

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”**

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

Н. П. БЕРЛИН, Е. В. НАСТАЧЕНКО

**РАЗРАБОТКА СХЕМ
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
ПЕРЕГРУЗКИ ГРУЗОВ В ПОРТАХ
(ЛЕСНЫХ, НАВАЛОЧНЫХ СЫПУЧИХ,
ПОРОШКООБРАЗНЫХ, ПЫЛЕВИДНЫХ,
ЗЕРНОВЫХ, НАЛИВНЫХ)**

Учебно-методическое пособие

Гомель 2017

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

Н. П. БЕРЛИН, Е. В. НАСТАЧЕНКО

**РАЗРАБОТКА СХЕМ
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
ПЕРЕГРУЗКИ ГРУЗОВ В ПОРТАХ
(ЛЕСНЫХ, НАВАЛОЧНЫХ СЫПУЧИХ,
ПОРОШКООБРАЗНЫХ, ПЫЛЕВИДНЫХ,
ЗЕРНОВЫХ, НАЛИВНЫХ)**

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области транспорта и транспортной деятельности в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования специальности 1-44 01 04 «Организация перевозок и управление на речном транспорте» первой ступени обучения

Гомель 2017

УДК 656.212.6 (075.8)
ББК 39.28
Б49

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Информационное и математическое обеспечение транспортных систем» *Н. Н. Казаков* (БелГУТ).

Берлин, Н. П.

Б49 Разработка схем механизированной перегрузки грузов в портах (лесных, навалочных сыпучих, порошкообразных, пылевидных, зерновых, наливных): учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 129 с.

ISBN 978-985-554-609-3

Приведены основные характеристики лесных, навалочных сыпучих, порошкообразных, пылевидных, зерновых и наливных грузов. Рассмотрены условия размещения и хранения грузов в складах, погрузочно-разгрузочные машины и оборудование, основные схемы механизированной перегрузки лесных, навалочных сыпучих, порошкообразных, пылевидных, зерновых и наливных грузов в портах. Изложена методика расчета параметров складов по элементарным площадкам.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на речном транспорте» факультета «Управление процессами перевозок», а также может быть полезно студентам заочного факультета специальности «Экономика и организация производства (водный транспорт)».

УДК 656.212.6 (075.8)
ББК 39.28

ISBN 978-985-554-609-3

© Берлин Н. П., Настаченко Е. В., 2017
© Оформление. БелГУТ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Лесные грузы	5
1.1 Характеристика грузов	5
1.2 Пакетирование грузов	6
1.3 Условия размещения и хранения грузов на складах	8
1.4 Погрузочно-разгрузочные машины и грузозахватные устройства	11
1.5 Схемы механизированной перегрузки лесоматериалов	19
1.6 Расчет параметров складов по элементарным площадкам	24
2 Навалочные сыпучие грузы	26
2.1 Характеристика грузов	26
2.2 Склады. Условия размещения и хранения грузов в складах	28
2.3 Погрузочно-разгрузочные машины и грузозахватные устройства	31
2.4 Схемы механизированной перегрузки грузов	51
2.5 Схемы механизированной перегрузки грузов открытого и крытого хранения, насыпных и штучных на одном причале	68
2.6 Расчет параметров складов по элементарным площадкам	70
3 Порошкообразные и пылевидные грузы	73
3.1 Характеристика грузов и способы их перевозки и хранения	73
3.2 Погрузочно-разгрузочные машины и грузозахватные устройства	73
3.3 Схемы механизированной перегрузки грузов	76
3.4 Расчет параметров складов по элементарным площадкам	84
4 Зерновые грузы	85
4.1 Характеристика, условия перевозки и хранения зерновых грузов	85
4.2 Склады. Условия размещения и хранения грузов	73
4.3 Погрузочно-разгрузочные машины	94
4.4 Схемы механизированной перегрузки зерновых грузов	104
4.5 Определение параметров складов по элементарным площадкам	111
5 Наливные грузы	113
5.1 Характеристика грузов	113
5.2 Склады. Условия размещения и хранения грузов	114
5.3 Технические средства для перекачки, слива, налива грузов	116
5.4 Схемы механизированного слива, налива и перекачки груза	116
5.5 Техника безопасности при выполнении операций налива, слива и перекачки наливных грузов	126
Список литературы	129

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ» является одной из основных профильных дисциплин в системе подготовки инженеров речного транспорта. Цель изучения дисциплины – формирование у студентов системы целостного представления о системе организации и технологии выполнения погрузочно-разгрузочных работ в портах.

В процессе доставки грузов от отправителя к получателю суда значительную часть времени находятся под грузовыми операциями или в ожидании выполнения грузовых операций. Продолжительность выполнения этих операций зависит от используемых средств механизации, типов складов, схем механизированной перегрузки грузов и определяет себестоимость перегрузочных операций, время доставки и сохранность грузов.

Удовлетворение потребностей организаций и населения в грузовых перевозках во многом зависит от наличия подвижного состава, что требует рационального использования судов, вагонов и автомобилей в местах выполнения погрузки и выгрузки.

Повышение производительности труда на транспорте и совершенствование технологического процесса зависят от уровня механизации и автоматизации этого процесса. Ликвидация ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключение тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных операций за счет внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов обеспечивает сокращение простоев транспортных средств под грузовыми операциями, сокращает затраты труда и себестоимость переработки грузов, в конечном счете увеличивает доходность и прибыльность грузовых объектов и подразделений транспорта.

В учебно-методическом пособии приведены основные характеристики лесных, навалочных сыпучих, порошкообразных, пылевидных, зерновых и наливных грузов. Рассмотрены основные схемы механизированной перегрузки, склады, условия размещения и хранения грузов в складах, погрузочно-разгрузочные машины и оборудование. Изложена методика расчета параметров складов по элементарным площадкам.

1 ЛЕСНЫЕ ГРУЗЫ

1.1 Характеристика грузов

Лесные грузы подразделяют на круглый лес, пиломатериалы, заготовки и изделия из дерева.

Лесоматериалы в зависимости от влажности бывают воздушно-сухими (влажность – 10–18 %), полусухими (18–25 %) и сырыми (>25 %). Плотность древесины различных пород приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Плотность древесины

Порода дерева	Плотность древесины, т/м ³		
	сухой	полусухой	свежесрубленной
Дуб, ясень, клен	0,73	0,86	1,02
Береза	0,67	0,79	0,88
Сосна	0,53	0,63	0,86
Осина, липа	0,50	0,60	0,76
Ель	0,47	0,56	0,79
Ольха	0,54	0,65	0,83
Кедр сибирский	0,46	0,55	0,88
Граб	0,82	0,97	0,99

Круглый лес включает стволы всех видов деревьев с правильно опиленными торцами и очищенные от сучьев (бревна, столбы, кряжи, сваи и др.). В зависимости от длины бревна различают: длинномерный лес (диаметр – 220–360 мм, длина – 6–18 м), средних размеров (диаметр – 140–220 мм, длина – 4–6,5 м), короткомерный (диаметр – 200–260 мм, длина – 1,5–5,5 м); отрезки стволов хвойных деревьев длиной до 9 м и толщиной в верхнем отрубе торца от 80 до 150 мм называют подтоварником, а при толщине 3–70 мм – жердями.

Верхние торцы круглых лесоматериалов, поступающих на хранение, должны иметь маркировку.

Длина круглого леса изменяется в пределах указанных размеров с градацией 0,5 или 0,25 м.

Пиломатериалы (рисунок 1.1) подразделяют на доски, бруски, брусья, пластины, двухкантные брусья (шпалы), пластины обрезные, необрезные доски, доски с тупым обзолом, четвертины, брусы с обзолом, горбыли. К пиломатериалам также относят клепку, dranку, тарную дощечку.

Размеры некоторых видов пиломатериалов приведены в таблице 1.2.

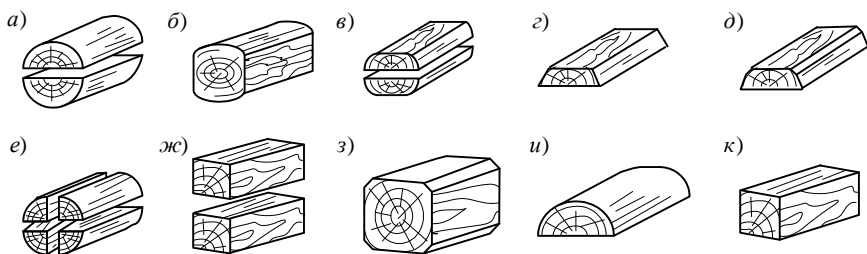


Рисунок 1.1 – Виды пиломатериалов:

а – пластины; б – двухкантный брус; в – пластины обрезные; г – необрезная доска; д – доска с тупым обзолом; е – четвертины; ж – бруски; з – брус с обзолом; и – горбыль; к – брус обрезной

Таблица 1.2 – Размеры пиломатериалов хвойных пород

Материал	Размеры, мм		
	толщина	ширина	длина
Доски	13–40	80–250	1000–6500*
Бруски	50–100	80–250	1000–6500*
Брусья	130–250	150–250	1000–6500*

* Длина пиломатериалов изменяется с градацией 0,25 м

Заготовки и изделия из дерева (наличники, раскладки, плинтусы, галтели, доски для полов, поручни для перил, проступы, доски подоконные, наружная обшивка, оконные переплеты и двери, столярные перегородки, щитовой паркет, элементы щитовых и каркасных сборных домов, фанера, балки и др.) должны поступать в пакетах длиной, соответствующей размерам помещений. В собранном виде на склад должны поступать оконные и дверные блоки.

1.2 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, фиксированных обвязкой, контейнером или другим устройством.

Характеристика транспортных пакетов приведена в таблице 1.3.

Транспортные пакеты являются наиболее целесообразной формой пакетирования. Пакет формируется единожды у мест производства и затем без расформирования проходит все этапы транспортного процесса от поставщика до склада потребителя.

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

Таблица 1.3 – 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 Пиломатериалы, обапол, шпала		1300–1350	1300–1350	До 6500	До 6
			1000–2800	500–1350	До 6500	До 10
Пакеты в полужестких многооборотных стропках (ПС, СМ): прямоугольные (а) трапецидальные (б) прямоугольные с усеченными углами (в) комбинированные (г)	Пиломатериалы, тарная дощечка, клепка, шпала, обапол То же		1350 и 2800	1300–1350	1000–6500	5,0
			$\frac{1250}{2700}$	1200	3000–6500	5,0
	Круглые и колотые лесоматериалы, шпалы Пиломатериалы, круглые лесоматериалы		2500–2800	1400 и 2200	1000–6500	5–15
			$\frac{1250}{2000 \dots 2700}$	1200–2400	800–6500	6
Пакеты в гибких строп-контейнерах СК-5 эллипсоидального сечения	Круглые лесоматериалы		2500–2800	1200–1400	4500–6500	До 10

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, трапециевидной 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 1.5.

Таблица 1.5 – 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 трапецидального 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

1.3 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 1.2).

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

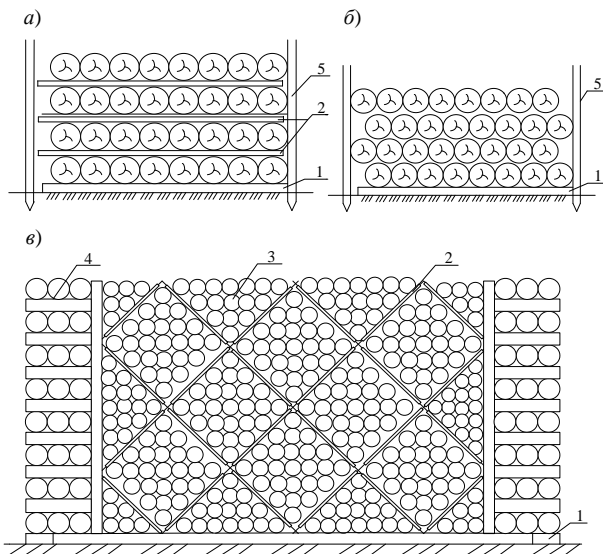


Рисунок 1.2 – Типы штабелей для укладки круглого леса:
а – рядовой с прокладками; *б* – рядовой без прокладок; *в* – пакетно-клеточный;
 1 – основание; 2 – прокладка; 3 – пакет; 4 – клеточный штабель; 5 – стойка

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 разреженной 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 1.3–1.5.

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 1.6). Параметры штабелей круглого леса и пиломатериалов приведены в таблице 1.6.

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

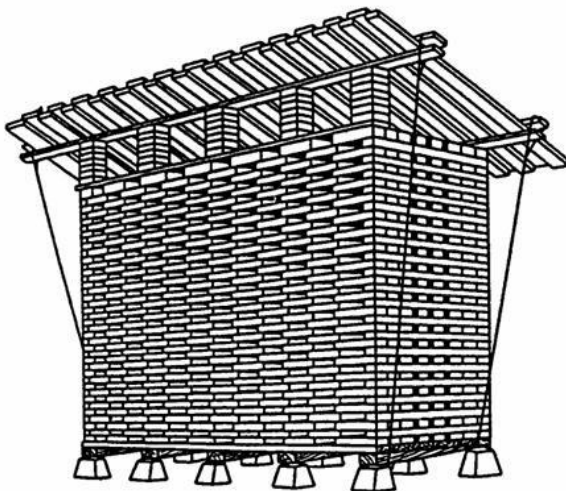


Рисунок 1.3 – Штабель с разряженной укладкой пиломатериалов

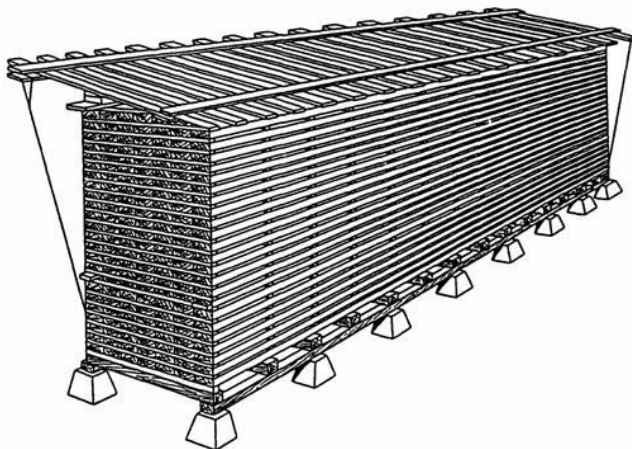


Рисунок 1.4 – Штабель с плотной укладкой пиломатериалов

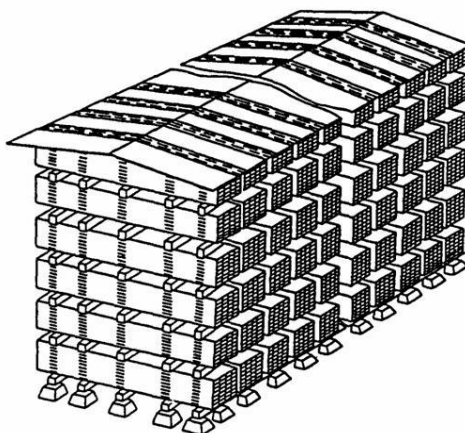


Рисунок 1.5 – Штабель с пакетной укладкой пиломатериалов

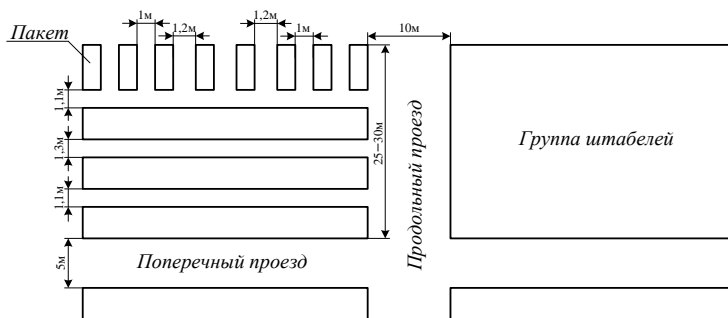


Рисунок 1.6 – Размещение групп штабелей на складе

Таблица 1.6 – 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

1.4 Погрузочно-разгрузочные 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, наибо-

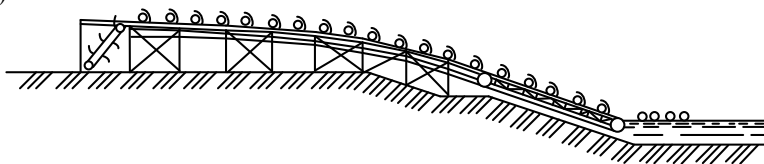
лее удобные для применения автоматических захватов и пакетной перевозки леса, судовые стреловые краны, плавучие краны.

Попштучную 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 1.7, 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 1.7, 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.

а)



б)

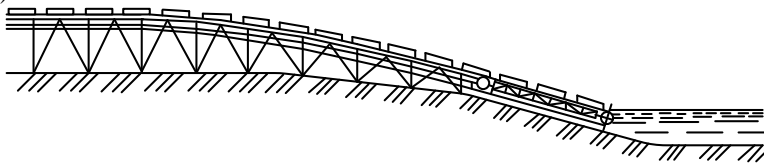


Рисунок 1.7 – Лесотаски для выгрузки леса из воды:

а – поперечная; б – продольная

Складские операции с лесными грузами состоят из приема, перемещения, штабелирования и отпуска. При небольшой глубине склада эти операции часто выполняют прикромными порталными кранами. При значительной площади лесных складов устанавливают порталные краны 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 (рисунок 1.8), используют погрузчики, оснащенные специальными грейферными захватами (рисунок 1.9).

Для транспортировки и выполнения складских операций используются погрузчики с боковым расположением грузозахватных устройств (рисунок 1.10), лесовозы и лесопогрузчики (рисунок 1.11).



Рисунок 1.8 – Погрузка (выгрузка) круглого короткомерного леса кранами манипуляторами



Рисунок 1.9 – Погрузка (выгрузка) круглого короткомерного леса погрузчиками



Рисунок 1.10 – Выполнение складских операций с пакетами леса погрузчиками с боковым расположением грузозахватных устройств



Рисунок 1.11 – Лесовоз и лесопогрузчик

При погрузке непакетированного круглого леса в полувагоны необходимо выравнивать торцы. Для этой цели используют торцевальные машины. На рисунке 1.12 изображена сдвоенная лесоторцевальная машина горизонтального действия. Лес укладывается грейфером в приемную корытообразную камеру 2, стальные листы которой выгнуты в соответствии с радиусом вращения грейфера. 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 грейфер захватывает отторцованную пачку и перемещает в вагон. Торцевание одной пачки занимает 5–15 с.

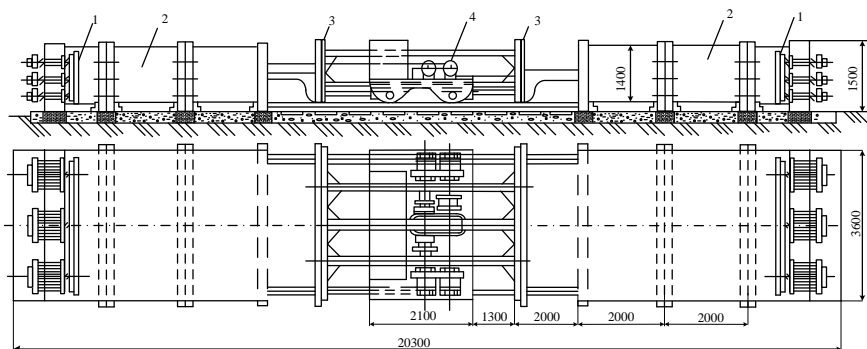


Рисунок 1.12 – Сдвоенная горизонтальная торцевальная машина

Сдвоенные торцевальные машины имеют более высокую производительность, чем одинарные. Но и их использование не обеспечивает высокую производительность погрузки леса в вагоны, так как портальный 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 разгрузки вагонов со щепой применяют вагонопрокидыватели.

Производительность машин на перегрузке лесных грузов во многом зависит от грузозахватных приспособлений. На перегрузке леса используют разнообразные захватные 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 захватное приспособление (рисунок 1.12). 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 выскальзывание стропов во время подъема. После установки пачки на место захваты автоматически разжимаются. При массе захвата 5,5–6 т он способен поднимать 15 т.

В речных портах наибольшее распространение получил двухканатный трехлапый грейфер (рисунок 1.13) с переменной площадью зева. Независимо от объема захваченной древесины грейфер плотно обжимает ее, не допуская выпадения отдельных бревен. Для выгрузки дров используют многочелюстные грейферы.

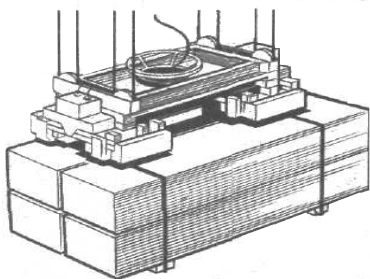


Рисунок 1.12 – Автоматический захват для блок-пакета пиломатериалов

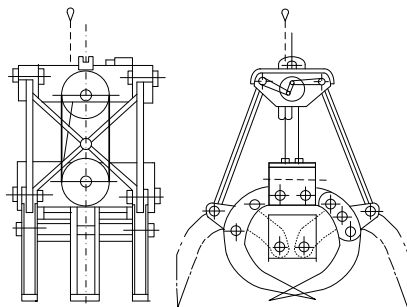


Рисунок 1.13 – Трехлапый грейфер для круглого леса

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.

1.5 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 1.14), а в качестве захватных устройств используют грейферы.

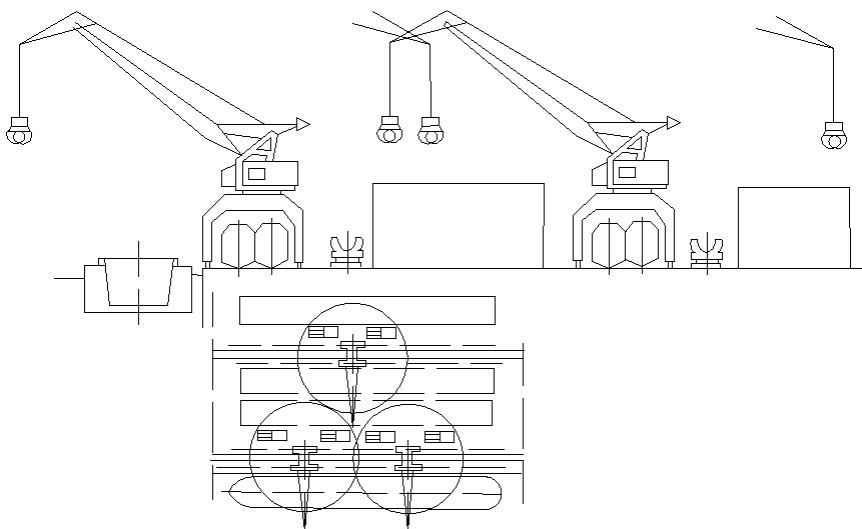


Рисунок 1.14 – Схема механизации перегрузки леса портальными кранами

При загрузке вагонов краны работают в сочетании со сдвоенными 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 дру-

гую отторцованную пачку. Если полувагоны стоят на тыловых путях, то отторцованные пачки подаются на них тыловым порталным 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 порталных кранов во второй линии могут быть установлены мостовые перегружатели, козловые краны (рисунок 1.15).

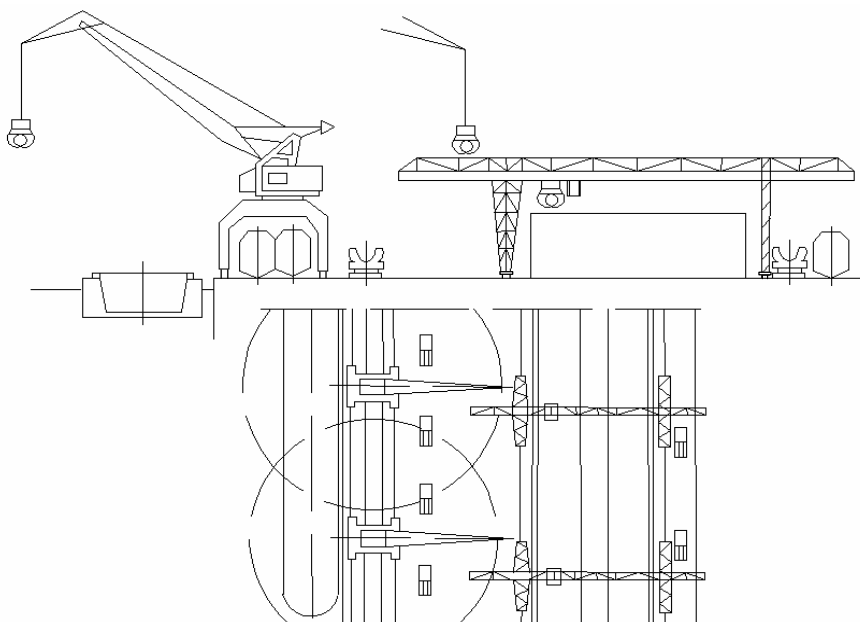


Рисунок 1.15 – Схема механизации перегрузки леса с использованием порталных и козловых кранов

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 1.16), 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 2 порталных передвижных торцевателя. Лес из судна в

приемную часть торцевателя перемещает мостовой кран. Отторцованный лес подают в полувагон специальным грейферным погрузчиком,двигающимся по порталу перегружателя. Одновременно может производиться работа по варианту склад-вагон тыловыми мостовыми кранами через тыловые порталные торцевальные машины.

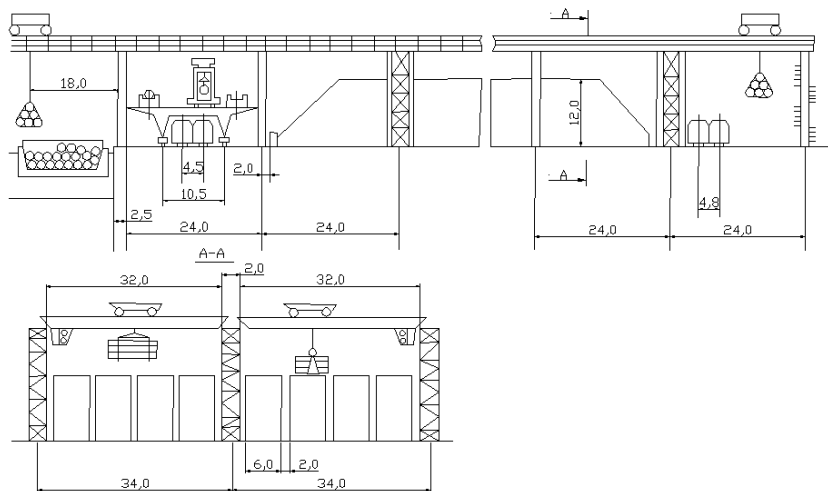


Рисунок 1.16 – Схема механизации перегрузки леса с мостовыми кранами на эстакадах

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 сортантов 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 1.16). 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 произво-

дить зацепку и отцепку пакетов лесоматериала. Наблюдается тенденция роста грузоподъемности мостовых кранов до 25 т.

Пиломатериалы нередко перегружают порталными 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 1.17). Кран может непосредственно захватывать пучки леса из воды или бревна предварительно выгружают поперечной лесотаской в приемный пакетоформирующий станок, откуда пакет перемещается краном в глубь склада и укладывается в штабель.

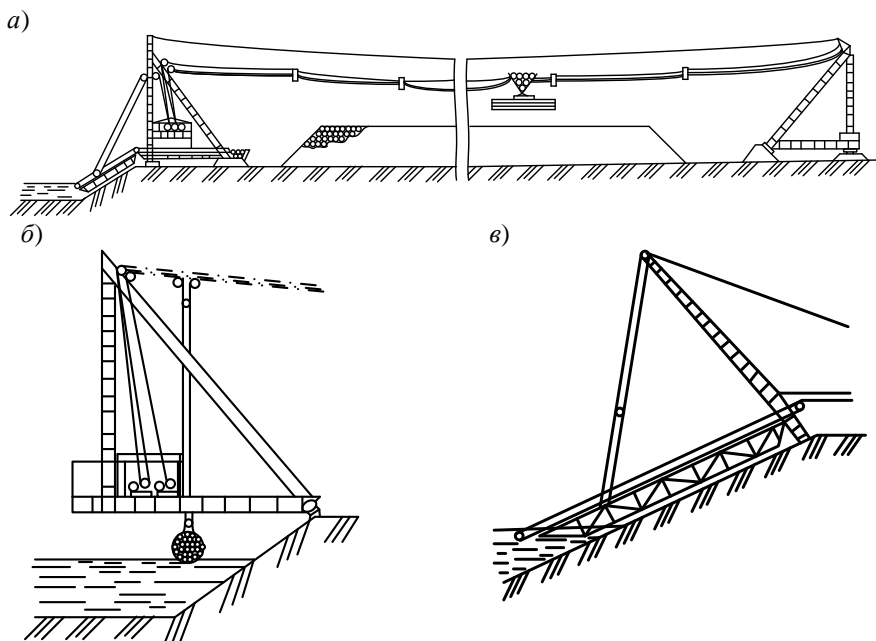


Рисунок 1.17 – Схема механизации выгрузки из воды кабельным краном:
а – общий вид, б – непосредственный захват леса из воды краном, в – захват леса из воды с помощью лесотаски

Для погрузки круглого леса в суда из воды чаще всего используют плавучие краны. Место перегрузки леса на рейде ограждают плавучими бо-

нами, 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.

При некоторых перегрузочных рейдах в опытных порядках применяют плавучие двухконсольные мостовые перегружатели системы ЦНИИЛесосплава (рисунок 1.18). 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 двориков. 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.

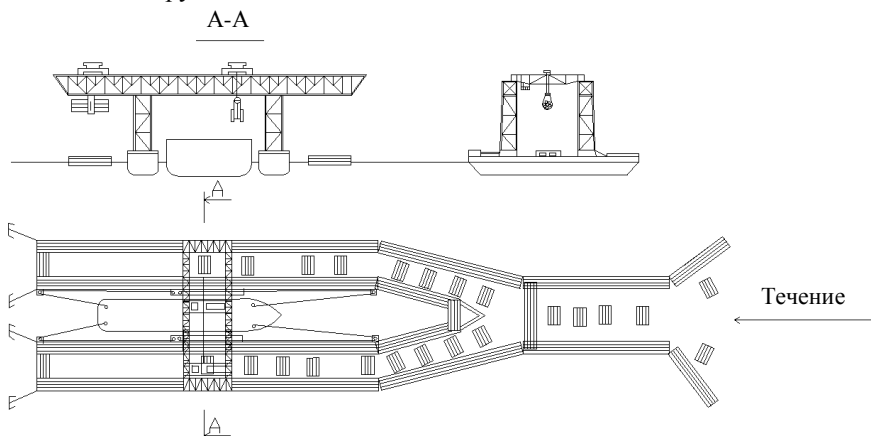


Рисунок 1.18 – Схема механизации перегрузки леса в пучках из воды в суда специальным перегружателем

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 стропях 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 перегруженных машин.

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

При перевозках лесных грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении для ускорения перегруженных 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 позволяет 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 целесообразным ее переработка на щепу, перевозить которую можно как навалочный груз.

Особое место в совершенствовании способов перегрузки лесных грузов имеет автоматизация.

1.6 Расчет параметров складов по элементарным площадкам

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 (см. таблицу 1.6) применяются с учетом удобства их обслуживания средствами механизации и обеспечения пожарной безопасности.

Вместимость штабеля леса (в кубических метрах плотной древесины)

$$V_{\text{ш}}^{\text{н}} = V_{\text{ш}}^{\text{г}} \kappa_3, \quad (1.1)$$

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

κ_3 – 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

$$n_{\text{ш}} = \kappa_{\text{ш}} V_{\text{л}} / V_{\text{ш}}^{\text{н}}, \quad (1.2)$$

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

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

$$V_{\text{л}} = Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}} t_{\text{хр}} / \rho, \quad (1.3)$$

$Q_{\text{сут}}^{\text{р(ск)}}$ – 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.

2 НАВАЛОЧНЫЕ СЫПУЧИЕ ГРУЗЫ

2.1 Характеристика грузов

К навалочным грузом относятся разнообразныe кусковые, зернистые и порошкообразные материалы, которые перевозят и хранят без упаковки.

По условиям перевозки и хранения навалочные грузы делят на две основные группы: грузы, которые можно хранить на открытых площадках и перевозить в открытых судах и вагонах (уголь, руда, нерудные строительные материалы, техническая соль и др.); грузы, требующие для своего хранения и перевозки закрытых складов и закрытых транспортных средств (пищевая поваренная и калийная соль и др.).

При погрузке навалочных грузов на судно не требуется их специальной укладки и крепления. Грузы состоят из большого количества частиц различных форм и размеров, частицы обладают подвижностью, пространство между частицами заполнено воздухом (газом) или воздухом и водой.

Степень и вид опасности при перевозке навалочных грузов: смещаться к борту и создавать крен судна; разжижаться и перетекать к борту; самонагреваться и самовозгораться; создавать повышенные концентрации ядовитых и взрывоопасных газов, понижать концентрацию кислорода в атмосфере грузовых помещений; нарушать местную или общую прочность корпуса судна; химически активно взаимодействовать с металлом корпуса судна и механизмов; вызывать порывистую качку (из-за низкого положения центра тяжести груженного судна).

При организации хранения, перегрузочных работ и перевозке навалочных грузов необходимо учитывать их физические и химические свойства. К физическим свойствам относятся: сыпучесть, способность к усадке и самосортировке, плотность, скважистость, сорбционность, тепло- и температуропроводность, абразивность, гранулометрический состав. К химическим свойствам относятся: самосогревание, самовозгорание, взрывоопасность, коррозионность.

Навалочный груз может быть в трех транспортных состояниях: относительно монолитном, сыпучем и разжижающемся. Первое состояние характерно для грузов с углом естественного откоса более 35° и рудных концентратов при малой влажности; второе состояние для грузов с углом естественного откоса не более 35° ; третье для рудных концентратов и подобных им грузам при повышенной влажности. Под действием динамических нагрузок при погрузке и перевозке навалочный груз может перейти из монолитного состояния в сыпучее и из сыпучего в разжиженное.

По гранулометрическому составу грузы подразделяют на сортированные (у которых отношение размеров наибольшего (a_{\max}) и наименьшего (a_{\min}) кусков не превышает 2,5) и рядовые (у которых $a_{\max}/a_{\min} > 2,5$). По размерам (в миллиметрах) частиц навалочные грузы делятся следующим образом (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Размеры частиц навалочных насыпных грузов

Наименование груза	Размер, мм
Особо крупные (камни, валуны)	>320
Крупные (руда)	161–320
Средние (уголь)	61–160
Мелкие (щебень)	10–60
Зернистые (гравий)	0,5–9
Порошкообразные	0,05–0,49
Пылевидные (цемент)	До 0,05

Значения углов естественного откоса и объемной массы некоторых грузов приведены в таблице 2.2.

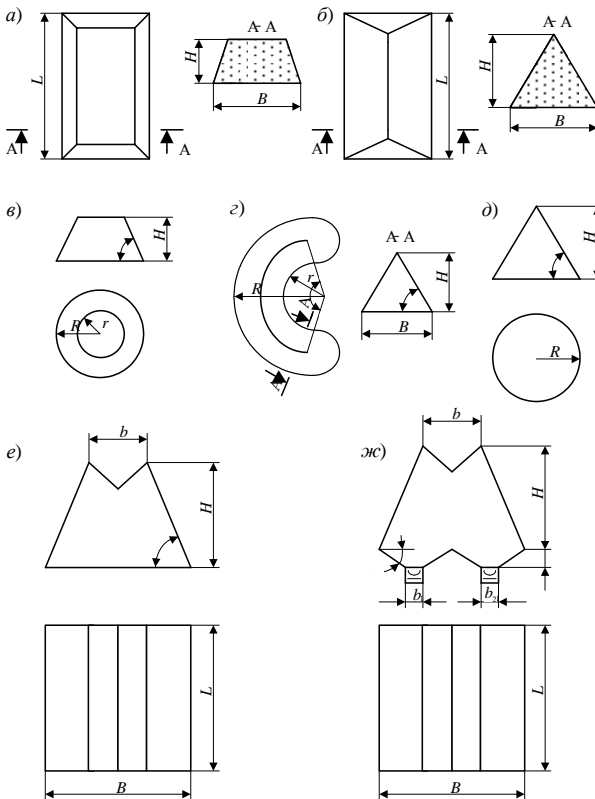
Таблица 2.2 – Объемные массы и углы естественного откоса

Материал	Объемная масса γ , т/м ³	Угол естественного откоса ρ , град	
		в движении	в покое
Антрацит	0,90	27	45
Булыжник	2,10	–	38
Гипс дробленый	1,20–1,45	35	35
Глина сухая	1,80–2,00	40	40
Глина сырая	2,00–2,10	20	25
Гравий	1,50–2,00	30	45
Земля влажная	1,60–1,90	17	27
Известь гашеная в порошке	0,50–0,70	30	50
Бут	1,60–2,00	30	45
Кокс	0,40–0,50	35	50
Мел дробленый	1,40	39	39
Песок	1,40–1,60	30	32–35
Руда	1,70–3,50	30	50
Руда марганцевая	1,70–1,90	35	40
Соль каменная	1,70–2,00	35	50
Торф кусковой воздушно-сухой	0,30–0,50	40	45
Торф фрезерный влажный	0,55–0,65	40	50
Уголь бурый	0,65–0,80	35	50
Уголь каменный	0,80–0,85	30	45
Цемент	0,90–1,30	20	40
Шлак доменный	0,60–1,00	35	50
Щебень	1,80–2,00	35	45

2.2 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 первой группы хранят на открытых площадках и штабелях: обелисковых (рисунок 2.1, а), призматических (рисунок 2.1, б), круговых (рисунок 2.1, в), радиальных (рисунок 2.1, г), конусных (рисунок 2.1, д), М-образных (рисунок 2.1, е), хребтовых (рисунок 2.1, ж).



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

Рисунок 2.1 – Типы штабелей

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 перевалок 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.

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 обычно перевозят в молотом виде. При длительной транспортировке и хранении она слеживается, образуя на своей поверхности твердую корку, а иногда превращается в монолитную массу. Затвердевание соли происходит значительно быстрее в холодное время года. Рыхление соли при выгрузке из судов – весьма трудоемкая операция. Для предотвращения слеживания соль лучше перевозить в немолотом виде. Однако в этом случае нужно в пунктах прибытия иметь солепомольные установки, что во многом нецелесообразно.

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.

Длительный опыт эксплуатации портов показал, что переработка навалочных грузов по прямому варианту не всегда рациональна. При перегрузке через склад обработка судов и вагонов не зависит от совпадения времени их прибытия в порт. Становится возможным обеспечить более высокую интенсивность загрузки судов, сокращаются сроки пребывания вагонов в порту. Поэтому в портах стали создавать оперативные склады значительной вместимости. Кроме того, ряд грузов (уголь, минерально-строительные и др.) завозятся в порты с учетом обеспечения межнавигационного расхода. Это потребовало создания в ряде портов складов длительного хранения (накопителей) большой вместимости и привело к увеличению объемов перегрузки через склад. Вместимость такого склада принимается равной планируемому максимальному количеству груза, которое необходимо накопить на причале к моменту закрытия навигации (завоз на зиму) или должно быть накоплено за межнавигационный период (к моменту открытия навигации для отправления водным транспортом).

Перевозки речным транспортом навалочных грузов осуществляются преимущественно в крупных самоходных судах и толкаемых составах с открытыми или с открывающимися трюмами. На местных линиях для перевозки минерально-строительных грузов широко используют суда-площадки, где груз размещают на палубе, а также специализированные суда бункерного типа. Но все же используют еще и полуоткрытые суда, при обработке которых приходится выполнять значительный объем трудоемких трюмных и зачистных работ.

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 2.2). 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.

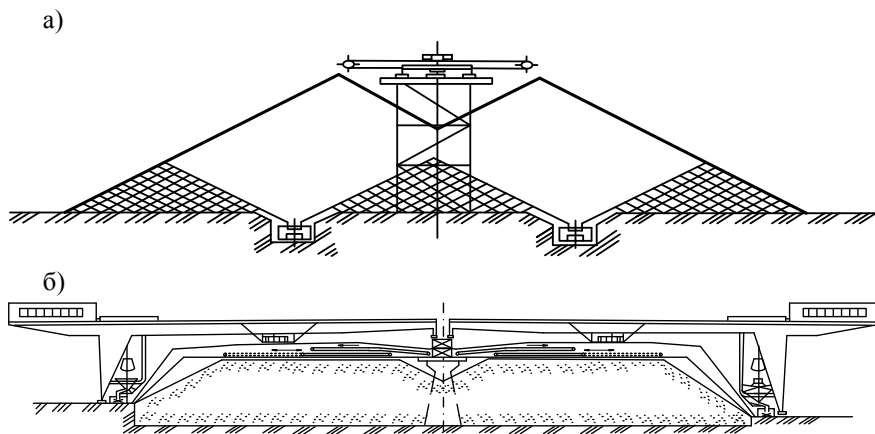


Рисунок 2.2 –Ленточный конвейер на эстакаде:
а – со сбрасывающей тележкой; *б* – с катучим конвейерным мостом

2.3 Погрузочно-разгрузочные 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 2.3).

Судовые операции. На большинстве причалов речных портов погрузку и выгрузку навалочных грузов в суда ведут портальными (рисунок 2.3) и плавучими кранами (рисунок 2.4). 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 возрастать 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 разгрузке вагонов.

– роторно-конвейерный				+									
– роторно-норийно-конвейерные				+									
– 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	+			+									
Перегрузжатели	+			+									
Одноковшовые погрузчики		+	+					+			+		
Экскаваторы			+					+					



Рисунок 2.3 – Портальный кран



Рисунок 2.4 – Плавающий кран

В ряде случаев на порталах кранов, предназначенных для загрузки и разгрузки судов, устанавливают бункеры (рисунок 2.5), 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.



Рисунок 2.5 – Кран с установленным на портале бункером

Кроме порталных кранов на операциях погрузки, выгрузки грузов в суда могут использоваться и другие машины циклического действия: мостовые краны, перегрузочные мосты (рисунок 2.6), стреловые краны, судовые краны, плавучие краны, перегружатели.



Рисунок 2.6 – Перегрузочный мост

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) (рисунки 2.7–2.9), 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.



Рисунок 2.7 – Конвейерный погрузчик непрерывного действия передвижной порталный



Рисунок 2.8 – Конвейерный передвижной погрузчик непрерывного действия с подъемной консолью



Рисунок 2.9 – Конвейерный стационарный погрузчик непрерывного действия с подъемной стрелой

При больших объемах выгрузки из судов целесообразно использовать разгрузчики непрерывного действия: гидроперегрузатели (рисунок 2.10), элеваторно-конвейерные, пневматические (рисунок 2.11), роторно-конвейерные, со скребковым конвейером (рисунок 2.12), роторно-норийно-конвейерные, шнековые (рисунок 2.13), норийно-конвейерные (рисунок 2.14).



Рисунок 2.10 – Гидроперегрузатель непрерывного действия



Рисунок 2.11 – Пневматический разгрузчик непрерывного действия



Рисунок 2.12 – Разгрузчик непрерывного действия со скребковым конвейером



Рисунок 2.13 – Шнековый разгрузчик непрерывного действия



Рисунок 2.14 – Норийно-конвейерный разгрузчик непрерывного действия

Вагонные операции. Для погрузки навалочных грузов в открытые вагоны используют грейферные краны (мостовые, козловые, стреловые, порталные, перегрузочные мосты), крупногабаритные одноковшовые погрузчики

(рисунок 2.15). Крытые вагоны загружают через специальные бункеры, имеющие опускаемые лотки, направляемые в окна вагонов.



Рисунок 2.15 – Крупногабаритный одноковшовый погрузчик

Выгрузку из платформ и полувагонов навалочных грузов ведут козловые, мостовые, перегрузочные мосты, стреловые, порталные краны, кроме того, из платформ с помощью разгрузчиков непрерывного действия сребкового типа, со сребковым конвейером, а из полувагонов элеваторно-конвейерные (рисунок 2.16). Крытые вагоны разгружаются с помощью разгрузчиков непрерывного действия МВС (слеживающиеся грузы) (рисунок 2.17), 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, платформоопрокидыватели и для крытых вагонов.

Автомобильные операции. Погрузку и выгрузку из автомобилей можно производить козловыми, мостовыми, стреловыми, порталными кранами, одноковшовыми погрузчиками, экскаваторами (рисунок 2.18). Погрузку с использованием погрузчиков непрерывного действия: самоподаватель конструкции Булавенко, с винтовым питателем (рисунок 2.19), с роторно-ковшовым питателем, с конвейерно-скребковым питателем, с подгребающими лапами (рисунок 2.20), шнековый самоподаватель (рисунок 2.21). Вы-

грузку из бортовых автомобилей с использованием автомобилеразгрузчиков (рисунок 2.22).

Складские операции. Для выполнения складских операций используются: козловые, мостовые, стреловые, порталные краны; одноковшовые погрузчики; экскаваторы; элеваторы; штабелепогрузчики (рисунок 2.23); штабелеразгрузчики (рисунок 2.24); укладчики-заборщики (рисунок 2.25); кратцер-краны (рисунок 2.26).



Рисунок 2.16 – Элеваторно-конвейерный разгрузчик непрерывного действия



Рисунок 2.17 – Разгрузчик непрерывного действия МВС



Рисунок 2.18 – Экскаватор



Рисунок 2.19 – Погрузчик непрерывного действия с винтовым питателем



Рисунок 2.20 – Погрузчик непрерывного действия с подгребающими лапами



Рисунок 2.21 – Шнековый самоподаватель



Рисунок 2.22 – Автомобилеразгрузчик



Рисунок 2.23 – Штабелепогрузчик



Рисунок 2.24 – Штабелеразгрузчик



Рисунок 2.25 – Укладчик-заборщик

Для добычи из русел рек и перегрузки песка применяют установки гидравлического транспорта – землесосы, эжекторные, эрлифтные, береговые и плавучие гидрперегрузжатели. 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 номенклатуры 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 трюм-

ных 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 разгрузки 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 2.27).

Бульдозеры изготавливают 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 удалять 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.

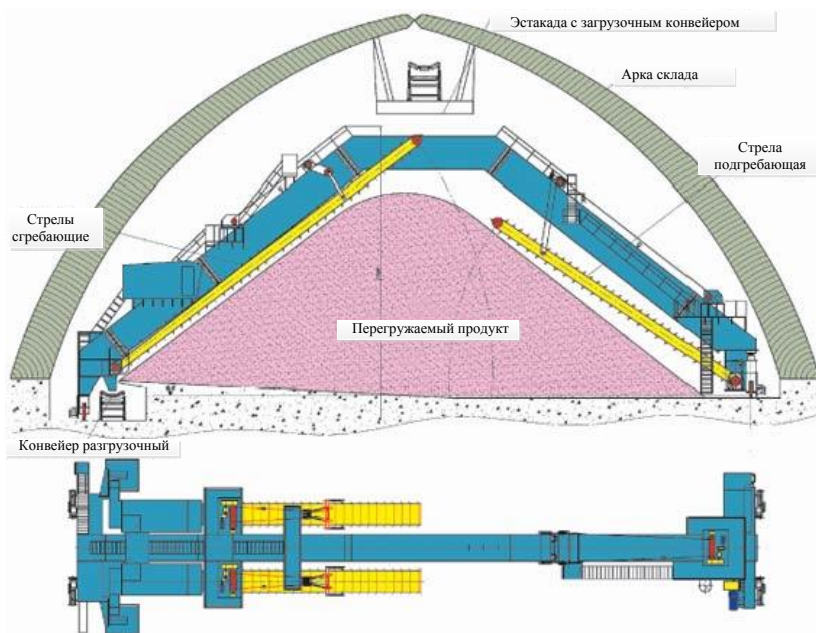


Рисунок 2.26 – Кратцер-кран

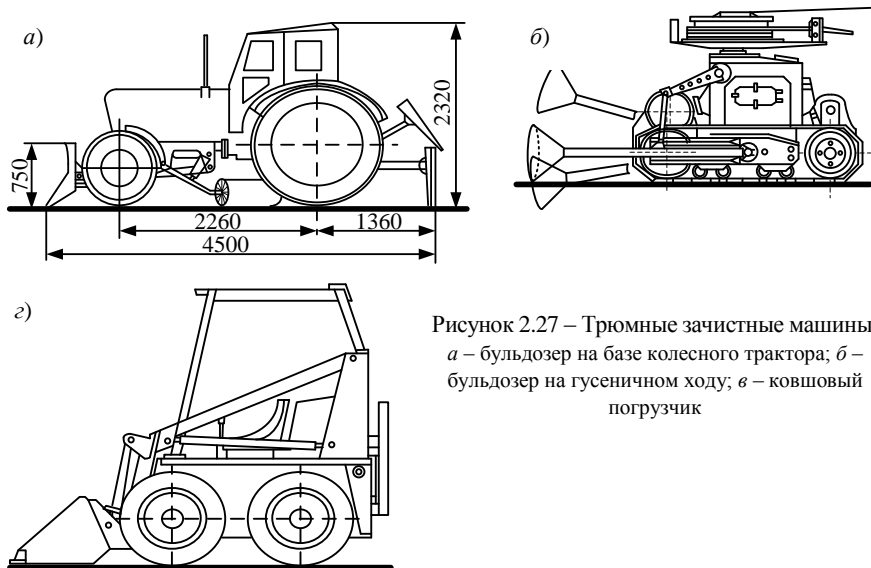


Рисунок 2.27 – Трюмные зачистные машины:
 а – бульдозер на базе колесного трактора; б –
 бульдозер на гусеничном ходу; в – ковшовый
 погрузчик

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 гидрозачистные станции (рисунок 2.28)

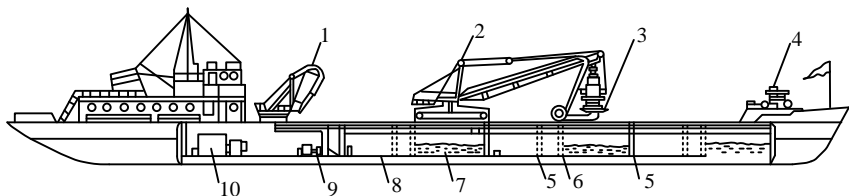


Рисунок 2.28 – Плавучая зачистная станция:

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

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.

При необходимости перед гидрозачисткой в трюм разгружаемого судна может быть спущен бульдозер. Он ведет подгребку груза, который нецелесообразно зачищать смывом.

Плавучую 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 разгрузка, 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 2.29, а) и W-образным (рисунок 2.29, б) профилем 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.

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.

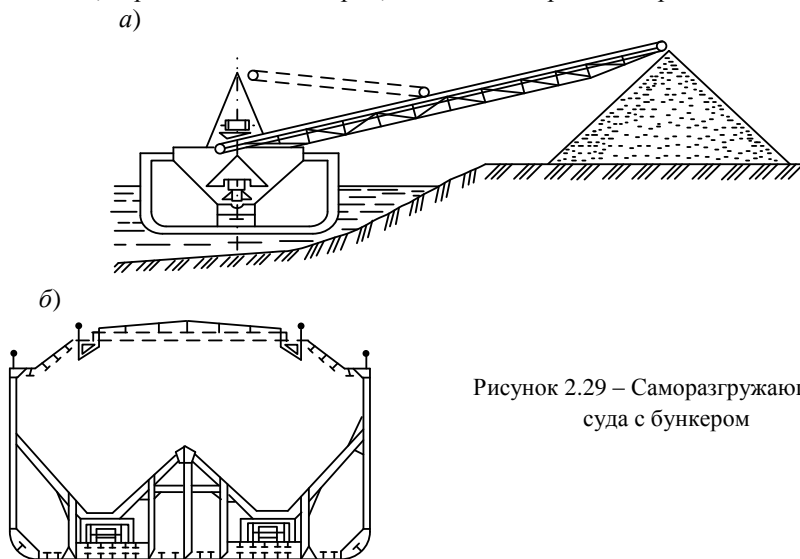


Рисунок 2.29 – Саморазгружающиеся суда с бункером

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.

2.4 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 разгрузке 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 2.30).

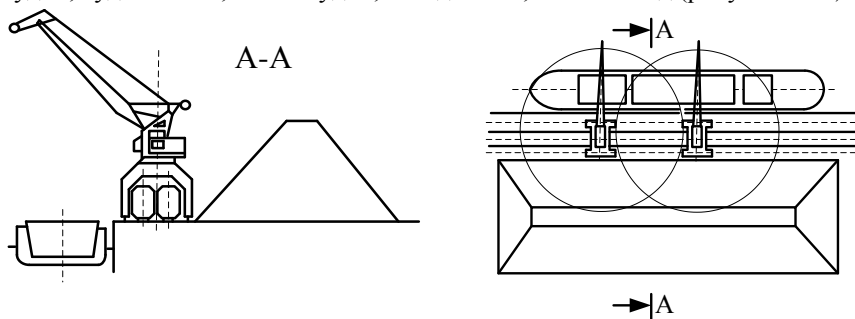


Рисунок 2.30 – Схема механизации с одной линией порталных кранов

Для складов большой емкости используются схемы с двумя линиями однотипных (рисунок 2.31) или разнотипных (рисунок 2.32) кранов.

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.

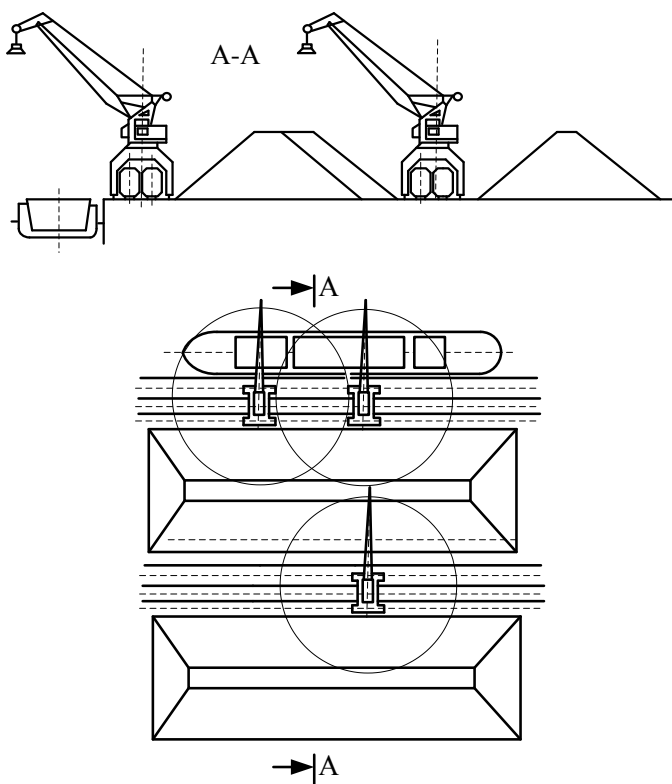


Рисунок 2.31 – Схема механизации с двумя линиями порталных кранов

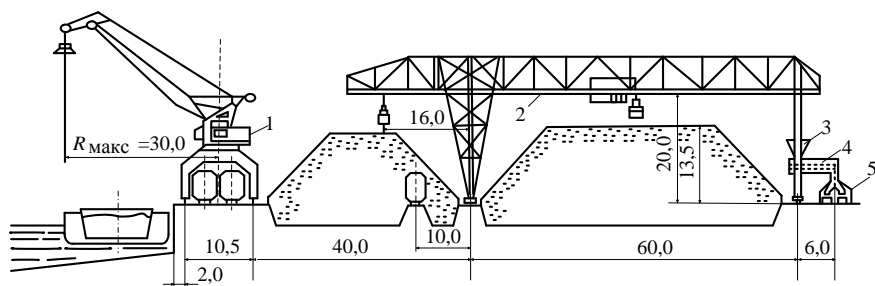


Рисунок 2.32 – Схема механизации с порталным краном и мостовым перегружателем:
 1 – порталный кран; 2 – перегружатель; 3 – приемный бункер; 4 – питатель; 5 – стационарный конвейер

Более производительны схемы механизации с кранами типа «Кенгуру», имеющими на портале приемный бункер и отвалообразователь (рисунок 2.33).

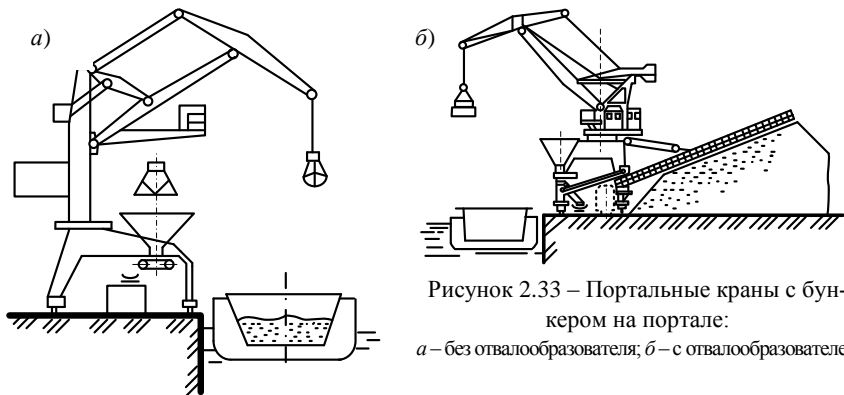


Рисунок 2.33 – Портальные краны с бункером на портале:
а – без отвалообразователя; б – с отвалообразователем

Схема выгрузки из судов навалочных грузов крытого хранения приведена на рисунке 2.34.

Портальный кран, оборудованный грейфером для сыпучих грузов, подает грузы в крытый склад через открывающиеся люки в крыше. Перемещение внутри склада осуществляет мостовой грейферный кран.

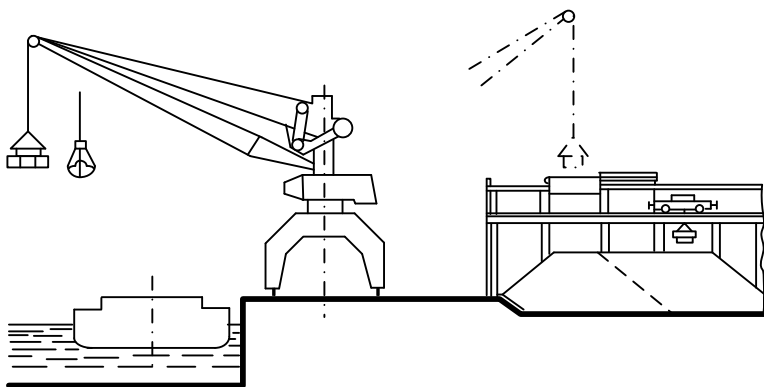


Рисунок 2.34 – Схема механизации перегрузки навалочного груза портальным краном при закрытом складе

Схема погрузки навалочных грузов крытого хранения в суда приведена на рисунке 2.35.

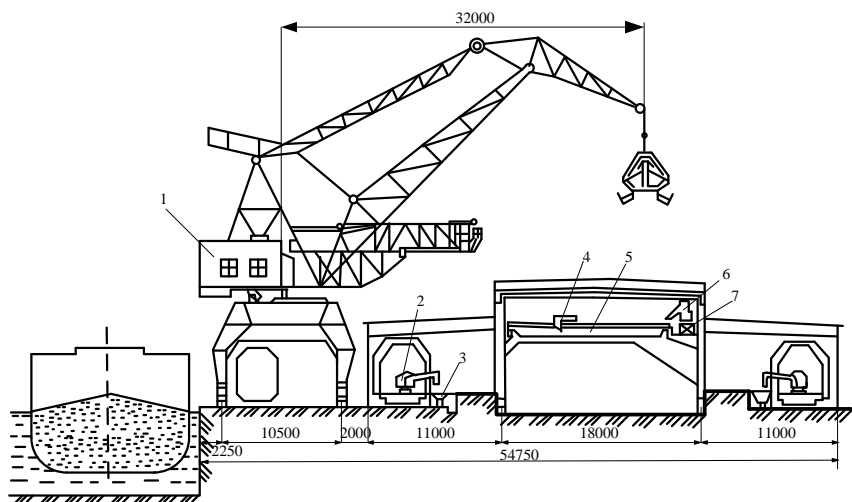


Рисунок 2.35 – Схема комплекса для погрузки навалочных грузов закрытого хранения в суда:

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 2.36). При необходимости перемещения

груза на значительное расстояние от кромки берега используют систему береговых конвейеров (рисунок 2.37)

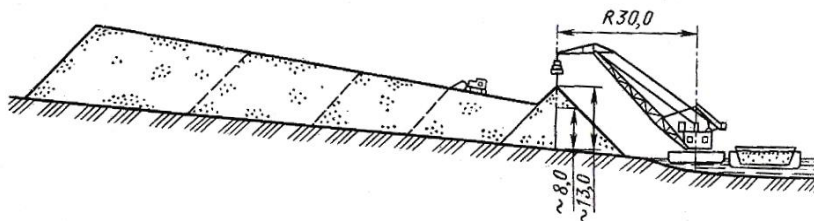


Рисунок 2.36 – Схема механизации выгрузки навалочных грузов из судов с плавучим грейферным краном и бульдозером

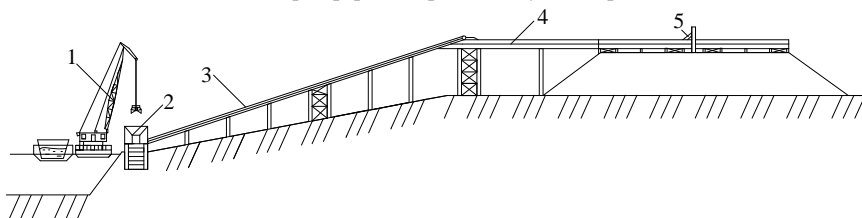


Рисунок 2.37 – Схема механизации с плавучим краном и системой ленточных конвейеров:
1 – плавучий кран; 2 – бункер; 3 – наклонный конвейер; 4 – горизонтальный конвейер; 5 – сбрасывающая тележка

При больших грузооборотах причала и склада применяют схемы с мостовыми перегружателями (рисунки 2.38, 2.39). 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 и скорость движения тележки 5–6 м/с. Однако мостовые перегружатели требуют больших капиталовложений.

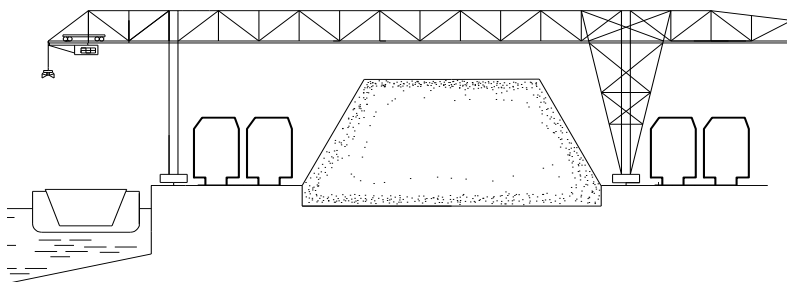


Рисунок 2.38 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя

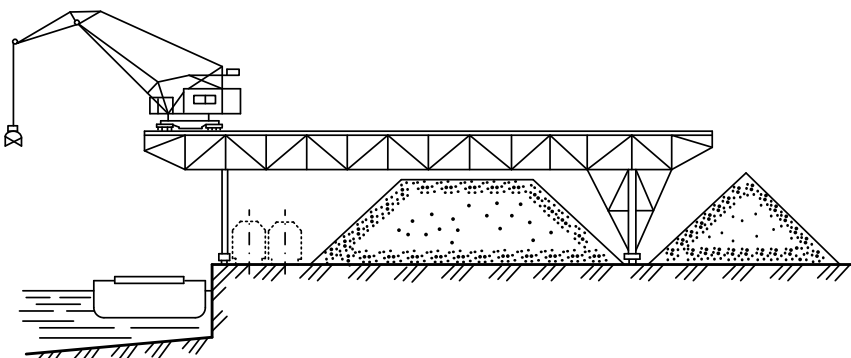


Рисунок 2.39 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя, оборудованного катучим поворотным краном

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 2.40). 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 2.40). Иногда приемная воронка устанавливается на передней опоре, а груз на складе перемещается системой ленточных конвейеров.

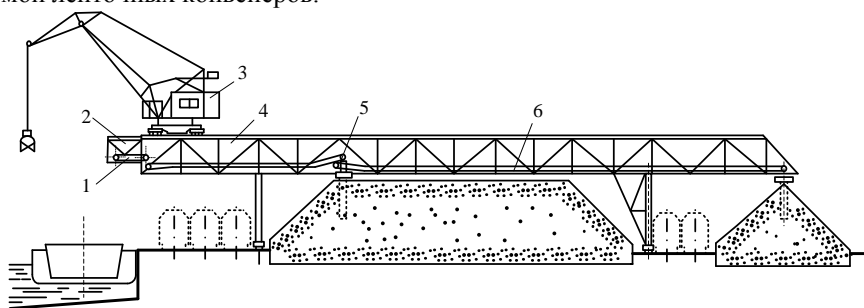


Рисунок 2.40 – Схема механизации с использованием мостового перегружателя, оборудованного ленточным конвейером:

- 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 2.41 показана схема механизации с грейферно-бункерным перегружателем (3) и роторно-конвейерным погруз-

чиком-отвалообразователем (реклаймером) (13). При перегрузке по прямому варианту захваченный грейфером в трюме груз высыпается в бункер (2) и с помощью разгрузочной установки (1) ссыпается 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, 9) и роторно-конвейерным погрузчиком-отвалообразователем (13).

Загрузка вагонов и автомобилей в тыловой части осуществляется передвижным загрузочным устройством (7), на которое груз, минуя склад, подается системой конвейеров (8, 10, 9, 11, 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 2.42).

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 разгрузки судов и загрузки вагонов в тыловой части причала в каждом пролете между эстакадами установлено по два мостовых крана.

При больших грузооборотах для перевалки массовых навалочных грузов (угля, руды) из вагонов в суда используют высокопроизводительные схемы в сочетании с вагоноопрокидывателями.

На рисунке 2.43 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 пульта с аппаратурой автоматического управления в здании вагоноопрокидывателя и на кордоне причала.

После разгрузки 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 разгрузку следующий вагон. Аналогично работает и второй вагоноопрокидыватель.

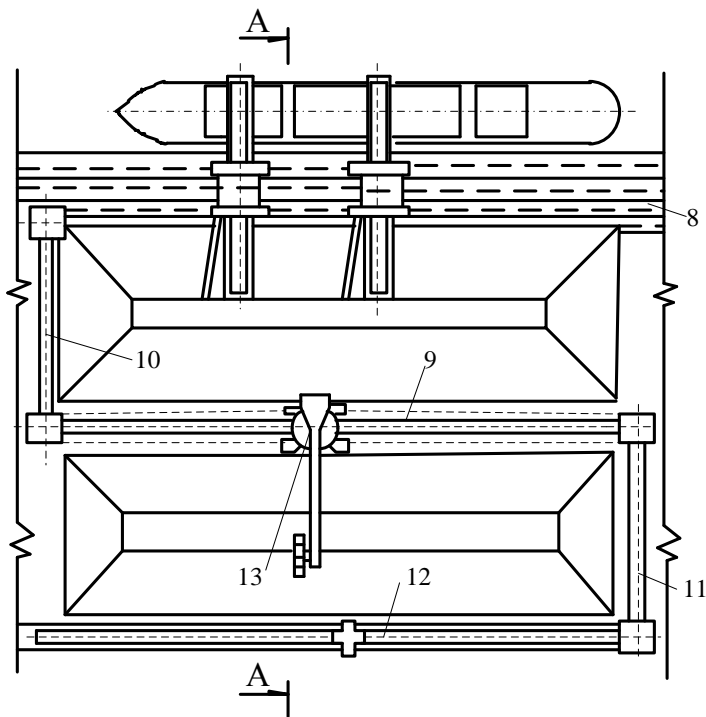
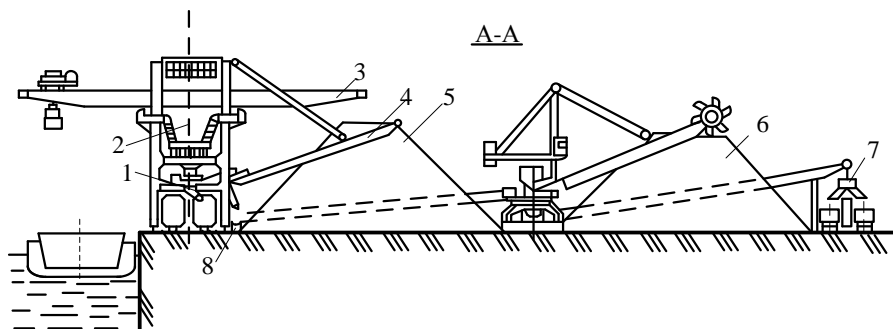


Рисунок 2.41 – Схема механизации с использованием грейферно-бункерного перегружателя и роторно-конвейерной машины

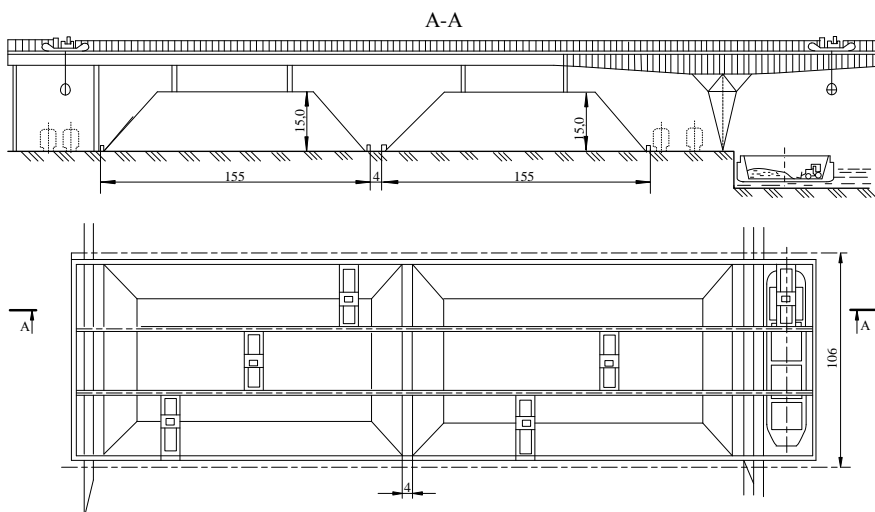


Рисунок 2.42 – Схема механизации с использованием мостовых грейферных кранов на эстакаде

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 послойную загрузку судна. Для монтажных работ в здании вагоноопрокидывателя установлен мостовой кран 4. Управление комплексом осуществляется с пультa.

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 по 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 механизуются с помощью роторно-конвейерных машин. Схема механизации с применением вагоноопрокидывателей и роторно-конвейерных машин для погрузки руды в суда изображена на рисунке 2.44. Она включает: роторный 3 или боковой вагоноопрокидыватели с приемным бункером 4, систему ленточных конвейеров 1, 5, 7, 9, 10, 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 в склад-судно.

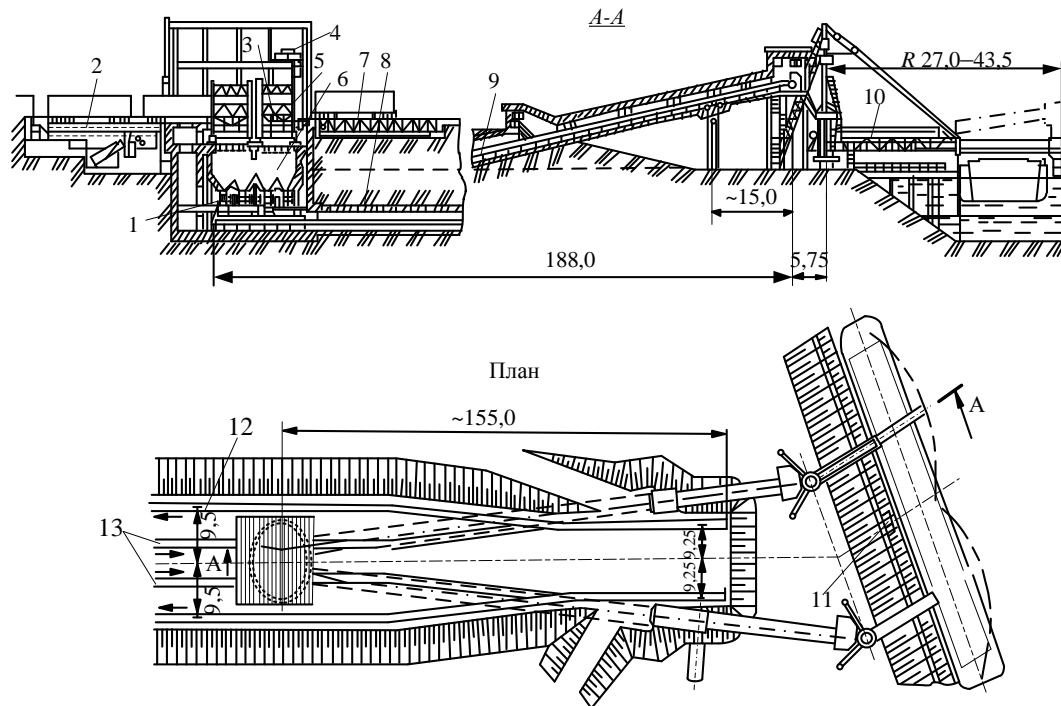


Рисунок 2.43 – Конвейерная схема механизации погрузки угля:

1 – ленточные питатели; 2 – автоматический расцепитель-толкатель; 3 – замедлитель движения вагонов; 4 – мостовой кран; 5 – роторный вагонопрокидыватель; 6 – бункер; 7 – выгигиватель вагонов; 8, 9 – ленточные конвейеры; 10 – погрузочные машины; 11 – здание пульты управления; 12 – железнодорожный путь для порожних полувагонов; 13 – путь для подачи груженых вагонов

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 дороги 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 порталными кранами для подачи груза в суда. На рисунке 2.45 изображена такая схема для перегрузки кварцитов. Зачистка вагонов осуществляется с помощью гидрозачистной установки, которая установлена на специальном портале, оборудованном люкоподъемниками.

Схемы с эстакадным способом разгрузки 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 разгрузка вагонов без люков. Причал узко специализирован и трудно сочетается со смежными причалами.

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 легкой 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 2.46. 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 сбрасываю-

щей 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.

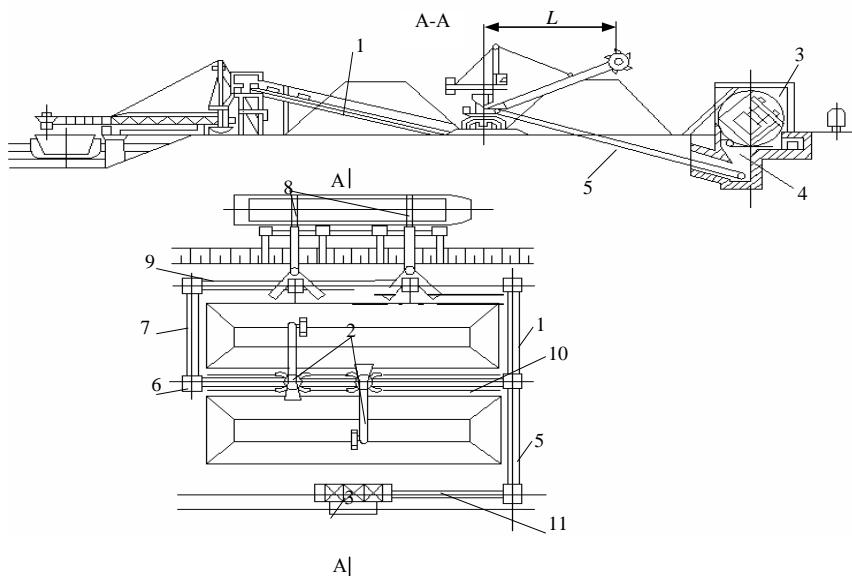


Рисунок 2.44 – Схема механизации с вагоноопрокидывателем и комплексом машин непрерывного действия

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 2.47). Гидрперегружатель 3 смонтирован на пон-

тоне 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.

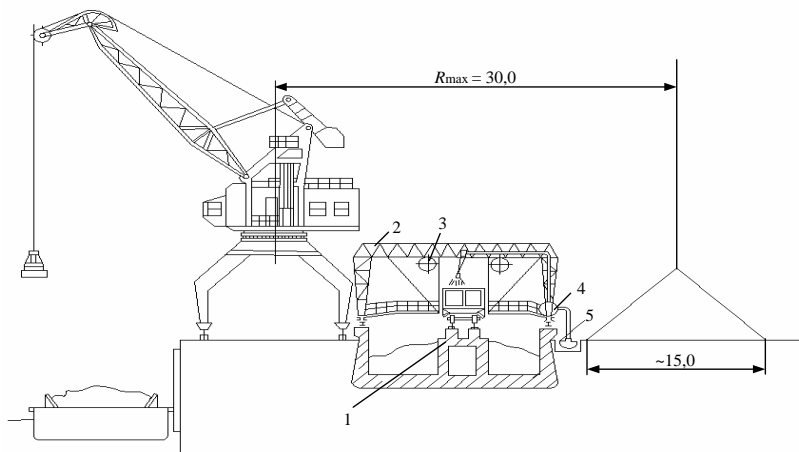


Рисунок 2.45 – Схема механизации перегрузки кварцитов с гидрозачисткой вагонов:
 1 – эстакада; 2 – машина для открывания и закрывания люков и гидрозачистки вагонов;
 3 – люкоподъемники; 4 – насос для подачи смывной воды; 5 – желоб питания насоса водой

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 2.48. 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.

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 раз). Для устранения этого недостатка применяются эжекторные установки (рисунки 2.49). Насос 3 этой установки забирает заборную 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 месту выгрузки. Установка способна подавать груз на высоту до 12 м и перемещать его на расстояние до 100 м. Ее производительность 1200–1500 т/ч.

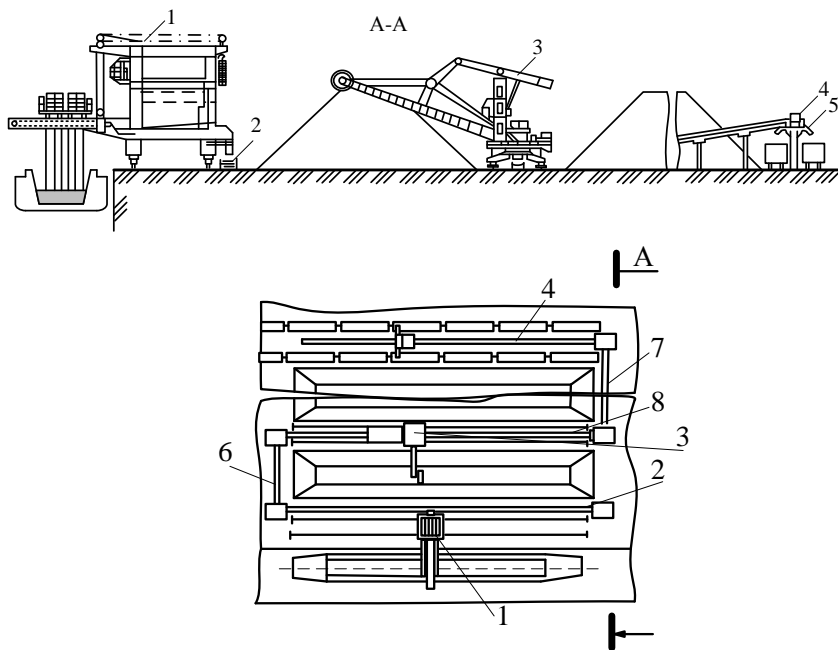
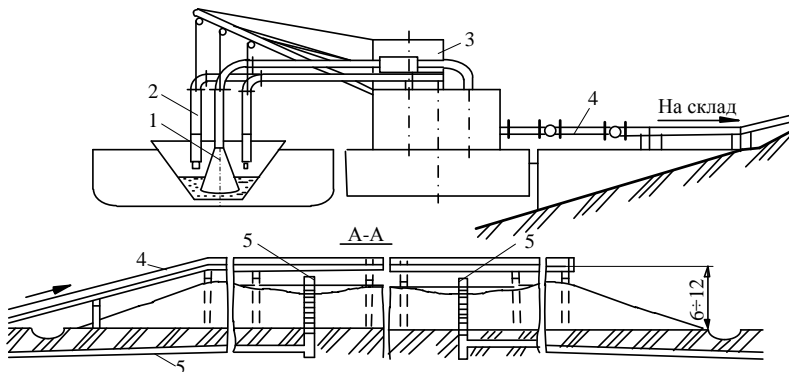


Рисунок 2.46 – Схема механизации с береговым норийно-конвейерным перегружателем



План склада

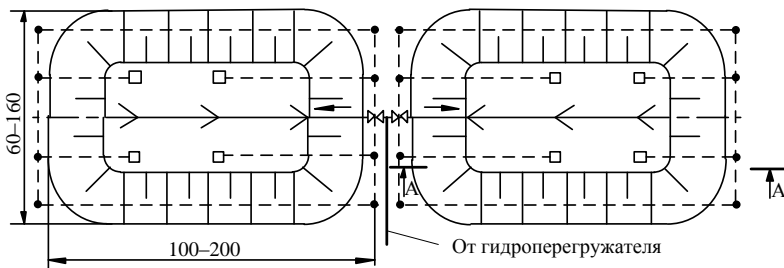


Рисунок 2.47 – Схема механизации с гидронегажателем

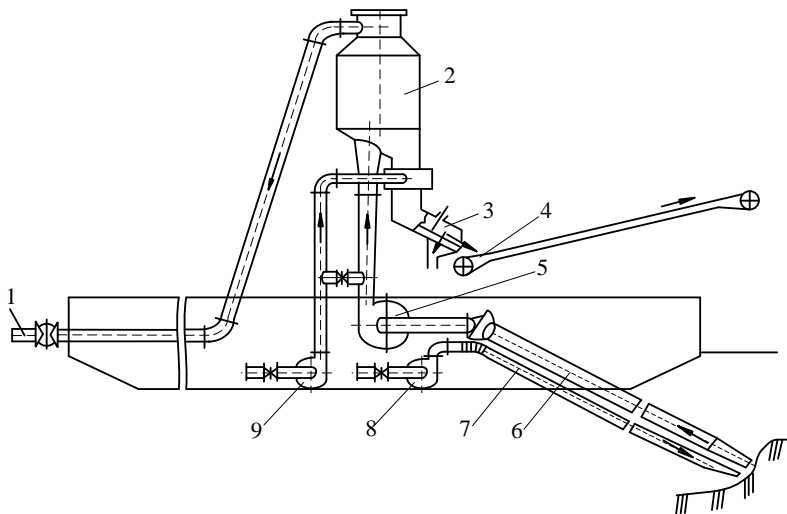


Рисунок 2.48 – Схема работы плавучего гидрокласификатора

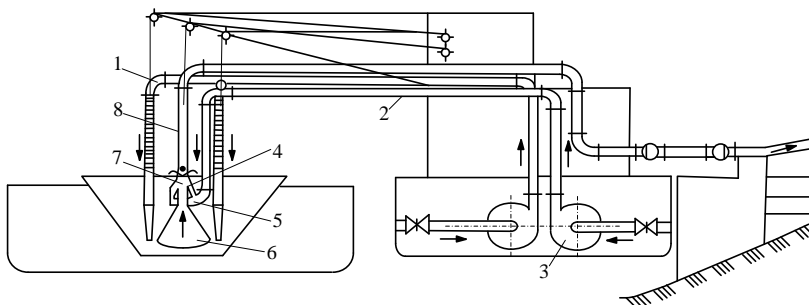


Рисунок 2.49 – Схема работы плавучего гидроклассификатора

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 гидрперегрузателей возможно только для перегрузки таких грузов, которые не боятся воздействия воды и имеют определенный гранулометрический состав.

Анализ развития современных способов перегрузки, наметившиеся тенденции в этой области и проводимые исследования позволяют отметить следующие основные направления в развитии механизации перегрузочных работ с навалочными грузами:

- 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 разгрузки вагонов роторных и боковых вагонопрокидывателей с автоматизацией подачи и уборки вагонов, использование принципа самотечной разгрузки вагонов (через днищевые люки) на разгрузочных эстакадах со средствами механизации для открывания и закрывания люков, оборудование парка вагонов средствами централизованного открытия 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 разгрузки 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 разгрузку 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.

2.5 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 (паке-тированные, контейнеры) и др. В таких пунктах целесообразно создавать универсальные причалы, обеспечивающие переработку всех грузов на од-ном причале. Их можно оснащать схемами механизации перегрузки с мо-стовым грейферным краном на однопролетной эстакаде (рисунок 2.50). В тыловой части причала расположен склад для хранения затаренных мине-ральных 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 ков-шового элеватора 4. Отсюда груз может поступать или в силос 5, или в спе-циальные емкости, находящиеся в крытой части склада.

При перемещении краном штучных грузов грейфер заменяют на другое захватное приспособление.

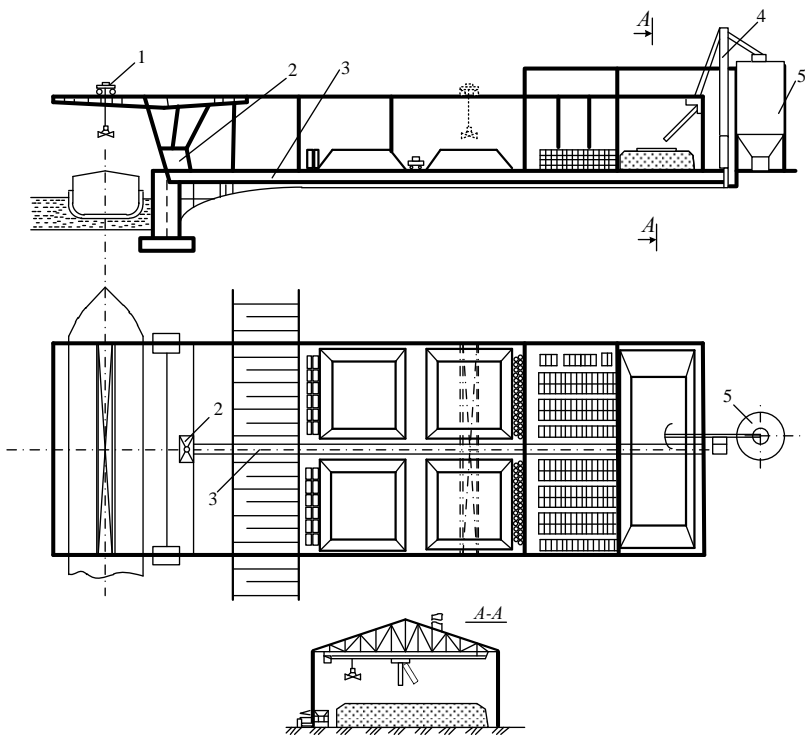


Рисунок 2.50 – Схема механизации с мостовыми кранами на однопролетной эстакаде для выгрузки из судов насыпных и штучных грузов открытого и крытого хранения

2.6 Расчет параметров складов по элементарным площадкам

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 конвейера, 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.

Число обелисковых 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

$$n_{\text{шт}} = \frac{E_c}{V\gamma}, \quad (2.1)$$

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 –

$$n_c = \frac{E_c}{V_c\gamma}, \quad (2.2)$$

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

$$n_c = \frac{\frac{E_c}{\gamma} + V_3(m+n-1)}{V_c + V_3}, \quad (2.3)$$

где V_3 – вместимость звездочки, м³;

m – число силосов по ширине;

n – число силосов по длине;

V_c – вместимость силоса, м³.

Схема к расчету вместимости силоса и звездочки приведена на рисунке 2.51.

Вместимость силоса

$$V_c = \frac{\pi D^2 \left(H - \frac{D}{2} \operatorname{tg} \rho \right)}{4} + \frac{\pi D^2 \operatorname{tg} \rho}{24} + \frac{\pi}{12} \left(D^2 h_0 + \frac{D^2 b_0 \operatorname{tg} \beta}{2} - b_0^3 \operatorname{tg} \beta \right), \quad (2.4)$$

или в упрощенном виде

$$V_c = \frac{\pi D^2 H}{4}, \quad V_3 = D^2 H \left(1 - \frac{\pi}{4} \right), \quad (2.5)$$

где H – высота силоса, м;

h_0 – высота конусной выпускной части бункера, м;

b_0 – диаметр выпускного отверстия, м;

β – угол откоса выпускной части бункера.

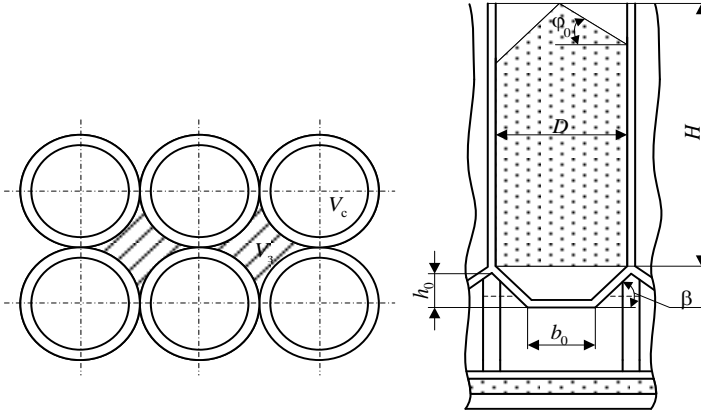


Рисунок 2.51 – Схема к расчету силосного склада

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 КМАПРР.

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 КМА-ППР	–	–
Конусный	$V = \frac{H}{3} \pi R^2$	–	–	$H = R \operatorname{tg} \rho$	$R = \frac{H}{\operatorname{tg} \rho}$	–	–
Радиальный	$V = \frac{H \pi}{720} (R^2 - 2^2) + \frac{\pi H B^2}{12}$	–	–	Определяется типом ПРМ и схемой КМАППР	Определяется типом ПРМ и схемой КМА-ППР	–	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 , $F = \left[\frac{H^2}{\operatorname{tg} \rho} + bH - \frac{b^2}{4} \operatorname{tg} \rho + \frac{2h}{\operatorname{tg} \rho} + 2b_1 h \right]$; $V = FL$	$L = \frac{E_c}{\gamma E}$	–	–	–	$h = \frac{B - 2b_1}{4} \operatorname{tg} \rho$	–

3 ПОРОШКООБРАЗНЫЕ И ПЫЛЕВИДНЫЕ ГРУЗЫ

3.1 Характеристика грузов и способы их перевозки и хранения

К порошкообразным грузам относятся материалы, диаметр частиц которых равен 0,05–0,50 мм, а к пылевидным с размером частиц менее 0,05 мм. Речным транспортом перевозят цемент, известь, гипс, апатитовый концентрат и различные минеральные удобрения.

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 и 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.

3.2 Погрузочно-разгрузочные 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 (пневматиче-

ские установки, конвейеры, элеваторы, погрузчики непрерывного действия, разгрузчики непрерывного действия).

Загрузка 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 разгрузки 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 разгружают вагоны, но могут одновременно перемещать груз на значительные расстояния и подавать его в силосные склады.

Все 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 разгрузка 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.

3.3 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 3.1) с использованием в качестве фронтальной машины 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.

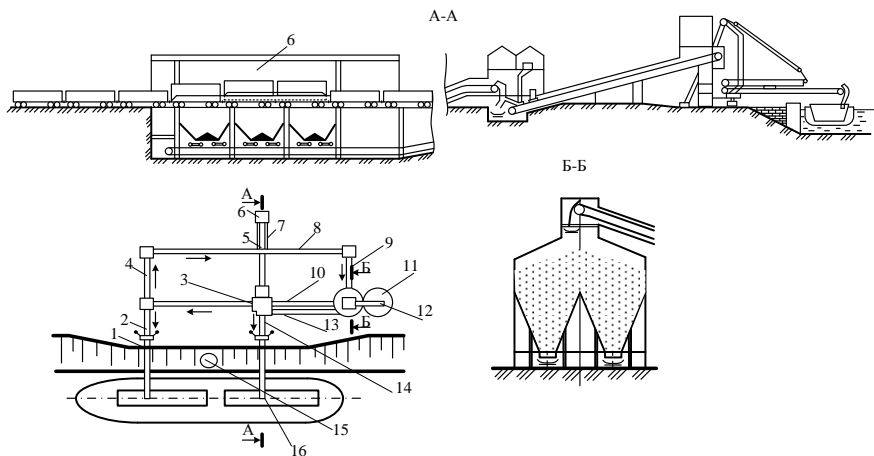


Рисунок 3.1 – Схема механизации погрузки в суда апатитового концентрата

Перевозка апатитового концентрата на железной дороге производится 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. Разгрузка 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 сыпается 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 необходимости. 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 3.2.

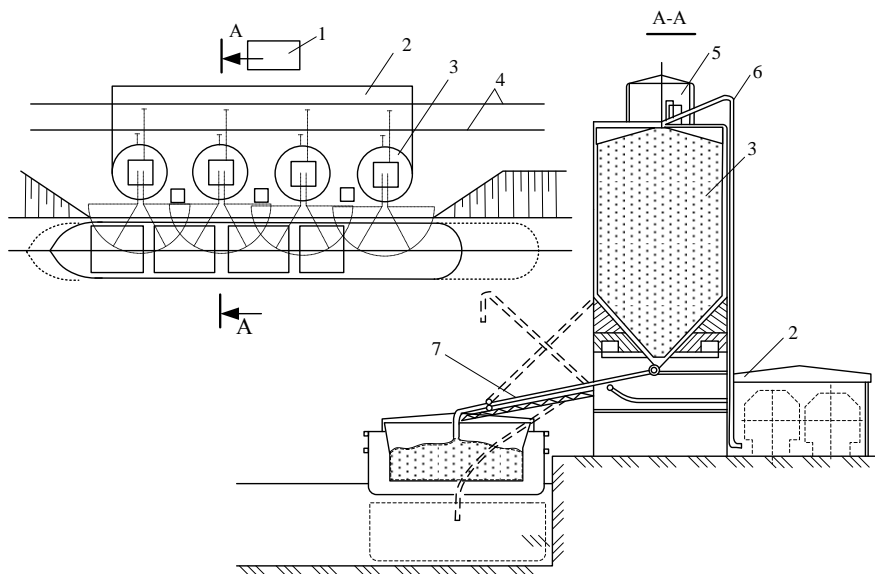


Рисунок 3.2 – Схема механизации погрузки в суда порошкообразных материалов при разложении силосных складов на кордоне

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 воздухопровод в силосные фильтры 5 и после очистки выбрасывается в атмосферу.

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 3.3).

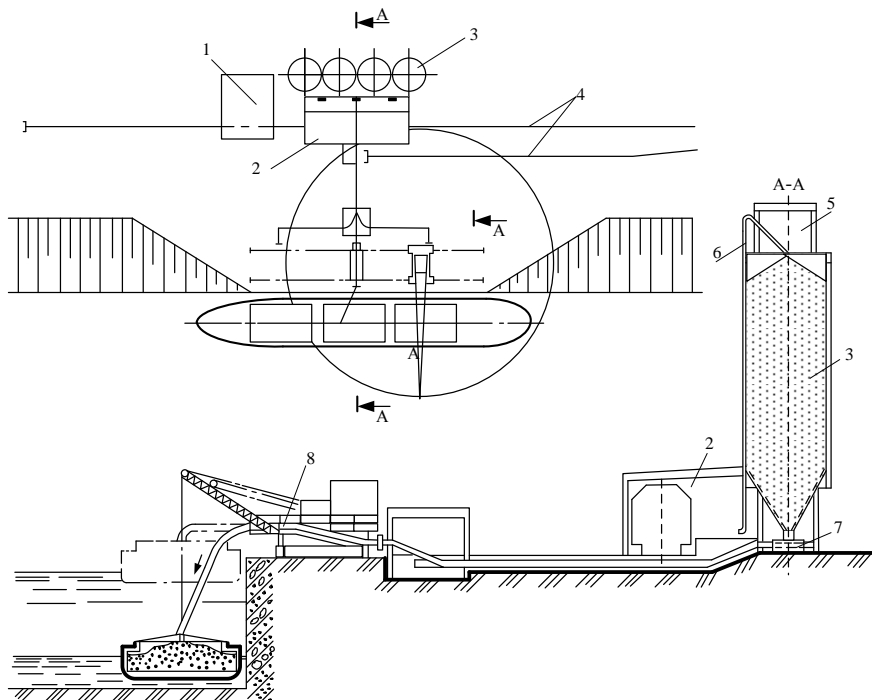


Рисунок 3.3 – Схема механизации погрузки цемента при расположении силосных складов в тылу причала:

- 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

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 пневматиче-

ским транспортом. Поэтому наряду с пневматическими используются также и механические перегрузочные установки.

Для выгрузки апатита из судов применяется схема механизации с использованием грейферно-бункерных перегрузчиков (рисунок 3.4). 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.

Производительность установки при одном перегрузчике составляет 200 т/ч.

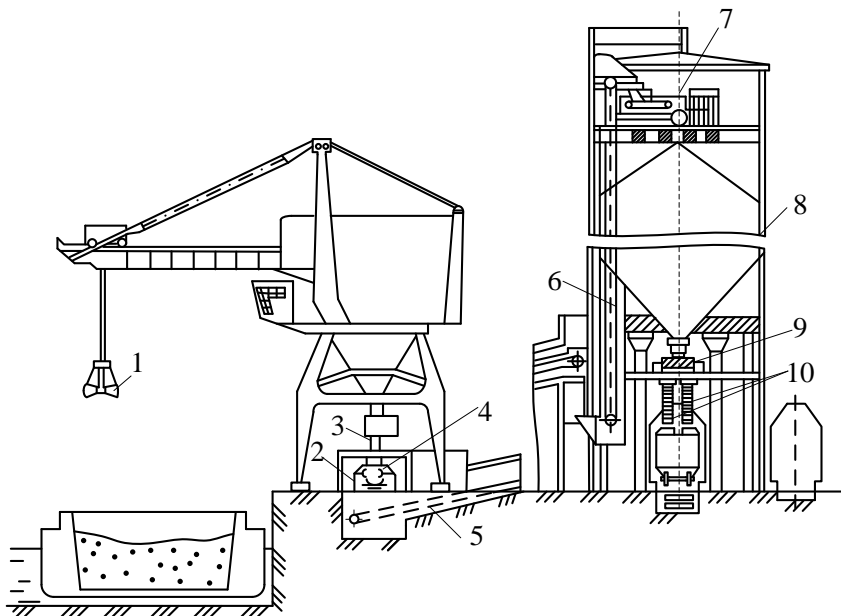


Рисунок 3.4 – Схема механизации с использованием грейферно-бункерного перегрузчика для выгрузки апатита

Схема механизированной выгрузки порошкообразных грузов из судов с использованием роторно-элеваторного разгрузчика непрерывного действия приведена на рисунке 3.5.

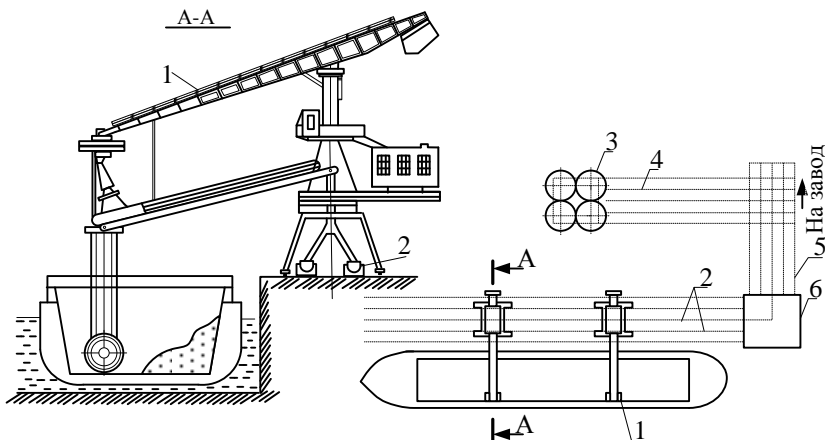


Рисунок 3.5 – Схема механизации выгрузки порошкообразных грузов роторно-элеваторным разгрузчиком:

1 – разгрузчик; 2 – прикордонный 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 сислосного 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 разгрузки 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 3.6) включает цементоперегружатель, береговой бункер с пневмовинтовым насосом и силосный склад. Схема имеет много передаточных узлов, сложна и обеспечивает относительно невысокую производительность разгрузки 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 3.7) 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.

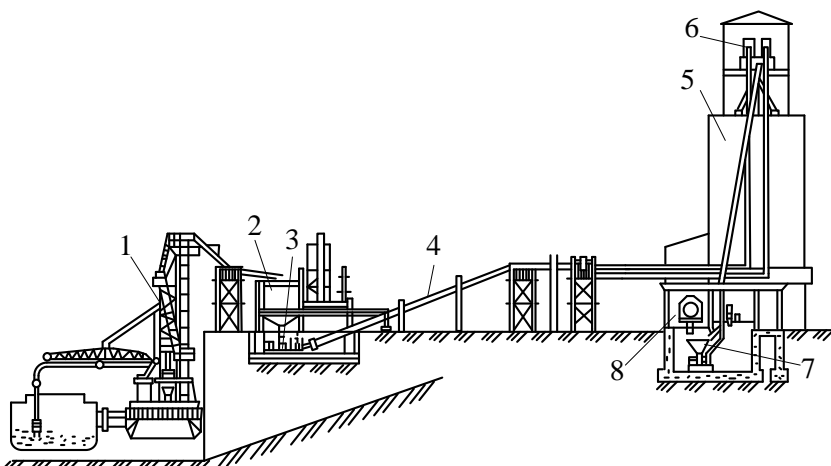


Рисунок 3.6 – Схема механизации с плавучим всасывающим цементоперегрузателем:
 1 – плавучий цементоперегрузатель; 2 – береговой приемный бункер; 3 – пневмовинтовой насос;
 4 – цементопровод; 5 – силосный склад; 6 – циклоны (воздухоотделители); 7 – пневмоподъемник;
 8 – галерея для выгрузки и погрузки вагонов и автоцементовозов

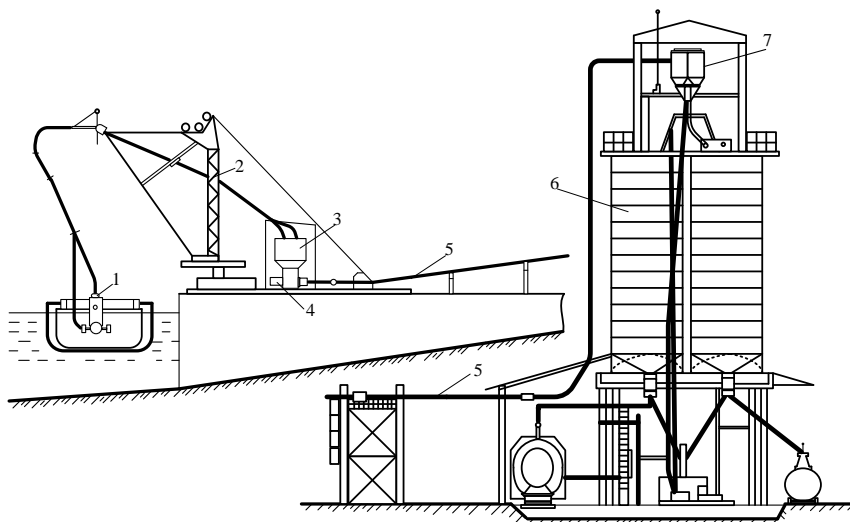


Рисунок 3.7 – Схема механизации с самоходным пневматическим разгрузчиком:
 1 – самоходное заборное устройство (разгрузчик); 2 – поворотный кран на колонне; 3 – приемный бункер;
 4 – пневмовинтовой насос; 5 – трубопровод; 6 – силосный склад; 7 – циклоны-отделители

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 разгрузки 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 разгрузочными 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 специа-

лизированных 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 воздуходушных 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.

3.4 Расчет параметров складов по элементарным площадкам

Расчет параметров складов производится по методике приведенной в подразд. 2.5

4 ЗЕРНОВЫЕ ГРУЗЫ

4.1 Характеристика, 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 зернами, 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 4.1 приведены основные характеристики грузов.

Таблица 4.1 – 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 4.2).

Таблица 4.2 – Классификация зерновых грузов в зависимости от влажности

Зерновой груз	Влажность, %			
	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:

$$e = \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{р}}} \cdot 100. \quad (4.1)$$

Различают следующие виды примесей зерновых грузов:

- *минеральные* – земля, камни, пыль и т.д.;
- *органические* – солома, солома и т.д.;
- *зерновые* – битые и порченые 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 все 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 необходимо 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; на причалах зерновых элеваторов, выгружающих зерно из судов, ведущих его обработку (очистку, сушку) и хранение, а также отправку в пункты потребления; на причалах мельничных и комбикормовых комбинатов, выгружающих и отправляющих зерно и свою продукцию; на 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.

4.2 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 рисунках 4.3 и 4.4, облегченной сводчатой конструкции из тонкостенных элементов длиной 90 м, вместимостью 4,2 тыс. т – на рисунке 4.5

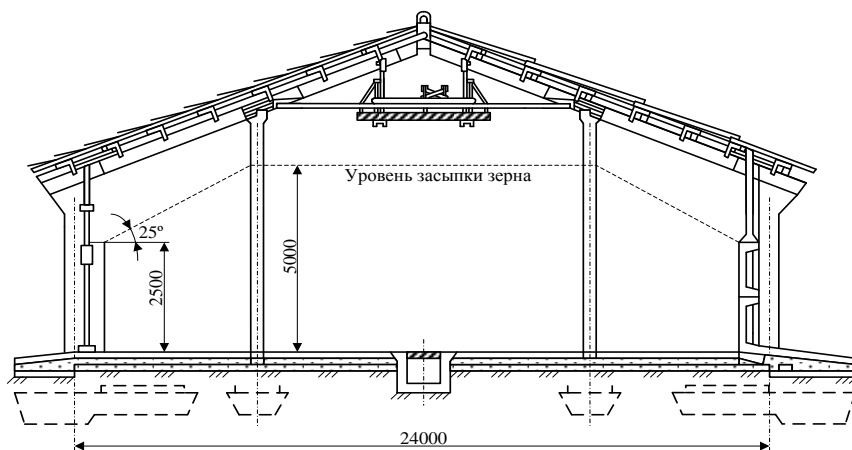


Рисунок 4.3 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона без заглабления пола

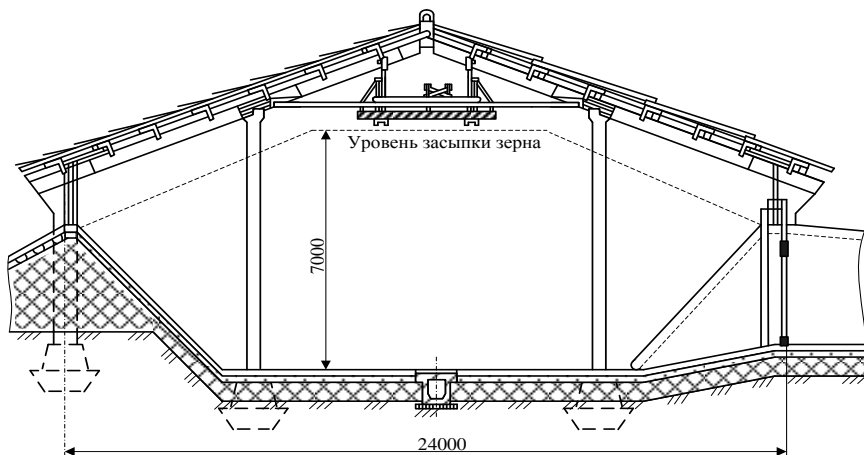


Рисунок 4.4 – Типовой механизированный зерновой склад из сборного железобетона с заглаблением пола

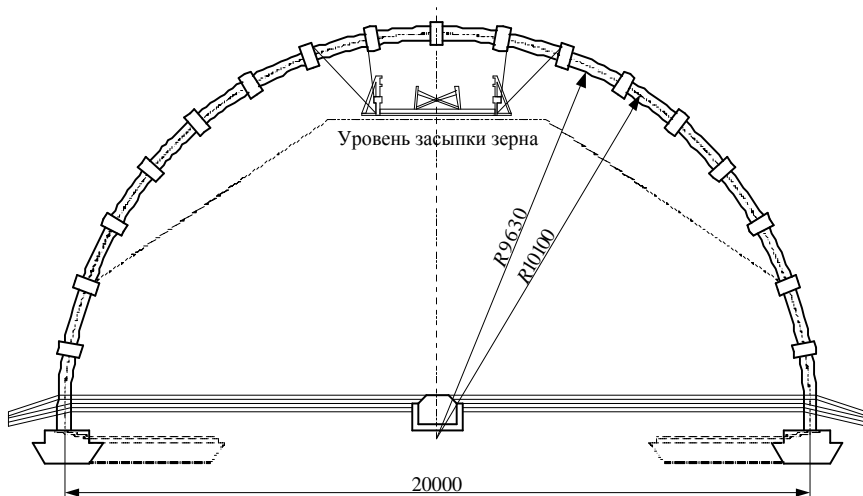


Рисунок 4.5 – Механизированный зерновой склад облегченной сводчатой конструкции

Схема механизированного перемещения зерна в складах павильонного типа приведена на рисунке 4.6.

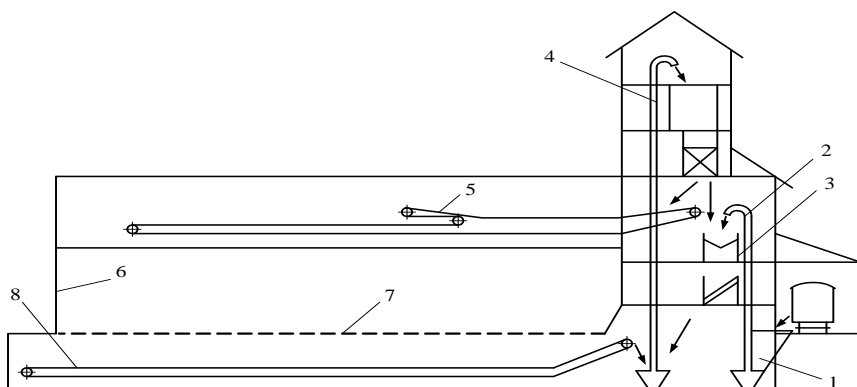


Рисунок 4.6 – Технологическая схема перемещения зерна в механизированном складе:
 1 – приемный бункер; 2 – ковшовый элеватор; 3 – первоочистительные устройства;
 4 – ковшовый элеватор; 5 – конвейер; 6 – склад; 7 – питатели; 8 – конвейер

Зерно, поступающее с транспортных средств в приемные бункера 1, поднимается ковшовым элеватором 2 на первоочистительные устройства 3, после которых ковшовым элеватором 4 подается на конвейер 5 для заполнения 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 первоочистительные устройства (проветривание, охлаждение, сушка и т.п.) на конвейер 5 или на транспортные средства.

На рисунке 4.7, а показан план и разрез башни заготовительного элеватора. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных на автомобильных весах, предназначены бункеры, расположенные 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 норрии. Затем его поднимают наверх и после взвешивания по отпускным трубам загружают в вагоны.

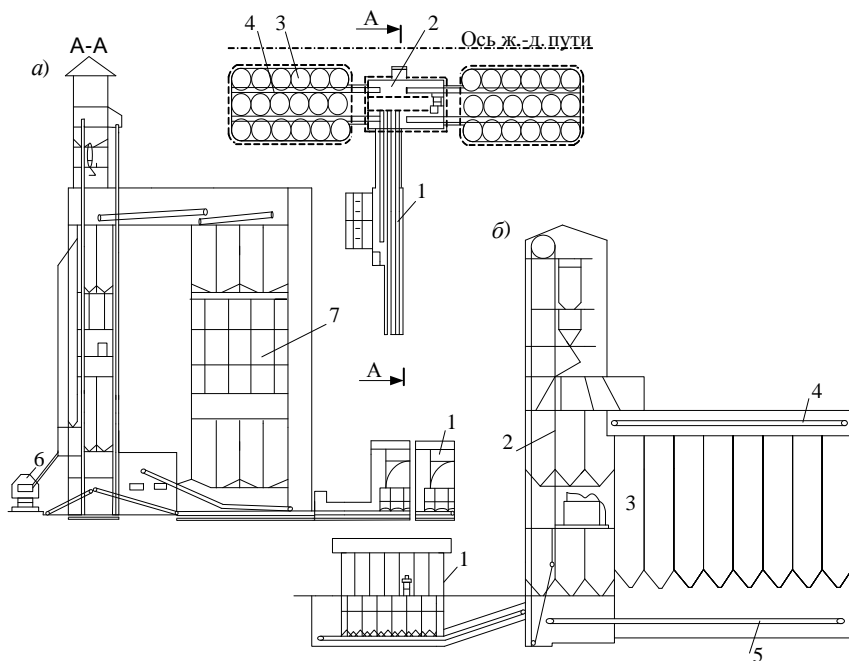


Рисунок 4.7 – Заготовительный элеватор для зерна:

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

Технологическая схема движения зерна через силосы и башню элеватора показана на рисунке 4.7, б. Для приема зерна из автомобилей, предварительно взвешенных 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, перемещающие зерно в элеваторной башне 2. Здесь, при необходимости, зерно подвергают очистке, сушке в сушилке 7 или сразу же поднимают его нориями на верх башни, взвешивают на автоматических ковшовых весах и передают на ленточные надсилосные конвейеры 4. С этих 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 разгрузки и перестановки вагонов.

Продолжительность освобождения ларей от зерна, мин,

$$T_{\text{л}} = nt_{\text{л}}, \quad (4.2)$$

где n – число ларей (бункеров) приема зерна;

$t_{\text{л}}$ – время освобождения от зерна одного ларя, мин,

$$t_{\text{л}} = t_1 + t_2 + t_3; \quad (4.3)$$

t_1 – чистое время освобождения ларя, мин,

$$t_1 = 60 \frac{q_{\text{в}}}{\Pi_3}; \quad (4.4)$$

$q_{\text{в}}$ – 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, принимается $t_2 = 1$ мин;

t_3 – период между концом выпуска зерна из одного ларя и началом выпуска зерна из другого ларя, принимается $t_3 = 0,5 \dots 1$ мин.

Зная продолжительность разгрузки вагона $t_{\text{р}}$, уборки и постановки вагонов под разгрузку $t_{\text{уб}}$, получим

$$T_{\text{л}} = t_{\text{р}} + t_{\text{уб}} \quad (4.5)$$

или

$$nt_{\text{л}} = t_{\text{р}} + t_{\text{уб}}. \quad (4.6)$$

Необходимое число ларей

$$n = \frac{t_{\text{р}} + t_{\text{уб}}}{t_{\text{л}}}. \quad (4.7)$$

Количество вагонов, разгружаемых одним приемным конвейером и ковшовым элеватором,

$$n_{\text{в}} = \Pi_3 \frac{24 - (t_{\text{уб}} N_{\text{под}}) / 60}{q_{\text{в}}}, \quad (4.8)$$

где $N_{\text{под}}$ – число подач вагонов в сутки.

Следовательно, число линий приемных устройств (ларей, конвейеров и ковшовых элеваторов) для разгрузки $n_{\text{сут}}$ вагонов в сутки

$$Z = \frac{n_{\text{сут}}}{n_{\text{в}}}. \quad (4.9)$$

Продолжительность загрузки вагонов зерном на элеваторах через самотечные (отпускные) трубы

$$T_{\text{гр}} = t_{\text{подг}} + \frac{Q_{\text{в}} \cdot 60}{\Pi_{\text{т}}} + t_{\text{закл}}, \quad (4.10)$$

где $t_{\text{подг}}$ – время на подготовительные операции (открытие люков, установка хлебных щитов, заправка отпускных труб в люки; принимают $t_{\text{подг}} = 2$ мин);

$Q_{\text{в}}$ – количество зерна, загружаемого в вагоны, т;

$\Pi_{\text{т}}$ – пропускная способность отпускных труб, т/ч;

$t_{\text{закл}}$ – продолжительность заключительных операций, принимается

$$t_{\text{закл}} = 2 \text{ мин.}$$

Пропускная способность отпускной трубы, т/ч,

$$\Pi_{\text{т}} = 3600 F v \gamma \varphi, \quad (4.11)$$

где F – площадь поперечного сечения выходного отверстия бункера, м²;

v – скорость потока зерна при проходе выходного отверстия отпускного бункера, м/с,

$$v = \lambda \sqrt{3,2gR}; \quad (4.12)$$

λ – коэффициент истечения зерна, равный 0,55;

R – гидравлический радиус, м,

$$R = \frac{D}{4}; \quad (4.13)$$

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.

4.3 Погрузочно-разгрузочные 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 4.3), 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).

Разгрузчики зерна из судов изображены на рисунке 4.8, погрузчики зерна в суда на рисунке 4.9, погрузчики зерна в вагоны на рисунке 4.10, погрузчики зерна в автомобили на рисунке 4.11, разгрузчики зерна из вагонов на рисунке 4.12, разгрузчики зерна из автомобилей на рисунке 4.13, машины для складской работы с зерном на рисунке 4.14.

Подачу зерна в судно производят системой стационарных ленточных конвейеров, которая заканчивается в прикордонной 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.

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.

Таблица 4.3 – Машины, используемые в порту, для погрузки, выгрузки зерновых грузов

Наименование автопогрузчиков	Выполняемые операции											Троимные работы	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
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	+	+															
– 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						+							+				

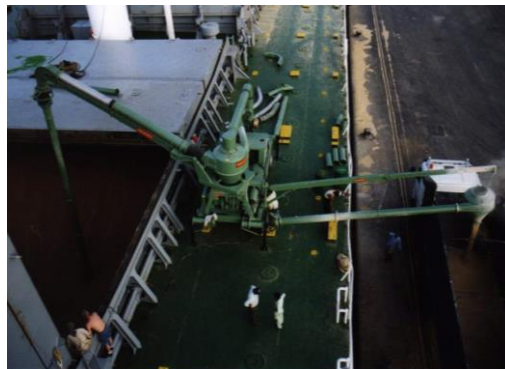


Рисунок 4.8 – Разгрузчики зерна из судов

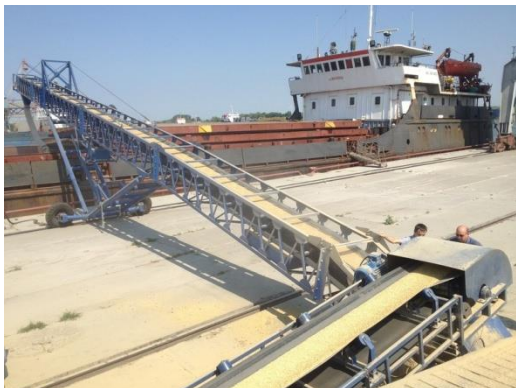


Рисунок 4.9 – Погрузчики зерна в суда



Рисунок 4.10 – Погрузчики зерна в вагоны



Рисунок 4.11 – Погрузчики зерна в автомобили



Рисунок 4.12 – Разгрузчики зерна из вагонов



Рисунок 4.13 – Разгрузчики зерна из автомобилей



Рисунок 4.14 – Машины для складской работы с зерном

Всасывающая пневматическая система лишь забирает зерно в трюме и подает его в отделитель, установленный вблизи разгружаемого судна (на кордоне). Далее в склад зерно транспортируется ковшовыми элеваторами и ленточными конвейерами.

На причале ставят одну-три стационарные всасывающие пневматические установки, каждая из которых имеет по 2–4 заборных сопла производительностью по 30–60 т/ч.

Плавающие зерноперегрузчики применяют в пунктах с неустановившимися грузопотоками и на мелких пристанях. Для обслуживания нескольких таких причалов используют одну плавающую установку, поочередно переставляемую с одного причала на другой.

Плавающие пневматические перегрузчики строят в одно- и двухбашенном исполнении производительностью до 400 т/ч.

Все более широкое применение на выгрузке зерна получают передвижные всасывающе-нагнетательные пневматические разгрузчики.

Всасывающе-нагнетательные погрузчики изготовляют 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 и 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 (норрии) и всасывающие пневматические установки. Ковшовые элеваторы используют 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 отпускных 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 разгрузки достигается при перевозке зерна в саморазгружающихся вагонах бункерного типа. В этом случае 20 вагонов грузоподъемностью по 50 т при участии шести рабочих разгружают за 2 ч. Для разгрузки автомашин применяют автомобилеразгрузчики, которые придают кузову автомашины наклон, больший на 10–15° угла есте-

стенного откоса зерна. Через открытый задний или боковой борт зерно ссыпается в приемное устройство. При перевозке в автосамосвалах зерно ссыпается за счет опрокидывания кузова.

4.4 Схемы механизированной перегрузки зерновых грузов

Для причалов хлебоприемных пунктов с грузооборотом о 50 тыс. т в год рекомендуются схемы, приведенные на рисунке 4.15.

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 разгрузки 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 4.16). Погрузчик устанавливают в прикордонной 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.

Схема механизации погрузки зерна при грузообороте 50–100 тыс. т в год (рисунок 4.17) 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 цен-

тральной 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.

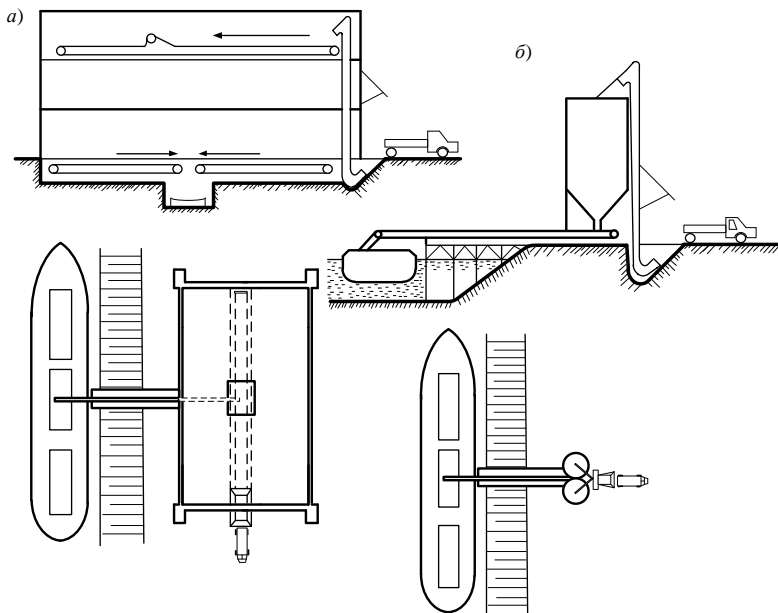


Рисунок 4.15 – Схемы механизации погрузки зерна в суда при грузооборотах до 50 тыс. т в год:

а – со складом полубункерного типа; б – с силосным складом

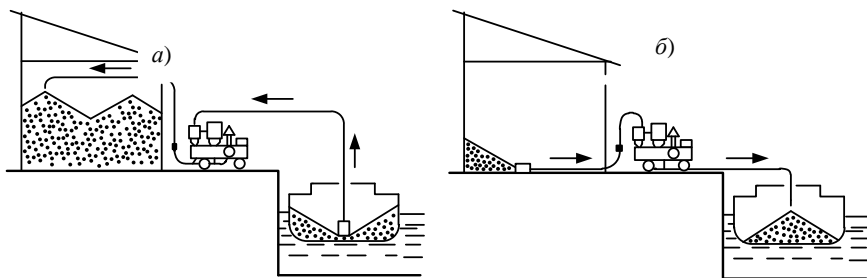


Рисунок 4.16 – Схемы механизации с всасывающе-нагнетательным погрузчиком: а – разгрузка судна; б – загрузка судна

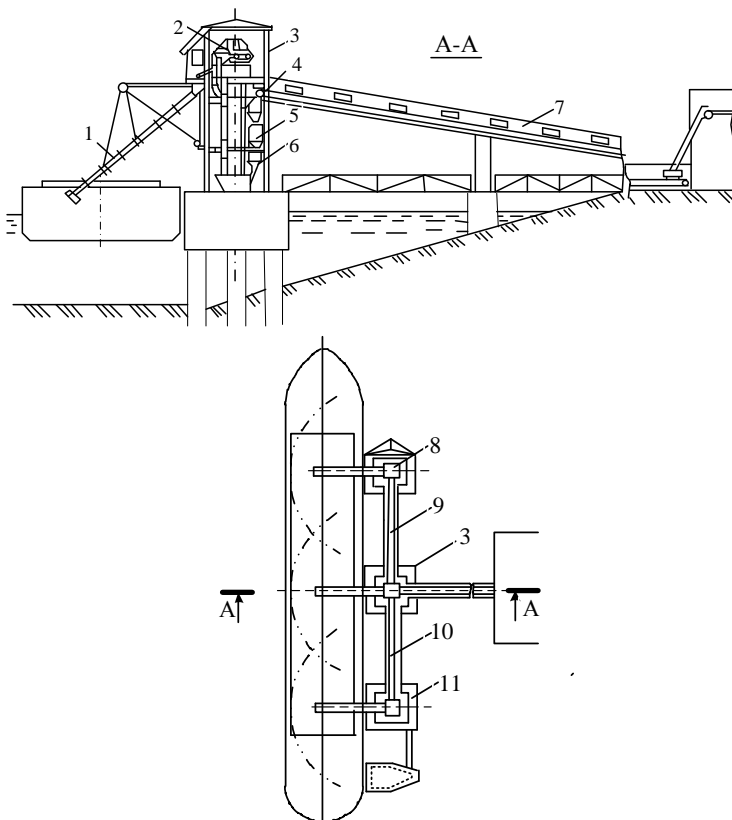


Рисунок 4.17 – Схема механизации погрузки зерна при грузооборотах 50–100 тыс. т в год

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 разгрузки вагонов может быть использована разгрузоч-

ная 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 4.18. 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.

Для обслуживания плавучих перегружателей требуется большой штат, их использование связано со значительными расходами на энергию, амортизацию, ремонт и зимний отстой.

На рисунке 4.19 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.

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 меха-

низированной перегрузки, сушки, очистки и длительного хранения зерна, являются элеваторы. Элеватор (рисунок 4.20) 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.

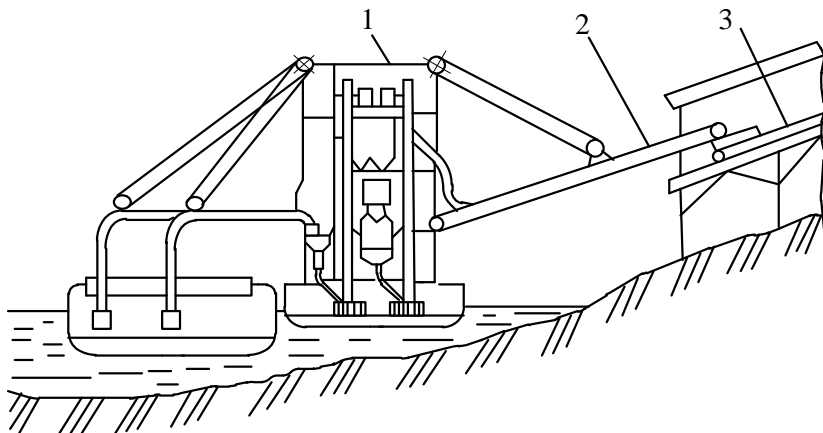


Рисунок 4.18 – Схема механизации перегрузки с плавучим пневматическим перегружателем

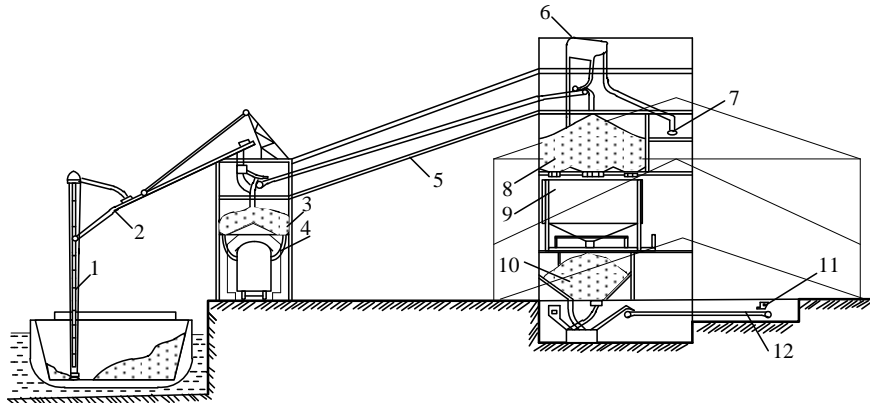


Рисунок 4.19 – Норийно-конвейерная схема механизации

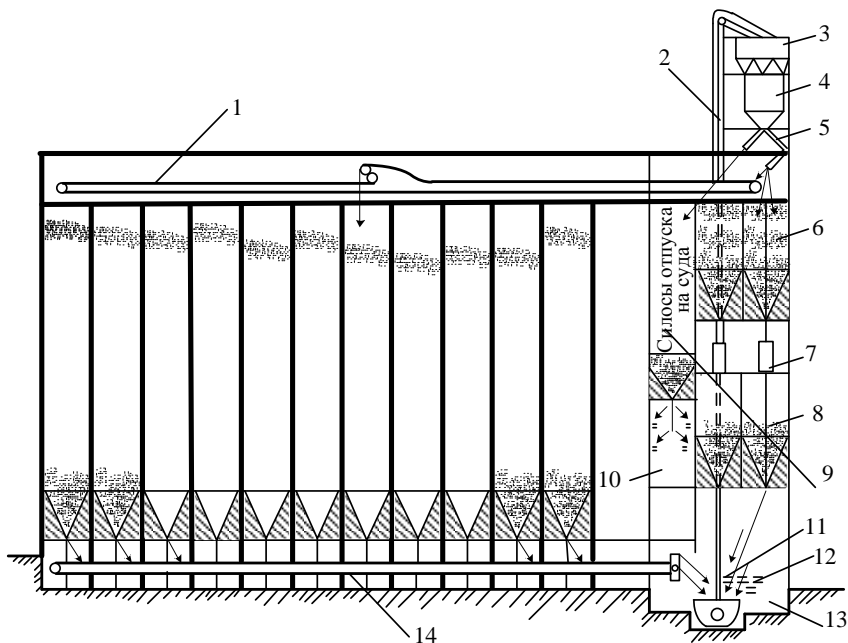


Рисунок 4.20 – Схема зернового элеватора:

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 – отпускные силосы; 10 – конвейер для отпуска 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

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.

При приеме зерна из судов причал выполняют в виде отдельных башен 3 (рисунок 4.21), 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.

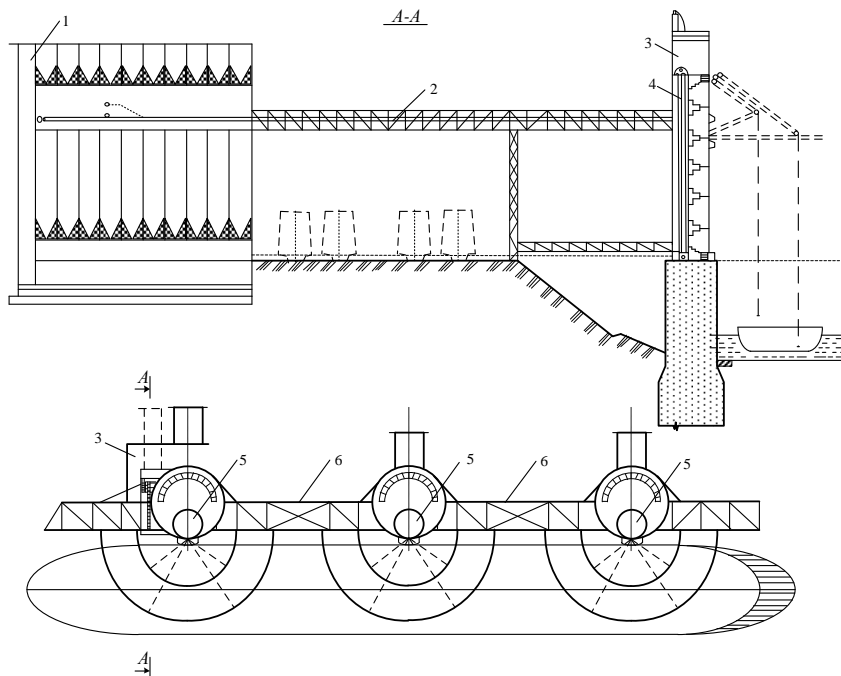


Рисунок 4.21 – Оборудование причала зернового элеватора

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.

Основные направления совершенствования комплексной механизации перегрузки зерновых грузов: концентрация грузопотоков зерна в меньшем количестве хлебприемных пунктов, позволяющая применять и эффективно использовать высокопроизводительное перегрузочное оборудование; строительство в укрупненных хлебприемных 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 саморазгружающих

щихся вагонов для перевозки зерна; оснащение перегрузочных установок устройствами дистанционно-автоматического управления и контроля за состоянием зерна.

4.5 Определение параметров складов по элементарным площадкам

Количество складов павильонного типа принимается в зависимости от объемов хранения зерна и принятого типового проекта склада.

Количество силосов в силосном складе определяют для двух случаев:

а) груз хранится только в силосах –

$$n_c = \frac{E_c}{V_c \gamma}, \quad (4.14)$$

где E_c – потребная вместимость склада, т;

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

$$n_c = \frac{\frac{E_c}{\gamma} + V_3(m+n-1)}{V_c + V_3}, \quad (4.15)$$

где m – число силосов по ширине;

V_c – вместимость силоса, м³;

V_3 – вместимость звездочки, м³;

n – число силосов по длине.

Схема к расчету вместимости силоса и звездочки приведена на рисунке 4.22.

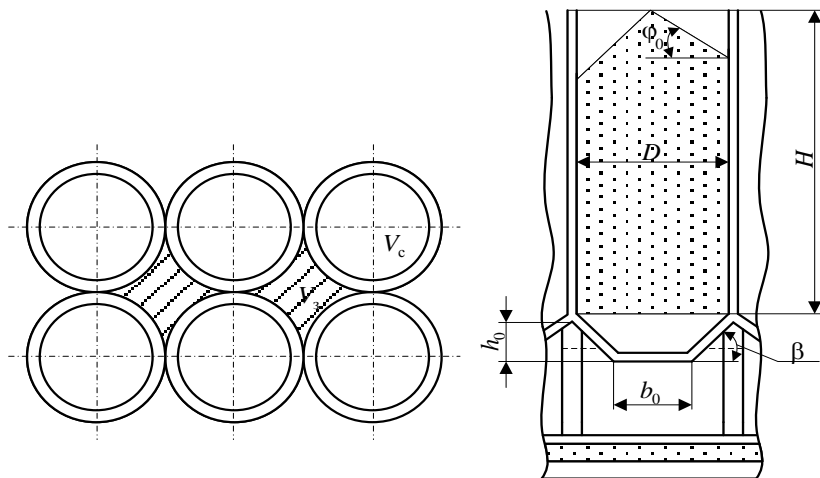


Рисунок 4.22 – Схема к расчету силосного склада

Вместимость силоса определяется по формуле

$$V_c = \frac{\pi D^2 \left(H - \frac{D}{2} \operatorname{tg} \rho \right)}{4} + \frac{\pi D^2 \operatorname{tg} \rho}{24} + \frac{\pi}{12} \left(D^2 h_o + \frac{D^2 b_o \operatorname{tg} \beta}{2} - b_o^3 \operatorname{tg} \beta \right), \quad (4.16)$$

или в упрощенном виде

$$V_c = \frac{\pi D^2 H}{4}, V_3 = D^2 H \left(1 - \frac{\pi}{4} \right), \quad (4.17)$$

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.

5 НАЛИВНЫЕ ГРУЗЫ

5.1 Характеристика 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 легко воспламеняющимся (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 воспламеняться 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:

- неразьедающие;
- слаборазьедающие (каменноугольная смола, карболовая и серная кислоты);
- сильноразьедающие (азотная, хлорсульфиновая кислоты).

5.2 Склады. Условия размещения и хранения грузов

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 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 указате-

лями уровня и температуры, предохранительными клапанами, приемораздаточными вводами, смотровыми люками, сифонными клапанами для спуска шлама, лестницами, пеновводами.

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 нефтепродуктов. 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 приравняется 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 несгораемой 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.

5.3 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 центро-

бежными 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.

5.4 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 5.1 показан причал, оборудованный береговой нефтеперекачивающей станцией.

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 межнемом и самом высоком паводковом уровнях воды они могли выкачивать нефтепродукты из судов.

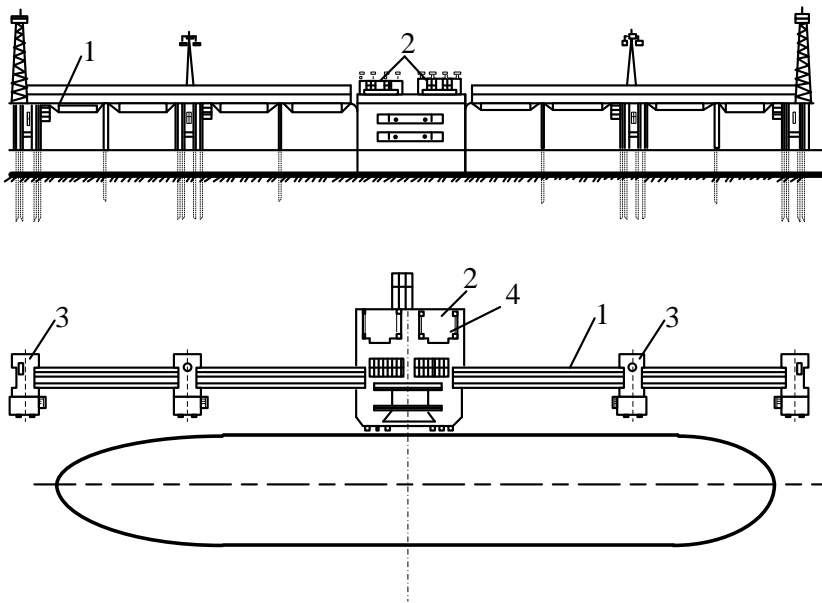


Рисунок 5.1 – Причал, оборудованный береговой перекачивающей нефтестанцией

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 5.2), 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 1,5BC-1. Все 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.

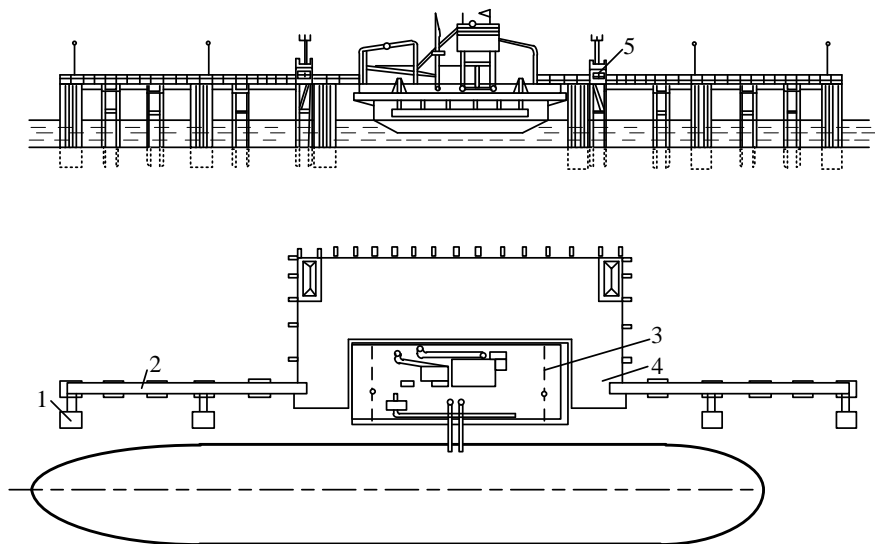


Рисунок 5.2 – Причал, оборудованный плавучей нефтеперекачивающей станцией:
 1 – швартовно-отбойные палы; 2 – пешеходный мостик; 3 – плавучая нефтеперекачивающая станция; 4 – эстакада; 5 – помещение для обслуживающего персонала

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 нефте-

продукта 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 5.3).

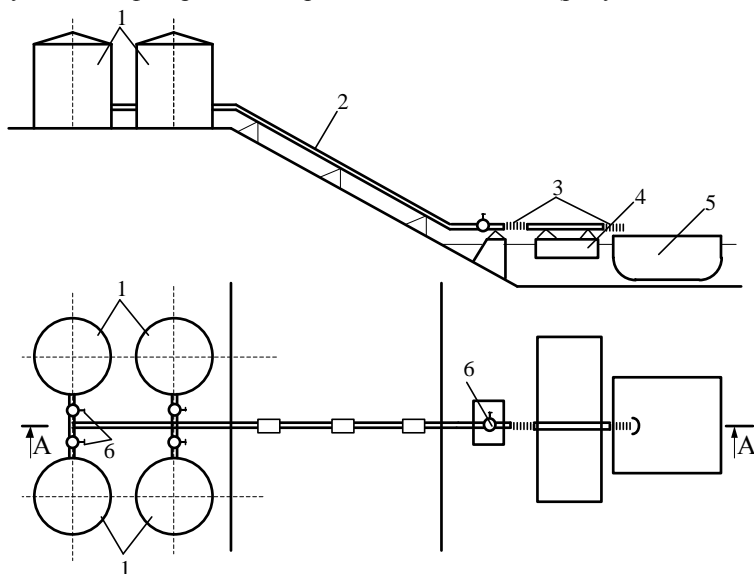


Рисунок 5.3 – Схема загрузки судна нефтепродуктами самотеком:

1 – береговые вместилища; 2 – трубопроводы; 3 – гибкие шланги; 4 – понтон; 5 – судно; 6 – задвижки

Вязкие нефтепродукты перекачивают с подогревом. Температура подогрева должна быть не менее чем на 10 °С ниже температуры вспышки паров перегружаемого нефтепродукта.

Для подогрева нефтепродуктов в судне служат подогреватели – переносные или постоянно установленные на судне. 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 при этом нефтепродукта делает применение этого 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 5.4), который поднимает его полностью из воды и сообщает крен до $5-10^\circ$.

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. Неполностью зачищенные участки зачищают гидравлическими лопатками, представляющими собой трубки диаметром 19–22 мм, через которые под большим давлением подается нагретая вода.

Поставленное к причалу на загрузку и разгрузку нефтеналивное судно

должно быть осмотрено органами пожарной безопасности и администрацией судна. При обнаружении неисправностей они должны быть устранены или неисправное судно заменено 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.

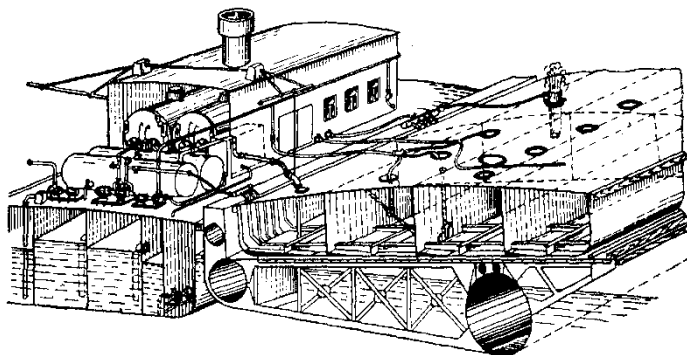


Рисунок 5.4 – Плавучая зачистная станция с кренователем

Начинают загрузку судна с приемного танка, из которого груз самотеком через клинкеты 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 и прибывшие грузы речным транспортом отправляться 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 5.5, а) выше верхней отметки наливного устройства 1 (наливных стоков, 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 5.5, 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.

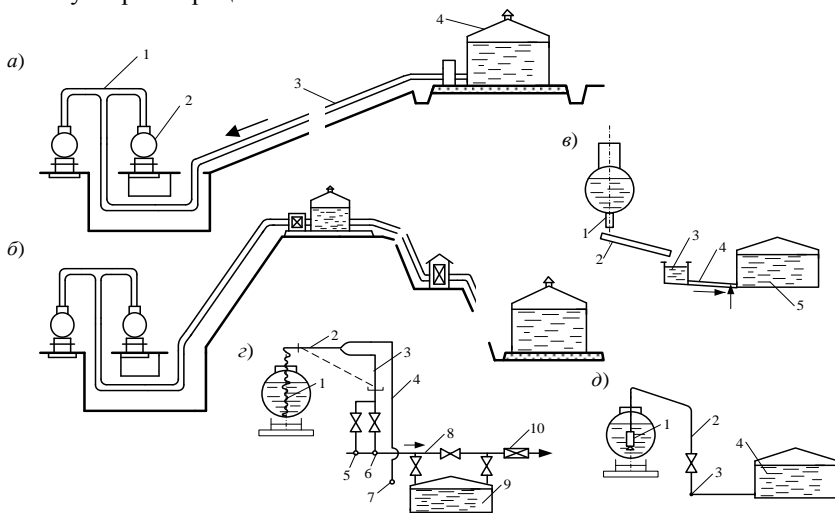


Рисунок 5.5 – Схемы налива и слива жидких грузов:

- 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

Открытый самотечный слив жидких грузов (рисунок 5.5, 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.

Вакуумный слив жидких грузов с использованием сифона (рисунок 5.5, 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 (рисунок 5.5, 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 разгрузки. Продолжительность разгрузки цистерны вместимостью 60 м³ – 8–10 мин.

Пункты налива и слива оборудуют эстакадами галерейного и стоечного типов. В наливных эстакадах стоечного типа (рисунок 5.6) 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.

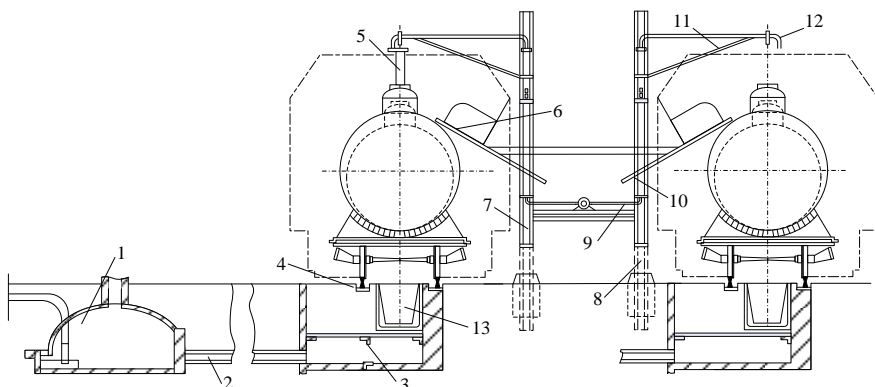


Рисунок 5.6 – Технологическая схема слива на эстакаде с двусторонним сливом:
 1 – буферный резервуар; 2 – трубопровод; 3 – решетка; 4 – коллектор; 5 – гибкий шланг;
 6 – переходной мостик; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – стояк; 9 – центральный паропровод;
 10 – разводящие трубы; 11 – кронштейн; 12 – штуцеры; 13 – центральный коллектор

Железнодорожные пути вместе с наливными (сливными) устройствами называют фронтом налива (слива). Длина фронта, м,

$$L_{\text{нс}} = \sum_{i=1}^k n_i l_i, \quad (5.1)$$

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

$$M_3 = \frac{N_M T_{\text{нс}}}{24 \cdot 60}, \quad (5.2)$$

где N_M – число маршрутов в сутки;

$T_{\text{нс}}$ – время занятия эстакады маршрутом с учетом подачи и уборки, мин.

Число маршрутов рассчитывают по годовой грузопереработке (наливу-сливу нефтепродуктов):

$$N_H = \frac{\kappa_1 \kappa_2 Q_r}{365 G_M}, \quad (5.3)$$

где $\kappa_1 (\kappa_2)$ – коэффициент неравномерности прибытия (отправления) нефтегрузов и суточной подачи цистерн;

Q_r – годовая грузопереработка, т;

G_M – масса груза в одном маршруте, т.

Продолжительность занятия эстакады маршрутом, мин,

$$T_{\text{нс}} = t_{\text{п}} + t_{\text{нс}}^{\circ} + t_{\text{у}}, \quad (5.4)$$

где $t_{\text{п}}$ – время на подачу цистерн под эстакаду, мин;

$t_{\text{нс}}^{\circ}$ – общее время, затрачиваемое на налив или слив с учетом подготовительных и заключительных операций, мин;

$t_{\text{у}}$ – время на уборку цистерн из-под эстакады, мин.

Общее время налива (слива) цистерн, мин,

$$t_{\text{нс}}^{\circ} = t_{\text{под}} + t_{\text{нс}} + t_{\text{закл}}, \quad (5.5)$$

где $t_{\text{под}}$ – время на подготовительные операции (открытие люков, заправка шлангов); можно ориентировочно принимать 2 мин на одну цистерну;

$t_{\text{нс}}$ – время непосредственного налива (слива) цистерны, мин;

$t_{\text{закл}}$ – 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,

$$t_{\text{нс}} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i q_i}{60 v_{\text{ср}} F z \gamma}, \quad (5.6)$$

где n_i – число i -тых цистерн в группе;

q_i – вместимость i -той 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:

$$t_{\text{с}} = \frac{q_{\text{ц}}}{60 \psi F_{\text{с}} v_{\text{ср}} \gamma} + t_{\text{пр}}, \quad (5.7)$$

где $q_{\text{ц}}$ – вместимость цистерны, т;

ψ – коэффициент сжатия струи (около 0,6);

$F_{\text{с}}$ – площадь поперечного сечения сливного отверстия, м²;

v_{cp} – средняя скорость истечения нефтепродуктов из сливного отверстия, м/с,

$$v_{\text{cp}} = \varphi \frac{\sqrt{2gh}}{2}; \quad (5.8)$$

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:

$$n_{\text{ц}} = \frac{24 \cdot 60 n'_{\text{ц}}}{T_{\text{нс}}}, \quad (5.9)$$

где $n_{\text{ц}}$ – количество цистерн, которое можно налить (слить) в течение суток;

$n'_{\text{ц}}$ – число цистерн в одной подаче.

5.5 Техника безопасности при выполнении операций налива, слива и перекачки наливных грузов

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 поддающиеся 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 их пары.

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. Необходимо, чтобы задвижки, краны и прочие запорные устройства были 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, вентилях 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 вентилях.

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. Цистерны для очистки, пропарки или промывки направляют на промывочно-пропарочные станции. При работе на этих станциях необходимо соблюдать следующие меры безопасности. Не разрешается спускаться в цистерну до нейтрализации остатков дымящихся кислот и аммиака и полного прекращения выделения газов. Пары таких жидкостей, как бензол, бензин, сероуглерод и др., сосредоточенные в нижней части цистерны, после слива могут вызвать отравление человека, спустившегося в цистерну без соответствующих предохранительных приспособлений.

Работать внутри цистерн разрешается людям, признанным при врачебном осмотре здоровыми, знающими правила техники безопасности и оказания первой помощи, умеющим пользоваться шланговыми дыхательными приборами и всеми спасательными приспособлениями. Лица моложе 18 лет, женщины к очистке и ремонту цистерн не допускаются.

Очищая цистерны из-под кислот, креозота, промывальщики должны покрывать лицо, руки и шею профилактической пастой, предохраняющей от ожогов. Они обязаны быть в спецодежде, соответствующей роду химического продукта, от которого очищается цистерна.

При промывке горячей водой цистерны из-под нефтепродуктов промывальщик надевает брезентовый непромокаемый костюм, брезентовые кепи и рукавицы, кожаные сапоги с прошитой или укрепленной деревянными

шпильками подошвой. При очистке цистерн из-под продуктов, разъедающих, раздражающих кожу или проникающих через кожный покров (бензол, ацетон, анилин, нашатырный спирт, этилированный бензин), на промывальнике должны быть защитный хлорвиниловый комбинезон, резиновые сапоги, перчатки.

Подготовку цистерн к повторной заливке производят на промывочно-пропарочных станциях (ППС). На ППС имеются эстакады высотой 3,5 м и шириной 2 м с системой трубопроводов для подачи горячей и холодной воды, пара и воздуха. Вдоль эстакады укладывают сточные лотки, по которым остатки нефтепродуктов, конденсат и промывочная вода направляется в коллектор, а затем в нефтеловушку и другие очистные сооружения. Это обеспечивает защиту окружающей среды.

Остатки нефтепродуктов из цистерн удаляют с помощью стационарных и передвижных вакуумных установок. Высоковязкие грузы предварительно подогревают паром с температурой 70–90 °С. После удаления остатков груза производят пропарку цистерны паром под давлением. С целью уменьшения потерь тепла крышку люка на время пропарки закрывают. После пропарки производят промывку цистерн горячей водой с температурой 70–80 °С, подаваемой под давлением. Кинетическая энергия струи способствует отделению остатков груза от котла. При необходимости в горячую воду добавляют растворители. Затем промывают котел холодной водой и просушивают сжатым воздухом или с помощью вакуумных устройств. Сосредоточение работ по очистке цистерн на ППС уменьшает загрязнение окружающей среды.

В местах слива (налива) жидких грузов необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности. Следует помнить, что пожары с многими наливными грузами нельзя тушить водой. Пена химическая на основе порошка ППП применяется для тушения нефтепродуктов, а для тушения спирта, ацетона и других растворимых в воде жидкостей – на основе порошка ПГПС. Кроме средств пенотушения, на пунктах слива (налива) жидких грузов необходимо иметь средства газотушения, в которых используются углекислый и инертный газы и галоидированные углеводороды, специальные огнегасительные средства с порошками ПС, ПСБ, СИ-ВК и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник эксплуатационника речного транспорта / под ред. С. М. Пьяных. – М. : Транспорт, 1995. – 360 с.
- 2 **Мостовой, И. Ф.** Эксплуатация портовых складов / И. Ф. Мостовой. – М. : Транспорт, 1994. – 110 с.
- 3 **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.
- 4 **Берлин, Н. П.** Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства : учеб. пособие / Н. П. Берлин. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 326 с.
- 5 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 227 с.
- 6 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы / Н. П. Берлин [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.
- 7 **Киреев, В. С.** Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.

Учебное издание

БЕРЛИН Николай Петрович
НАСТАЧЕНКО Елена Владимировна

РАЗРАБОТКА СХЕМ
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕГРУЗКИ ГРУЗОВ В ПОРТАХ
(ЛЕСНЫХ, НАВАЛОЧНЫХ СЫПУЧИХ, ПОРОШКООБРАЗНЫХ,
ПЫЛЕВИДНЫХ, ЗЕРНОВЫХ, НАЛИВНЫХ)

Учебно-методическое пособие

Редактор Т. М. Маруняк
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 17.04.2017 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 7,86. Тираж 50 экз.
Зак. № Изд. № 111.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014 г.
№ 2/104 от 01.04.2014 г.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель