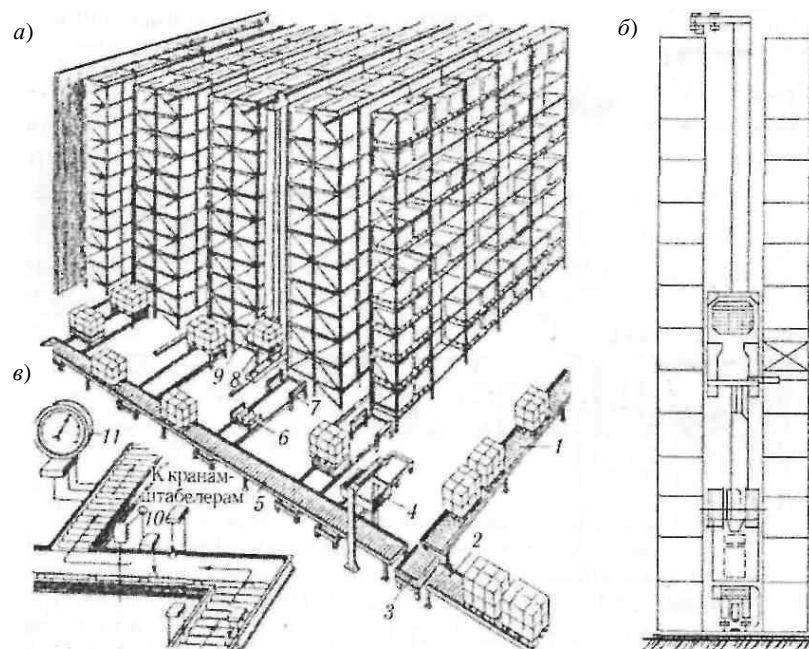


Рисунок 4.3 – Технология работы автоматизированного стеллажного склада тарно-штучных грузов:

1, 2 – роликовые конвейеры; 3 – поворотная секция конвейера; 4 – устройство проверки размеров грузов; 5 – распределительный конвейер; 6 – перегрузочное устройство; 7, 8 – стартовые площадки; 9 – кран-штабелер; 10 – фотоэлементы; 11 – весы

Подача груза вилочными погрузчиками непосредственно на вилы кранов-штабелеров нецелесообразна в отношении обеспечения высокой производительности и безопасности труда. Поэтому для загрузки кранов-штабелеров применяют специальные площадки, оборудованные тележечными транспортными роботами, роликовыми или пластинчатыми конвейерами. На них накапливаются грузы, которые затем кран-штабелер забирает для укладки в зоне хранения.

Транспортная линия подачи пакетированных грузов к кранам-штабелерам (см. рисунок 4.3, а) состоит из роликовых конвейеров. Грузы проходят мимо пункта контроля и центрального пульта управления. Оператор проверяет их маркировку и вводит в систему автоматического управле-

ния информацию, включающую код операции и другие данные. Далее груз следует через поворотную секцию конвейера к устройству, где выполняется автоматическая проверка размеров груза и его массы. После этого груз движется по распределительному конвейеру поперек ряда кранов-штабелеров и стеллажей до заданного крана-штабелера. Здесь перегрузочное устройство снимает груз с конвейера и устанавливает на загрузочную (стартовую) площадку, с которой его забирает кран-штабелер и перемещает в соответствующую ячейку стеллажа.

Выдача груза со стеллажей склада и доставка в экспедицию отправления ведется в обратной последовательности. При поточной системе движения груза зона приема и зона отправления грузов находятся с противоположных сторон зоны хранения. При малых объемах работы зоны приема и хранения могут быть совмещены.

Геометрические размеры грузов контролируют с помощью установки с фотоэлементами (см. рисунок 4.3, в), определяющей ширину пакетов.

После этого пакет по конвейеру подается к фотоэлементам, регистрирующим длину и высоту пакетов, и далее следует на весы, где определяется его масса. При несоответствии размеров и массы пакета установленным нормам груз на стеллаж не поступает.

Грузы, выгруженные из транспортных средств вилочными погрузчиками, подаются в зону приема или подготовки к хранению. Здесь они проходят качественный и количественный контроль. Грузы, поступающие в стандартной таре, могут быть доставлены непосредственно к «стартовой» площадке. Затем при помощи стеллажных кранов-штабелеров грузы распределяются по ячейкам хранения. При отправке груза стеллажный кран-штабелер извлекает груз из стеллажной ячейки и подает его к «стартовой» площадке, находящейся со стороны зоны отправления.

4.5 Автоматизированные терминалы

Контейнерный терминал в большей степени доступен автоматизации. Здесь перерабатывается один вид груза со стандартными размерами. Перегрузка ведется циклично-повторяющимися операциями, управление которыми возможно в автоматическом режиме.

Основные операции, которые автоматизируются на терминале:

- управление работой перегрузочных и транспортирующих машин при загрузке и разгрузке транспортных средств;
- оптимальное размещение контейнеров на площадках терминала;
- сортировка, подбор определенных партий и перескладирование контейнеров;
- оформление документов;
- учет и слежение за движением контейнеров;
- оперативное управление технологическими операциями и распределением ресурсов;

– планирование обработки транспортных средств;

АСУ терминала состоит из 4 подсистем:

I – осуществляет обработку всей информации и выдачу решений и рекомендаций по рациональному выполнению работ. Важнейшая задача – автоматизация учета и слежения за движением контейнеров;

II – принимает от сервера задания и распоряжения по перестановке и работе перегрузочных машин и передает их исполнителям, осуществляет контроль за выполнением заданий;

III – управление работой кранов, перегружателей (мост, тележка, подъемные механизмы);

IV – управление двигателями. Регулирование силы тока, частоты оборотов двигателя, фиксирование неисправностей приводов.

Схема автоматизированного контейнерного пункта (терминала) приведена на рисунке 4.4.

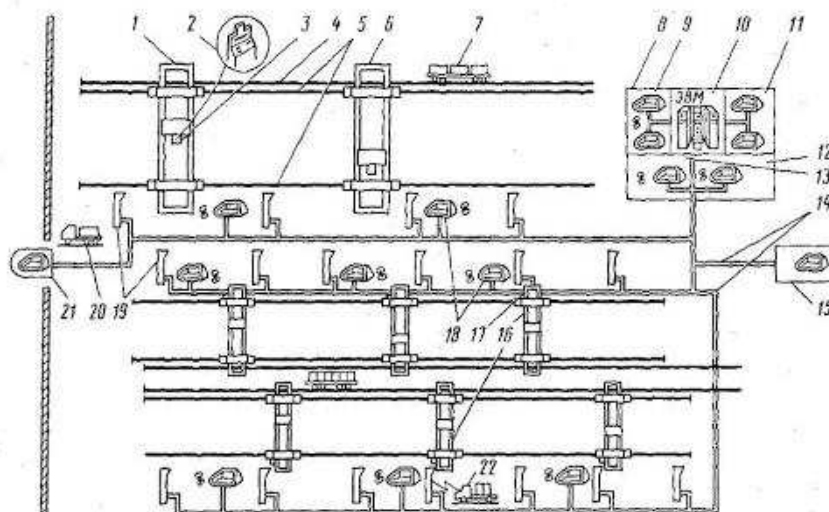


Рисунок 4.4 – Схема автоматизированного контейнерного пункта:

- 1, 6, 16 – краны для контейнеров; 2 – пульт машиниста; 3 – кабина машиниста;
 4 – железнодорожный путь; 5 – подкрановые рельсы; 7 – вагоны с крупнотоннажными контейнерами; 8 – центр управления; 9 – дисплеи старших приемосдатчиков; 10 – компьютерный зал;
 11 – дисплеи товарных кассиров; 12 – дисплеи диспетчера системы; 13 – дисплей в технической конторе станции; 14 – каналы передачи данных; 15 – дисплей автодиспетчера; 17 – кабина крана;
 18 – дисплей приемосдатчиков; 19 – устройства ввода жетонов; 20 – автомобиль с контейнерами на выходе с контейнерного пункта; 21 – дисплей контрольно-пропускного пункта;
 22 – автомобиль с контейнерами при выполнении перегрузочных операций

Выпускаемые в настоящее время контейнерные краны имеют ручное управление при помощи командоконтроллера. Для эффективного их использования в АСУ требуется сопряжение аппаратуры управления кранами

с автоматизацией управления приводов крановых механизмов. Для взаимодействия с техническими средствами АСУ создаются системы теле- и программного управления кранами, специальная аппаратура приема-передачи данных, идентификации положения крана и грузоподъемной техники, а также устройства автоматической застропки-отстропки и поворота контейнера. Технические средства обеспечивают не только автоматизацию, но и оптимальную технологию производства работ с контейнерами и контроль за их выполнением. Техническое обеспечение реализуется в основном на типовых средствах автоматики, связи и вычислительной техники современной модификации. АСУ использует специальную аппаратуру для приема-передачи данных о работе контейнерного пункта, положении кранов и кранового оборудования (устройства автоматического захвата и освобождения контейнеров, аппаратуру для визуального считывания машинистом и передачи голосом приемосдатчику номеров контейнеров), для автоматического считывания номеров контейнеров, определения занятии свободных мест на контейнерной площадке и местоположения контейнеров, подлежащих отгрузке, планирования завоза и вывоза контейнеров автотранспортом и решения других задач организации контейнерного пункта.

Технология контейнерного пункта с АСУ заключается в следующем. По мере прибытия вагонов с контейнерами информация о них с натуральных листов поезда передается из технической конторы в компьютер. Перевозочные документы поступают в товарную контору и товарный кассир, используя накладную, контролирует правильность введенной информации и дополняет ее новыми реквизитами (род и масса груза, наименование (коды) получателя и отправителя, станций отправления и назначения для транзитных контейнеров). Одновременно по мере накопления на пути сортировочного парка вагоны списывают и указывают последовательность расположения на них контейнеров. Работа всех операторов ведется в диалоговом режиме. После подачи всех вагонов на контейнерную площадку старший приемосдатчик списывает номера вагонов, указывая их координаты. На основании предварительной информации из технической конторы и планируемого завоза-вывоза грузов вычислительная машина составляет план комплектования, минимизируя суммарные пробеги грузов.

Завоз контейнеров на контейнерный пункт планируют по завизированному накладным и планам погрузки. С помощью программного обеспечения составляется план работы кранов, готовится для водителя-экспедитора наряд на вывоз и завоз очередных контейнеров, а также план оптимального объезда зон на контейнерных площадках (при работе автомобиля в нескольких зонах).

При вывозе контейнеров с контейнерного пункта их номера вводятся в компьютер с дисплея, установленного на выезде с территории. В памяти компьютера постоянно обновляется модель контейнерной площадки, где

фиксируются все перемещения контейнеров. АСУ контейнерного пункта позволяет следить за использованием каждого контейнера, вести учет их простоя, получать отчетные данные, более точно составлять оперативные планы на смену, сутки, а также обеспечивает взаимосвязь контейнерных пунктов в узлах железных дорог, включая речные и морские порты.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные направления автоматизации перегрузочных работ.
- 2 Какие системы автоматического управления кранами используются?
- 3 Что такое конвейерная установка?
- 4 Какие операции автоматизируются в контейнерных установках?
- 5 Какие операции автоматизируются в пневмотранспортных установках?
- 6 Приведите схему автоматизированной секции склада тарно-штучных грузов.
- 7 Приведите схему автоматизированного стеллажного склада тарно-штучных грузов.
- 8 Приведите схему автоматизированного терминала для контейнерных грузов.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОГРУЗКИ, ВЫГРУЗКИ И СКЛАДСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ В ПОРТУ

5.1 Общий порядок расчетов

Погрузочно-выгрузочные и складские работы с различными грузами выполняют большим количеством типов машин и устройств периодического и непрерывного действия, стационарных и передвижных, одиночных и входящих в состав поточно-транспортных систем (ПТС). Один и тот же груз можно перегружать различными машинами. Например, погрузку, выгрузку и сортировку универсальных контейнеров производят мостовыми, козловыми, стреловыми кранами, автопогрузчиками, контейнероперегрузчиками. Если учесть, что среди машин одного типа имеется, как правило, большое число разновидностей и модификаций, то станет понятно: количество вариантов технологических схем погрузочно-выгрузочных работ для определенного груза может быть значительным. Поэтому первоочередной задачей проектировщиков является отбор из всех возможных **технологических схем погрузки-выгрузки** конкурентоспособных. Его производят на основе накопленного практического опыта. Следует использовать типовые схемы.

После отбора конкурентоспособных вариантов приступают ко второму этапу – расчету для каждого из них соответствующих **показателей** – натуральных и стоимостных.

К натуральным показателям относятся уровни механизации (U_m), комплексной механизации ($U_{км}$) и автоматизации (U_a) погрузочно-выгрузочных работ; производительность труда работников, занятых погрузкой, выгрузкой, перегрузкой и сортировкой грузов; простой подвижного состава под грузовыми операциями; энерго- и металлоемкости.

Стоимостными показателями являются капитальные вложения в средства механизации, склады, причалы; удельные капитальные вложения; годовые эксплуатационные расходы; себестоимость переработки одной тонны (штуки, m^3) груза, эффективность проекта. В современных условиях центральное место в процессе принятия решения занимает экономическая оценка инвестиционных операций, связанных с вложением средств в механизацию и автоматизацию ПТР.

При оценке эффективности ПТС необходимо учитывать:

- продолжительность жизненного цикла от момента проведения инвестиционных исследований до полной ликвидации ПТС;
- сопоставимость показателей и условий различных вариантов ПТС;
- учет фактора времени при оценке эффективности разновременных затрат;
- комплексность оценки предстоящих затрат (текущие затраты и поступления, затраты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, потери эффекта, вызванные реализацией проекта);
- изменение цен на продукцию и ресурсы в период реализации проекта (инфляция);
- влияние неопределенности и рисков реализации проекта ПТС.

На третьем этапе путем сопоставления стоимостных и натуральных показателей определяют лучший. Предпочтение отдают стоимостным показателям.

Эффективность ПТС необходимо оценивать в два этапа. На первом определяют (учитывая локальность проекта) только коммерческую эффективность. На втором после выбора схемы финансирования выявляют финансовую реализуемость ПТС (эффективность участия в инвестициях бюджета, отдельных предприятий, акционеров).

При **стоимостной оценке затрат и результатов использования ПТС** можно использовать базисные, мировые, прогнозные, расчетные и текущие цены.

Под *базисной ценой* подразумевается цена, сложившаяся в народном хозяйстве на определенный момент времени. Она считается неизменной в течение всего расчетного периода. Разновидностью базисной цены являются текущие цены.

Прогнозная цена устанавливается путем умножения базисной цены на индекс возможного изменения цен в конце расчетного шага, т. е. это ожидаемая цена с учетом инфляции.

Расчетные цены используются, если затраты и результаты выражены в прогнозных ценах. Это обеспечивает сравнимость результатов, полученных при различных уровнях инфляции. Расчетные цены определяют с помощью дефлирующего множителя, соответствующего индексу общей инфляции.

Базисные, прогнозные и расчетные цены могут выражаться как в белорусских рублях, так и в устойчивой валюте. В последнем случае будет считаться, что расчет эффективности ПТС осуществлен в мировых ценах.

5.2 Расчет натуральных показателей

Уровень механизации погрузочно-выгрузочных работ – это отношение количества тонно-операций, выполненных механизированным способом ($Q_{\text{ГМ}}$) в течение определенного времени (обычно за год), к общему объему выполненных тонно-операций за тот же период ($Q_{\text{Г}}$):

$$Y_m = (Q_{ГМ} / Q_{Г}) \cdot 100. \quad (5.1)$$

Аналогично определяют уровни комплексной механизации и автоматизации погрузочно-выгрузочных работ $Y_{км}$, Y_a :

$$Y_{км} = (Q_{ГКМ} / Q_{Г}) \cdot 100; \quad (5.2)$$

$$Y_a = (Q_{Га} / Q_{Г}) \cdot 100. \quad (5.3)$$

Производительность труда характеризует эффективность труда в процессе производства. Она измеряется временем, затраченным на производство единицы продукции, или количеством продукции, произведенной в единицу времени. Исходя из специфики транспортного процесса, при котором груз только перемещается, а новые товары не производятся, производительность труда на погрузочно-разгрузочных работах (П) можно определить делением сменной выработки ($Q_{см}$) на общую численность бригады (r), обеспечивающей эту выработку:

$$П = Q_{см} / r, \quad (5.4)$$

или делением годового объема выполненных тонно-операций ($Q_{Г}$) на общий штат работников ($\sum r_i$):

$$П = Q_{Г} / \sum r_i. \quad (5.5)$$

Простой вагона под грузовыми операциями, ч,

$$t_{Гр}^B = t_{пз} + t_{вс} + (m_{пу} / Z - 1)t_{пер} + (m_{пу}q_B) / (ZQ_ч), \quad (5.6)$$

где $t_{пз}$ – время на выполнение подготовительно-заключительных операций;

$t_{вс}$ – время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных операций в процессе перегрузки грузов, если такие операции имеются;

$m_{пу}$ – число вагонов в одной подаче-уборке к грузовому фронту;

Z – количество погрузочно-разгрузочных машин, производящих грузовые операции с вагонами;

$t_{пер}$ – время на одну перестановку вагонов у грузового фронта;

q_B – количество груза, находящегося в одном вагоне, т;

$Q_ч$ – часовая эксплуатационная производительность одной машины.

Определенное значение $t_{Гр}^B$ не должно превышать установленных норм.

В противном случае нужно скорректировать число машин или количество подач-уборок вагонов к грузовому фронту. Простой автомобиля под грузовыми операциями

$$t_{Гр}^a = t_{пз} + t_{вс} + q_a / Q_ч, \quad (5.7)$$

где q_a – количество груза, находящегося в одном автомобиле, т.

Простой судна под грузовыми операциями, ч,

$$t_{гр}^c = t_{пз} + t_{вс} + q_c / (ZQ_ч), \quad (5.8)$$

где q_c – количество груза, находящегося в одном судне, т.

Энергоемкость варианта механизированной перегрузки грузов может быть оценена по суммарной мощности двигателей всех задействованных в варианте машин $\sum N$, кВт, годовому расходу электроэнергии $\sum A$, кВт·ч, или удельным значениям этих величин:

$$n = \sum N / Q_r; \quad (5.9)$$

$$a = \sum A / Q_r. \quad (5.10)$$

Металлоемкость варианта механизированной перегрузки грузов определяется суммарной массой $\sum M_c$ работающих машин или удельной массой

$$m = \sum M_c / Q_r. \quad (5.11)$$

5.3 Расчет стоимостных показателей

Капитальные вложения по рассматриваемому варианту определяют по укрупненным измерителям:

$$K = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7 + k_8 + k_9 + k_{10} + k_{11}, \quad (5.12)$$

- где k_1 – расходы на общестроительные объекты (подготовка территории строительства причала, объектов энергетического хозяйства, сетей электроснабжения, связи, водопровода, канализации, подъездных автодорог и прочие инженерные объекты);
- k_2 – расходы на приобретение машин и относящегося к ним оборудования;
- k_3 – расходы на устройства полуавтоматического или автоматического управления машинами, если они не включены в k_2 ;
- k_4 – расходы на устройство складов;
- k_5 – расходы на специально сооружаемые устройства, необходимые для обслуживания машин (гаражи, пункты зарядки аккумуляторных батарей, ремонтные мастерские);
- k_6 – расходы на сооружение железнодорожных погрузочно-выгрузочных путей;
- k_7 – расходы на сооружение подкрановых путей;

- k_8 – расходы на строительство эстакад для мостовых кранов;
- k_9 – расходы на строительство автомобильных проездов;
- k_{10} – затраты на строительство вертикальной причальной стенки;
- k_{11} – прочие расходы.

Расходы на общестроительные объекты определяются по формуле

$$K_1 = L_{\text{пф}} c_{\text{пф}}. \quad (5.13)$$

где $L_{\text{пф}}$ – общая длина причального фронта, м;

$c_{\text{пф}}$ – стоимость строительства 1 м причального фронта, ден. ед;

Расходы на приобретение машин и относящееся к ним оборудование определяются в зависимости от количества, типа, сроков службы и стоимости применяемых машин.

При включении в схемы механизации машин с одинаковыми сроками службы

$$K_2 = \sum_{i=1}^m Z_i c_{Mi}, \quad (5.14)$$

а при использовании машин с различным сроком службы

$$K_2 = \sum_{i=1}^m (1 - r_i) Z_i c_{Mi}, \quad (5.15)$$

где m – число типов машин, применяемых в схеме механизации;

r_i – коэффициент приведения разновременных затрат по i -му типу машин к одному моменту времени;

Z_i, c_{Mi} – соответственно количество и стоимость машин i -го типа.

Расходы на устройство складов определяются по формуле

$$K_4 = F_{\text{ск}} c_{\text{ск}}. \quad (5.16)$$

где $F_{\text{ск}}$ – площадь склада, м²;

$c_{\text{ск}}$ – стоимость строительства 1 м² склада, ден. ед.

Расходы на специально сооружаемые устройства определяются по формуле

$$K_5 = Z (\Pi_{\Gamma} c_{\Gamma} + \Pi_{\text{зс}} c_{\text{зс}} + \Pi_{\text{нас}} c_{\text{нас}}), \quad (5.17)$$

где Π_{Γ} , $\Pi_{\text{зс}}$, $\Pi_{\text{нас}}$ – нормы площади гаражей, зарядных станций, мастерских на одну машины, м²/маш.;

c_{Γ} , $c_{\text{зс}}$, $c_{\text{нас}}$ – стоимость строительства 1 м² площади гаражей, зарядных станций, мастерских ден. ед./м².

Расходы на сооружение железнодорожных погрузочно-выгрузочных путей определяются по формуле

$$K_6 = L_{ск} c_{п} K_{п}, \quad (5.18)$$

где $L_{ск}$ – длина склада, вдоль которого устраивается погрузочно-выгрузочный путь (или длина причала для фронтальных машин), м;

$c_{п}$ – стоимость укладки 1 км погрузочно-выгрузочного пути, ден. ед.;

$K_{п}$ – число параллельно расположенных погрузочно-выгрузочных путей.

Расходы на сооружение подкрановых путей определяются по формуле

$$K_7 = L_{пп} c_{пп}. \quad (5.19)$$

где $L_{пп}$ – длина подкрановых путей, м;

$c_{пп}$ – стоимость укладки подкранового пути, ден. ед.

Расходы на строительство эстакад для мостовых кранов определяются по формуле

$$K_8 = L_{эс} c_{эс}. \quad (5.20)$$

где $L_{эс}$ – длина эстакады для работы мостового крана, м;

$c_{пп}$ – стоимость строительства 1 м эстакады, ден. ед.

Расходы на строительство автомобильных проездов определяются по формуле

$$K_9 = L_{ск} B_{пр} c_a, \quad (5.21)$$

где $B_{пр}$ – ширина проезда для автотранспорта, м;

c_a – стоимость строительства 1 м² автопроезда, ден. ед.

Расходы на строительство вертикальной причальной стенки определяются по формуле

$$K_{10} = L_{пф} c_c, \quad (5.22)$$

где $L_{пф}$ – длина причального фронта, м;

c_c – стоимость строительства 1 м причальной стенки, ден. ед.

Годовые эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z} + \mathcal{E}_{эт} + A + P + M + R, \quad (5.23)$$

где \mathcal{Z} – расходы на заработную плату;

$\mathcal{E}_{эт}$ – расходы на электроэнергию и топливо;

A – отчисления на амортизацию;

P – отчисления на все виды ремонтов;

M – расходы на обтирочные и смазочные материалы;

R – расходы на быстроизнашивающуюся оснастку.

Расходы на заработную плату механизаторам и рабочим рассчитывают в зависимости от принятой системы оплаты труда:

– повременная оплата –

$$З = 12\alpha_{вр}\alpha_{п}\alpha_{м}(1+\beta/100)ZK_{см}\sum a_3 + З_д; \quad (5.24)$$

– сдельная оплата и индивидуальные нормы выработки –

$$З = C_{об} \cdot 12\alpha_{вр}\alpha_{п}\alpha_{м}(1+\beta/100)Q_r + З_д; \quad (5.25)$$

– сдельная оплата и комплексные нормы выработки –

$$З = \frac{7\alpha_{п}\alpha_{вр}\alpha_{к}\alpha_{м}(1+\beta/100)Q_r}{Q_{см}^к}(r_мc_{чм} + r_пc_{чп}) + З_д, \quad (5.26)$$

- где $\alpha_{вр}$ – коэффициент, учитывающий надбавку к заработной плате для грузов со специфически сложными условиями переработки (алебастр, апатитонефелиновый концентрат, баллоны с газом, бензин этилированный, битум, вата минеральная и стеклянная, взрывчатые вещества, зерно россыпью в закрытых помещениях, известь, каучук, карбид кальция, кислота, кокс, купорос, магнезит, минеральные удобрения, мел, мясо, мясопродукты, нафталин, нефть и нефтепродукты, нерудные ископаемые (асбест, кварц, гипс), рыба, стружки и опилки металлические, соль, сода, стекловолокно, сера, уголь, утильсырье и металлолом, флюсы, фрезерный торф, цемент, шпалы, пропитанные антисептиком, щелочи, ядовитые вещества и др.);
- $\alpha_{п}$ – коэффициент, учитывающий подмены в нерабочие дни ($\alpha_{п} = 1,19\dots 1,27$);
- $\alpha_{м}$ – коэффициент, учитывающий районные дополнительные надбавки к зарплате, вызываемые сложными природными климатическими или экономическими условиями ($\alpha_{м} = 1,10\dots 1,80$);
- β – общий процент начислений на заработную плату, включающий отчисления на социальное страхование, охрану труда и др. ($\beta \approx 40$);
- Z – количество погрузочно-разгрузочных машин, используемых для работы по рассматриваемому варианту;
- $K_{см}$ – число смен работы в течение суток (1, 2, 3 или 3,43 при круглосуточной работе);
- $\sum a_3$ – суммарный месячный оклад механизаторов и рабочих, обслуживающих одну погрузочно-разгрузочную машину;

- Z_d – дополнительная годовая заработная плата тем работникам, которые обеспечивают устойчивую работу погрузочно-выгрузочных машин и складов;
- $C_{об}$ – суммарная сдельная расценка за переработку одной тонны груза, ден. ед.;
- α_k – коэффициент, учитывающий надбавки к заработной плате механизаторам и рабочим, входящим в состав комплексной бригады (I класс – 1,25; II – 1,20; III – 1,15);
- $Q_{см}^k$ – комплексная норма выработки на бригаду в целом, т/см;
- r_m, r_p – соответственно количество механизаторов и рабочих, входящих в бригаду и обслуживающих одну машину или установку, чел.;
- $c_{чм}, c_{чр}$ – часовая тарифная ставка соответственно механизатора и рабочего, ден. ед./ч.

Расходы на электроэнергию и топливо

$$\mathcal{E}_{эТ} = \mathcal{E}_3^c + \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_{осв}, \quad (5.27)$$

- где \mathcal{E}_3^c – расходы на силовую электроэнергию;
- \mathcal{E}_T – расходы на топливо;
- $\mathcal{E}_{осв}$ – расходы на освещение мест производства погрузочно-выгрузочных работ.

При поступлении электроэнергии по троллейным проводам или силовому кабелю

$$\mathcal{E}_3^c = \eta' C_3^c \sum_{i=1}^n (N_i \eta_{д_i}) T_{Г}^{\Phi}, \quad (5.28)$$

где η' – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в распределительной сети ($\eta' = 1,03 \dots 1,05$);

C_3^c – стоимость 1 кВт·ч силовой электроэнергии;

N_i – номинальные мощности отдельных двигателей машины, кВт;

$\eta_{д_i}$ – полный КПД i -го двигателя машины,

$$\eta_{д_i} = (\eta_{дм_i} \eta_{дв_i}) / (\eta_{пдн_i} \eta_{п_i}), \quad (5.29)$$

$\eta_{дм_i}$ – коэффициент использования двигателя по мощности,

$$\eta_{дм_i} = G_{\Phi_i} / G_{Н_i}, \quad (5.30)$$

$G_{\Phi_i}, G_{Н_i}$ – масса груза, фактически перемещаемая за один цикл, и номинальная грузоподъемность, т;

$\eta_{дв_i}$ – коэффициент использования двигателя по времени,

$$\eta_{дв_i} = \sum t_{дв_i} / T_{ц}, \quad (5.31)$$

$\sum t_{дв_i}$ – продолжительность операций в одном цикле, в течение которого работает данный двигатель, ч;

$T_{ц}$ – продолжительность рабочего цикла машины, ч;

$\eta_{пдн_i}$ – паспортное значение КПД двигателя;

$\eta_{п_i}$ – поправочный коэффициент, зависящий от $\eta_{дм_i}$,

$$\eta_{п_i} = 0,801 + 0,237\eta_{дм_i}; \quad (5.32)$$

$T_{г}^{\Phi}$ – число часов работы всех погрузочно-разгрузочных машин по переработке годового объема грузопереработки $Q_{г}$,

$$T_{г}^{\Phi} = Q_{г} / Q_{ч}, \quad (5.33)$$

$Q_{ч}$ – часовая эксплуатационная производительность машины, т/ч.

Расходы на силовую электроэнергию при использовании электропогрузчиков, оснащенных аккумуляторной батареей,

$$\mathcal{E}_3^c = 0,00181EUQ_{г}C_3^c / Q_{см}, \quad (5.34)$$

где E – номинальная емкость аккумуляторной батареи, А·ч;

U – напряжение на зажимах аккумуляторной батареи, В;

$Q_{см}$ – сменная производительность машины, т/см.

Расходы на топливо, если имеется норма его расхода на 1 ч работы,

$$\mathcal{E}_T = T_{г}^{\Phi} q C_T, \quad (5.35)$$

где q – норма расхода топлива на 1 ч работы машины, кг;

C_T – стоимость 1 кг топлива, руб.

Расходы на топливо, если отсутствует норма его расхода на 1 ч работы,

$$\mathcal{E}_T = NT_{г}^{\Phi} \eta_{дв} [k_x + (k_n - k_x) \eta_{дм}] C_T, \quad (5.36)$$

где N – мощность двигателя погрузочно-разгрузочной машины, кВт;

k_x, k_n – удельный расход топлива на единицу номинальной мощности в час, соответственно при холостом режиме его работы и при номинальной загрузке двигателя.

Расходы на освещение мест производства погрузочно-выгрузочных работ

$$\mathcal{E}_{осв} = k_{л} (E_o / e_o) S T_{осв} P_{л} C_3^o, \quad (5.37)$$

где $k_{л}$ – коэффициент, определяющий тип осветительной лампы (0,003 – лампа люминесцентная; 0,004 – лампа накаливания);

$E_{о}$ – норма освещенности, лк (20 лк – для крытых складов и сортировочных платформ; 5 лк – для территории грузовых дворов, открытых навалочных, контейнерных и тяжеловесных площадок, складов лесоматериалов, автопроездов, железнодорожных и подкрановых путей);

$e_{о}$ – световой поток одной лампы, лм;

S – освещаемая площадь, м²;

$T_{осв}$ – время работы системы освещения в течение года, ч (односменная работа – 600, двухсменная – 2600, трехсменная, круглосуточная – 4600);

$P_{л}$ – мощность одной лампы, Вт;

$C_{э}^{\circ}$ – стоимость 1 кВт · ч осветительной электроэнергии.

Расходы на амортизацию

$$A = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K\alpha_i^a), \quad (5.38)$$

где 0,01 – переводной коэффициент;

α_i^a – норма амортизационных отчислений, % .

Расходы на все виды ремонтов

$$P = 0,01 \sum_{i=1}^8 (K\alpha_i^p), \quad (5.39)$$

где α_i^p – норма отчислений на ремонты, % .

При определении отчислений на ремонты для погрузочно-выгрузочных машин учитывается поправочный коэффициент

$$\alpha = 0,5 + \frac{T_{\phi}^r}{6000}, \quad (5.40)$$

где T_{ϕ}^r – фактическое время работы одной машины в течение года, ч,

$$T_{\phi}^r = Q_r / (ZQ_u), \quad (5.41)$$

Z – количество погрузочно-разгрузочных машин, используемых при переработке Q_r .

Затраты на смазочные и обтирочные материалы

$$M = (0,15 \dots 0,20) \Theta_{этр}. \quad (5.42)$$

Затраты на быстроизнашивающуюся оснастку R включают стоимость замены конвейерных лент, канатов, цепей, грузозахватных приспособлений и т. п.:

$$R = (0,05 \dots 0,10)K. \quad (5.43)$$

Себестоимость переработки единицы груза ($t, m^3, шт.$)

$$C = \vartheta / Q_{\Gamma}. \quad (5.44)$$

Себестоимость переработки груза с учетом простоя вагонов под грузовыми операциями

$$C' = C + m_{\text{пу}} X_{\text{пу}} t_{\text{гр}}^B C_{\text{в.ч}} / (Q_{\text{сут}}^{\text{Прп(ж)}} + Q_{\text{сут}}^{\text{Прп(г)}}), \quad (5.45)$$

где $C_{\text{в.ч}}$ – стоимость ваг.ч простоя.

5.4 Сравнение вариантов механизированной перегрузки грузов

Для сравнения вариантов механизации используют **две основные группы методов экономической оценки инвестиций в ПТС**:

- 1) не учитывающие фактор времени;
- 2) включающие дисконтирование.

Первая группа методов:

- расчет срока, окупаемости инвестиций;
- определение нормы прибыли на капитал;
- метод сравнительной эффективности приведенных затрат на переработку груза;
- метод выбора капитальных вложений на основе сравнения массы прибыли;
- другие методы.

Перечисленные методы обычно называют *статистическими*. Они опираются на проектные, плановые и фактические данные о затратах на переработку груза. Указанные методы не в полной мере учитывают временной аспект стоимости денег, инфляционные процессы, возможные риски. Статистические методы оценки эффективности ПТС рационально применять в тех случаях, когда эксплуатационные расходы равномерно распределены по годам реализации проекта и срок их окупаемости равен 5–8 годам.

Достоинства первой группы методов – их простота, легкая алгоритмизация, минимум исходной информации, необходимой для расчета. Поэтому эти методы нашли широкое применение на практике.

Недостатками методов этой группы является охват короткого периода времени (часто меньше жизненного цикла системы), игнорирование инфляционных процессов и временного аспекта денег, неравномерного распределения денежных потоков в течение расчетного срока функционирования ПТС.

Принципиально вся совокупность статистических методов делится на две группы:

1) абсолютной эффективности инвестиций в ПТС. Сюда относятся методы расчета срока окупаемости, определение нормы прибыли на капитал;

2) сравнительной эффективности (методы сравнительной эффективности, сравнения прибыли, накопленного сальдо денежного потока за расчетный период).

Теория *абсолютной эффективности* инвестиций, применительно к выбору варианта ПТС исходит из положения, что к внедрению подлежит тот вариант ПТС, который обеспечит выполнение установленных инвестором нормативов использования капитальных вложений. К таким нормативам чаще всего относятся:

- запланированный срок полезного использования ПТС;
- получение заданной нормы прибыли на капитал.

Проект ПТС подлежит внедрению, если ожидаемое значение названных показателей будет равным или большим их нормативных значений.

В соответствии с теорией *сравнительной эффективности* капитальных вложений к реализации необходимо принять проект ПТС, который обеспечивает либо минимальную сумму приведенных затрат, либо максимум прибыли, либо максимум накопленного эффекта за расчетный период.

В т о р а я группа методов учитывает *дисконтирование* капитальных вложений и применяется в случае крупномасштабных проектов ПТС, реализация которых требует значительной продолжительности. К этой группе относятся:

- метод чистой приведенной стоимости;
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций;
- метод аннуитета.

В практике выбора варианта ПТС широко используют метод оценки срока окупаемости инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций – это период времени, который требуется для возвращения вложенной суммы денег. Другими словами, это период времени, за который доходы покрывают единовременные затраты на реализацию проекта ПТС. Этот период сравнивают с тем сроком, который руководство заказчика считает экономически оправданным (обычно не более 5–7 лет).

Срок окупаемости инвестиций в реализацию проекта ПТС

$$T_i = \frac{K_i}{\Pi_{чi} + A_i} \leq T_{э0}, \quad (5.46)$$

где K_i – полная сумма капитальных вложений на реализацию i -го проекта ПТС;

$\Pi_{чi}$ – чистая прибыль в первый год реализации i -го проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости;

A_i – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств в расчете на год реализации проекта ПТС при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости.

T_{30} – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций в ПТС.

Часто при выборе наиболее эффективного варианта ПТС используют метод сравнительной эффективности приведенных затрат. Вариант ПТС в этом случае выбирают исходя из минимума приведенных затрат. Расчет ведут по формуле

$$E_{\text{прив.}i} = \sum_{t=0}^{t_c} K_{ii} \eta_t + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t - K_{\text{ост}} \eta_t, \quad (5.47)$$

где K_{ii}, \mathcal{E}_{ii} – капитальные вложения и эксплуатационные расходы по i -му варианту ПТС в соответствующем году t ;

η_t – коэффициент приведения (дисконтирования), учитывающий уменьшение значимости затрат, совершаемых через t лет;

t_c – период суммирования расходов по рассматриваемым вариантам (зависит от принятой нормы дисконта E_n);

$K_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость машин или устройств, заменяемых при внедрении i -го варианта ПТС.

Для случая, когда капитальные вложения по сравниваемым вариантам однократные (характерно для ситуации с внедрением ПТС), выражение (5.47) можно упростить, учитывая, что

$$\eta_{t=0} = \frac{1}{(1 + E_n)^{t=0}} = 1;$$

$$E_{\text{прив.}i} = K_{ii} + \sum_{t=1}^{t_c} \mathcal{E}_{ii} \eta_t. \quad (5.48)$$

Если и эксплуатационные расходы постоянны по годам расчетного периода, то с допустимой точностью можно рассчитать приведенные расходы по формуле

$$E_{\text{прив.}i} = E_n K_{ii} + \mathcal{E}_{0,i}. \quad (5.49)$$

Если стоимость ПТС, рабочей силы, топлива, энергии и другие расходы меняются со временем, то расчет приведенных расходов усложняется. Применительно к выбору варианта ПТС наиболее часто эксплуатационные расходы изменяются по линейной зависимости

$$\mathcal{E}_{ii} = \mathcal{E}_{0,i}(bt), \quad (5.50)$$

где b – коэффициент, учитывающий изменение эксплуатационных расходов по годам расчетного периода. Изменяется в достаточно широких пределах и зависит от темпа инфляции, а также темпа роста объема работы.

Выражение (5.47) представим в виде

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \int_1^{\infty} \frac{\mathfrak{A}_{0,i}(1+bt)}{(1+E_n)^t} dt. \quad (5.51)$$

Обозначив $\varphi = \mathfrak{A}_{0b}$, получим

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathfrak{A}_{0,i}}{\ln(1+E_n)} + \frac{\varphi}{\ln^2(1+E_n)}. \quad (5.52)$$

Разложив выражение $\ln(1+E_n)$ в ряд Макларена, можно с некоторым приближением считать, что

$$\frac{1}{\ln(1+E_n)} \approx \frac{1}{E_n}. \quad (5.53)$$

С учетом (5.52) выражение (5.47) примет вид

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathfrak{A}_{0,i}}{E_n} + \frac{\varphi}{E_n^2}. \quad (5.54)$$

После упрощения (5.54) получим

$$E_{\text{прив.}i} = K_{0,i} + \frac{\mathfrak{A}_{0,i}}{E_n} \left(1 + \frac{b}{E_n} \right). \quad (5.55)$$

Выбор проектного варианта ПТС часто связан с неопределенностью, т. е. неполнотой и неточностью информации о внутренних и внешних условиях реализации проекта.

Риск применения ПТС может существенно зависеть от неопределенности прогноза объемов работы транспортно-грузового комплекса, повышения (снижения) сложности взаимодействия с клиентурой и другими внешними и внутренними причинами. В результате может возникнуть ситуация потери части эффекта (прибыли). Поэтому выбор варианта ПТС может осуществляться в условиях риска, который носит вероятностный характер и существенно усложняет принятые решения.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите натуральные показатели схем механизации и приведите формулы их расчета.
- 2 Назовите стоимостные показатели схем механизации.
- 3 Структура капиталовложений при создании схемы механизированной перегрузки грузов в портах.
- 4 Структура эксплуатационных расходов при эксплуатации схемы перегрузки грузов в портах.
- 5 Порядок сравнения схем механизированной перегрузки грузов в портах.

6 ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-ВЫГРУЗОЧНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ

6.1 Общие положения

Основные опасные и вредные производственные факторы при погрузочно-выгрузочных работах и при складировании грузов:

- загазованность и запыленность воздуха в рабочей зоне;
- повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- прямая и отраженная блескость;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- движущиеся машины и механизмы, поднимаемый и перемещаемый груз, острые кромки транспортируемого груза, транспортные средства.

Все работы, связанные с погрузкой, выгрузкой, складированием и транспортировкой грузов, должны выполняться в соответствии [7, 11, 15].

Основным мероприятием по улучшению и облегчению условий труда при производстве этих работ, а также по обеспечению безопасности работающих является широкое внедрение механизации погрузки, выгрузки и транспортировки грузов.

Погрузочно-разгрузочные работы проводят под руководством опытного работника, который должен знать действующие правила по технике безопасности и производственной санитарии.

Руководитель работ подготавливает разгрузочную площадку, устанавливает порядок и способы погрузки, выгрузки и перемещения грузов, распределяет рабочих соответственно их квалификации и опыту, инструктирует рабочих по вопросам технологии производства работ и выполнения требований правил по технике безопасности и безопасных приемов труда на этих работах, обеспечивает место работ исправными приспособлениями, механизмами и кранами.

Погрузочно-разгрузочные работы выполняют, как правило, механизированным способом при помощи кранов, погрузчиков, разгрузчиков и

других машин, а при незначительных объемах – с применением средств малой механизации. Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ применяется для грузов массой свыше 15 кг а также при подъеме грузов на высоту более 3 м. Тяжеловесные грузы (массой более 500 кг) разрешается грузить и выгружать только грузоподъемными кранами.

Погрузка и выгрузка тяжелых и громоздких грузов осуществляется специально назначенными опытными рабочими под руководством ответственного лица (мастера), обязанного следить за безопасностью погрузки, транспортировки и выгрузки грузов.

Действующим законодательством разрешена следующая норма переноски грузов: одним мужчиной – не более 50 кг на расстояние, не превышающее 25 м, и на высоту не свыше 3 м; женщиной (старше 18 лет) – не более 15 кг. При перемещении грузов на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 15 кг; лица в возрасте до 18 лет к погрузочно-разгрузочным работам (т. е. работе грузчиками) не допускаются. Перемещение грузов на расстояние более чем 25 м должно производиться на двухколесных тележках или других приспособлениях малой механизации.

Погрузочно-разгрузочные площадки и платформы

В целях обеспечения безопасности и удобства в работе площадки для погрузочных работ должны быть спланированы и устраиваться на прямых и горизонтальных участках. Площадки, рассчитанные на срок службы более года, должны иметь твердое покрытие.

В зимнее время погрузочно-разгрузочные площадки необходимо регулярно очищать от снега и льда и посыпать песком, золой или шлаком. Освещение площадок погрузки и выгрузки грузов должна соответствовать отраслевым нормам искусственного освещения.

Погрузочно-разгрузочные площадки снабжаются специальным инвентарем и простейшими приспособлениями (переходные мостики, сходни, катальные доски, тачки, вагончики, тележки, конвейеры и т. п.), обеспечивающими безопасность и облегчающими производство работ. Применяемый при погрузочно-разгрузочных работах инвентарь и приспособления следует содержать в исправном состоянии. При перемещении грузов массой от 15 до 500 кг (каждое место в отдельности) грузчикам должны предоставляться простейшие приспособления.

Грузовые платформы должны иметь высоту 1,1 м от уровня верха головки рельса, а со стороны подъезда автомобилей – на высоте пола кузова автомобиля. В местах, где не предусматривается погрузка или выгрузка негабаритных грузов, а также пропуск вагонов с такими грузами, грузовые платформы устраивают высотой 1,2 м. Платформы и склады оборудуют рампами, ширина которых со стороны железнодорожного пути должна быть не менее 3,0 м, а со стороны подъезда автомобилей – не менее 1,5 м. При складировании материала около рельсового пути или подъезда автомобилей

штабель приводят в такое состояние, при котором устраняется всякая возможность падения и развала его, а также нарушения габарита приближения строений.

Грузы (кроме балласта, выгружаемого для производства работ на железнодорожном пути), при высоте до 1200 мм должны находиться от наружной грани головки крайнего рельса не ближе 2,0 м, а при большей высоте – не ближе 2,5 м. Грузы вдоль пути должны выгружаться с разрывами для ухода рабочих с пути при приближении поезда.

При необходимости переноски грузов или перемещения механизмов через рельсовые пути устраивают твердые покрытия или переносные настилы на уровне головки рельсов шириной не менее 1,5 м для прохода грузчиков, а для перемещения механизмов – шириной не менее 3 м.

Канаты и грузозахватные приспособления

Стальные проволочные канаты, используемые в качестве грузовых, стреловых, несущих и тяговых, должны быть перед установкой проверены на прочность.

Грузовые крюки всех стреловых кранов, а также кранов, которые перемещают груз в контейнерах, бадьях и другой таре, навешиваемой на крюк при помощи скобы, полуавтоматического стропа или других жестких элементов, должны быть оборудованы предохранительным замыкающим устройством, предотвращающим самопроизвольное выпадение съемного грузозахватного приспособления.

Съемные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, траверсы и др., а также тара для транспортирования грузов (ковши, контейнеры, бадьи) после изготовления подлежат техническому освидетельствованию на заводе-изготовителе или предприятии, где производился ремонт. В процессе эксплуатации съемные грузозахватные приспособления и тару периодически осматривают лица, на которых возложено обслуживание, в сроки, установленные администрацией предприятия, но не реже чем каждые 6 месяцев при осмотре траверс; через 1 месяц – при осмотре клещей и других захватов; через каждые 10 дней – при осмотре стропов (за исключением редко осматриваемых) и тары.

Грузоподъемные машины

Они должны быть достаточно прочными, обеспечивать безопасность обслуживающего персонала, обладать необходимой устойчивостью. Эксплуатируют краны в полном соответствии с [11].

Грузоподъемные машины (краны) могут быть допущены к подъему и перемещению только тех грузов, масса которых не превышает их грузоподъемность. У стреловых кранов при этом учитывают положение дополнительных опор и вылет стрелы, а у кранов с подвижным противовесом – положение противовеса.

На пути перемещения груза не должно быть людей. Над проезжей частью и над проходами для людей должны быть устроены предохранитель-

ные перекрытия. При установке кранов, управляемых с пола, предусматривают свободный проход для лиц, управляющих краном.

Работа и передвижение стреловых кранов, экскаваторов, погрузчиков и других машин и механизмов вблизи линий электропередачи допускается только при условии, что расстояние между крайней точкой механизма, грузовыми канатами или грузом (при наибольшем вылете рабочего органа) в любом их положении и ближайшим проводом линии электропередачи будет не менее 1,5 м.

При невозможности соблюдения указанных условий напряжение с линий электропередачи должно быть снято. Передвижение машин, перевозка оборудования и конструкций подлинней любого напряжения допускаются лишь в том случае, если габариты перемещаемых машин и транспортных средств с грузом имеют высоту от отметки дороги или земли не более: 5,0 м при передвижении по шоссе и дорогам; 3,5 м – при передвижении по дорогам без твердого покрытия и вне дорог.

6.2 Тарно-штучные грузы

Заступая на дежурство, водитель погрузчика обязан тщательно осмотреть машину, обратить особое внимание на действие тормозов, исправность грузоподъемника; убедиться в отсутствии течи в соединениях маслопроводов гидросистемы, в прочности крепления звездочек и грузовых цепей, пальцев, цилиндров наклона рамы и др. При работе на погрузчике водитель обязан следить, чтобы груз распределялся равномерно на обе лапы и не выходил за их пределы более чем на 1/3. Груз номинальной массы на вилах должен находиться на расстоянии не более 400 мм от передних стенок вилок при грузоподъемности погрузчика 0,75 т и на расстоянии не более 500 мм при грузоподъемности 1,5 т. Превышение этого расстояния снижает устойчивость погрузчика и может привести к его опрокидыванию. Водитель не должен поднимать груз выше грузоподъемности погрузчика.

Во время перемещения погрузчика с грузом раму грузоподъемника следует отклонять назад. Это повышает устойчивость погрузчика и исключает сползание груза с вилок. Высота груза от пола при движении погрузчика должна быть не более 300 мм и не менее величины дорожного просвета погрузчика. Без груза погрузчик передвигается с полностью опущенной рамой грузоподъемника. Водитель должен помнить о габарите и возможности прохода погрузчика в дверные проемы склада, вагона, контейнера. Он не имеет права оставлять погрузчик с грузом на вилах.

Водитель обязан выбирать скорость движения погрузчика в зависимости от состояния дороги, типа и массы груза, условий работы, не допускать резких троганий, торможений и поворотов. Реверсирование движений погрузчика следует производить только после полной остановки. Запрещается

совмещать операции по подъему-опусканию груза с передвижением погрузчика. Недопустимо нахождение людей под поднимаемым грузом. Запрещается подъем груза одной вилкой.

Чтобы предохранить пакеты от разваливания, грузовые места следует укладывать плотно одно к другому и по возможности вперевязку.

Перемещать бутылки с жидкостью разрешается только на специальных поддонах с гнездами. Если из-за большого пакета или громоздкого груза не видно дороги, допускается передвижение погрузчика задним ходом, но с низкой скоростью. Движение с грузом осуществляется на скоростях, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала. У пересечений проездов, на поворотах, в местах скопления людей водитель обязан снижать скорость погрузчика и подавать сигналы; необходимо убедиться, что в зоне разворота нет людей. Если на пути движения погрузчика, особенно с грузом на вилах, встречаются мостки, перекрывающие неровности пути, то водитель обязан предварительно проверить прочность мостков.

Следует быть особенно внимательным как при въезде на рампу склада, так и при передвижении по ней, так как малейшая неосторожность может привести к падению машины. Запрещается проезд рабочих на вилах погрузчика.

6.3 Контейнерные и тяжеловесные грузы

Перед началом смены машинист обязан ознакомиться с техническим состоянием крана. После осмотра крана опробуют работу механизмов крана на холостом ходу. При этом тормозной путь крана должен быть не более 1 м, а все механизмы должны работать без заеданий и избыточного шума.

Прежде чем привести кран в движение, необходимо убедиться, что на крановых путях нет людей, грузов или посторонних предметов. Если масса контейнера близка к грузоподъемности крана, его сначала поднимают на высоту 100 мм, проверяют безотказность действия тормозов и лишь затем продолжают подъем и перемещение. Поднимая контейнер, нужно следить, чтобы он не упирался в мостовое строение или опоры крана. Перемещать поднятый контейнер нужно на такой высоте, чтобы между ним и встречающимися на пути предметами был просвет не менее 0,5 м.

Машинист крана во время работы должен следить, чтобы не нарушались габариты укладки грузов и не загромождались проходы на контейнерной площадке.

Расстояние между тележками кранов, работающих на одном пути, не должно быть менее 1 м; нельзя подталкивать кран краном.

Окончив работу, машинист обязан установить кран на место, предназначенное для его стоянки. Крюк крана поднят в верхнее положение, а захваты опущены на специальный стеллаж.

Перед началом работы стропальщик должен проверить исправность грузозахватных приспособлений. Чтобы подняться на крышу контейнера для его захвата, стропальщики обязаны пользоваться легкими переносными

лестницами. На опорах козловых кранов устанавливают специальные площадки с перекидными мостками для перехода на крышу контейнера.

На подкрановых путях устанавливают автоматически действующие концевые выключатели, при срабатывании которых краны останавливаются. Тупиковые подкрановые пути оборудуются упорами.

Для повышения безопасности и производительности кранов следует применять автоматическое ограничение высоты подъема груза, автоматическое регулирование разгона и замедления всех крановых двигателей, плавное бесступенчатое изменение скорости всех механизмов, автоматическую доставку груза на заданной высоте и грузовой тележки и крана на заданном расстоянии. Освещают площадку и рабочее пространство в зоне действия крана светильниками, установленными на стационарных опорах по продольным сторонам складской площадки и автопроездов, а также на кранах.

Освещенность в рабочей зоне под краном должна быть не ниже 20 лк, а при работе с автостропом на уровне площадки и автоподъездов – не ниже 5 лк.

Скорость движения автомобилей на территории контейнерного пункта не должна превышать 15 км/ч.

6.4 Лесные грузы

При организации пакетных перевозок лесных грузов значительно улучшаются условия выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ. Однако следует уделять должное внимание технике безопасности. Чтобы обеспечить устойчивость штабелей, пакетированные лесоматериалы необходимо укладывать «вперевязку» или формировать пакетные штабеля уступами. Когда складировать пакеты круглых длинных лесоматериалов, крайние пакеты целесообразно укладывать торцами наружу, что исключает развал пакета и падение отдельных бревен при разрыве верхних соединительных стяжек. Складские и погрузочно-разгрузочные работы с пакетированными лесоматериалами нужно осуществлять по рекомендованным типовым технологическим схемам с использованием соответствующих грузозахватных устройств.

Неисправные средства пакетирования должны своевременно выбраковываться.

Неисправными (поврежденными) считаются полужесткие стропы, имеющие:

- трещины или обрывы любого элемента стропа;
- деформацию боковой грузовой тяги стропа или нижней полосы при радиусегиба менее 50 мм и углегиба α (между частями деформированного элемента) менее 90° ;
- общее утонение любого элемента стропа (вследствие коррозии или механического повреждения) на величину 10 % и более от номинальной площади их поперечного сечения;

– осевую (спиральную) деформацию нижней части полосы 45°.

Стропы, имеющие деформацию (стрелу прогиба) боковых грузовых тяг или нижних полос 120 мм и менее, подлежат возврату или очередному использованию без исправления, а имеющие деформацию более указанной, но не достигшую «критической», считают пригодными для эксплуатации, но перед упаковкой в пачки они должны быть выправлены. Краны, тельферы, напольные грузоподъемные машины, а также грузозахватные приспособления, используемые для работы с лесными грузами, должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Масса пакета лесоматериалов не должна превышать суммарную грузоподъемность используемых пакетобразующих средств, которые необходимо размещать на одинаковом расстоянии от центра тяжести пакета. Одним из основных требований для обеспечения безопасности выполнения складских и погрузочно-разгрузочных работ и сохранной перевозки, в особенности на открытом подвижном составе, является плотная утяжка пакетов и блок-пакетов.

В процессе перегрузки пакетов следует особенно внимательно следить, чтобы грузозахватное приспособление было правильно наложено на пакет. Во время перемещения пакета рабочие должны находиться на безопасном расстоянии от перемещаемого пакета. Для штабелирования пакетов на складе, укладки их в трюмах судов и вагонах наиболее целесообразно использовать полуавтоматические и автоматические грузозахватные приспособления, исключающие непосредственное участие рабочих-стропальщиков в грузовых работах и в особенности на штабеле.

При выполнении складских и погрузочно-разгрузочных работ с лесными грузами в пакетах, блок-пакетах требуется соблюдать действующие правила по технике безопасности при перегрузке и хранении различных лесоматериалов, включая дополнительные правила, разработанные применительно к специфическим особенностям отдельных сортиментов, транспортируемых как в пакетированном, так и в непaketированном виде, а также условиям работы конкретных предприятий-грузоотправителей (грузополучателей) и железнодорожных станций.

6.5 Навалочные, сыпучие порошкообразные и пылевидные грузы

При выгрузке извести, цемента, суперфосфата, селитры, хлорной извести, нафталина, минеральных удобрений и других едких пылящих грузов необходимо применять все меры против образования пыли. При большом пылеобразовании целесообразны аспирационные устройства для отсоса пыли. Выгружать едкие пылящие грузы и минеральные удобрения следует только механизированным способом. Рабочие, обслуживающие машины,

обязаны работать в спецодежде, респираторах и противопыльных очках. Фильтр респиратора меняют по мере загрязнения, но не реже одного раза в смену. Рекомендуется выносить пульты управления машинами и механизмами из запыленных зон.

При переработке химических грузов рабочие обязаны пользоваться противогАЗами и другими средствами индивидуальной защиты. Для защиты кожных покровов следует применять защитные мази, пасты, эмульсии. Перед едой, курением необходимо тщательно вымыть руки и прополоскать рот (принимать пищу и курить на рабочих местах не рекомендуется). После работы спецодежду и спецобувь обеспыливают и обезвреживают, рабочие принимают горячий душ.

Штабеля сыпучих грузов с крутизной, большей угла естественного откоса, необходимо ограждать прочными подпорными стенками. Чтобы избежать обвала, не следует выбирать сыпучие грузы путем подкопа.

Складские силосы и бункера, служащие для хранения цемента и минеральных удобрений, оборудуют указателями уровня заполнения.

6.6 Зерновые грузы

При погрузке и выгрузке зерна особое внимание следует обращать на уменьшение пылеобразования, так как пыль вредна для здоровья и взрывоопасна. На всех элеваторах и в складах предусматривают устройства аспирационной сети для ликвидации пыли в местах ее образования в помещениях. Рабочие, занятые на грузовых операциях с зерном, должны работать только в противопыльных очках и респираторах. Необходимо уделять внимание и электробезопасности оборудования, надежности соединения электрических линий, предупреждать искрение электродвигателей. Бензобаки автомобилей надежно закрывают крышками. Запрещается пользоваться открытым огнем.

Пункты перегрузки зерна должны быть освещены противопожарным водопроводом и снабжены оборудованием в соответствии с действующими нормами.

6.7 Наливные грузы

Налив (слив) нефтепродуктов, а также ядовитых и едких химических грузов, перевозимых в жидком состоянии, следует выполнять с особой осторожностью. Курить и зажигать огонь в местах налива (слива) строго воспрещается. Работать с кислотами можно только в спецодежде, в которую входят костюм из грубошерстного сукна, резиновые перчатки и сапоги, шерстяной головной убор, фартук, респиратор, а также защитные очки. В запасе должен быть индивидуально подобранный и проверенный противогАЗ. Серная и соляная кислоты, меланж и раствор каустической соды при попадании на открытые части тела вызывают сильные ожоги, трудно под-

дающиеся лечению. Попадание раствора щелочи в глаза может вызывать поражения, ведущие к слепоте.

Несоблюдение требований безопасности при перегрузке нефтепродуктов и ядовитых грузов может послужить причиной отравления ядовитыми парами, вызвать химические ожоги вследствие попадания жидкости на кожные покровы работающих или конденсации паров на них, а также тепловые ожоги воспламенившимися огнеопасными веществами. Особенно осторожно следует обращаться с порожними цистернами, бочками и другими емкостями из-под горючих жидкостей, в которых всегда скапливаются пары горючего. Наполненные бочки не представляют такой опасности, как порожние. При пожаре горючее в наполненных бочках выгорает. Пустые же бочки могут взорваться.

Чтобы обеспечить безопасные условия труда при сливе опасных грузов, необходимо выполнять следующие основные требования. Перед сливом жидкости нужно установить, ядовитая она или воспламеняющаяся, осмотреть цистерну, проверить исправность и безотказность действия сливных устройств и приспособлений. Арматура трубопровода должна быть герметичной. Задвижки, краны и прочие запорные устройства должны быть исправны, чтобы в любой момент можно было надежно перекрыть ту часть трубопровода, которая отделяется задвижкой. Обнаружив какие-либо неисправности, например, недостаточное уплотнение трубопроводов, сальников, прокладок, вентилей или течь жидкости из цистерн, следует устранить их и принять меры к сбору, нейтрализации и отводу вытекающей жидкости.

Чтобы избежать переполнения резервуаров и разрыва трубопроводов, особое внимание необходимо обращать на своевременный пуск в действие и остановку насоса, открытие задвижек и вентилей.

Открывая люки, крышки и колпаки цистерн, рабочие должны находиться с подветренной стороны. При этом запрещены удары инструментом по деталям запорных устройств. После слива жидкости из цистерн и разъединения трубопроводов все отверстия, люки и лазы должны быть плотно закрыты.

Контрольные вопросы

- 1 Опасные и вредные производственные факторы при выполнении погрузочно-выгрузочных и складских работ.
- 2 Обязанности водителя погрузчика при производстве погрузочно-выгрузочных работ.
- 3 Обязанности водителя крана при выполнении погрузочно-выгрузочных работ.
- 4 Требования к освещенности площадок.
- 5 Требования к стропам.
- 6 Требования к работе стропальщиков.
- 7 Требования при работе с пылящими грузами.
- 8 Требования при работе с огнеопасными, ядовитыми грузами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 235 с.
- 2 **Берлин, Н. П.** Разработка схем механизированной перегрузки грузов в портах (лесных, навалочных сыпучих, порошкообразных, пылевидных, зерновых, наливных) : учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 129 с.
- 3 **Берлин, Н. П.** Разработка схем механизированной перегрузки тарно-штучных, тяжеловесных и контейнерных грузов в портах : учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 110 с.
- 4 **Берлин, Н. П.** Расчет технического оснащения грузовых фронтов в портах : учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 76 с.
- 5 Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Альбом-справочник / отв. за выпуск М. А. Горшков. – М. : Проектно-конструкторское бюро ЦВ, 1998. – 284 с.
- 6 **Казаков, А. П.** Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте : учеб. для вузов. / А. П. Казаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1984. – 416 с.
- 7 Межотраслевые правила по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://pravo.by/upload/docs/op/W21832827_1518814800.pdf. – Дата доступа : 17.02.2020.
- 8 **Морохова, Н. А.** Автоматизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ / Н. А. Морохова, В. М. Перепелкин // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2014. – № 3. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13646>. – Дата доступа : 25.03.2020.
- 9 **Мостовой, И. Ф.** Эксплуатация портовых складов / И. Ф. Мостовой. – М. : Транспорт, 1994. – 110 с.
- 10 **Падня, В. А.** Погрузочно-разгрузочные машины / В. А. Падня. – М. : Транспорт, 1981. – 448 с.
- 11 Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ohranatruda.of.by/novye-pravila-poobespecheniyu-promyshlennoj-bezopasnosti-gruzopod-emnykh-kranov-2019.html>. – Дата доступа : 17.02.2020.
- 12 Прейскурант № 14-01. Тарифы на перевозку грузов и буксировку плотов речным транспортом. – М. : Прейскурантиздат, 1989. – 477 с.
- 13 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы / Н. П. Берлин [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.
- 14 Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.
- 15 Типовая инструкция по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных и складских работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://pravo.by/upload/docs/op/W21832828_1518728400.pdf. – Дата доступа : 17.02.2020.

Учебное издание

БЕРЛИН Николай Петрович
НАСТАЧЕНКО Елена Владимировна

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Учебное пособие

Часть 2

Редактор А. А. Павлюченкова
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 12.03.2021 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 12,71. Тираж 100 экз.
Зак. № 784. Изд. № 2.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель