

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Филиал УрГУПС в г. Нижнем Тагиле
Кафедра «Общепрофессиональные дисциплины»

Ю. Е. Жужгова
А. М. Брагин

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Конспект лекций
по дисциплине «Грузоведение»
для студентов специальности
23.05.04 (190401.65) — «Эксплуатация железных дорог»
и направления подготовки
23.03.01 — «Технология транспортных процессов»
всех форм обучения

Екатеринбург
УрГУПС
2017

УДК 656.212

Ж83

Жужгова, Ю. Е.

Ж83 Грузоведение : конспект лекций / Ю. Е. Жужгова, А. М. Брагин. — Екатеринбург : УрГУПС, 2017. — 208 с.

Конспект лекций разработан в соответствии с ФГОС высшего образования и рабочей программой дисциплины «Грузоведение» и предназначено для самостоятельной работы студентов дневного и заочного отделения.

Содержит основные сведения о классификации грузов, перевозимых по железным дорогам, их свойствах, особенностях перевозок, упаковки и хранения. Предназначен как студентам очной и заочной форм обучения, так и инженерно-техническому персоналу железнодорожного транспорта.

УДК 656.212

*Издано по решению
редакционно-издательского совета университета*

Авторы: Ю. Е. Жужгова, доцент кафедры ОПД филиала УрГУПС в г. Н. Тагиле
А. М. Брагин, старший преподаватель кафедры СУТР УрГУПС
Рецензенты: В. И. Степченко — начальник Свердловской дирекции по управлению терминально-складским комплексом структурного подразделения Центральной дирекции по управлению терминально-складским комплексом — филиала ПАО «РЖД»
Л. В. Туркина — директор филиала ФГБОУ ВО УрГУПС в г. Н. Тагиле

Учебное издание

Жужгова Юлиана Евгеньевна
Брагин Александр Михайлович

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Редактор С. И. Семухина
Верстка Н. А. Журавлевой

Подписано в печать 17.05.2017. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 12,1. Тираж 60 экз. Заказ 36.

УрГУПС
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

© Уральский государственный университет
путей сообщения, 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Основные нормативные документы, регламентирующие требования к грузам при их перевозке по железным дорогам РФ	6
Классификация грузов.....	8
Качество груза. Методы определения качества	11
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГРУЗЫ ВО ВРЕМЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ.....	13
Внешние факторы	13
Физические свойства грузов	14
Химические свойства грузов.....	23
Реакция грузов на изменение температур.....	24
Объемно-массовые характеристики грузов	25
Биохимические свойства грузов	30
ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ТАРНО-УПАКОВОЧНЫХ И ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ	35
Общие понятия.....	35
Классификация, назначение и функции упаковки	36
Упаковка и тара: определение, роль в транспортном процессе	37
Классификация, назначение и функции тары.....	38
ПАКЕТИРОВАНИЕ И КОНТЕЙНЕРИЗАЦИЯ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ	45
Пакетирование тарно-штучных грузов	45
Номенклатура грузов, пригодных для пакетирования	47
Контейнеризация тарно-штучных грузов	58
МАРКИРОВКА ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ.....	61
Требования к маркировке грузов.....	61
Содержание маркировки	64
Способы и места нанесения маркировки.....	71
Маркировка экспортных грузов	74
ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	77
Транспортная опасность при перевозке опасных грузов	77

Классификация и основные свойства опасных грузов.....	79
Допускаемые к перевозке опасные грузы	80
Оформление перевозочных документов при транспортировке опасных грузов	82
Сопровождение опасных грузов.....	85
Тара, упаковка и маркировка опасных грузов	86
Знаки опасности при транспортировке опасных грузов	89
Маркировка в виде табличек оранжевого цвета	92
Прием и выдача опасных грузов.....	93
Аварийная карточка	94
Прием груза к перевозке и определение массы наливных грузов.....	97
Порядок отбора проб, определения среднеобъемной температуры и плотности нефтепродукта, залитого в железнодорожную цистерну.....	98
Порядок определения объема жидкости в железнодорожной цистерне	105
Пример определения массы наливного груза расчетным путем	106
НАСЫПНЫЕ И НАВАЛОЧНЫЕ ГРУЗЫ.....	108
Принципы классификации насыпных и навалочных грузов.....	108
Подготовка насыпных и навалочных грузов к перевозке.....	114
Обеспечение сохранности насыпных грузов в процессе перевозки ...	118
ТВЕРДЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА.....	123
Основные виды. Классификация. Общие свойства	123
Ископаемые угли и их транспортная характеристика	125
Горючие сланцы. Основные понятия.....	129
Торф. Свойства и условия хранения	130
Искусственные виды твердого топлива.....	133
НАЛИВНЫЕ ГРУЗЫ.....	138
Характеристика нефтеналивных грузов и подвижного состава для их перевозки.....	138
Вязкие и застывающие наливные грузы.....	141
Технология налива и слива	142
Наливные грузы химической промышленности	144
РУДЫ И РУДНЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ	146
Основные понятия. Свойства и способы обогащения	146
Руды черных металлов.....	154

Руды цветных металлов.....	157
Неметаллические руды.....	162
МИНЕРАЛЬНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГРУЗЫ	166
Номенклатура и общие свойства.....	166
Инертные строительные грузы.....	166
Вязущие строительные материалы.....	173
Минеральное сырье.....	177
МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ	180
Основные виды и свойства минеральных удобрений.....	180
Условия перевозки минеральных удобрений.....	183
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА.....	185
Общие понятия. Виды и свойства зерновых и бобовых грузов.....	185
Продукты переработки злаковых культур.....	190
Условия перевозок зерновых грузов.....	195
Условия хранения зерновых грузов.....	196
ЛЕС КРУГЛЫЙ И ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ	198
Общая характеристика. Номенклатура лесных грузов.....	198
Основные свойства лесных грузов.....	199
Обеспечение сохранности лесоматериалов на складах.....	201
Обеспечение сохранности лесоматериалов при перевозках.....	203
Продукты переработки отходов лесопиления.....	206
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	208

Основные нормативные документы, регламентирующие требования к грузам при их перевозке по железным дорогам РФ

Важнейшими правовыми актами, регламентирующими работу с грузами на железных дорогах РФ, являются Федеральные законы «*О железнодорожном транспорте в Российской Федерации*» и «*Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации*» [1] в последних действующих редакциях. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации (далее Устав) от 10 января 2003 г., вступил в силу с 18 мая 2003 г.

Закрепленные в Уставе нормы основываются на положениях Гражданского кодекса Российской Федерации, Закона о естественных монополиях, Закона о защите прав потребителей и других федеральных законах и международных договорах, действующих в области железнодорожного транспорта.

Устав содержит только основные условия перевозок грузов, пассажиров, багажа и грузобагажа. Предусмотреть все многообразие конкретных условий и особенностей перевозок он не может. Поэтому в его развитие принимаются правительственные и ведомственные акты, детально регламентирующие все стороны перевозки грузов и пассажиров.

Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом [2] — нормативный правовой акт, издаваемый в соответствии с Уставом и содержащий условия перевозки грузов с учетом их особенностей в целях обеспечения безопасности движения, сохранности грузов и подвижного состава, а также экологической безопасности. Правила перевозок грузов расширяют, дополняют и конкретизируют положения Устава и подробно устанавливают:

- правила подготовки грузов к перевозке;
- правила подготовки вагонов для конкретных грузов;
- правила приема и выдачи грузов на железнодорожных станциях;
- правила хранения на местах общего пользования;
- правила перевозок скоропортящихся грузов;
- правила перевозок грузов, обладающих специфическими свойствами и требующих соблюдения определенных условий перевозки и хранения (наименования таких грузов приведены в специальных перечнях Правил).

Указанные перечни позволяют установить:

- возможность перевозки конкретного груза на открытом подвижном составе;
- возможность перевозок грузов насыпью или навалом;
- отнесение грузов, перевозимых насыпью, к смерзающимся, сроки и меры профилактики;
- необходимость сопровождения и охраны грузов в пути следования;
- возможность перевозки грузов в контейнерах, цистернах, крытых, специализированных вагонах без запорно-пломбировочных устройств, но с обязательным использованием закрутки;
- возможность хранения грузов на открытых площадках мест общего пользования;
- необходимость промывки крытых вагонов после выгрузки отдельных видов грузов.

Утвержденные Правила перевозок грузов являются обязательными для исполнения всеми физическими и юридическими лицами (независимо от формы собственности), пользующимися услугами железнодорожного транспорта общего пользования.

Кроме Правил перевозок, на железнодорожном транспорте действуют *Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах* [6]. В этом документе приведены схемы размещения и методы расчета крепления грузов, наиболее часто предъявляемых к перевозке на открытом подвижном составе, а также правила размещения грузов в крытых вагонах и контейнерах.

Расчет провозных плат за перевозку грузов, производится по *Тарифному руководству № 1 — Прейскуранту № 10-01 «Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые российскими железными дорогами»* [7].

Единая тарифно-статистическая номенклатура грузов (ЕТСНГ) и гармонизированная номенклатура грузов (ГНГ) [4, 5] используются для определения названия, кода и тарифного класса груза, классификации грузов по отраслям промышленности.

Перевозка опасных грузов регламентируется *Правилами перевозок опасных грузов* [3], перевозка негабаритных и тяжеловесных грузов — *Инструкцией по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов* [8].

Кроме этого, используются ГОСТы и технические условия на грузы, тару и упаковку.

Классификация грузов

Для планирования перевозок, расчета провозных плат, выбора условий перевозки, перегрузки и хранения используют классификацию грузов (рис. 1). В зависимости от вида грузы подразделяются на три группы: сухогрузы, наливные и живность. В зависимости от способа приема к перевозке, упаковки и погрузки каждая группа делится на подгруппы, объединяющие грузы, сходные по транспортным характеристикам и условиям перевозки.

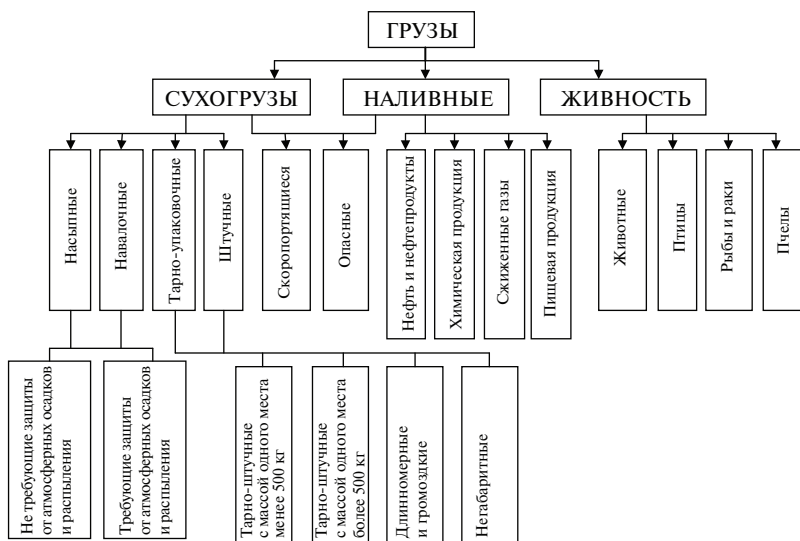


Рис. 1. Классификация грузов

— тарно-упаковочные — перевозятся в упаковке (таре) и принимаются к перевозке с указанием количества и массы мест, а в отдельных случаях по стандартному весу, указанному на каждом месте (например: сахар, мука, крупа — в мешках, ткань — в тюках, кондитерские изделия — в ящиках и др.);

— штучные — перевозятся без тары и принимаются к перевозке с указанием количества штук (например: электродвигатели, сельскохозяйственные машины, автомобили и др.);

— навалочные и насыпные. К насыпным относятся грузы, представляющие собой однородную массу фракционных составляющих твер-

дых частиц в форме порошка, зерен, гранул, капсул, обладающих подвижностью (сыпучестью). К навалочным относятся грузы, которые не могут быть отнесены к насыпным, перевозятся навалом — без упаковки и счета мест или штук (уголь, руда, лес); насыпью — без тары в крытых или специализированных вагонах (рожь, овес, просо, пшеница).

— наливные — жидкие грузы, перевозимые наливом в цистернах и вагонах бункерного типа. Они подразделяются на нефть и нефтепродукты (светлые, темные), сжиженные газы, химические продукты и пищевые продукты.

В зависимости от способа производства или происхождения различных видов продукции грузы делятся на 12 групп:

1. Продукция сельского хозяйства.
2. Продукция лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.
3. Руды металлические.
4. Продукция топливно-энергетической промышленности.
5. Минеральное сырье, минерально-строительные материалы и изделия, абразивы.
6. Продукция металлургической промышленности.
7. Продукция машиностроения, приборостроения и металлообрабатывающей промышленности.
8. Продукция химической промышленности.
9. Продукция пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности.
10. Продукция легкой и полиграфической промышленности.
11. Продукция органической химии.
12. Прочие грузы.

Эта классификация отражена в единой тарифно-статистической номенклатуре грузов (ЕТСНГ). ЕТСНГ используется для унификации сведений, вносимых в заявки, планы перевозок и перевозочные документы при доставке грузов железнодорожным транспортом.

В ЕТСНГ приведен Алфавитный список грузов (Алфавит). В Алфавите напротив каждого наименования груза указан шестизначный код, первые две цифры которого обозначают порядковый номер группы, третья цифра — порядковый номер позиции, четвертая и пятая цифры — номер конкретного груза, шестая цифра — контрольное число. Трехзначное число в шестизначном коде Алфавита является одновременно как номером позиции, так и номером

статистической номенклатуры грузов. Например, для груза «Изделия кабельные» указан код 417005. Следовательно, груз относится к 41-й группе и 7-й позиции в этой группе.

Номенклатура грузов плана и учета погрузки на железных дорогах России соответствует ЕТСНГ. По Алфавиту можно определить, к какой номенклатурной группе плана и учета погрузки относится то или иное конкретное наименование груза.

Например, груз «Металлические конструкции» имеет буквенное обозначение группы МК по плану и учету погрузки и номер позиции «371» в ЕТСНГ. Это означает, что все грузы в Алфавите и номенклатуре с числом 371 относятся по номенклатуре плана и учета погрузки к группе «Металлические конструкции» и шифруются буквами МК.

Система классификации наименований груза по тарифным группам, позициям в тарифных группах и номерам грузов в тарифных позициях позволяет увязать наименование грузов с видами продукции основных отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Для кодирования грузов, перевозимых в международном сообщении, используется гармонизированная номенклатура грузов (ГНГ). ГНГ включает 22 раздела, 99 глав, 1284 позиции. Кодовое обозначение грузов в ГНГ состоит из 8 знаков. Первая и вторая цифры обозначают главу, третья и четвертая — позицию груза в главе, пятая и шестая — порядковый номер груза в позиции, седьмая и восьмая более точно характеризуют специфику груза.

Кроме этого, грузы классифицируют в зависимости *от наличия тары*: на тарные и бестарные. В зависимости *от режима перевозок и хранения*: на обычные и специфические. Обычные грузы — такие, при перевозке которых не требуется соблюдение каких-либо особых условий. Специфическими грузами называют такие, при перевозке и хранении которых необходимо применять меры, обеспечивающие их сохранность, безопасность транспортирования.

По условиям и способам хранения различают три группы грузов.

Первую группу составляют ценные грузы и грузы, которые могут испортиться под воздействием влаги или изменения температуры. К ним относятся скоропортящиеся грузы, промышленные и продовольственные товары широкого потребления и т. д. Хранение этой группы грузов осуществляется в закрытых складах.

Вторую группу составляют грузы, не подверженные воздействиям температурных колебаний, но попадание влаги может привести к их порче, это бумага, металл, оборудование, хлопок, сено и т. д.

Грузы этой группы хранят в крытых складах или на крытых площадках (под навесами).

В третью группу входят грузы, не подверженные или слабо подверженные воздействию внешней среды: каменный уголь, лес, минерально-строительные материалы, лесоматериалы, автотранспорт и др. Грузы этой группы хранят на открытых площадках.

Опасные грузы, в зависимости от *вредного воздействия на окружающую среду*, в соответствии с ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» [10], делятся на тринадцать классов: взрывчатые вещества и изделия (1 класс), газы (2 класс), легковоспламеняющиеся жидкости (3 класс), легковоспламеняющиеся твердые вещества, самореактивные вещества и твердые десенсибилизированные взрывчатые вещества (класс 4.1), самовозгорающиеся вещества (класс 4.2), вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой (класс 4.3), окисляющие вещества (класс 5.1), органические пероксиды (класс 5.2), ядовитые (токсичные) вещества (класс 6.1), инфекционные вещества (класс 6.2), радиоактивные материалы (класс 7), едкие (коррозийные) вещества (класс 8), прочие опасные вещества и изделия (класс 9).

Качество груза. Методы определения качества

Качество груза — это совокупность свойств, определяющих степень пригодности продукции к использованию по назначению. Основные показатели качества различных материалов определены стандартами и техническими условиями. Для исследования свойств и определения качества грузов широкое распространение получили три метода: органолептический, лабораторный и натурный.

Органолептический метод (сенсорная оценка) — это определение показателей качества груза на основе анализа восприятий органов чувств человека: зрения, обоняния, слуха, осязания. Метод наиболее часто применяется при определении качества пищевых и других скоропортящихся грузов. При исследовании груза (или образца груза) определяют внешний вид, форму, цвет, блеск, прозрачность, наличие или отсутствие плесени, запаха, консистенцию и другие свойства. Метод является качественным, обладает существенными недостатками (субъективность, затруднительность количественной оценки свойств), но в практике зачастую бывает единственно возможным. Преимуществами этого метода являются возможность его широкого применения, простота и быстрое выполнение, отсутствие дополнительного расхода продукции при исследовании.

Лабораторный (измерительный) метод — определение качества и свойств отобранных проб груза при помощи приборов, аппаратов и химических реактивов в оборудованной для этой цели лаборатории. Лабораторное исследование осуществляется разными методами анализа. Взятую для анализа пробу упаковывают в специальную посуду, сохраняющую свойства груза, и снабжают ярлыком, на котором указывают наименование груза, грузоотправителя, номер и размер партии, сорт груза, государственный стандарт, по которому отбиралась проба, и дату взятия пробы.

Различают следующие виды лабораторных исследований грузов: *физический* — для определения плотности, вязкости, температуры вспышки, воспламенения, застывания и др.;

механический — для определения и количественной оценки упругости, растяжимости, прочности, сопротивления сдвигу, скручиванию, разрыву и др.;

оптический — для изучения природы и внутреннего строения веществ с помощью микроскопов, лазерных устройств;

химический — для выявления химического состава вещества, изучения его активности в различных средах;

биологический — для проверки наличия в продукте живых организмов, способствующих его порче.

На транспорте необходимость лабораторного анализа обычно возникает при перевозке наливных, навалочных, насыпных, скоропортящихся грузов. Данные лабораторных исследований предоставляются работникам транспорта, которые, как правило, сами такие анализы не выполняют. Существенным недостатком метода является необходимость использования для анализа части груза в виде образца, что не всегда возможно и целесообразно.

Результаты лабораторных исследований, необходимые работникам транспорта, приводят в паспортах, удостоверениях о качестве, ветеринарных свидетельствах, сертификатах и других документах.

Натурный метод позволяет получить данные, необходимые в эксплуатации, в производственных условиях при помощи простейших приборов: рулеток, весов, угломеров, термометров, барометров, гигрометров, психрометров и пр. Обычно этим методом определяют объемно-массовые и температурные характеристики груза, влажность, угол естественного откоса и параметры окружающей среды. Метод достаточно прост и применяется на практике довольно часто.

В практической деятельности для оценки качества груза чаще всего используется комплексный метод, который включает элементы органолептического, лабораторного и натурального методов.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГРУЗЫ ВО ВРЕМЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Внешние факторы

В процессе транспортирования и хранения в грузе могут происходить качественные и количественные изменения. Как правило, эти изменения объясняются действием внешних факторов: взаимодействием груза с внешней средой, механическими воздействиями на груз в процессе движения и выполнения погрузочно-разгрузочных работ, неисправностями кузовов подвижного состава и складских устройств.

Большое влияние на качество грузов оказывают *влажность, температура и газовый состав воздуха, запыленность, наличие в его составе микробиологических форм и освещение*. Под действием указанных факторов в веществе груза происходят различные биохимические, физико-химические и микробиологические процессы, свойственные отдельным видам продукции.

Как известно, в состав воздуха входят: кислород — 19,1 %, азот — 75,5 %, аргон — 1,3 %, углекислый газ — 0,05 %. Помимо этих относительно постоянных компонентов, в воздухе содержатся пары воды, микроорганизмы, пылеобразные дисперсные вещества во взвешенном состоянии.

Наличие в воздушной среде паров воды характеризуется абсолютной влажностью, влагоемкостью, относительной влажностью и точкой росы.

Абсолютная влажность воздуха — это количество водяного пара в граммах, содержащееся в 1 м³ или в 1 кг воздуха.

Влагоемкость воздуха характеризует способность воздуха поглощать влагу при данной температуре.

Влагоемкость находится в прямой зависимости от температуры воздуха, поэтому степень сухости или влажности воздуха характеризуется его относительной влажностью.

Относительная влажность — это отношение фактического количества водяного пара, содержащегося в воздухе, к его максимально возможному количеству при данной температуре (выражается в процентах).

Точкой росы называется температура, при которой влагоемкость данного состава воздуха равна нулю. Дальнейшее понижение

температуры воздуха приводит к выпадению влаги в виде тумана, росы или инея. В точке росы относительная влажность составляет 100 %. Точка росы является характеристикой влажности воздуха, а не температурного режима.

Влажность воздуха значительно влияет на качество грузов. Так, сухой воздух вызывает усушку и ухудшает технологические свойства и внешний вид ряда грузов (кожи, волокна, рыбы вяленой и т. д.). Влажный воздух вызывает возникновение плесени и развитие гнилостных процессов в продуктах, активизирует биохимические процессы в массе груза, приводящие к его самонагреванию и последующей порче (зерно, кожи вяленые, мясные продукты и пр.).

Температура, влажность воздуха, влагоемкость и точка росы связаны между собой определенными закономерностями. На их основе разработаны таблицы, номограммы, диаграммы и т. д., по которым, зная одну или две характеристики воздуха, можно определить остальные.

Механическое воздействие на груз проявляется в виде статических и динамических воздействий.

Статическое воздействие возникает при хранении грузов. Максимальных значений статические воздействия достигают в нижних рядах грузов, уложенных в штабель. Объясняется это давлением вышележащих грузов.

Динамические воздействия возникают при падениях отдельных грузовых мест, соударениях грузов в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ, соударениях вагонов во время маневров, под действием вибраций и колебаний подвижного состава, особенно при неустановившихся режимах движения поезда.

Физические свойства грузов

Гранулометрический состав характеризует количественное распределение частиц (кусков) насыпных и навалочных грузов по размеру. В зависимости от гранулометрического состава насыпные и навалочные грузы делятся на группы (указанные в главе навалочных и насыпных грузов).

Гранулометрический состав оказывает значительное влияние на такие свойства груза, как сыпучесть, гигроскопичность, способность к слеживанию, смерзанию, уплотнению.

Сыпучесть — способность насыпных и навалочных грузов перемещаться под действием сил тяжести или внешнего динамического

воздействия. Сыпучесть груза характеризуется величиной угла естественного откоса и сопротивлением сдвигу.

Углом естественного откоса (УЕО) называется двугранный угол между боковой плоскостью груза и горизонтальной плоскостью основания штабеля. Величина угла естественного откоса зависит от рода груза, его гранулометрического состава и влажности (рис. 2).



Рис. 2. Угол естественного откоса

Различают угол естественного откоса груза в покое и в движении. Величина угла естественного откоса в покое больше, чем в движении. При воздействии на груз динамических нагрузок, особенно вибрации, угол естественного откоса может снижаться до нуля.

Сопротивление сдвигу объясняется наличием сил трения частиц материала между собой и сил их сцепления. В общем случае условие равновесия сыпучей массы определяется законом Кулона.

Для идеально сыпучих материалов, когда отсутствует сцепление частиц груза между собой, угол внутреннего трения равен углу естественного откоса. Значительными силами сцепления частиц вещества обладают влажные и плохосыпучие грузы — вязкие материалы. С ростом влажности груза возрастают и силы сцепления.

Скважистость определяет наличие и величину пустот между отдельными частичками груза и оценивается коэффициентом скважистости:

$$K_c = (V_{шт} - V_{гр}) / V_{шт}, \quad (1)$$

где $V_{шт}$ — геометрический объем штабеля груза, m^3 ;

$V_{гр}$ — объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами, m^3 .

Величина K_c характеризует воздухопроницаемость груза.

Пористость характеризует наличие и суммарный объем внутренних пор и капилляров в массе груза и оценивается коэффициентом пористости:

$$K_n = \frac{V_n}{(V_{гр} - V_n)}, \quad (2)$$

где V_n — суммарный объем внутренних пор и капилляров, м³.

Величина K_n определяет, какое количество влаги может впитать груз при его смачивании, от этого, в свою очередь, зависит слеживаемость и смерзаемость груза.

Уплотнение происходит под действием статических или динамических нагрузок, за счет заполнения пустых пространств и более компактного расположения отдельных частиц груза относительно друг друга. Степень уплотнения в значительной степени зависит от гранулометрического состава, пористости и скважистости груза. Она является важным фактором повышения статической нагрузки вагона.

Способность уплотняться характеризуется коэффициентом уплотнения:

$$K_y = \frac{V'_{гр}}{V''_{гр}}, \quad (3)$$

где $V'_{гр}$ и $V''_{гр}$ — объем груза до и после уплотнения, м³.

Слеживаемость — способность насыпного или навалочного груза полностью или частично утрачивать свойство сыпучести и образовывать достаточно прочную монолитную массу.

Основными причинами слеживаемости являются: спрессовывание частиц груза под давлением верхних слоев, кристаллизация солей из растворов и переход соединений вещества из одного состояния в другое; химические реакции в массе продукта. Слеживаемости подвержены: руды различных наименований, рудные концентраты, уголь, минерально-строительные грузы, минеральные удобрения, различные соли, торф, сахар, цемент и т. д. При выполнении погрузочно-разгрузочных и складских операций со слежавшимися грузами необходимо восстановить их сыпучесть.

На степень слеживаемости оказывают влияние свойства и характеристики самого груза, режим хранения и местные климатические условия.

К свойствам и характеристикам груза в данном случае относятся: размеры, форма и особенности поверхности частиц вещества; характеристика его внутренней структуры, например волокнистость, однородность гранулометрического состава, наличие и свойства примесей, влажность гигроскопичность продукта. Так, с увеличением

размера частиц груза уменьшается число точек соприкосновения между частицами, а следовательно, снижается степень слеживания. При неоднородности гранулометрического состава мелкие частицы груза располагаются между крупными частицами, число точек соприкосновения возрастает, повышается степень слеживания. Следовательно, для снижения степени слеживания необходимо стремиться к тому, чтобы в массе груза был однородный гранулометрический состав, а у его отдельных частиц была гладкая поверхность и форма, близкая к шарообразной.

Способность груза к слеживаемости возрастает при наличии в его массе растворимых в воде примесей. Если слеживаемость продукта обусловлена давлением его верхних слоев, степень слеживаемости возрастает с ростом влажности грузов. В хорошо растворимых грузах повышение влажности приводит к образованию насыщенного раствора, при высыхании которого образуется прочная корка. В некоторых грузах влага стимулирует химические процессы, способствующие слеживаемости продукта. Сильному слеживанию подвержены все гигроскопичные, растворимые в воде грузы.

Прочность и степень слеживания продукта находится в прямой зависимости от времени хранения или перевозки и высоты штабелей груза. Особенно заметно с ростом высоты штабелей возрастает степень слеживаемости малогигроскопичных грузов. Быстрота слеживания продукта зависит от его температуры. При резких сменах температуры и влажности окружающей среды слеживаемость груза усиливается.

Для предотвращения или замедления процесса слеживания грузы хранят в уменьшающих поглощение влаги условиях; гигроскопичные вещества упаковывают во влагонепроницаемую тару; поверхности продукции покрывают брезентом, пленками и т. д.

Сводообразование — процесс образования свода над выпускным отверстием бункера, силоса, подвижного состава, характерный для насыпных и навалочных грузов. Образование свода происходит в результате зацепления движущихся частиц груза за частицы, находящиеся в состоянии покоя (рис. 3).

Хрупкость — способность некоторых грузов при механическом воздействии разрушаться, минуя состояние заметных пластических деформаций. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ и транспортных операций хрупкие грузы необходимо укладывать и закреплять в соответствии с нормативными требованиями, избегать бросков, ударов, падений отдельных грузовых мест и т. д. Тара и упаковка таких грузов должны быть исправными и обеспечивать их

защиту от разрушения. К хрупким грузам относятся изделия из стекла и керамики, различная аппаратура, приборы, шифер и т. д. Некоторые грузы могут приобретать свойство хрупкости при пониженной температуре. Так, олово становится хрупким при температуре ниже -15°C , резина при -45 – 50°C .

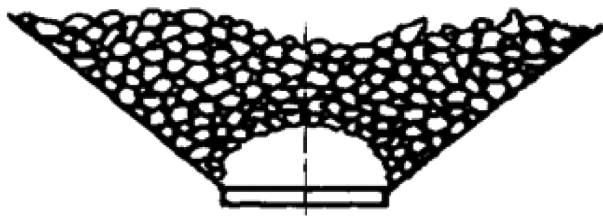


Рис. 3. Свод груза над отверстием

Пылеемкость — способность грузов легко поглощать пыль из окружающей атмосферы. Поглощение пыли приводит к порче материалов или вызывает необходимость очистки продукции от пыли перед ее употреблением. Повышенной пылеемкостью отличаются волокнистые материалы, ткани, меховые изделия, грузы повышенной влажности и т. д.

Распыляемость — способность мельчайших частиц вещества образовывать с воздухом устойчивые взвеси и переноситься воздушными потоками на значительные расстояния от места расположения груза. Яркий пример этого явления — пыление при перегрузочном и перевозочном процессах угля, цемента, муки, зерна, фрезерного торфа и других грузов.

Пыль обладает повышенной способностью адсорбировать из окружающей среды газы, пары и радиоактивные вещества. Это особенно вредно при наличии в воздухе отравляющих веществ и повышенной радиации.

Сильное пыление грузов затрудняет работу людей, вызывает необходимость применения марлевых повязок, респираторов, противогазов.

Органическая и металлическая пыль в определенной концентрации способна к воспламенению и взрыву под действием любого внешнего источника огня. Кроме того, распыление приводит к значительным (до 5–8 %) потерям продукции и загрязнению окружающей среды.

Для предотвращения распыления грузов необходимо совершенствовать тару и упаковку, создавать специализированный подвижной состав и погрузочно-разгрузочные устройства, устанавливать фильтры в вентиляционных устройствах складов пылящих грузов, покрывать поверхности грузов пленками и т. д.

Абразивность — способность грузов истирать соприкасающиеся с ними поверхности подвижного состава, погрузочно-разгрузочных машин и сооружений. Абразивность зависит от твердости частиц груза, которая оценивается по шкале Мооса (табл. 1).

Таблица 1

Твердость некоторых веществ по шкале Мооса

Наименование вещества	Твердость (баллы по шкале Мооса)
Тальк	1
Гипс, каменная соль	2
Известковый шпат, медь	3
Плавиковый шпат, железо	4
Апатит, никель	5
Полевой шпат, молибден	6
Кварц, тантал	7
Топаз	8
Сапфир, корунд, порошок оксида алюминия	9
Алмаз	10

В зависимости от твердости частиц грузы бывают *малоабразивные* с твердостью до 2,5 баллов; *среднеабразивные* — имеющие твердость от 2,5 до 5 баллов; *высокоабразивные* — с твердостью выше 5 баллов. Высокой абразивностью обладают цемент, минерально-строительные материалы, апатиты, бокситы и т. д. При работе с абразивными грузами необходимо принимать меры к предотвращению пыления и попадания частиц продукта на трущиеся детали подвижного состава и погрузочно-разгрузочных устройств.

Вязкость — свойство частиц жидкости сопротивляться перемещению относительно друг друга под действием внешних сил. Вязкость характеризует внутреннее трение между частицами и объясняется силами молекулярного сцепления. Различают *динамическую, кинематическую и условную вязкость*.

Динамическая вязкость (единицы измерения: пуаз (пз); $1_{пз} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$)/ц, $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$, определяет коэффициент внутреннего трения.

Сила внутреннего трения F между двумя слоями жидкости:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dx}, \quad (4)$$

где S — площадь слоя жидкости, м^2 ;

dv/dx — градиент скорости движения слоев жидкости в направлении, перпендикулярном направлению движения, $1/\text{с}$.

Кинематическая вязкость (единицы измерения: стокс (Ст); $1 \text{ Ст} = \text{см}^2/\text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) ν определяется отношением динамической вязкости жидкости к ее плотности:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad (5)$$

где ρ — плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

На практике для оценки текучести жидкостей чаще используется понятие *условной вязкости жидкостей*. Условная вязкость жидкостей измеряется в градусах Энглера (по имени немецкого химика К. О. Энглера). Число градусов Энглера определяется отношением времени истечения (τ) 200 см^3 испытуемой жидкости при данной температуре из вискозиметра типа ВУ (Энглера) ко времени истечения (τ_0) 200 см^3 дистиллированной воды из того же прибора при температуре 20°C . Вискозиметр (рис. 4) представляет собой сосуд с калиброванной сточной трубкой.



Рис. 4. Внешний вид вискозиметра

С понижением температуры вязкость продукта постепенно возрастает до полного застывания. Температурой застывания жидкости называют температуру, при которой она в стандартных условиях достигает состояния потери подвижности. Жидкость подвергают глубокому охлаждению в пробирке с двойными стенками.

При достижении температуры застывания уровень жидкости в пробирке, наклоненной к горизонту на 45° , остается неподвижным в течение

1 мин. Температура застывания жидкостей зависит от их химического состава.

По степени вязкости и температуре застывания жидкие грузы делятся на четыре группы (табл. 2).

Повышенная вязкость наливных грузов вызывает снижение скорости их перекачки и увеличивает потери продукта в результате налипания его частиц на внутренние поверхности кузовов подвижного состава.

Гигроскопичность — способность грузов легко поглощать влагу воздуха. Такая способность вызывается различными причинами. Так, карбид кальция, негашеная известь поглощают влагу вследствие своей химической активности. Гигроскопичность соли и сахара объясняется их сильной растворимостью в воде. Хлопок, шерсть, зерно поглощают влагу вследствие сгущения паров воды (адсорбции) на больших внутренних поверхностях груза.

Интенсивность поглощения влаги грузами возрастает с повышением температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также прямо зависит от площади поверхности груза, соприкасающейся с воздухом, от пористости и скважистости вещества.

Таблица 2

Условная вязкость и температура застывания некоторых веществ

Группа	Условная вязкость при температуре 50 °С, град.	Температура застывания, °С	Наименование некоторых грузов по группам вязкости
I	5–15	-15–0	Глицерин, мазут прямой гонки и флотский, автолы и др.
II	16–25	+1–15	Анилин, бензол, жир китовый, мазут смазочный, масла растительные и др.
III	26–40	+16–30	Каустик жидкий, кислота серная, масло авиационное, масло кокосовое, нефть, олеум, патока и др.
IV	Свыше 40	Выше +30	Битумы, гудрон, саломас, парафин спичечный, смола каменноугольная, пек жидкий и др.

Влажность определяет процентное содержание влаги в массе груза. Влага может содержаться в массе груза в свободном и связанном состояниях. Различают абсолютную и относительную влажность груза.

Относительной влажностью груза W называется отношение массы жидкости q_m массе влажного груза $q_{гр}$, %:

$$W = \left(\frac{q_M}{q_{\text{гр}}} \right) 100 \quad (6)$$

$$q_{\text{гр}} = q_M + q_c, \quad (7)$$

где q_c — масса сухого груза, т.

Абсолютная влажность груза W' представляет собой отношение массы жидкости к массе сухого груза, %:

$$W' = \left(\frac{q_M}{q_c} \right) 100. \quad (8)$$

В теоретических расчетах, как правило, используют абсолютную влажность, на практике чаще применяют относительную влажность, которая более наглядно дает представление о содержании влаги в массе продукта.

Для перевода относительной влажности в абсолютную, и наоборот, можно использовать формулы

$$W = \frac{100W'}{W' + 100}; \quad (9)$$

$$W' = \frac{100W}{100 - W}. \quad (10)$$

Стандартами, техническими условиями и другими нормативными материалами устанавливают *кондиционную влажность* различных грузов, при которой вещество способно сохранять свои качественные характеристики. Отклонения влажности грузов от кондиционных требований приводят к порче или потере качества продукции.

Повышенная влажность ряда грузов усиливает крайне нежелательные для транспорта свойства (слеживаемость, смерзаемость, склонность к сводообразованию), а также приводит к налипанию груза на внутреннюю поверхность бункеров кузовов подвижного состава и на рабочие органы погрузочно-разгрузочных машин и устройств.

Химические свойства грузов

Самонагревание — повышение температуры груза в результате экзотермических реакций, происходящих в массе груза, или дыхания. Самонагреванию подвержены зерно, волокнистые материалы, сено, жмых, каменные и бурые угли, торф, сланцы, некоторые руды и их концентраты и др. Самонагревание груза каждого наименования объясняется характерными для него причинами.

Процесс самонагревания грузов сельскохозяйственного производства объясняется наличием процесса дыхания продукта, жизнедеятельностью микроорганизмов и сельскохозяйственных вредителей. Вследствие малой теплопроводности теплота в массе груза накапливается, и его температура повышается, что, в конечном счете, приводит к порче, обугливанию или самовозгоранию продукта.

Создание благоприятных условий хранения и перевозки, активная вентиляция груза позволяют предотвратить или замедлить биохимические процессы, снизить интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов и вредителей, обеспечить своевременное удаление выделяющихся углекислого газа и тепла.

Процесс самонагревания руд, рудных концентратов, каменных и бурых углей, торфа, сланцев и некоторых других грузов объясняется химической реакцией взаимодействия с кислородом воздуха. Реакция окисления сопровождается выделением и накоплением тепла в массе груза, что, в свою очередь, ускоряет реакцию окисления. Если не обеспечить отвод тепла из массы груза, его самонагревание может привести к его самовозгоранию в полном объеме.

Различают **самовозгорание** тепловое, микробиологическое и химическое. Тепловым называется самовозгорание, вызванное самонагреванием, возникшим под воздействием внешнего нагрева вещества выше температуры самонагревания. *Микробиологическим* называется самовозгорание в результате самонагревания, возникшего под воздействием жизнедеятельности микроорганизмов в массе вещества (торфа, хлопка, растительных материалов, особенно недосушенных). *Химическим* называется самовозгорание, возникшее в результате химического взаимодействия веществ.

Температура груза, при которой начинается процесс окисления с последующим самовозгоранием, называется **критической температурой**.

Окислительные свойства грузов — способность легко отдавать избыток кислорода другим веществам. Примесь окислителей может

вызвать загорание горючих материалов и обеспечить их устойчивое горение без доступа воздуха. Это необходимо учитывать при взаимном размещении мест хранения и грузовых фронтов по переработке горючих материалов и окисляющих грузов и при организации их перевозки по железным дорогам.

Некоторые окислители вместе с органическими веществами способны к образованию взрывчатых смесей, взрывающихся вследствие детонации, трения или удара. Особенно активными окислителями являются жидкие кислоты, щелочи, соли, минеральные удобрения, перекись водорода и т. д.

Коррозия (лат. *corrosio* — разъедание) — процесс разрушения материала в результате химического или физического воздействия. Различают электрохимическую, химическую и биологическую коррозии. *Электрохимическая коррозия* — коррозия, вызванная потоком электронов между катодной и анодной областями металлической поверхности. *Химическая коррозия* — коррозия, вызванная химической реакцией металла с веществами окружающей среды, протекающей на границе металла и среды. Чаще всего это окисление металла, например, кислородом воздуха или кислотами, содержащимися в растворах, с которыми контактирует металл. Особенно подвержены этому металлы, расположенные в ряду напряжений (ряду активности) левее водорода, в том числе железо. *Биологическая коррозия* характерна для строительных материалов — это коррозия, вызываемая жизнедеятельностью биоорганизмов.

В целях защиты от коррозии в процессе перевозки металлы и металлоизделия тщательно упаковывают, в необходимых случаях уплотняют стены и крышу вагонов, покрывают антикоррозионными смазками открытые части, не допускают их совместную перевозку с грузами, являющимися активными окислителями.

Реакция грузов на изменение температур

Морозостойкость — способность грузов выдерживать воздействие низких температур, не разрушаясь, и сохранять свои качественные характеристики при оттаивании. Особенно неблагоприятно низкие температуры воздействуют на свежие овощи и фрукты, жидкие грузы, некоторые резинотехнические изделия и металлы и др.

Спекаемость — свойство частиц некоторых грузов слипаться при повышении температуры продукта. Спекаемости подвержены гудрон, асфальт, пек, агломераты руд и др. Предотвратить спекаемость

грузов практически невозможно. Выгрузка спекающихся грузов требует значительных трудовых затрат.

Теплостойкость — способность веществ противостоять развитию биохимических процессов, разрушению, окислению, плавлению или самовозгоранию под действием высоких температур. Наиболее неблагоприятное воздействие высокие температуры оказывают на грузы растительного и животного происхождения, каменные угли, торф, сланцы и грузы, содержащие легкоплавкие вещества.

Огнестойкость — способность грузов противостоять действию огня. По степени огнестойкости грузы делят на несгораемые, трудносгораемые и сгораемые. Несгораемые материалы (кирпич, бетон, сталь) под действием огня не воспламеняются, не тлеют, не обугливаются, но могут сильно деформироваться. Трудносгораемые материалы (фибролит, асфальтовый бетон) тлеют и обугливаются, но после удаления источника огня эти процессы прекращаются. Сгораемые материалы (дерево, рубероид, пластмассы) воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть и после удаления источника огня.

Огнеупорность — свойство грузов противостоять, не деформируясь, длительному воздействию огня. По степени огнеупорности материалы делят на огнеупорные, выдерживающие действие температур до 1580 °С и выше (шамотный кирпич), тугоплавкие, выдерживающие температуры 1350–1580 °С (тугоплавкий кирпич), легкоплавкие, размягчающиеся при температуре ниже 1350 °С (керамический кирпич). Огнеупорность характерна для ограниченного числа грузов. Большинство же грузов под действием огня сгорают, разрушаются или теряют свои первоначальные свойства.

Объемно-массовые характеристики грузов

Плотность — это масса однородного вещества в единице объема. Единицей плотности является килограмм на кубический метр, однако в производственной практике чаще используется тонна на кубический метр. На транспорте плотность используют для расчета массы жидких грузов, перевозимых наливом в вагонах-цистернах и бункерных полувагонах.

Плотность жидких грузов изменяется с изменением температуры, поэтому в верхнем правом углу обозначения плотности указывается температура, при которой она была определена. Стандартной считается плотность жидкого груза при температуре 20 °С. Для определения плотности жидких грузов применяют ареометры,

гидростатические весы и пикнометры. Ареометр (рис. 5, *а*) представляет собой прибор цилиндрической формы, изготовленный из прозрачного стекла, свободного от напряжения. В верхней части корпуса ареометра припаян стеклянный, закрытый сверху, пустой стержень кругового сечения, на внутренней поверхности которого размещена бумажная полоска с нанесенной шкалой, в зависимости от назначения ареометров.

Нижняя часть корпуса ареометра наполнена балластом, который придает ареометру необходимый вес и обеспечивает вертикальное положение при погружении его в жидкость.

Ареометры бывают различного назначения и используются для измерения плотности нефти и нефтепродуктов, жидкостей и растворов, кислот, цельного и обезжиренного молока, пахты, сыворотки, измерения массовой доли сахара в водных растворах и др.

а



б



Рис. 5. Приборы для измерения плотности жидкостей:
а — ареометр; *б* — гидростатические весы

Гидростатические весы (весы Мора — названы по имени сконструировавшего их в 1847 г. немецкого химика К. Ф. Мора) — ры-

чажные весы с неравноплечным коромыслом, предназначенные для определения плотности жидкостей и твердых тел методом гидростатического взвешивания. Гидростатическое взвешивание — метод измерения плотности жидкостей и твердых тел, основанный на законе Архимеда. Плотность твердого тела определяют его двукратным взвешиванием — сначала в воздухе, а затем в жидкости, плотность которой известна (обычно в дистиллированной воде); при первом взвешивании определяется масса тела, по разности результатов обоих взвешиваний — его объем. При измерении плотности жидкости производят взвешивание в ней какого-нибудь тела (обычно стеклянного поплавка), масса и объем которого известны и уравнивают весы гирями-рейтерами. На рис. 5, б представлены электронные гидростатические весы.

Пикнометр (от греч. *ruknos* — плотный и *metreo* — измеряю), стеклянный сосуд специальной формы и определенной вместимости, применяемый для измерения плотности веществ в газообразном, жидком и твердом состояниях (рис. 6). Измерение плотности пикнометром основано на взвешивании находящегося в нем вещества (обычно в жидком состоянии), заполняющего пикнометр до метки на горловине или до верхнего края капилляра, что соответствует номинальной вместимости. Очень удобен в работе пикнометр с боковой капиллярной трубкой, у которой пробкой служит тело термометра (рис. 6, д). Измерения объема значительно упрощаются, если вместо одной метки у пикнометра имеется шкала (рис. 6, з). Плотность твердых тел определяют, погружая их в пикнометр с жидкостью. Для измерения плотности газов применяют пикнометры специальной формы (шаровидные и др.).

При изменении температуры жидкого груза его плотность, $\tau/\text{м}^3$, для новых условий может быть определена

$$p^j = p^t + \Delta(t^i - t), \quad (11)$$

где Δ — температурная поправка, $\tau/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, показывающая величину изменения плотности жидкого вещества, при измерении его температуры на 1°C ;

t^i — температура жидкости, для которой определяется плотность, $^\circ\text{C}$;

t — температура жидкости, для которой плотность известна, $^\circ\text{C}$.

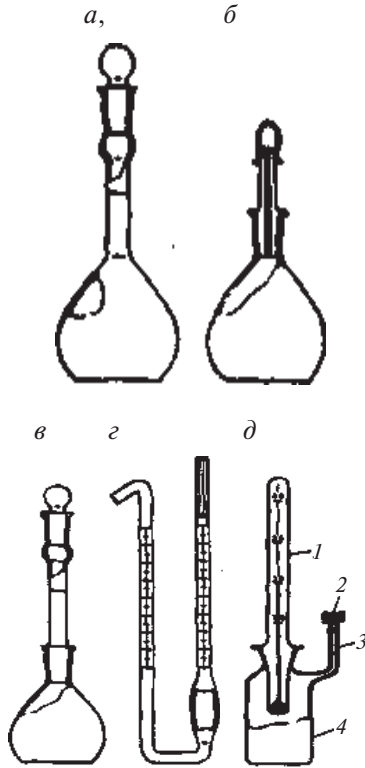


Рис. 6. Пикнометры:

- a* — колбообразный с меткой и глухой притертой пробкой (для жидкостей);
- б* — колбообразный с капиллярным отверстием в пробке (для жидкостей);
- в* — колбообразный со съёмной горловиной (для твердых веществ);
- г* — U-образный капиллярный (для летучих жидкостей);
- д* — с термометром (1 — термометр; 2 — колпачок;
- 3 — капиллярная трубка; 4 — цилиндрическая колба)

Объемная масса характеризует массу груза в единице объема с учетом скважистости и пористости вещества:

$$\rho_0 = \frac{Q}{(V_{гр} + V_n + V_c)}, \quad (12)$$

где V_c — суммарный объем скважин (пустот между частицами груза), м^3 .

Для стандартной объемной массы зерновых грузов на железных дорогах употребляется термин *натурная масса*. Объемную массу груза можно определять взвешиванием на вагонных или товарных весах или лабораторным способом. При использовании вагонных весов емкостями служат кузова вагонов. На товарных весах в качестве емкости используют ящик вместимостью 1 м³. После пяти — восьми замеров к расчету принимают среднее из полученных значений объемной массы.

Плотность и объемную массу необходимо определять с точностью до сотых долей, так как ошибка даже на одну десятую при расчете массы продукта в четырехосном вагоне приводит к разнице в 5–7 т груза.

Удельным объемом называется объем единицы массы груза. Для насыпных и навалочных грузов удельный объем — величина, обратная объемной массе, а для жидкостей — обратная плотности продукта.

Для тарно-штучных грузов важно знать основные характеристики отдельных грузовых мест: длину, ширину, высоту, внешний объем и массу брутто. Удельный объем тарно-штучных грузов:

$$V_y = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad (13)$$

где $\sum_{i=1}^n V_i$ — суммарный объем n грузовых мест, м³;

$\sum_{i=1}^n q_i$ — суммарная масса брутто n грузовых мест, т.

Объем штабеля тарно-штучных грузов превышает сумму объемов отдельных грузовых мест из-за наличия зазоров. Приращение объема штабеля оценивается *коэффициентом укладочности*:

$$K_{\text{ук}} = \frac{V_{\text{шт}}}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (14)$$

где $V_{\text{шт}}$ — внешний объем штабеля по обмеру, м³.

Используя эти формулы, можно определить удельный объем штабеля:

$$V_{\text{шт}}^{\text{уд}} = \frac{V_{\text{шт}}}{\sum_{i=1}^n q_i} = k_{\text{ук}} \cdot V_y. \quad (15)$$

Величина коэффициента укладочности зависит от размеров и формы отдельных грузовых мест, способа и плотности их укладки.

Удельный погрузочный объем показывает, какой объем подвижного состава занимает в среднем 1 т груза:

$$V_{\text{уп}} = \frac{V_3}{Q}, \quad (16)$$

где V_3 — объем вагона, занятый грузом, м³;
 Q — масса груза в вагоне, т.

Объем вагона, занятый грузом, включает в себя также и пустоты между отдельными грузовыми местами и между грузом и внутренней обшивкой подвижного состава. Качество размещения груза в вагоне можно оценить с помощью коэффициента заполнения:

$$k_3 = \frac{V_3}{\sum_{i=1}^n V_i}. \quad (17)$$

Зная коэффициент заполнения конкретным грузом заданного типа подвижного состава и удельный объем груза, легко определить его удельный погрузочный объем:

$$V_{\text{уп}} = k_3 \cdot V_y \text{ э.} \quad (18)$$

Биохимические свойства грузов

Грузы растительного и животного происхождения содержат в больших количествах воду (до 95 %), белки, жиры, сахар, аминокислоты, т. е. вещества, представляющие собой благоприятную среду для развития различных биохимических процессов, приводящих к качественным и количественным потерям грузов. Скорость протекания таких процессов зависит от трех взаимосвязанных факторов: жизнедеятельности микроорганизмов, биохимических изменений (ферментативных и неферментативных), физических явлений.

По **характеристикам жизнедеятельности** микроорганизмы разделяются на бактерии и плесневые грибы (плесени).

Бактерии — бесцветные организмы, преимущественно одноклеточные, размером от долей микрона до нескольких микрон; они занимают промежуточное положение между растениями и животными.

Бактерии способны вызывать распад белков с выделением сероводорода и аммиака; жиров — с образованием глицерина и жирных кислот; углеводов, необходимых бактериям для дыхания.

Плесени — более сложные микроорганизмы, способные вызывать разнообразные физиологические и инфекционные заболевания плодов и других грузов органического происхождения.

В неблагоприятных условиях существования некоторые микроорганизмы могут образовывать весьма устойчивые споры, которые при изменении условий могут прорасти, вызывая так называемую вторичную инфекцию. Большинство плесневых грибов безвредны для здоровья человека, однако некоторые виды, развивающиеся на почве в тропических и субтропических районах, выделяют токсические вещества. Употребление в пищу продуктов, пораженных такими плесневыми грибами, может вызвать раковые заболевания.

Важнейшие возбудители гниения и брожения относятся к так называемым *мезофильным*, т. е. нормально существующим при температуре 20–40 °С, микроорганизмам. Минимальная температура их размножения 10–15 °С, оптимальная 37 °С, максимальная 45 °С. Однако некоторые плесневые грибы на мороженом мясе, рыбе и жире, содержащих воду, могут сохранять жизнедеятельность при температуре –15–20 °С.

В грузах растительного и животного происхождения взаимодействие с окружающей средой приводит к развитию различных биохимических процессов. Такие из них, как автолиз, дыхание, созревание и проращение, вызваны процессами, происходящими в самом продукте, а гниение, брожение и плесневение объясняются жизнедеятельностью различных микроорганизмов.

Автолиз наблюдается в мясных, табачных изделиях, муке и некоторых других грузах и представляет собой процесс саморастворения, распада тканей животного или растительного происхождения под влиянием ферментов, содержащихся в этих же тканях.

Процесс *дыхания* характерен для грузов растительного происхождения (зерно, овощи, фрукты и т. д.). При дыхании происходит окисление органических соединений кислородом. Интенсивность дыхания возрастает с ростом температуры и влажности продукта. Окисление и распад органических соединений сопровождаются выделением тепла, что приводит к самонагреванию, самовозгоранию и последующей порче продукта.

Процесс *дозревания* характерен для зерна, овощей, фруктов. При этом в зернах происходит переход сахара в крахмал, а в овощах и фруктах крахмал превращается в сахар.

Прорастание наблюдается в овощах и зерновых культурах. Этот процесс сопровождается интенсивным дыханием.

Процесс брожения представляет собой разложение углеводов в результате деятельности микроорганизмов. Различают спиртовое, молочнокислое, маслянокислое и уксуснокислое брожения. При спиртовом брожении происходит разложение сахаров с образованием спирта и углекислого газа, при молочнокислом — молочной кислоты, при маслянокислом — масляной кислоты. При уксуснокислом брожении спирт превращается в уксусную кислоту.

Гниение вызывает распад белковых веществ в результате жизнедеятельности гнилостных бактерий.

При **плесневении** поверхности продовольственных грузов появляется белый слизистый налет, который постепенно становится желтым, коричневым и, наконец, черным. Под действием плесени происходит разложение жиров и углеводов, и в некоторых случаях образуются ядовитые вещества.

Свойства опасности

Огнеопасность — способность вещества в случае возникновения очага загорания к прогрессирующему горению. Устойчивое горение вещества происходит при определенной концентрации его газов, паров или пыли в воздухе. Границы такой концентрации получили название области воспламенения. Чем шире область воспламенения и ниже концентрационный предел взрываемости, тем выше огнеопасность груза.

Для горючих жидкостей важными характеристиками являются температура вспышки и температура воспламенения. Под температурой вспышки понимают температуру жидкости, при которой ее насыщенные пары способны воспламеняться под действием внешнего источника воспламенения продолжительностью до 5 с. При вспышке воспламеняются и сгорают только пары жидкости. Температура воспламенения характеризует минимальную температуру жидкости, при которой возможно устойчивое горение ее испарений. Температура, при которой происходит самовозгорание жидкого груза, называется температурой самовоспламенения. Она значительно выше температуры вспышки.

Взрывоопасность — способность грузов вызывать физический или химический взрыв. Физический взрыв — взрыв, вызываемый изменением физического состояния вещества. В результате такого взрыва вещество превращается в газ с высоким давлением и температурой. Физический взрыв могут вызвать сжатые и сжиженные газы. Химический

взрыв — взрыв, вызываемый быстрым химическим превращением веществ, при котором потенциальная химическая энергия переходит в тепловую и кинетическую энергию расширяющихся продуктов взрыва с высокой скоростью. Горение взрывчатых веществ (ВВ) сопровождается детонацией, приводящей к мгновенному взрыву всей массы продукта и образованию ударной волны. Степень опасности ВВ зависит от свойств и массы продукта, качества тары и упаковки.

Вредность — способность паров или взвешенных частиц поражать органы чувств, кожный покров, дыхательные пути и легкие людей. Поражение может проявляться в виде раздражающих явлений, отравления, заболевания силикозом и различными инфекционными и кожными болезнями. Особенно неблагоприятное воздействие на организм человека оказывают пары или пыль свинца, цемента, фосфора, бензина, минерального масла, дегтя, кожсырья, ртути и т. д. Установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе. При переработке таких грузов необходимо принимать меры, обеспечивающие охрану здоровья обслуживающего персонала.

Ядовитость — свойство некоторых грузов, представляющих непосредственную опасность для здоровья и жизни людей и животных. Проникновение яда в организм человека или животного может произойти при вдыхании, через кожный покров и при внутреннем введении в процессе еды, курения, питья и т. д. Сила действия ядовитых веществ (ЯВ) на организм определяется их токсичностью. Опасность ЯВ определяется их способностью создавать опасные концентрации в воздухе в аварийных ситуациях.

К инфекционно-опасным грузам относятся: живность, сырые животные продукты, шерсть животных, кожсырье, бактериологические препараты и некоторые другие. Такие грузы могут послужить причиной распространения инфекции, заболевания, а в некоторых случаях гибели людей и животных.

Радиоактивность (лат. radio — испускаю лучи + activus — действенный) — самопроизвольное превращение неустойчивых ядер одних элементов в ядра других элементов, сопровождающееся ядерным излучением. Радиоактивный распад происходит по экспоненциальному закону. В СИ единицей радиоактивности является беккерель (Бк). 1 Бк равен активности радиоактивного источника, при которой за время 1 с происходит 1 акт распада.

Основная опасность радиоактивных излучений — ионизация молекул тканей, которая приводит к изменению химической структуры различных соединений в организме.

В зависимости от физической природы радиоактивные вещества подразделяются на три группы:

- вещества, излучающие альфа-, бета- и гамма-лучи;
- источники нейтронов или нейтронов и гамма-лучей;
- вещества, излучающие альфа- или бета-лучи.

Мощность дозы излучения на поверхности упаковки радиоактивного груза или на расстоянии 1 м от центра поверхности упаковки является показателем опасности радиации. В зависимости от мощности дозы излучения грузовые места с радиоактивными веществами делятся на три транспортные категории.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ТАРНО-УПАКОВОЧНЫХ И ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Общие понятия

Тарно-упаковочные и штучные грузы включают обширную номенклатуру ценных промышленных изделий и товаров народного потребления. Они отличаются большим разнообразием специфических свойств, необходимостью защиты от внешних агрессивных факторов и воздействий, объемно-массовыми характеристиками, тарой и упаковкой и другими показателями транспортной характеристики.

В соответствии с транспортной характеристикой тарно-упаковочные и штучные грузы могут перевозиться в упаковке, в частичной упаковке и без упаковки. Для перевозки таких грузов используются крытые вагоны, контейнеры различных типов, открытый подвижной состав.

На основе объемно-массовых характеристик и условий перевозок тарно-упаковочные и штучные грузы условно делятся на следующие группы (табл. 3):

— *грузы с массой транспортной единицы* (одного грузового места) менее 500 кг, линейные параметры которых не превышают линейных размеров дверного проема универсального крытого вагона;

— *тяжеловесные грузы*, масса одного грузового места которых превышает 500 кг, но не превышает грузоподъемности универсального железнодорожного вагона; перевозятся, как правило, на открытом подвижном составе, а в отдельных случаях в крупнотоннажных универсальных контейнерах, при условии соответствия по линейным параметрам и массе;

— *сверхтяжеловесные*, крупногабаритные и громоздкие грузы с массой одного грузового места более грузоподъемности универсального вагона; перевозятся такие грузы на специальных вагонах-транспортерах с грузоподъемностью от 80 до 500 т;

— *длинномерные грузы*, требующие для перевозки сцепов из 2–3 вагонов;

— негабаритные грузы.

Классификация тарно—упаковочных и штучных грузов

Наименование грузов	Масса одного грузового места	Размеры одного грузового места
Обычные	Не более 500 кг	Не более размеров дверного проема крытого универсального вагона
Тяжеловесные	Более 500 кг, менее грузоподъемности универсального вагона	Не более размеров габарита погрузки
Сверхтяжеловесные	Более грузоподъемности универсального вагона	Не более размеров габарита погрузки
Длинномерные	Не более грузоподъемности двух вагонов сцепа	Длина превышает длину универсального вагона
Негабаритные	Не более грузоподъемности опорных вагонов	Превышают размеры габарита погрузки

Классификация, назначение и функции упаковки

Различают два типа упаковок: *потребительскую*, предназначенную для конечного потребителя товаров и, следовательно, выполняющую маркетинговые функции, и *промышленную*, обеспечивающую удобство технологических операций.

Потребительская упаковка разрабатывается из соображений удобства для потребителя, привлекательности для покупателей, эффективного использования торговых площадей и защиты товаров от повреждений.

Для повышения эффективности грузопереработки готовые продукты (или отдельные их компоненты) *обычно группируют* в более крупные единицы, укладывая в коробки, мешки, ящики или бочки. Все эти емкости, служащие для первичного объединения отдельных продуктов, называют промышленной упаковкой. Иногда для удобства грузопереработки промышленные упаковки сводят в более крупные грузовые отправки. Этот процесс называется созданием укрупненных грузовых единиц — пакетов.

Упаковка выполняет три основные функции:

- защита от повреждения;
- обеспечение удобства транспортировки и грузопереработки;
- информирование.

Защита от повреждений и хищения — главная функция промышленной упаковки в процессе хранения и транспортировки. Для дости-

жения этих целей необходимо подобрать упаковку, соответствующую характеристикам продукта, найти правильное сочетание материала и конструкции упаковки. Главными факторами при этом являются ценность (стоимость) и свойства продукта: чем продукт дороже и чем более он подвержен разрушению, тем более надежной должна быть упаковка.

Информационная функция упаковки играет ключевую роль в идентификации грузов, контроле за их прохождением и грузопереработке.

Информационные назначение упаковки:

1. Информация о ее содержимом, т. е. о помещенных в упаковку грузах. Обычно в состав такой информации входят сведения о производителе, наименовании тары, количестве продуктов и их номер по универсальному коду продукции (УРС). Нанесенная на упаковку информация служит для «распознавания» грузов при получении заказов, подборке и проверке отправок.

2. Информационное обеспечение контроля за прохождением грузов. Хорошо налаженная система грузопереработки непрерывно отслеживает движение продуктов через стадии получения, хранения, подборки заказов и отправки. Такой контроль за всеми перемещениями грузов уменьшает потери и хищения продукции и очень полезен для наблюдения за динамикой производительности труда работников.

3. Информация, предотвращающая повреждение продукции в процессе грузопереработки. В частности, на упаковку должны быть нанесены обозначения, указывающие на необходимость особого обращения с хрупкими предметами, границы допустимого температурного режима, специфические требования к штабелированию или экологические ограничения. При работе с опасными веществами информация на упаковке или в сопроводительной документации должна содержать инструкции на случай их утечки или повреждения тары.

Упаковка и тара: определение, роль в транспортном процессе

Перемещение продукта от производителя к потребителю является предпосылкой реализации его потребительской стоимости. При этом важно обеспечить полную сохранность количества, качества и товарного вида продукции на всем пути ее следования.

Большинство товаров, выпускаемых промышленностью, транспортируют, хранят и отпускают потребителю в упаковке или таре.

Согласно ГОСТу 17527-2003 «Упаковка. Термины и определения» под **упаковкой** понимается средство или комплекс средств, обеспечи-

вающих защиту продукции от повреждений и потерь, окружающей среды, загрязнений, а также обеспечивающих процесс обращения.

Тара — это основной элемент упаковки, представляющий собой изделие для размещения в нем продукции. В процессе обращения она участвует не только вместе с продукцией (товаром), но и без него.

Роль упаковки и тары в транспортном технологическом процессе определяется функциями, которые они выполняют. Эти функции сводятся к следующим:

- предохранение груза от вредного воздействия внешней среды, а также внешней среды от вредного воздействия груза;
- защита груза от влияния других грузов;
- обеспечение условий для сохранности количества и качества грузов на всем пути их движения из сферы производства в сферу потребления;
- придание грузам необходимой мобильности и создание условий для механизации трудоемких операций и более эффективного использования складских и торговых площадей;
- создание более благоприятных условий для приемки грузов по количеству и качеству и удобств для их количественного учета;
- обеспечение безопасных условий труда при переработке грузов;
- улучшение учета и организации сбыта продукции;
- повышение эффективности использования транспортных средств и складских помещений.

Классификация, назначение и функции тары

Классификация тары осуществляется по различным признакам. К основным из них относятся следующие: сфера применения, принадлежность, кратность и условия использования, материал, форма, конструктивные особенности и т. д. (рис. 7)

По *функциональным признакам* тара делится на потребительскую, групповую, тару-оборудование и *транспортную*.

Потребительская предназначена для упаковки продукции в расфасовке, удобной потребителю.

Групповая предназначена для укрупнения отдельных мест.

Тара-оборудование — специальное изделие для выкладки и продажи товаров в торговом зале магазина непосредственно из него.

Транспортная — для перевозки продукции.

В зависимости от *сферы применения* различают *универсальную* и *специализированную* тару. Первую используют для упаковывания,

транспортирования и хранения различных видов продукции. Вторую — для одной какой-либо определенной продукции или для определенных условий эксплуатации.

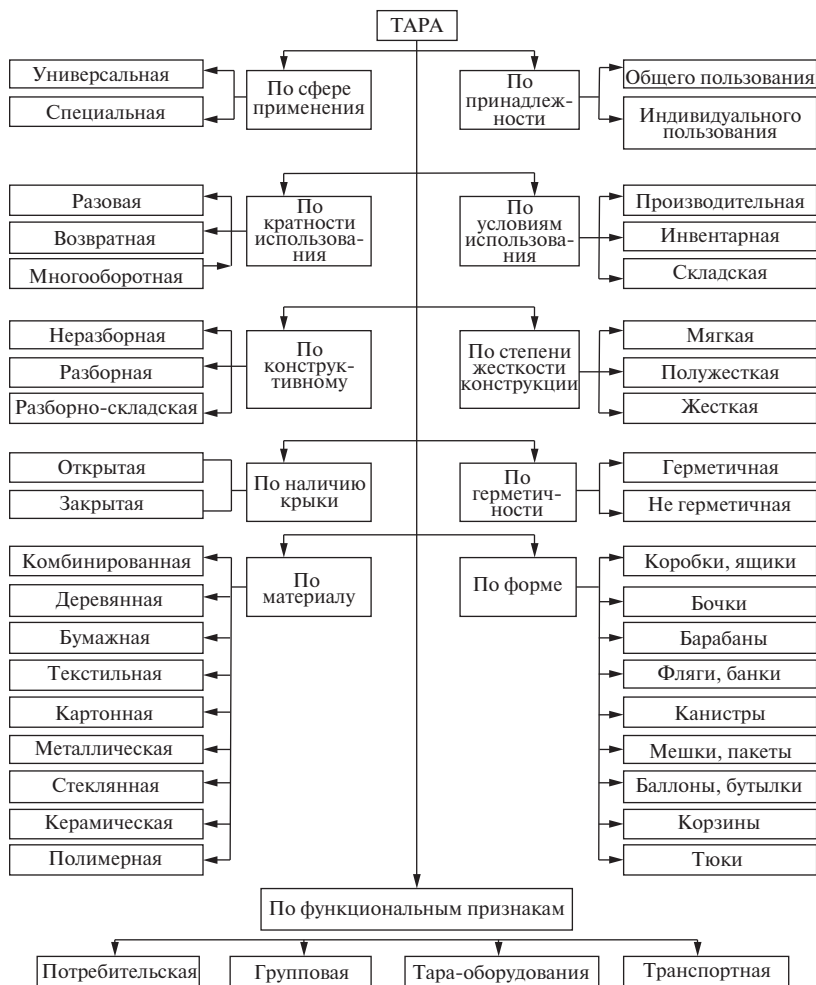


Рис. 7. Классификация тары

В зависимости от *принадлежности* различают тару *общего* и *индивидуального* пользования. Тара общего пользования может приме-

няться различными предприятиями и организациями. К таре индивидуального пользования относится инвентарная тара, изготавливаемая по специальному заказу для централизованной доставки товаров на отдельные предприятия. Она является собственностью предприятий промышленности или оптовых торговых предприятий.

В зависимости от *кратности использования* тара делится на многооборотную, возвратную и разового использования.

Многооборотная тара предназначена для многократного ее использования при поставках продукции. К ней относятся ящики, бочки, флаги, мешки и другая транспортная тара.

К *возвратной таре* относится тара, бывшая в употреблении, которую целесообразно использовать повторно. Она подлежит сдаче поставщику в обязательном порядке.

Разовая тара предназначена для однократного использования при поставках продукции. Это коробки из-под конфет, спичек, папирос и другая потребительская, а также транспортная тара, которая после ее использования подлежит утилизации.

В зависимости от *условий использования* тару делят на производственную, инвентарную и складскую.

Производственная тара предназначена для хранения, перемещения и складирования сырья, заготовок, деталей, сборочных единиц, готовой продукции, а также отходов в производстве.

Инвентарная тара — это многооборотная тара, принадлежащая конкретному предприятию и подлежащая возврату данному предприятию.

Складская тара представляет собой разновидность транспортной тары, используемой для приемки, хранения и комплектации продукции в складских условиях.

В зависимости от *степени жесткости конструкции*, то есть способности к сопротивлению внешним воздействиям и сохранению своей первоначальной формы, различают жесткую, мягкую и полужесткую тару. *Жесткая тара* не меняет своих форм и размеров при заполнении продукцией и при транспортировании и хранении продукции воспринимает полную нагрузку (деревянные и металлические ящики и бочки, стеклянная тара).

Форма *мягкой тары* существенно меняется при заполнении ее продукцией, нагрузка воспринимается грузом (мешки, паковочные ткани и т. п.), нагрузка воспринимается грузами.

При использовании *полужесткой* тары нагрузка воспринимается частично тарой, частично грузом, такая тара сохраняет в основе свою первоначальную форму (картонные ящики и корзины)

В зависимости от конструктивного исполнения тару подразделяют на неразборную, разборную и разборно-складную.

Различают тару *плотную*, детали которой соединены между собой без просветов, и *решетчатую*, детали которой соединены между собой с заданными просветами.

В зависимости от *наличия крышки* или другого укупорочного средства тара бывает *закрытая* и *открытая*.

В зависимости от *герметичности* тара подразделяется на *герметичную* и *негерметичную*. Разновидностями герметичной тары является пыле-, свето-, жиро-, газо- и паронепроницаемая тара.

В зависимости от *специфики функционального назначения* и особенностей конструктивных исполнений, различают изотермическую, изобарическую и аэрозольную тару. *Изотермическая* — это тара, внутри которой в течение определенного времени сохраняется заданная температура. *Изобарическая* — это герметичная тара, внутри которой сохраняется заданное давление. *Аэрозольная* тара — это изобарическая тара с распылительным клапаном, придающим продукции при ее потреблении аэрозольное состояние.

В зависимости от *материала изготовления* тару подразделяют на деревянную, картонную, бумажную, текстильную, металлическую, стеклянную, керамическую, полимерную и комбинированную.

Деревянная тара наиболее распространена в обращении. Ее изготавливают из древесины различных пород. К этой группе тары относят ящики, бочки и корзины.

Ящики бывают дощатые, фанерные и комбинированные. Конструктивными элементами ящиков являются: дно, две торцовые, две боковые стенки и крышка. Для упаковки промышленных и продовольственных товаров используют плотно склоченные ящики; для овощей, фруктов, вино-водочных изделий — решетчатые. В соответствии со стандартами выпускается несколько видов дощатых и фанерных ящиков для продукции рыбной промышленности, кондитерских изделий, консервов, овощей и фруктов, а также других продовольственных товаров, продукции легкой промышленности и других непродовольственных товаров. Различаются они между собой по размерам, назначению, объему древесины, пошедшей на изготовление деталей ящиков, и по другим признакам. Бывают неразборные, разборные и складные ящики. Вместимость их может составлять до 200 кг продукции.

Бочки подразделяются на заливные и сухотарные. В заливные бочки затаривают рыбу в тузлуке, пиво, вина и другие жидкие продукты, в сухотарные бочки — сухие молочные продукты, яичный порошок, сухую краску, замазку и т. п. В днище заливных бочек имеется отверстие для заливки рассола, тузлука и т. п. *Деревянные бочки* изготавливают из древесины различных пород. Состоят они из клепок, днищ и обручей. Из клепок и днища собирают остов бочки. На конце клепок имеются уторы (пазы), в которые вставляют дно. Остов бочки с наружной стороны обтянут симметрично расположенными обручами.

Деревянные бочки выпускают различной емкости. Например, соки, морсы, коньяки и коньячный спирт, вина затаривают в бочки емкостью от 50 до 600 л; рыбную и плодоовощную продукцию, топленое масло, маргарин — от 15 до 250 л.

Сыпучие и пастообразные товары затаривают в *фанерные барабаны* емкостью от 10 до 100 л.

Для сбора, хранения и транспортирования овощей, фруктов, рыбы и некоторых других продуктов используют *прутяные* и *драночные корзины*.

Тара может быть изготовлена из шпона с прослойками эластичной резины. Производство тары из такого материала (резофана) позволяет значительно уменьшить ее собственный вес без снижения показателей прочности и влагостойкости, характерных для деревянной тары.

К *картонной* таре относят *коробки* и *ящики*. Коробки изготавливают из прессованного картона, ящики — из прессованного и гофрированного. Картонная тара легче деревянной в 2,5–4 раза на единицу затаренной продукции. Для ее изготовления требуется в несколько раз меньше древесной массы. Сырьем для ее изготовления могут служить отходы деловой древесины.

В зависимости от назначения, конструкции, размеров и некоторых других признаков картонные ящики подразделяются более чем на 10 типов (для кондитерских изделий, для продукции мясной и молочной промышленности и т. д.).

Для затаривания сыпучих товаров используется *бумажная тара*. К ней относятся бумажные мешки и пакеты. *Мешки* подразделяют на битумированные (крафт-мешки), дублированные и влагопрочные. Битумированные мешки пропитывают специальными растворами. Кроме того, по способу изготовления их подразделяют на клеенные и сшитые, с открытой и закрытой горловиной. Для изготовления пакетов используют специальную упаковочную бумагу.

Текстильно-мочальная тара в основном представлена тканевыми и сетчатыми мешками, паковочными тканями. Мешки изготавливают из льняных, полульняных, льноджутовых, льноkenaфных, льноджутокенафных и других тканей, а также из сетки или гардинного полотна. В зависимости от назначения они делятся на мешки сетчатые для картофеля и овощей, мешки тканевые для сахара и мешки тканевые для хлебопродуктов и семян сельскохозяйственных культур. Как правило, мешки выпускаются вместимостью 50 и 100 кг.

Паковочная ткань (хлопчатобумажная или льняная) используется для упаковки тканей, швейных, трикотажных и ковровых изделий, а также других грузов.

Транспортирование и хранение жидких, летучих, огнеопасных и других товаров осуществляется в *металлической таре*, к которой относятся бочки, баллоны, фляги, банки и канистры. Для их изготовления используют листовую сталь, специальную жель, алюминий. Внутреннюю поверхность металлической тары покрывают специальными лаками или нейтральными металлами, для того чтобы предотвратить ее взаимодействие с пищевыми продуктами.

Стекланная тара используется для затаривания жидких товаров (молока и молочных продуктов, вино-водочных изделий и других продовольственных и промышленных товаров). В зависимости от формы и емкости различают банки, бутылки, баллоны (бутыли) и флаконы. Грузы, затаренные в стекланную тару, необходимо перевозить и хранить в жесткой транспортной таре и мягких паковочных материалах.

Керамическая тара находит ограниченное применение. В основном она используется для затаривания некоторых ликеро-водочных изделий.

Полимерная тара получает все более широкое распространение. Она изготавливается из синтетических материалов, которые обладают прочностью, легкостью и хорошо защищают грузы от внешних влияний. Она объединяет достаточно разнообразный ассортимент как потребительской, так и транспортной тары. Из полимеров изготавливают банки, бутылки, канистры, коробки, пакеты, ящики и т. п.

Как правило, в контрактах различают *внешнюю* (наружную или транспортную) тару (ящики, деревянные или металлические, барабаны, бочки, бидоны, фляги, картонные коробки, бумажные жесткие пакеты, мешки, контейнеры и т. д.) и *внутреннюю* (первичную или потребительскую) упаковку. Внутреннюю упаковку применяют для каждого изделия или какой-то определенной части продукции. Она

является неотделимой частью товара (пленочные и бумажные пакеты, коробки, тубики, флаконы, банки из стекла и железа, бутылки).

Тара должна быть недорогой в изготовлении, портативной и удобной для транспортирования, как с грузом, так и в порожнем виде.

Номенклатура тарно-штучных грузов превышает 15 тыс. наименований. Примерное соотношение видов транспортной тары в общем объеме перевозок приведено в табл. 4.

Таблица 4

Соотношение видов тары в общем объеме перевозок

Деревянные, пластмассовые, фанерные и картонные ящики	55–60 %
Бумажные, полиэтиленовые, полипропиленовые, льняные, полупеньные, льноджутокенафные мешки	28–32 %
Кипы и тюки	5–8 %
Бочки и барабаны	4–6 %
Прочая	2–3 %

Размеры транспортной тары унифицированы по ГОСТ 21140-88, который устанавливает единую систему размеров, исходя из модулей 800x1200 и 1000x1200 мм. Предпочтительные наружные размеры тары прямоугольного сечения, позволяющие использовать на 100 % площадь поддона, следующие:

— Длина — 1200, 800, 600, 400, 300, 240, 200 мм;

— Ширина, высота — 1000, 800, 600, 400, 300, 200, 150 мм.

— Предпочтительные наружные диаметры транспортной тары круглого сечения должны выбираться из ряда:

— 800, 600, 484, 435, 400, 370, 351, 320, 294, 277, 266, 246, 226, 219, 200 мм.

По ГОСТ 21140-88 определены также наружные размеры потребительской тары, которые должны вписываться во внутренние размеры транспортной тары.

ПАКЕТИРОВАНИЕ И КОНТЕЙНЕРИЗАЦИЯ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Пакетирование тарно-штучных грузов

Перевозка тарно-штучных грузов отдельными единицами, т. е. россыпью или поштучно требует применения тяжелого ручного физического труда у всех участников перевозочного процесса (отправителя грузов, транспортной организации, получателя). Кроме низкой производительности труда, такие перевозки приводят к значительным потерям грузов, особенно сыпучих, затаренных в мешки, кирпича и т. д., хищениям, к потере качества груза из-за возможного повреждения тары, большим простоям подвижного состава. Высокий коэффициент собственной массы тары, в основном деревянной, ухудшает использование транспортных средств.

Таким образом, проблема совершенствования способов транспортирования тарно-штучных грузов, повышения уровня комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с ними остается актуальной.

Одно из основных направлений в решении этой проблемы — внедрение пакетных перевозок тарно-штучных грузов на базе создания механизированных комплексов по формированию пакетов грузов, включающих в себя пакетоформирующие машины и оборудование по упаковке пакетов.

Переход на пакетную поставку продукции диктуется также все возрастающими объемами ее перевозки в международных сообщениях. Экспорт штучных грузов предполагает поставку их в пакетированном виде, учитывая, что технология погрузочно-разгрузочных работ в развитых зарубежных странах ориентирована на переработку укрупненных грузовых единиц.

Пакетный способ перевозки грузов заключается в том, что отдельные штучные грузовые единицы в таре и в незатаренном виде у отправителя объединяют в одно укрупненное место — пакет, как правило, с применением специальных приспособлений (поддонов или увязочных устройств) и доставляют его до получателя без расформирования в пути. При этом штабелирование и другие операции при перевозках выполняют только механизированным способом.

Транспортным пакетом называется укрупненная грузовая единица, сформированная из штучных грузов в таре или без нее с применением различных способов и средств пакетирования, сохраняющая форму в процессе перевозки и дающая возможность комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ (рис. 8). Различают одно- и многооборотные средства пакетирования. При подъемно-транспортных операциях нагрузку, создаваемую грузом, воспринимает несущее средство пакетирования. Для предупреждения разваливания пакета используются скрепляющие средства пакетирования.



Рис. 8. Внешний вид транспортного пакета

Укрупненная грузовая единица, составленная из нескольких транспортных пакетов с применением специальных скрепляющих приспособлений (стропов, рам), следующих вместе, называется *блокпакетом*.

Форма пакета может быть прямоугольной, цилиндрической и трапециевидной. Трапециевидная форма применяется для обеспечения заполнения верхней, суженной части габарита погрузки.

Развитие перевозок грузов укрупненными грузовыми местами или укрупненными грузовыми единицами является одним из направлений повышения эффективности перевозок на транспорте. Использо-

вание пакетов позволяет ускорить обращение грузов, повышает производительность труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, сокращает расходы на транспортную тару и хранение грузов, повышает сохранность, снижает убытки от хищений и порчи грузов, позволяет автоматизировать выполнение погрузочно-разгрузочных работ, упрощает транспортно-экспедиторские, передаточные и другие коммерческие операции.

Целесообразность укрупнения грузовых мест предопределяет ряд факторов:

- транспортные характеристики грузов;
- дальность перевозки;
- эксплуатационные характеристики технических средств подвижного состава всех видов транспорта и перегрузочного оборудования, используемых в цепочке доставки груза;
- экономические показатели расчета эффективности доставки груза при различных вариантах ее осуществления.

Использование транспортных пакетов сокращает затраты на тару и упаковку, устраняет потери и повреждения груза, ускоряет его доставку, повышает статическую нагрузку вагона и сокращает его простой под загрузкой и разгрузкой. Транспортные пакеты формируются в соответствии с требованиями стандартов до предъявления груза к перевозке. Транспортный пакет формируют из однородных грузов в одинаковой упаковке или без нее, отправляемых в адрес одного получателя. Допускается формировать пакеты и из неоднородных грузов при поставке в адрес одного получателя, если они по форме, габаритам и свойствам совместимы. Способы пакетирования грузов и средства их крепления различны. Они должны обеспечивать полную сохранность всех грузовых мест и не позволять изымать из пакета отдельные места без нарушения крепления и контрольных знаков отправителя.

Номенклатура грузов, пригодных для пакетирования

Все грузы, кроме угля, руды, песка, гравия и других массовых, а также перевозимых в закрытом подвижном составе насыпью, в цистернах и бункерных полувагонах — наливом, можно и необходимо транспортировать в пакетах.

Структура пакетированных грузов, осваиваемых железнодорожным транспортом, не является стабильной. В общем объеме этих

перевозок наибольший удельный вес занимают перевозки стального каната и труб (более 50 %), лесоматериалов и тарно-штучных грузов — примерно одинаковый удельный вес (18–20 %), на долю строительного кирпича и огнеупорных изделий приходится около 12%.

Особый интерес представляют пакетные перевозки грузов металлургической промышленности, тарно-штучных, лесных грузов, а также грузов строительной индустрии (минерально-строительных), имеющих значительный удельный вес в общем объеме железнодорожных перевозок. Ниже приведено краткое описание таких перевозок.

Погрузка *транспортных пакетов грузов металлургической промышленности* производится на складах готовой продукции предприятий черной металлургии. Такие грузы грузят кранами со съёмным навесным оборудованием (электромагнитами, траверсами с гибкими стропами, клещевыми захватами). Сортовую и фасонную сталь, стальные трубы диаметром до 159 мм, гнутые профили комплектуют в связки (пачки) массой от 3 до 10 т в карманах или кассетах и обвязывают в два-четыре оборота проволокой диаметром 4–6 мм в двух или более местах по длине. Двутавровые балки и швеллеры формируют в пачки прямоугольного сечения, которые обвязывают через каждые 2–3 м длины. Листовую и полосовую сталь упаковывают в пачки или рулоны, делая в зависимости от длины и ширины 1–4 продольных и 1–8 поперечных обвязок стальной лентой или проволокой. Листы одного размера жести горяче-, холоднокатаной и др., стали кровельной, тонколистовой и другой формируют в пачки, как правило, автоматизировано. Пачки жести, упакованной в короба, массой 920–1030 кг скрепляют стальной лентой двумя продольными и двумя поперечными обвязками с деревянным поддоном, который можно перегружать погрузчиками и кранами. Рулоны жести массой 270–630 кг укладывают на деревянные поддоны в один-два яруса с разделительными прокладками из досок, соединенных брусками. Пакет скрепляют двумя обвязками из стальной ленты.

Ленту упаковочную, холоднокатаную и другую в мотках транспортируют в пакетах (до 1 т), сформированных на деревянных поддонах квадратной формы или без них (рис. 9). Размещается на них 18–25 мотков, сверху которых укладывают щит одинаковых размеров с поддоном. Весь пакет скрепляют двумя обвязками из стальной ленты. Сталь тонколистовую, углеродистую, легированную, коррозионно-стойкую и другую в рулонах массой 4,5–5 т укладывают на специальные опоры из деревянных брусьев и закрепляют двумя взаимно перпендикулярными обвязками из стальной ленты сечением 0,5х30 мм или в деревян-

ные ящики, снабженные снизу двумя опорными брусками, позволяющими использовать краны или погрузчики при погрузке и выгрузке. Сортовые и гофрированные профили из стали углеродистой обыкновенного качества и конструкционной, низколегированной коррозионно-стойкой формируют в пакеты прямоугольного или овального сечения массой 5–9 т. Пакеты длиной до 6 м скрепляют двумя поперечными обвязками стальной ленты 2х30 мм или проволокой диаметром 6–7 мм в две нити, длиной от 6 до 12 м тремя обвязками. Пакеты из гофрированных профилей, покрытых смазкой скрепляют дополнительно одной продольной обвязкой. Листовую и полосовую сталь толщиной более 4 мм транспортируют поштучно или в пачках, укладываемых в вагон на подкладках, разделяя прокладками (рис. 10). Подкладки и прокладки изготовляют из необрезных досок и горбылей толщиной 25–35 мм. Тонкие стальные трубы диаметром до 159 мм перевозят в пачках весом до 5 т, увязанных в двух или более местах, трубы большего диаметра — поштучно. Трубы тонкостенные и другие специального назначения упаковывают в ящики или в другую жесткую тару. Пакеты прямоугольного сечения размещают на полу полувагона (платформы) на подкладках, а между ними укладывают прокладки.



Рис. 9. Пакеты стальной проволоки

При перевозках в прямом смешанном железнодорожно-водном и международном сообщениях число поперечных обвязок увеличивают на одну. При этом в состав пакетов включают поперечные деревянные подкладки шириной 80–100 мм и толщиной 60–90 мм.

Транспортные пакеты тарно-штучных грузов. Для пакетирования тарно-штучных грузов, в основном, используют поддоны: плоские, стоечные, ящичные (рис. 11). Стойки у поддонов предназначены для удержания груза и штабелирования его в несколько ярусов.

У ящичного поддона не менее трех жестко крепленных стенок. По конструкции ящичные поддоны делятся на складные, разборные и цельные (неразборные). В основном, поддоны изготавливают из дерева и металла, в небольшом количестве — из картона и пластмассы. Деревянные детали делают из пиломатериалов хвойных и лиственных пород. Профильный поддон из многослойной фанеры имеет преимущества перед плоским деревянным: экономится древесина, так как его изготавливают из низкосортного и неделового кускового шпона, за счет чего уменьшается масса и повышается прочность; в 3 раза сокращается объем, занимаемый при перевозке без груза. Изготавливают поддоны и из различных комбинированных материалов, преимущество которых заключается в низкой стоимости.

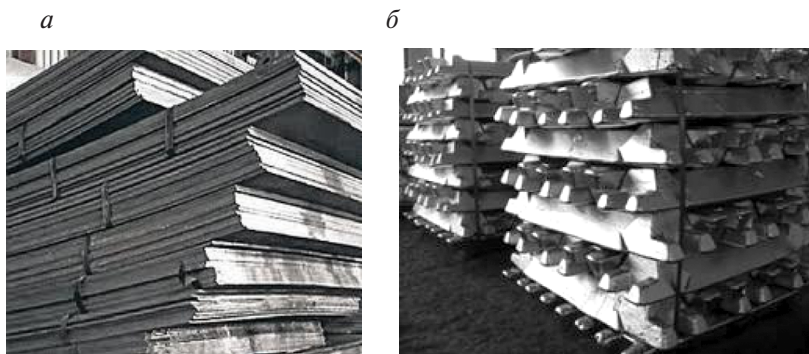


Рис. 10. Пакеты листовой стали (а) и свинцовых чушек (б)

Плоские поддоны используют для перевозки грузов в ящиках, мешках, кулях, тюках, бочках, барабанах, картонных коробках, а также без упаковки; ящичные — для тарно-упаковочных и штучных грузов без упаковки или в первичной упаковке, требующих защиты от воздействия внешней среды, стоечные — для грузов сложной конфигурации и подверженных деформации, в облегченной таре или первичной упаковке.

Международная организация по стандартизации (ИСО) рекомендует три типоразмера поддонов; 800x1200, 1000x1200 и 800x1000 мм, грузоподъемностью 1 т, с высотой проема для ввода вил погрузчика не менее 99 мм. При штабелировании поддон должен выдерживать нагрузку, равную четырехкратной грузоподъемности.

Размер пакета, сформированного на таком поддоне, не должен превышать 840x1240 мм. Допускается нависание пакета на каждую

сторону поддона не более чем на 20 мм. Масса груза вместе с поддоном и другими средствами пакетирования, предъявляемого к перевозке в крытых и изотермических вагонах и контейнерах, не должна превышать 1,5 т.



Рис. 11. Поддоны: *a* — плоский; *б* — стоечный; *в* — ящичный сетчатый; *г* — ящичный закрытый

Максимальная масса брутто пакетов не должна превышать номинальной грузоподъемности поддона, а при формировании без средств пакетирования (в зависимости от формы и особенностей груза) — грузоподъемности погрузочно-разгрузочных машин (табл. 5).

Большая часть номенклатуры грузов (сахар, зерно, продукты перемола, соль, сода, сажа, минеральные удобрения, гипс, битум и др.) затаривается в мешки: бумажные, битумированные и непропитанные, льноджутокенафные, льняные и полиэтиленовые. Формируют их в транспортные пакеты на плоских поддонах.

Грузы в ящиках, кипах, тюках, в основном, формируют в транспортные пакеты на плоских и стоечных поддонах. Для предохранения от развала при перегрузке и перевозке их обвязывают упаковочной лентой, проволокой или крепят другими средствами. Бестарные грузы (запчасти, комплектующие детали, изделия из черных металлов, стеклотара, синтетический каучук и др.) пакетируют на специальных поддонах. Большинство продукции пищевой промышленности затаривают в ящики, тканевые и бумажные мешки и другую тару, из которых легко можно сформировать пакеты.

Таблица 5

Ограничительные размеры и масса пакета для тарно-штучных грузов

Размеры по длине и ширине		Высота, мм	Максимальная масса брутто, т, не более	Назначение
средств пакетирования, мм	пакета, мм			
400x600	420x620	500	0,5	Все виды транспорта
600x800	620x840	500	1,0	То же
800x1200	840x1240	1350	1,0	То же
835x1240	835x1240	1150	1,0	То же
1200x1600	1240x1680	1800	2,0	Преимущественно на водном транспорте
1200x1800	1240x1880	1800	3,2	Только на морском транспорте

Максимальная высота пакета (поддона с грузом) на плоском поддоне размером 800x1200 мм при перевозке по железной дороге приведена в табл. 6

Таблица 6

Максимальная высота пакета на плоском поддоне размером 800x1200 мм при перевозке по железной дороге

Способ укладки, ярусов	Максимальная высота пакета, мм, в вагоне		
	крытом, с объемом кузова, м ³		рефрижераторном
	90 и 106	120 и более	
Один	1800	1800	1800
Два	1150	1350	850–1450 в зависимости от типа вагонов
Три	770	900	

Укладывают и крепят грузы на поддонах так, чтобы:

- равномерно распределить нагрузку, рационально использовать их площадь и полезный объем;
- максимально использовать грузоподъемность, а также обеспечить монолитность (плотность укладки) пакета;
- обеспечить удобство проверки наличия и сохранности грузовых мест в пакете;
- иметь возможность размещать отдельные слои груза в пакете предпочтительно «вперевязку»;
- обеспечить устойчивость при штабелировании;
- иметь возможность объединить несколько пакетов в блок-пакеты;
- обеспечить устойчивость пакета и безопасность погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ, возможность механизированного автоматического или полуавтоматического формирования пакетов на предприятиях и простые способы расформирования.

Грузы на поддонах закрепляют натяжными ремнями, упаковочными стальными, тканевыми, синтетическими лентами, мягкой стальной проволокой, накладками, сетками или термоусадочными полимерными пленками (чехлами), склеиванием единиц груза без крепления. Загруженные поддоны снабжают упаковочными ярлыками, которые укладывают под крышку (ящичные) или прикрепляют сверху груза (стоечные или плоские). На пакете указывают количество грузовых мест.

Грузы химической промышленности (минеральные удобрения, сода, сажа, химические соли и др.), затаренные в бумажные или полиэтиленовые мешки формируют в пакеты на поддонах, а продукцию, упакованную в стеклянную и полимерную тару (бочки, бидоны, барабаны и др.), перевозят, используя специализированные средства пакетирования.

Лесные грузы. Грузы лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности насчитывают около 300 наименований. Около 90 % их следует по железным дорогам на расстояние, примерно в 2 раза превышающее общую среднюю дальность перевозок. Поэтому вопрос пакетизации лесных грузов очень актуален. Удельный вес пакетизации отдельных сортиментов колеблется в пределах от 0,1 до 13,5 %. К грузам, из которых формируют транспортные пакеты, относятся:

- лес круглый, пиловочник, балансы для предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, кряжи тарные, фанерные,

- лес гидротехнический строительный, столбы деревянные и др. Длина сортиментов в соответствии со стандартами колеблется в пределах от 1 до 12 м;
- лес крепежный: рудничные стойки, пропсы и долготье;
 - лес пиленный: доски, горбыли, балки, обапол, дощечки ящичные, клейка штакетник, обрезки досок и др.;
 - брусья и шпалы непропитанные и пропитанные;
 - дрова — долготье и коротье, корни, пни и другие, используемые для топлива;
 - технологическая древесина для гидролизного, целлюлозно-бумажного и другого производства;
 - древесина измельченная: опилки, стружки, щепа, мука древесная и др.

Пакеты лесоматериалов и пиломатериалов крепят проволоочно-брусковыми обвязками, поясами из стальной ленты, многооборотными полужесткими стропами и другими способами (рис. 12). Формируют пакеты в карманах-накопителях на стропы, расположенные перпендикулярно оси конвейера, перемещающего разделанный круглый лес, а также пакетформирующими машинами. Пиломатериалы после сушки подбирают по длине и укладывают в плотные пакеты на сортировочно-упаковочной установке.

В основном, поперечное сечение пакетов лесоматериалов составляет 2800х1400 мм, размеры пакетов пиломатериалов и шпал могут быть 1350х1300 мм.

Бумагу, картон и изделия из них, целлюлозу и древесную массу перевозят в кипах весом до 150 кг и в рулонах.



Рис. 12. Пакеты пиломатериалов

Дома, деревянные постройки, их детали и узлы на 1 /3 состоят из крупных щитов. Дверные и оконные блоки, рамы, паркет, плинтусы, доски для пола и многое другое формируют в отдельные пачки или связки.

При перевозке лесных грузов в стропах не требуется устанавливать в подвижном составе стойки и укладывать прокладки, что на 10–20 % повышает использование его грузоподъемности и сокращает затраты реквизитов и ручного труда. Снижает эффективность применения стропов несовершенство их конструкции: замыкать и размыкать их можно только в приподнятом положении, выполнять застропку и отстропку — вручную.

Значительную часть пиломатериалов перевозят в пакетах, обвязанных стальной лентой или проволокой. Такие пакеты (плотные пачки) не имеют приспособления для захвата крюками и их можно перегружать только автостропами, клещевыми захватами или канатами. Пакеты леса, особенно длинномерного (круглого сечения), формируют при помощи гибких стропов из полосовой стали, длинномерных цепей, стальных проволочных канатов, полимерных материалов. От качества формирования пакетов с лесом, пиломатериалов, особенно размещаемых в верхней суженной части габарита погрузки, зависит безопасность движения, так как только качественно сформированный пакет предотвращает выход части груза за габарит погрузки.

Минерально-строительные материалы. Полностью или частично можно перевозить пакетами кирпич, шифер, трубы керамические, стеновые материалы и др. Земля, песок, глина, щебень и другие грузы считаются непригодными для пакетирования. Определенная часть грузов: цемент, известь, крупногабаритные отделочные камни, мрамор в кусках и глыбах и другие в зависимости от условий и объема можно перевозить и навалом, и в пакетах.

Глиняный и силикатный кирпич доставляют в основном в пакетах и на поддонах (рис. 13). Способы формирования пакетов — укладка перекрестная «на плашку», «на ребро» и комбинированная. Наибольшее распространение получила укладка «в елку» на специальные поддоны размером 1030x520 мм грузоподъемностью 750 кг.

Силикатный кирпич для транспортировки пакетируют более чем 10 различными способами, связанными с технологией его производства. Некоторые из них предусматривают укладку пирамидок на поддонах, к которым крепятся ленточно-стержневые ограждения с натяжными устройствами для предохранения от разваливания в пути. Так, на спаренный деревянный поддон размером 500x1874 мм

укладывают 422х2 кирпича, укрепляя стержневыми боковинами с натяжными замками. Размещение 24 таких пакетов в первом ярусе и 12 во втором обеспечивает полное использование грузоподъемности полувагона.

Строительный кирпич пакетируют особым способом, используя поддоны размером 520х1050 мм на двух поперечных опорных брусках, погрузочный захват грейферного типа и трехстропочные футоры для подъема пакетов.



Рис. 13. Пакеты кирпича

Асбестоцементные трубы напорные (ГОСТ 539-73) применяют для наружных водопроводов, безнапорные (ГОСТ 1839-72) — для наружных трубопроводов канализации и дренажных коллекторов мелиоративных систем. Для рационального размещения на подвижном составе большое значение имеет длина труб, которая определяется диаметром условного прохода. Длина напорных и безнапорных труб с условным проходом 100 и 150 мм составляет 2950 мм, напорных с условным проходом — от 200 до 500 мм (с интервалом 50 мм) и безнапорных с условным проходом 200, 300 и 400 мм — 3950 мм. При беспакетной перевозке асбестоцементных труб в четырехосных полувагонах, их грузоподъемность используется на 30–50 %. Для таких перевозок рекомендуется применять несколько видов специальных контейнеров. Используемый для пакетирования этих труб специальный контейнер конструкции НИИЖТ состоит из двух кассет,

выполненных в виде двух несущих оснований и двух стоек, каждая размером 1370x1410x310 мм, соединенных между собой шарнирами. Загруженные кассеты соединяют между собой цепью.

Для пакетирования шифера любого формата рекомендуется использовать контейнеры-захваты. Размеры отдельных их деталей зависят от размера листа. Такой контейнер состоит из двух одинаковых по форме и конструкции частей: обвязочного хомута, усиленного швеллером № 10 внизу и вверху, и поворотной скобы, предназначенной для предохранения от выпадения отдельных листов. Верхний швеллер имеет два рыма для застропки контейнера с грузом. В такой пакет вмещается 209 листов шифера. При погрузке на платформу и в полувагоны полностью используется их грузоподъемность.

Крупноразмерные листы шифера ВУ, СВ и другие пакетируют в специальных контейнерах размером 1800x1170x900 мм, весом 90 кг, состоящих из двух металлических складывающихся рамок, надеваемых с торцов стоп, и стягиваемых между собой продольными гибкими тросами. Вес пакета брутто 2590 кг. На платформе размещается 14 пакетов в первом и 10 во втором ярусе общей массой 62 т.

Транспортные пакеты размещаются равномерно по всей площади пола вагона или контейнера и закрепляются отправителем своими силами и средствами в соответствии с требованиями технических условий и стандартов, а в междверном пространстве так, чтобы обеспечить механизированную выгрузку.

На открытом подвижном составе пакет размещают и крепят в соответствии с Техническими условиями размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах [6]. Для пакетов, способ размещения и крепления которых не приведен в технических условиях, грузоотправитель в установленном порядке разрабатывает способы погрузки и представляет их на утверждение.

Не разрешается использовать многооборотные пакетирующие средства для опасных грузов и грузов со специфическим запахом. Запрещается крепить грузы гвоздями, скобами и другими подобными средствами на стандартных многооборотных обменных поддонах.

Анализ статистических данных показывает, что наибольший объем отправок в пакетированном виде составляют строительные и лесные грузы, а также стальной прокат и трубы, где в качестве средства скрепления используются пакетирующие стропы, кассеты, проволока, стальная лента, а сами грузы допускают значительные местные напряжения, возникающие при скреплении. Объем пакетных перевозок таких тарноштучных грузов, как мешки с сыпучими

грузами (минеральными удобрениями, техническим углеродом, цементом, сахаром-песком, крупой и т. д.), картонные, пластмассовые ящики и др., еще незначителен и составляет около 10 %, что, в частности, объясняется сложностью формирования из них пакетов и ограничениями при выборе средств скрепления, которые должны обеспечивать сохранность тары благодаря равномерному распределению скрепляющих усилий по всему пакету.

Установлено, что объем отправления только тарно-штучных грузов в пакетах может в перспективе возрасти в 8–10 раз. Объем пакетных перевозок мешков с сыпучими грузами можно увеличить в 6–7 раз. В перспективе имеют тенденцию к росту и объемы перевозок в пакетированном виде других тарно-штучных грузов в кипах, тюках, кулях, в деревянных, фанерных и картонных ящиках, блоках групповой упаковки, корзинах, бидонах, в связках и без упаковки, в том числе толь, рубероид, шифер, кирпич, паркет, клепка, дощечки, планки в пачках и связках, банки, бутылки и т. д.

Несомненно, что такой рост объема пакетных перевозок должен сопровождаться как совершенствованием существующих, так и созданием новых более эффективных способов, технологий и оборудования для формирования и скрепления пакетов тарно-штучных грузов, включая применение для этих целей термоусадочных и растягивающихся пленок.

Контейнеризация тарно-штучных грузов

Контейнер представляет собой многооборотную унифицированную грузовую единицу, предназначенную для перевозки тарных и штучных грузов и стандартизированную по массе брутто, габаритам, размерам, снабженную кодовым обозначением, стандартизированным по форме, содержанию, месту размещения, надписям и табличкам, конструкцию, на которой расположены приспособления для закрепления на разных видах транспортных средств и механизации погрузочно-разгрузочных работ (рис. 14).

По назначению контейнеры подразделяются на универсальные и специализированные.

Универсальный контейнер — это унифицированная грузовая единица, предназначенная для перевозки широкой номенклатуры грузов, стандартизированная по массе брутто и размерам, снабженная кодовым обозначением и оборудованная приспособлениями для закрепления на различных видах транспортных средств и механизации погрузочно-разгрузочных работ.



Рис. 14. Внешний вид контейнеров: универсальные и специализированные

Универсальные контейнеры в зависимости от массы брутто подразделяются на крупнотоннажные.

Крупнотоннажный контейнер — это универсальный контейнер с массой брутто, равной 10 т и более.

Специализированный контейнер — единица транспортного оборудования, предназначенная для многократной перевозки грузов определенной номенклатуры (жидких, насыпных, опасных, скоропортящихся и прочих), представляющая собой конструкцию, стандартную по размерам и максимальной массе брутто и имеющую обозначения и надписи в соответствии с государственными стандартами или другими нормативными техническими документами.

Специализированные контейнеры в зависимости от массы брутто подразделяются на крупнотоннажные с массой брутто, равной 10 т и более.

Существуют также рефрижераторные контейнеры и контейнеры-термосы для перевозки скоропортящихся грузов.

В транспортном отношении контейнер является особым видом съемного кузова подвижного состава, приспособленного для перевозки укрупненных партий грузов на различных видах транспорта и для автоматизированной погрузки, выгрузки и перегрузки.

Кодовое обозначение универсального контейнера стандартизировано по форме, содержанию, месту размещения, надписям и табличкам.

В соответствии с требованиями Международной конвенции по безопасным контейнерам (КБК) контейнеры снабжаются при изготовлении или капитальном ремонте специальной табличкой КБК, удостоверяющей безопасность их эксплуатации.

В практике перевозки грузов на российских железных дорогах используются различные типы универсальных и специальных контейнеров. Наибольший объем перевозок выполняется в универсальных контейнерах.

Пригодность контейнера для перевозки грузов под таможенным контролем подтверждает также специальная металлическая табличка (КТК).

Если на контейнере не нанесены трафареты срока очередного освидетельствования или ремонта, не указана масса брутто, маркировочный код, то он к перевозке не принимается.

Введены ограничения на массу одного места, которая не должна превышать 1500 кг, нагрузка на пол контейнера не должна превышать 1 кг на 1 м² в крупнотоннажном контейнере. Специальная подготовка контейнера под конкретный груз осуществляется грузоотправителем.

Контейнеры выгодно применять потому, что грузоотправители могут существенно сократить время на накопление продукции и практиковать отгрузку товаров непосредственно потребителям.

В контейнеры грузы, как правило, грузят без транспортной тары, чаще в цеховой упаковке (в оберточной бумаге, картонной упаковке, мешках и т. п.). Это позволяет экономить денежные средства. Бес-тарные перевозки *высвобождают* значительные ресурсы леса, металла, упаковочной ткани и других материалов.

Перевозка грузов в контейнерах позволяет полностью механизировать переработку тарных и штучных грузов, ускорить выполнение грузовых операций. Наряду с перечисленными преимуществами, применение контейнерных перевозок позволяет:

- уменьшить потребность в крытых вагонах, которые стоят дороже, чем полувагоны и платформы;
- повысить сохранность груза благодаря уменьшению числа перегрузочных операций, выполняемых непосредственно с грузом;
- повысить уровень сервиса при перевозке: груз доставляется по прогрессивной технологии от двери отправителя до двери получателя;
- значительно упростить и облегчить процесс перевалки груза с одного вида транспорта на другой, а также прием, выдачу и сортировку груза.

МАРКИРОВКА ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Требования к маркировке грузов

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации продавец обязан предоставить покупателю достоверную информацию о товаре, необходимую для его эффективного использования по назначению.

Если для безопасного использования товара, его хранения, транспортирования и утилизации необходимо соблюдать специальные правила, то изготовитель обязан довести их до потребителей и перевозчиков. Требования к содержанию и способам предоставления такой информации в зависимости от вида товара установлены соответствующими законами и иными правовыми актами (указами президента и постановлениями Правительства Российской Федерации, решениями уполномоченных органов исполнительной власти) и нормативными документами на конкретные виды продукции.

Данная информация доводится до сведения потребителей с помощью маркировки, технической документации, прилагаемой к товарам, или иным способом, принятым для отдельных видов товаров.

Для предъявления к перевозке тарных и штучных грузов грузоотправитель обязан замаркировать каждое грузовое место в соответствии с общими правилами маркировки грузов и с нормативными актами, действующими на соответствующих видах транспорта.

Маркировкой называют надписи, рисунки, знаки и условные обозначения, которые наносят на грузовые места, — единицу тары с содержимым, или несколько таких единиц, составляющих единое целое при транспортировании, для опознания груза и характеристики способов обращения с ним при перевозке, хранении и выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Назначение маркировки заключается в следующем:

- достижение грузом места назначения;
- указание на способы обращения с грузом при его перевозке, перегрузке, хранении и распаковке;
- обеспечение комплектности груза и сохранности его доставки.

По назначению маркировка делится на товарную, транспортную, специальную и потребительскую.

Товарную маркировку наносит изготовитель товара на изделие или потребительскую тару. Товарная маркировка содержит сведения, интересующие потребителя и относящиеся к содержанию товара, его качеству и т. п.; как минимум, в товарную маркировку входит наименование груза и организации-изготовителя.

Транспортная маркировка должна содержать реквизиты, определяющие принадлежность груза к определенной партии, следующей по накладной (пункт отправления и грузоотправитель, пункт назначения, грузополучатель и т. д. в соответствии с требованиями).

Специальная маркировка наносится грузоотправителем на грузовые места, если они требуют особого обращения при погрузо-разгрузочных работах, перевозке и хранении, и представляет собой условные знаки или короткие надписи.

Потребительская маркировка содержит информацию, необходимую для потребителя.

Информация рекламного характера в составе маркировки должна соответствовать законодательству Российской Федерации о рекламе.

Маркировка пищевых продуктов. Продукты питания на территории России, должны сопровождаться следующими основными сведениями, размещаемыми на упаковке, этикетке, листе-вкладыше к каждой единице товара или иным способом, принятым для отдельных видов товаров (на русском языке):

- наименование продукта и его вид;
- страна, фирма-производитель (последняя может быть обозначена буквами латинского Алфавита);
- масса или объем продукта;
- наименования основных ингредиентов, входящих в состав продукта, включая пищевые добавки;
- пищевая ценность (калорийность, наличие витаминов — для продуктов, предназначенных для детского, лечебного и диетического питания);
- условия хранения (для продуктов, имеющих ограниченные сроки годности или требующих специального хранения);
- срок годности (конечная дата использования или дата изготовления и срок хранения);
- способ приготовления (для полуфабрикатов и продуктов, предназначенных для детского питания);
- рекомендации по использованию (для биологически активных пищевых добавок);
- условия применения, включая противопоказания при отдельных видах заболеваний;

- иные сведения в соответствии с российским законодательством, требованиями государственных стандартов, санитарных правил и норм и правил продажи продовольственных товаров.

Общие требования по маркировке пищевых продуктов представлены в ГОСТ Р 51074-97 в зависимости от вида и особенностей продукции. Правительством Российской Федерации утвержден перечень товаров, информация о которых должна содержать противопоказания для применения при отдельных видах заболевания (доводится до сведения потребителей с помощью маркировки или листка-вкладыша). В перечень включены следующие товары:

- биологически активные добавки к пище;
- пищевые добавки и содержащие их пищевые продукты;
- пищевые продукты нетрадиционного состава с включением не свойственных им компонентов белковой природы.

Перечни медицинских противопоказаний к применению товаров при отдельных видах заболеваний определены постановлениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации. Маркировка пищевой продукции и медицинских препаратов, полученных из генетически модифицированных источников (ГМИ), осуществляется посредством нанесения на потребительскую упаковку товара (этикетку, лист-вкладыш, ярлык) соответствующей информации.

Маркировка непродовольственных товаров. Информация (на русском языке) о непродовольственных товарах с учетом их особенностей должна содержать следующие сведения:

- наименование товара;
- наименование страны, фирмы-изготовителя (последняя может быть обозначена буквами латинского алфавита);
- назначение (область использования), основные свойства и характеристики;
- правила и условия эффективного и безопасного использования;
- иные сведения в соответствии с законодательством Российской Федерации, требованиями государственных стандартов к отдельным видам непродовольственных товаров и правилами их продажи.

Указанная информация должна быть размещена на упаковке или этикетке товара, изложена в технической (эксплуатационной) документации, прилагаемой к товару, листках-вкладышах к каждой единице товара или иным способом, принятым для отдельных видов товаров, в соответствии с ГОСТ Р 51121-97 (непродовольственные товары в целом) и другими нормативными документами на конкретные виды продукции.

Дополнительные требования к информации об отдельных видах товаров (как правило, передаваемой маркировкой) могут вводиться правилами продажи отдельных видов товаров, например в части парфюмерно-косметических товаров, товаров бытовой химии и др.

Содержание маркировки

Транспортная маркировка должна содержать манипуляционные знаки, основные, дополнительные и информационные надписи.



Манипуляционные знаки — это изображения, указывающие на способы обращения с грузом (табл. 7)

Таблица 7



Транспортная маркировка грузов: знаки, ГОСТ 14192-96

	<p>1. Осторожно хрупкое Хрупкий груз. Необходимо осторожное обращение с грузом. Наносится на упаковку с грузами, состояние которых может испортиться при сотрясении или ударах</p>
	<p>2. Беречь от солнечных лучей Знак сообщает о необходимости закрывать тару от прямых солнечных лучей, чтобы избежать нагревания</p>
	<p>3. Беречь от влаги Товар не должен находиться рядом с источниками влаги или во влажном помещении</p>
	<p>4. Беречь от излучения Знак наносится на коробку с товаром, который может быть испорчен при воздействии какого-либо излучения. Обычно такими предметами являются непроявленные фотопленки.</p>

	<p>5. Ограничение температуры Этот знак определяет диапазон температур, которые необходимо соблюдать при хранении груза и различных манипуляциях с ним</p>
	<p>6. Скоропортящийся груз Это обозначение сообщает о том, что грузу требуются особые условия хранения и перемещения. При этом должны быть предприняты особые меры, к которым можно отнести искусственное охлаждение и нагревание. Знаком маркируются коробки, которые транспортируют в соответствии с правилами перевозки скоропортящихся грузов</p>
	<p>7. Герметичная упаковка Это обозначение запрещает открывать упаковку во время перевозки, хранения и перегрузки</p>
	<p>8. Крюками не брать Для поднятия упаковки с грузом запрещено использовать крюки. Этот знак используют в случае мягкой упаковки и если товар находится в кипах</p>
	<p>9. Место строповки Эта маркировка указывает места расположения цепей или канатов для подъема короба</p>

	<p>10. Поднимать тележкой запрещается Такая транспортная маркировка груза показывает места, где нельзя использовать тележку при подъеме</p>
	<p>11. Верх Знак применяется для правильного указания вертикального положения коробки при различных манипуляциях</p>
	<p>12. Центр тяжести Знак маркировки центра тяжести коробки. Пример показывает варианты расположения знака и указывает место тяжести груза. Такая маркировка наносится в случаях несовпадения с геометрическим центром тяжести</p>
	<p>13. Тропическая упаковка Знак наносится на груз, который может быть испорчен в результате воздействия на него тропического климата. При этом необходимо внимательно и бережно относиться к целостности упаковки при транспортировке, хранении и сопутствующих работах. Обозначения: Т — знак тропической упаковки; 00—00—месяц и год упаковки</p>
	<p>14. Штабелировать запрещается Запрещается класть на маркированный груз любые другие коробки</p>

	<p>15. Поднимать непосредственно за груз Запрещается поднимать товар за упаковку. Для этого предусмотрены крепления на самом багаже</p>
	<p>16. Открывать здесь Маркировка показывает место, где необходимо открывать упаковку</p>
	<p>17. Защищать от радиоактивных источников Если работоспособность или состояние груза могут быть испорчены в результате воздействия радиоактивного излучения, то упаковку маркируют данным знаком</p>
	<p>18. Не катить Запрещается вращать, катить и сильно наклонять упаковку с товаром</p>
	<p>19. Штабелирование ограничено Указывается максимально возможная масса груза, который можно поставить на маркированную этим знаком упаковку</p>
	<p>20. Зажимать здесь Маркировка указывает места для зажима коробки при погрузо-разгрузочных работах</p>
	<p>21. Не зажимать Знак запрещает зажимать упаковку в обозначенных местах</p>

	<p>22. Предел по количеству ярусов в штабеле Обозначается количество идентичных упаковок, которые можно штабелировать друг на друга. Буквой п указывается максимальное число грузов</p>
	<p>23. Вилочные погрузчики не использовать Маркировка запрещает использовать вилочные погрузчики</p>

Допускается применять предупредительные надписи в том случае, если невозможно выразить манипуляционными знаками способ обращения с грузом, например «Наверх не ставить» и др.

В нормативно-технической и конструкторской документации обозначение манипуляционных знаков должно содержать: наименование знака, размер ярлыка (мм), обозначение стандарта по маркировке грузов, например «Осторожно, хрупкое!» 52x74 ГОСТ 14192-96.

Основные надписи содержат:

- полное или условное, зарегистрированное в установленном порядке, наименование грузополучателя;
- наименование пункта назначения с указанием в случае необходимости станции или порта перегрузки. Если пунктом назначения является станция (порт), должно быть указано ее полное наименование и сокращенное наименование дороги (пароходства) назначения;
- число грузовых мест в партии и порядковый номер места внутри партии (указывают дробно: в числителе — порядковый номер места в партии, в знаменателе — число мест в партии). Число и номера мест указывают при перевозке: разнородных или разносортных грузов в однотипной таре или однородных грузов в разнотипной таре; различных сортов однородных грузов в партии, смешение которых недопустимо; комплектов оборудования; с перегрузкой в пути следования.

Дополнительные надписи содержат:

- полное или условное, зарегистрированное в установленном порядке, наименование грузоотправителя;
- наименование пункта отправления с указанием железнодорожной станции отправления и сокращенное наименование дороги отправления.

Надписи транспортных организаций наносит представитель пункта отправления или (по его поручению) грузоотправитель на грузовые места либо непосредственно на груз в виде двух числовых обозначений: порядкового номера по книге приема грузов к перевозке и (через тире) число мест в партии, например 1520–30.

Информационные надписи содержат:

- массу брутто и нетто грузового места (кг);
- габаритные размеры грузового места (см) — длина, ширина и высота или диаметр и высота;
- объем грузового места (м³).

В информационной надписи не указывают ни объем, ни габаритные размеры, если ни один из последних размеров не превышает 1 м.

При перевозке грузов транспортными пакетами на каждое из них наносят основные, дополнительные и информационные надписи.

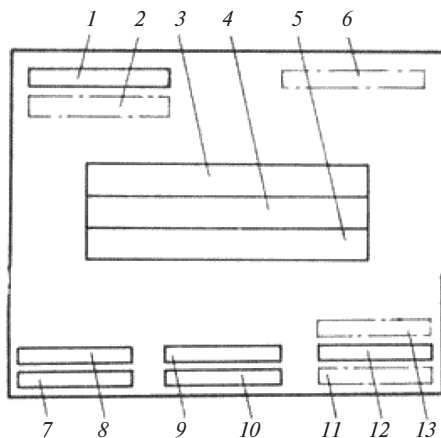


Рис. 15. Расположение транспортной маркировки (сплошными линиями показаны надписи обязательные, штрихпунктирными — допускаемые):

- 1 — манипуляционные знаки (предупредительные); 2 — допускаемые предупредительные надписи; 3 — число мест в партии, порядковый номер внутри партии; 4 — грузополучатель и пункт назначения; 5 — пункт перегрузки; 6 — надписи транспортных организаций; 7 — объем грузового места; 8 — габаритные размеры грузового места; 9, 10 — масса брутто и нетто; 11 — страна-производитель; 12 — пункт отправления; 13 — грузоотправитель

При этом вместо порядкового номера места и числа грузовых мест в партии указывают: в числителе — общее число пакетов в партии; в знаменателе — число грузовых мест в пакете, в скобках — порядковый номер пакета.

Основные, дополнительные и информационные надписи (кроме массы брутто и нетто) не наносят на отдельные грузовые места, из которых сформирован пакет.

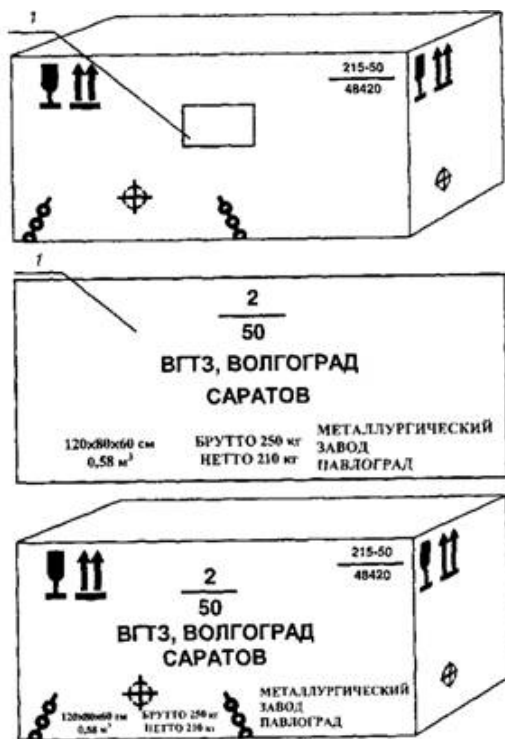


Рис. 16. Расположение маркировочных ярлыков

На пакетах грузов, перевозимых без упаковки, необходимость нанесения общего числа пакетов в партии, числа грузовых мест в пакете и порядкового номера пакета установлена в стандартах (технических условиях) на конкретные виды продукции.

Место и порядок расположения транспортной маркировки в качестве примера приведены соответственно на рис. 15 и 16.

Способы и места нанесения маркировки

Способы нанесения маркировки. Транспортная маркировка может быть нанесена на бумажные, картонные, фанерные, металлические и другие ярлыки. Однако ярлыки бумажные, картонные и из древесно-волокнутой плиты применять не допускается при перевозке груза в открытых транспортных средствах, смешанным железнодорожно-водным транспортом или водным. В этих случаях, а также при длительном хранении груза транспортная маркировка может быть нанесена на ярлыки или краской непосредственно на тару. Краска, применяемая для маркировки, не должна быть липкой и стираемой, при необходимости должна быть водо-, свето- и солестойкой, а также стойкой к воздействию тропического климата, высоких и низких температур.

Места нанесения маркировки. Транспортную маркировку располагают:

- на ящиках — на одной из боковых сторон. У ящиков решетчатых и имеющих наружные планки должна быть обеспечена возможность размещения маркировки;
- на бочках и барабанах — на днище, свободном от маркировки, характеризующей тару; допускается маркировка на корпусе; на мешках — в верхней части у шва;
- на тюках — на одной из боковых поверхностей; на кипах — на торцовой поверхности; допускается маркировка на боковую поверхность;
- на других видах тары (баллонах и др.), на грузах, не упакованных в транспортную тару, — в наиболее удобных, хорошо просматриваемых местах.

Можно наносить маркировку непосредственно на груз в том случае, если он не упакован в транспортную тару.

Манипуляционные знаки и (если есть в этом необходимость) предупредительные надписи наносят на каждое грузовое место и располагают в левом верхнем углу на двух соседних стенках тары, кроме знаков «Место строповки», «Место подъема тележкой» и «Центр тяжести» (рис. 17). Знак «Место строповки» наносят непосредственно на тару в том месте, где груз подлежит строповке, а знак «Место подъема тележкой» — под местом подведения тележки. Знак «Центр тяжести» наносят на соседние боковую и торцовую поверхности упаковки в том месте, где проектируется центр тяжести на них.

У пакетов, сформированных без поддонов или на четырехзаходных поддонах, маркировку наносят на соседние боковую и торцо-

вую поверхности, а сформированные на двухзаходных поддонах — на две захватные стороны.

Требования к маркировке, содержащей данные об упакованной продукции, установлены в стандартах (технических условиях) на конкретные виды продукции.

Маркировку наносят типографским, литографским, электролитическим способами, окраской по трафарету, штемпелеванием, выжиганием, штампованием, продавливанием, печатанием на машинке, маркировочными машинками.

Допускается на ярлыках четко и разборчиво наносить наименование грузополучателя и пункта назначения от руки при условии обеспечения сохранности надписей до получателя.

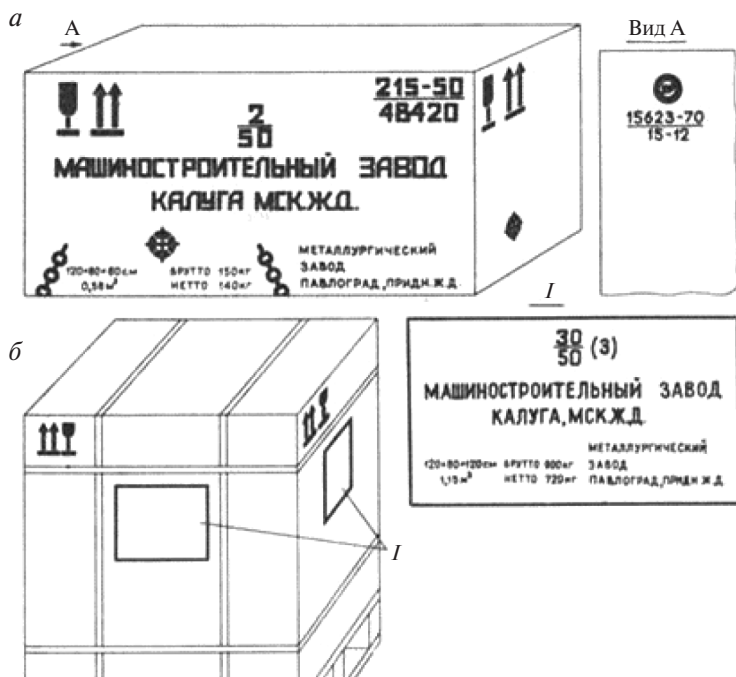


Рис. 17. Расположение маркировки непосредственно на таре (а) и на транспортном пакете (б)

Манипуляционные знаки и надписи должны быть темного цвета на светлых поверхностях и светлого — на темных поверхностях,

а знак «Скоропортящийся груз» выполняют голубым цветом на светлом фоне. Знак «Тропическая упаковка» выполняют красным цветом. Знак «Открывать здесь» наносят в том месте, где должно быть произведено вскрытие упаковки. При нанесении знака «Бойтся сырости» допускается не указывать символы дождевых капель.

Транспортную маркировку наносят на каждое грузовое место, а необходимость нанесения манипуляционных знаков установлена в стандартах или другой НТД на продукцию. При этом такие элементы транспортной маркировки, как основные, дополнительные и информационные надписи, допускается не наносить на универсальные контейнеры, если они загружены не мелкими отправлениями.

Ярлыки с содержанием транспортной маркировки прикрепляют к упаковке (грузу) клеем, болтами, шурупами, проволокой, шпагатом или другими материалами, обеспечивающими сохранность груза и маркировки. При этом площадь маркировочного ярлыка в зависимости от размеров знаков и числа надписей должна быть не менее 60 см² с соотношением сторон 2:3.

При нанесении на грузовое место более одного манипуляционного знака допускается совмещать знаки на одном ярлыке, размер которого должен быть увеличен соответственно числу знаков.

На ярлыках, изготовленных типографским способом, знак должен быть нанесен на расстоянии 5–7 мм от края.

Маркировочные надписи должны быть выполнены шрифтом высотой 3, 6, 8, 10, 15, 30, 50 и 100 мм. При этом основные надписи должны иметь высоту на одну градацию выше дополнительных и информационных надписей. Шрифты высотой 3 и 6 мм не допускается применять при нанесении надписей непосредственно на тару.

Таблица 8

Соотношение размеров ярлыков и грузовых мест

Номер ярлыка	Размеры ярлыка, мм	Размер грузового места (груза), мм	
		длина или ширина	высота
1	52x74	До 1000	До 190
2	74x105	До 1000	191 и более
3	105x148	1001 и более	–
4	148x210	1001 и более	–

Примечание. Допускается применять ярлыки размерами 37x52 и 26x37 мм в том случае, если размеры грузового места не позволяют применить размеры ярлыков, указанные в таблице.

Основные надписи, а также надписи транспортных организаций, наносимые непосредственно на тару, должны иметь высоту:

— 30 мм — при длине или ширине грузового места до 0,5 м включительно;

— 50 мм — при длине или ширине грузового места 0,6–1,5 м включительно;

— 100 мм — при длине или ширине грузового места более 1,5 м.

Дополнительные и информационные надписи, наносимые непосредственно на тару, должны иметь высоту:

— 10 мм — при длине или ширине грузового места до 0,5 м включительно;

— 15 мм — при длине или ширине грузового места 0,6–1,5 м включительно;

— 30 мм — при длине или ширине грузового места более 1,5 м.

В случае невозможности размещения транспортной маркировки непосредственно на упаковке допускается уменьшить высоту надписей и размеры знака на одну-две градации.

Маркировка экспортных грузов

Транспортная маркировка экспортных грузов должна соответствовать требованиям заказа-наряда внешнеторгового объединения и общим правилам маркировки грузов.

Основные надписи содержат: номер контракта и (или) заказа иностранного получателя; номер заказа-наряда; номер грузового места (указывают дробью: в числителе — порядковый номер места в партии, в знаменателе — число мест в партии); полное наименование или условное обозначение грузополучателя; наименование пункта назначения с указанием станции или порта перегрузки; страну назначения; станцию или дорогу назначения; товарные знаки и марки грузоотправителя,

Дополнительные надписи содержат наименование экспортирующей организации (полное или условное), пункт отправления, станцию и дорогу отправления.

Информационные надписи содержат: габаритные размеры грузового места, см; массу нетто и брутто (кг); объем грузового места (м³); надписи «Экспорт», «Сделано в России».

Допускается не указывать габаритные размеры и объем грузового места при длине, ширине или диаметре до 1 м.

При транспортировании груза на открытом подвижном составе, а также при мелких и малотоннажных отправлениях маркировку нано-

сят непосредственно на упаковку (тару) или ярлыки, которые должны быть прочно прикреплены и защищены или изготовлены из материалов, обеспечивающих сохранность надписей при транспортировании и хранении. Если груз не подлежит упаковке, то маркировку наносят на металлический или фанерный ярлык, прикрепляемый к грузу.

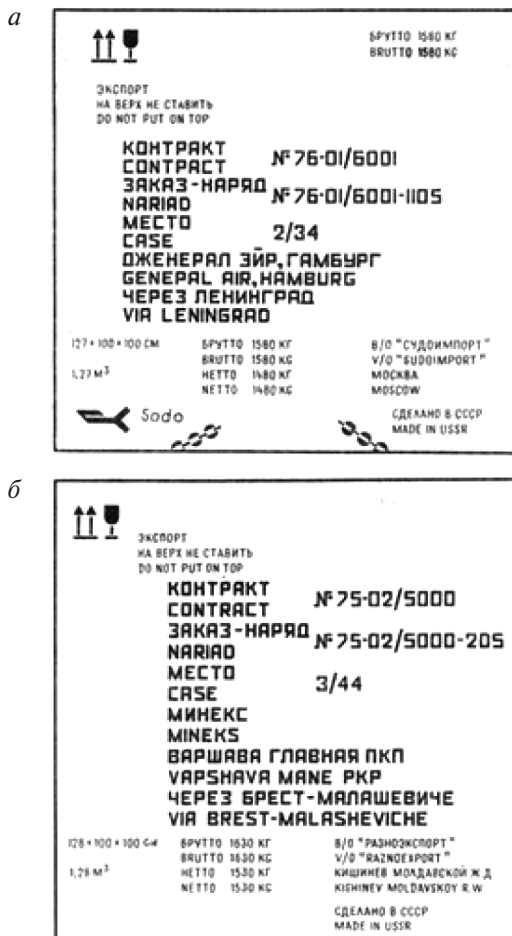


Рис. 18. Расположение маркировки на экспортных грузах, в левом нижнем углу (а) указан товарный знак объединения и место расположения на таре или ярлыке

Транспортную маркировку наносят на каждое грузовое место. Допускается при транспортировании грузов в контейнерах, загруженных не мелкими отправлениями, основные и дополнительные надписи не наносить. При транспортировании водным транспортом грузов массой более 1000 кг дополнительно наносят массу брутто груза в верхнем правом углу на всех четырех сторонах ящика на расстоянии не более 10 см от верхней кромки.

Транспортную маркировку наносят на русском и иностранном языках (последний указан в заказе-наряде внешнеторгового объединения). При длине или ширине тары до 1 м допускается маркировку наносить на одной из сторон на языке, указанном в заказе-наряде, на другой — на русском языке.

На ящиках или другой таре, имеющей форму параллелепипеда, маркировку наносят на торцовую и боковую стенки (рис. 18, *а, б*), а имеющей форму цилиндра — на его основаниях. Допускается располагать маркировку на торцовой и боковой стенках и на крышке, если размеры и конструкция тары не позволяют ее разместить на боковой и торцовой стенках.

При поставке грузов на экспорт маркировку, характеризующую транспортную тару, не наносят.

Существуют различные способы нанесения манипуляционных знаков: по трафарету, типографским, литографским способом, штемпелеванием, продавливанием, маркировочными машинами, выжиганием. Краска, применяемая для нанесения знаков, не должна быть липкой и стираемой; при необходимости краска должна быть водо-, свето-, солестойкой, стойкой к воздействию тропического климата, высокой и низкой температуры. Размер знака принимают в зависимости от размера, формы тары (упаковки), способа нанесения маркировки.

Необходимость нанесения знаков устанавливают в стандартах или других нормативных документах на продукцию.

Транспортная опасность при перевозке опасных грузов

К опасным грузам (ОГ) относятся вещества, материалы и изделия, обладающие опасными физико-химическими свойствами, проявление которых при нарушении условий транспортного процесса может привести к гибели или заболеванию людей и животных, нанести вред окружающей среде и причинить материальный ущерб.

Отнесение перевозимых веществ, материалов и изделий к опасным грузам основано на соответствующих обобщенных характеристиках видов транспортной опасности, классификационных показателях и критериях специальных методов испытаний, установленных ГОСТ 19433-88.

Транспортная опасность — это обобщенная характеристика опасных физико-химических свойств груза, указывающая на его неблагоприятное влияние в определенных условиях транспортного процесса на обслуживающий персонал и население, окружающую природную и техногенную среду.

К основным обобщенным характеристикам опасных грузов, обуславливающим их транспортную опасность, относятся: способность к детонации и взрыву, легковоспламенение и самовозгорание, ядовитость или токсичность, радиоактивность, окисление, едкость и коррозионность.

К условиям транспортного процесса, при которых может проявиться транспортная опасность, относятся:

- динамические (механические) воздействия подвижного состава, тары и груза (соударения, наколы, проколы, трения и т. п.);
- тепловые воздействия на ОГ (нагревание, открытый огонь, искра, электрический разряд и т. п.);
- изменения в таре и транспортных средствах с ОГ установленных режимов поддержания определенных температуры, давления, влажности;
- неподготовленность и неисправность тары, подвижного состава, погрузочно-выгрузочных мест, пути и других устройств;
- допускаемые браки в работе, аварии и крушения поездов (уходы, удары, столкновения, сходы, опрокидывания, разгерметизация вагонов, тары и груза).

Условия или ситуации, в которых может проявиться транспортная опасность ОГ, принято называть аварийными ситуациями (АС с ОГ).

Аварийная ситуация — условия, отличные от условий нормальной перевозки грузов, связанные с загоранием, утечкой, просыпанием опасного вещества, повреждением тары или подвижного состава с опасным грузом, которые могут привести или привели к взрыву, пожару, отравлению, облучению, заболеваниям, ожогам, обморожениям, гибели людей или животных, опасным последствиям для природной среды, а также случаи, когда в зоне аварии на железной дороге оказались вагоны, контейнеры или грузовые места с опасными грузами.

АС с ОГ принято подразделять **на аварии** (аварийные происшествия) и **инциденты**. **К авариям относятся** взрыв ОГ в вагоне; возгорание, высвобождение ОГ из вагона или контейнера с тяжелыми последствиями (гибель людей и нанесение вреда их здоровью, эвакуация населения или персонала, ущерб окружающей среде, загрязнение источников водоснабжения, повреждение подвижного состава до степени исключения из эксплуатации).

К аварийным инцидентам относятся сходы, столкновения подвижного состава; отцепки вагонов от поездов; возгорание или утечка (просыпание) ОГ из вагона или контейнера без тяжелых последствий.

Возможность возникновения на транспорте аварийных ситуаций с ОГ вызывает ряд серьезных проблем обеспечения безопасности их перевозок.

Безопасность перевозок опасных грузов — это состояние защищенности жизни и здоровья людей, их имущества, окружающей среды, объектов и средств транспорта от транспортной опасности перевозимых опасных грузов.

Определение (установление) и выполнение правовых и нормативных правил и требований по безопасности перевозок ОГ, а также комплекса специальных мероприятий, направленных на предотвращение или предельное снижение угрозы жизни и здоровью людей, ущерба окружающей среде, потерь материальных ценностей, нарушений других условий жизнедеятельности и бесперебойного функционирования железных дорог в случае возникновения аварийных ситуаций с ОГ составляет сущность обеспечения безопасности перевозок опасных грузов.

Для установления единого подхода к оценке транспортной опасности и обеспечению безопасности перевозок ОГ, адекватного реагирования на них, определения мер по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций ГОСТ 19433-88 определена единая

классификация и маркировка ОГ — для всех видов транспорта, грузоотправителей и грузополучателей, в том числе МО РФ и других силовых министерств, сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Классификация и основные свойства опасных грузов

Опасные грузы в соответствии с международными требованиями, установленными Типовыми правилами ООН (Рекомендации по перевозке опасных грузов) классификации веществ и изделий по характеру опасных свойств подразделяются на следующие классы:

Класс 1. Взрывчатые вещества и изделия

Класс 2. Газы

Класс 3. Легковоспламеняющиеся жидкости

Класс 4.1. Легковоспламеняющиеся твердые вещества, саморективные вещества и твердые десенсибилизированные взрывчатые вещества

Класс 4.2. Самовозгорающиеся вещества

Класс 4.3. Вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой

Класс 5.1. Окисляющие вещества

Класс 5.2. Органические пероксиды

Класс 6.1. Ядовитые (токсичные) вещества

Класс 6.2. Инфекционные вещества

Класс 7. Радиоактивные материалы

Класс 8. Едкие (коррозионные) вещества

Класс 9. Прочие опасные вещества и изделия

Опасные грузы в соответствии с их физико-химическими свойствами и видами опасности при транспортировании разделяют на классы, подклассы, приведенные в табл. 9.

Таблица 9

Классификация опасных грузов по классам и подклассам

Номер		Наименование подкласса
класса	подкласса	
1	1.1	Взрывчатые вещества и изделия с опасностью взрыва массой
	1.2	Взрывчатые вещества и изделия, не взрывающиеся массой, но характеризующиеся опасностью разбрасывания

Номер		Наименование подкласса
класса	подкласса	
	1.3	Взрывчатые вещества и изделия, не взрывающиеся массой, характеризующиеся опасностью возгорания или незначительной опасностью взрыва или незначительной опасностью разбрасывания или тем и другим
	1.4	Взрывчатые вещества и изделия, не представляющие значительной опасности
	1.5	Взрывчатые вещества очень низкой чувствительности с опасностью взрыва массой
	1.6	Взрывчатые изделия чрезвычайно низкой чувствительности, не взрывающиеся массой
2	2.1	Воспламеняющиеся газы
	2.2	Невоспламеняющиеся неядовитые (нетоксичные) газы
	2.3	Ядовитые (токсичные) газы
3	*)	Легковоспламеняющиеся жидкости
4.1	*)	Легковоспламеняющиеся твердые вещества, саморазлагающиеся вещества и твердые десенсибилизированные взрывчатые вещества
4.2	*)	Самовозгорающиеся вещества
4.3	*)	Вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой
5.1	*)	Окисляющие вещества
5.2	*)	Органические пероксиды
6.1	*)	Ядовитые (токсичные) вещества
6.2	*)	Инфекционные вещества
7	*)	Радиоактивные материалы
8	*)	Едкие (коррозионные) вещества
9	*)	Прочие опасные вещества и изделия

*) Классы на подклассы не подразделяются.

Дополнительно опасные грузы подразделяют на категории, группы совместимости и степени опасности в соответствии с ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка.

Допускаемые к перевозке опасные грузы

К перевозке по железным дорогам допускаются опасные грузы, поименованные в Алфавитном указателе опасных грузов, допущенных к перевозке железнодорожным транспортом (далее — Алфавит-

ный указатель Правил перевозок опасных грузов) (Приложение 2) и в Перечне опасных грузов класса 1 и особенности их перевозки (Приложение 10)

В Алфавитном указателе опасных грузов, помещенном в Правилах перевозок опасных грузов, указаны номер ООН (порядковый номер, присвоенный опасному грузу или группе сходных по свойствам опасных грузов на основе Рекомендаций Комитета экспертов Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов) и наименование опасного груза, номер аварийной карточки, классификационный шифр, род вагона, вид отправки, номер знака опасности и штампея в перевозочных документах.

Опасные, не поименованные в Алфавитном указателе опасных грузов, но сходные по своим химическим свойствам, характеру опасности с грузами, перечисленными в нем, грузоотправитель относит к номеру ООН (наименование груза обобщенное или НУК.) и перевозит свой груз на условиях, указанных для этого номера ООН (номер аварийной карточки (АК), нормы прикрытия, штампеи опасности, условия роспуска с горки и др.). При этом в накладной указывается надлежащее обобщенное наименование груза, относящееся к этому номеру ООН, и в скобках — наименование груза в соответствии со стандартом или техническими условиями.

В случае если груз не может быть отнесен отправителем к грузам, поименованным в Алфавитном указателе опасных грузов, а также вследствие особых обстоятельств (свойства груза, его состояние или предлагаемые грузоотправителем условия перевозок не предусмотрены настоящими Правилами перевозок ОГ), для данного груза могут устанавливаться особые условия перевозки. Перевозка грузов на особых условиях во внутрисоюзном сообщении определяется национальным законодательством. В международном сообщении перевозка грузов на особых условиях устанавливается порядком, предусмотренным Соглашением о перевозке грузов на особых условиях, утвержденном на 15 заседании Совета по железнодорожному транспорту 05.04.1996 г.

Внесение изменений и дополнений в настоящие Правила на основании ходатайства грузоотправителя осуществляется в соответствии с Порядком внесения дополнений и изменений в Правила перевозок грузов в межгосударственном сообщении, утвержденном на 15 заседании Совета по железнодорожному транспорту 05.04.1996 г.

Указанное ходатайство направляется в железнодорожную администрацию страны отправления груза не менее, чем за 6 месяцев до начала перевозки.

К ходатайству на перевозку опасных грузов должны быть приложены в двух экземплярах: характеристика груза и аварийная карточка по форме, указанной в разделе 1.9 и в Аварийных карточках на опасные грузы, перевозимые по железным дорогам СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики, подписанные руководителем предприятия-грузоотправителя и заверенные печатью; стандарт или технические условия и паспорт безопасности на груз; согласование компетентного органа и железной дороги страны отправления груза предлагаемых грузоотправителем изменений в правила, если иное не предусмотрено национальным законодательством.

Опасные грузы в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении перевозятся только по предъявлении грузоотправителем станции отправления подтверждения о согласии водного транспорта на такую перевозку за исключением грузов, включенных в правила перевозок грузов в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении.

Грузоотправители в заявках и развернутых планах перевозок грузов в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении обязаны указывать особенности перевозки тех или иных опасных грузов.

Оформление перевозочных документов при транспортировке опасных грузов

Отправитель должен представить станции отправления на каждую отправку груза, накладную, заполненную в соответствии с требованиями СМГС, ППОГ других правил перевозок грузов железнодорожным транспортом.

В графе накладной «Наименование груза» грузоотправитель, наряду с требованиями правил перевозок грузов, должен указать в соответствии с Алфавитным указателем опасных грузов (Приложение 2 к ППОГ): код опасности, через дробь — номер ООН, надлежащее наименование опасного груза, номер основного знака опасности (в скобках — номер дополнительного знака опасности), номер аварийной карточки, например: «336 / ООН 1230 МЕТАНОЛ, 3 (6.1), АК 319».

Если опасный груз в соответствии с Алфавитным указателем опасных грузов (Приложение 2 к ППОГ) имеет обобщенное или «не указанное конкретно (НУК.)» наименование, грузоотправитель должен дополнительно указать в накладной техническое наименование груза в соответствии со стандартом или техническими условиями, например:

«33 / ООН 1266 ПРОДУКТЫ ПАРФЮМЕРНЫЕ (жидкость парфюмерная «Канская»), 3. АК 308»;

«336 / ООН 1992 ЖИДКОСТЬ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩАЯСЯ ЯДОВИТАЯ, Н.У.К. (Диран А). 3 (6.1), АК 319».

Если в графе 2 Алфавитного указателя опасных грузов (Приложение 2 к ППОГ) указано техническое наименование конкретного груза (наименование груза записано строчными буквами), то надлежащее наименование груза (наименование груза записано заглавными (прописными) буквами) определяется по соответствующему номеру ООН. При этом условия перевозок и сведения, указываемые в накладной, определяются по строке Алфавитного указателя опасных грузов по данному конкретному грузу.

Если в графе 3 Алфавитного указателя опасных грузов (Приложение 2 к ППОГ) номер аварийной карточки отсутствует, то она должна быть разработана грузоотправителем и приложена к накладной. В графе накладной «Наименование груза» грузоотправитель должен сделать отметку «АК приложена».

Надлежащим наименованием груза, указанным в Алфавитном указателе опасных грузов, является та часть, которая наиболее точно описывает груз и которая напечатана заглавными (прописными) буквами (с добавлением любых цифр, приставок «втор-», «трет-», «м-», «н-», «о-», «п-», являющихся неотъемлемой частью наименования). После основного надлежащего наименования груза может быть указано в скобках альтернативное надлежащее наименование-синоним [например, ЭТАНОЛ (СПИРТ ЭТИЛОВЫЙ)]. Части позиции, напечатанные строчными буквами, не должны считаться частью надлежащего наименования груза.

Если союзы, такие как «и» или «или», напечатаны строчными буквами или если части наименования разделены запятыми, то надлежащим наименованием груза будет являться то наименование, которое наиболее точно описывает груз, например: № ООН 2793 СТРУЖКА, ОПИЛКИ или ОБРЕЗКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ, подверженные самонагреванию. Наиболее подходящее из следующих комбинаций будет являться надлежащим наименованием груза:

**СТРУЖКА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ
ОПИЛКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ
ОБРЕЗКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Надлежащее наименование груза может, в зависимости от необходимости, использоваться в единственном или множественном числе. Кроме того, когда определяющие слова используются как часть

надлежащего наименования груза, порядок их указания в перевозочных документах или маркировке упаковок является произвольным. Например, вместо «Диметиламина водный раствор» можно указывать «Водный раствор диметиламина». Уточняющее слово «РАСПЛАВЛЕННЫЙ», если только оно уже не указано прописными буквами в наименовании, содержащемся в Алфавитном указателе опасных грузов, должно быть добавлено в качестве части надлежащего наименования груза, когда вещество, являющееся твердым, предъявляется к перевозке в расплавленном состоянии (например, АЛКИЛФЕНОЛ ТВЕРДЫЙ, НУК, РАСПЛАВЛЕННЫЙ).

Если в наименовании груза (за исключением самореактивных веществ и органических пероксидов) не упомянуто слово «СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ», напечатанное заглавными (прописными) буквами, оно должно быть добавлено в качестве составной части надлежащего наименования груза, которые без стабилизации было бы запрещено к перевозке из-за его способности вступать в опасную реакцию в нормальных условиях перевозки (например, «ЖИДКОСТЬ ЯДОВИТАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ. Н.У.К., СТАБИЛИЗИРОВАННАЯ»).

Обобщенные и «не указанные конкретно» надлежащие наименования веществ должны дополняться техническим наименованием груза, в котором при необходимости могут употребляться такие определения, как «содержит», «содержащий» или другие определяющие слова, например, «смесь», «раствор» и т. д., а также указываться процентное содержание технического компонента.

Техническое наименование груза — признанное химическое, биологическое или другое наименование, употребляемое в научно-технических справочниках, периодических изданиях и публикациях. В случае пестицидов можно использовать только общее(ие) наименование(я) ИСО, другое(ие) наименование(я), содержащееся(иеся) в издании Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Рекомендуемая классификация пестицидов по видам опасности и руководящие принципы классификации», или наименование(я) активного(ых) вещества(веществ).

Когда какая-либо смесь опасных грузов описывается одной из позиций «Н.У.К.» или «обобщенных» позиций, необходимо указывать не более двух компонентов, которые в наибольшей степени обуславливают опасное свойство или опасные свойства смеси. Если грузовое место, содержащее смесь, имеет знак дополнительной опасности, то одним из двух указанных в скобках технических наименований должно быть наименование того компонента, который требует использования данного знака дополнительной опасности.

Для растворов и смесей, на которые распространяются требования, установленные для опасного вещества, в надлежащее наименование в качестве его части должно быть добавлено уточняющее слово «РАСТВОР» или «СМЕСЬ», в зависимости от конкретного случая, например: «АЦЕТОНА РАСТВОР». Кроме того, можно также указывать концентрацию раствора или смеси, например: «АЦЕТОНА РАСТВОР, 75 %».

В верхней части накладной, грузоотправитель обязан проставить предусмотренные для данного груза штемпеля красного цвета. Для грузов, поименованных в Алфавитном указателе опасных грузов, проставляются штемпеля, предусмотренные в графе 10 Алфавитного указателя опасных грузов для данного груза. В вагонном листе аналогичные штемпеля проставляются станцией отправления.

Сопровождение опасных грузов

Опасные грузы, отмеченные в Алфавитном указателе знаком опасных грузов в графе «Специальные условия» цифрой «2», перевозятся в сопровождении проводников грузоотправителя (грузополучателя) или бригады специалистов грузоотправителя (грузополучателя) с соблюдением требований Правил перевозок грузов. Без указанного сопровождения вагоны с такими грузами станцией отправления к перевозке не принимаются.

Проводники, сопровождающие опасные грузы, кроме обязанностей, предусмотренных Правилами, должны знать служебную инструкцию по сопровождению данного груза, разработанную и утвержденную грузоотправителем, опасные свойства груза, меры оказания первой помощи, меры безопасности в аварийных ситуациях и следить в пути следования за соблюдением условий и мер безопасности, установленных для этого груза.

Грузоотправитель обязан снабдить проводников и личный состав охраны необходимыми средствами индивидуальной защиты и спецодеждой, аптечкой, комплектом инструментов, первичными средствами пожаротушения дегазации, а также необходимыми вспомогательными материалами.

В случае обнаружения в пути следования неисправности вагона, из-за которой он не может следовать по назначению, вагон отцепляется от поезда, подается на специально выделенные пути и находится под охраной проводника. Если группу вагонов сопровождает один проводник, то от поезда отцепляется вся группа. Устранение неисправности осуществляется под наблюдением проводника в порядке, установленном железнодорожной администрацией.

При обнаружении в пути следования вагонов с опасными грузами, которые в соответствии с настоящими Правилами должны сопровождаться проводниками грузоотправителя или грузополучателя, но следуют без проводников, они должны задерживаться на станции до прибытия представителя грузоотправителя (грузополучателя). Указанные вагоны устанавливаются на специально выделенных путях станции или в другом безопасном месте, определенном в техническо-распорядительном акте станции (ТРА). Начальник станции, на которой задержан вагон, должен сообщить грузоотправителю (грузополучателю) через начальника станции отправления (назначения) груза о задержке вагона, а грузоотправитель (грузополучатель) обязан немедленно командировать своих представителей в пункт задержки.

Проводники, специалисты, наряды и воинские караулы, сопровождающие опасные грузы, подчиняются таможенным, паспортным, железнодорожным и другим правовым актам стран, железные дороги которых участвуют в перевозке.

Наряды военизированной охраны железных дорог сопровождают опасные грузы только в пределах границ своих государств. Порядок и место передачи опасных грузов под охрану нарядов военизированной охраны соседних железных дорог на пограничных станциях устанавливаются пограничными соглашениями.

Тара, упаковка и маркировка опасных грузов

Опасные грузы должны предъявляться грузоотправителями к перевозке в таре и упаковке, предусмотренных стандартами или техническими условиями на данную продукцию и ГОСТ 26319-84 «Грузы опасные. Упаковка».

Тара и упаковка должны быть прочными, исправными, полностью исключать утечку и просыпание груза, обеспечивать его сохранность и безопасность перевозки. Материалы, из которых изготовлены тара и упаковка, должны быть инертными по отношению к содержимому.

Опасные грузы, которые выделяют легковоспламеняющиеся, ядовитые, едкие, коррозионные газы или пары, грузы, которые становятся взрывчатыми при высыхании или могут опасно взаимодействовать с воздухом и влагой, а также грузы, обладающие окисляющими свойствами, должны быть упакованы герметично.

Опасные грузы в стеклянной таре должны быть упакованы в прочные ящики (деревянные, полимерные, металлические) с запол-

нением свободного пространства соответствующими негорючими прокладочными и впитывающими материалами. Грузы в мелкой расфасовке, перевозимые как неопасные, допускается упаковывать в ящики из гофрированного картона.

Ящики должны иметь обечайки, вкладыши, перегородки, решетки, прокладки, амортизаторы.

Стенки ящиков должны быть выше закупоренных бутылей и банок на 5 см. При перевозке мелкими отправлениями опасные грузы в стеклянной таре должны быть упакованы в плотные деревянные ящики с крышками. Опасные грузы в металлических или полимерных банках, бидонах и канистрах должны быть дополнительно упакованы в деревянные ящики или обрешетки.

Опасные грузы в мешках и ящиках из гофрированного картона, если такая упаковка предусмотрена стандартами или техническими условиями на продукцию, должны перевозиться повагонными отправлениями. При перевозке мелкими отправлениями опасные грузы в мешках должны быть упакованы в жесткую транспортную тару (металлические или фанерные барабаны, бочки, деревянные или металлические ящики).

При предъявлении к перевозке жидких опасных грузов тара должна наполняться до нормы, установленной стандартами или техническими условиями на данную продукцию.

Совместная упаковка в одном грузовом месте допускается только для тех опасных грузов, которые разрешены к совместной перевозке в одном вагоне согласно приложениям 4 и 5 ППОГ. При этом каждое вещество упаковывается отдельно в соответствии со стандартами или техническими условиями на это вещество. Упакованные вещества помещаются в плотный деревянный ящик с гнездами. Дно ящика, свободные промежутки в гнездах, а также свободное пространство под крышкой заполняются соответствующим мягким негорючим упаковочным материалом. Ящик прочно закрывается крышкой. Масса брутто такого места не должна превышать 50 кг.

Все совместно упакованные вещества должны быть поименованы в накладной с указанием массы каждого вещества.

Опасные грузы, разрешенные к перевозке в контейнерах, должны быть упакованы так же, как при перевозке в крытых вагонах.

Опасные грузы, следующие в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, должны иметь тару и упаковку в соответствии с ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

На грузовые места с опасными грузами должна быть нанесена транспортная маркировка в соответствии с Правилами перевозок грузов.

На каждое грузовое место, кроме маркировки, отправитель обязан нанести маркировку, характеризующую вид и степень опасности груза и содержащую:

— знаки опасности (форма и описание которых приведены в приложении 1) в соответствии с Алфавитным указателем;

— наименование груза согласно Алфавитному указателю ППОГ (при совместной упаковке в одном грузовом месте нескольких опасных грузов наименование наносится для каждого груза);

— классификационный шифр;

— номер ООН.

Нанесение знаков опасности производится: на ящиках и транспортных пакетах — на трех поверхностях (боковой, торцевой и верхней); на бочках — на одном из днищ и обечайке (цилиндрической части); на кипах и тюках — а торцевой и боковой поверхностях; на других видах тары (баллонах и др.) — в наиболее удобных местах, хорошо видимых при размещении в вагоне.

Знаки опасности из бумаги и картона прикрепляются к таре клеями. Знаки из ткани пришиваются. Знаки из фанеры, металла, пластмассы прикрепляются болтами, шурупами, гвоздями, а также проволокой, если применить другой способ прикрепления невозможно (грузы в баллонах и др.).

Непосредственно на тару и упаковку знаки наносятся краской по трафарету. При совпадении цвета знака с цветом тары упаковки знак наносится на контрастный фон.

Знаки опасности разделяются на основной, характеризующий основной вид опасности и соответствующий классу (подклассу), к которому отнесен груз, и дополнительный, характеризующий вид дополнительной опасности.

Если груз обладает несколькими видами опасности, то грузоотправитель обязан нанести на упаковку все знаки, соответствующие этим видам опасности. Номер подкласса в этом случае наносится только на основной знак опасности.

При совместной упаковке опасных грузов различных классов на грузовое место должны наноситься знаки опасности, соответствующие каждому грузу.

При перевозке опасных грузов в транспортных пакетах знаки опасности должны быть нанесены как на упаковку, так и на пакеты, если в сформированном пакете знаки опасности, нанесенные на упаковках, не видны.

Знаки опасности при транспортировке опасных грузов

Знаки опасности, соответствующие классу и подклассу, к которому отнесен данный груз, наносят на транспортную тару и транспортные средства с опасными грузами. Если груз обладает несколькими видами опасности, на упаковку и транспортные средства наносят все знаки, соответствующие этим видам опасности.

Для обеспечения легкой распознаваемости упаковок (рис. 19, 20) и транспортных средств (рис. 21) с опасными грузами экспертами ООН на основании классификации опасных грузов разработана система знаков опасности. Для этого использованы форма, цвет и символы опасности, указание классов и подклассов опасности и другие информационные элементы

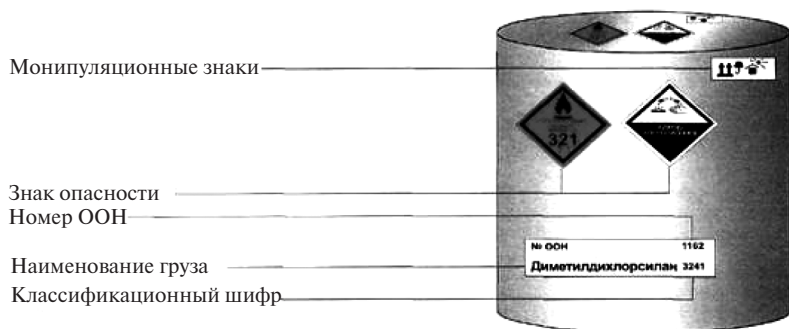


Рис. 19. Нанесение маркировки на тару

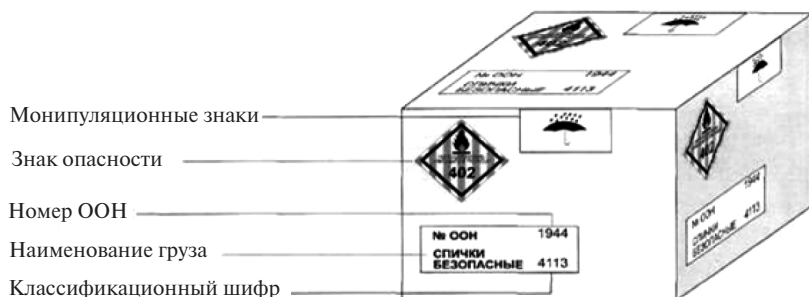


Рис. 20. Нанесение маркировки на тару

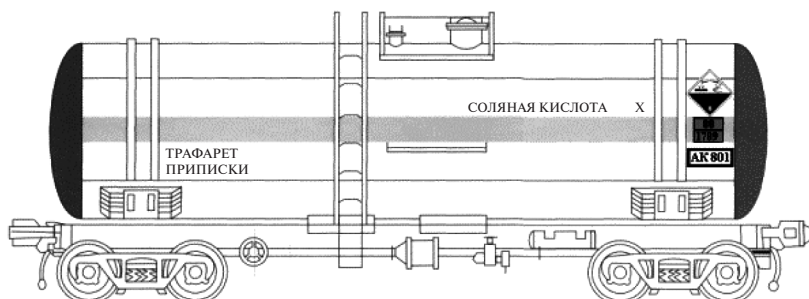


Рис. 21. Нанесение маркировки на вагон-цистерну

Одним из информационных элементов, указывающих на вид опасности, является цвет:

- оранжевый — взрывоопасность;
- красный — воспламеняемость;
- зеленый — опасность, присущая газу;
- желтый — опасность воздействия окислителей или органических пероксидов. Желтый цвет присутствует также в знаках опасности, наносимых на радиоактивные материалы, где он воспринимается в сочетании с символом опасности;
- белый в сочетании с черным — опасность причинения вреда здоровью человека (токсичность, заразность, едкость).

Вторым информационным элементом на знаках опасности является символ. Используются следующие символы:

- черная взрывающаяся бомба — взрывоопасность;
- черное (белое) пламя — пожароопасность;
- черное пламя над черным кругом — указание на окисляющие свойства;
- череп и скрещенные кости — токсичность;
- трилистник — радиоактивность;
- три черных серповидных знака (полумесяца), наложенные на черный круг — обозначение инфекционного вещества;
- черный (белый) опрокидывающийся баллон — газ;
- семь черных вертикальных полос — различные малоопасные вещества и изделия.

Знаки опасности, наносимые на транспортную тару, должны иметь форму квадрата, повернутого на угол, со стороны не менее 100 мм, который условно разделен на два равных треугольника. При габаритах тары, не позволяющих наносить знаки опасности указан-

ных размеров, допускается уменьшение стороны квадрата до 50 мм. В верхнем треугольнике знака наносят символ опасности, в нижнем углу треугольника — номер класса и текст.

Основные знаки опасности характеризуют основные виды опасности и соответствуют классам, к которым отнесены грузы. На них в нижнем треугольнике указываются номера аварийных карточек и классов. Основные знаки опасности, наносимые на вагоны и контейнеры, не содержат надписей о виде опасности груза. Вместо надписей в прямоугольнике белого цвета в верхней части нижнего треугольника размещается номер аварийной карточки. Это правило не относится к знакам опасности для радиоактивных материалов.

Дополнительные знаки опасности характеризуют дополнительные виды опасности. На них не наносятся номера аварийных карточек, классов. Если груз обладает несколькими видами опасности, то грузоотправитель обязан нанести на упаковку все знаки, соответствующие этим видам опасности.

При нанесении нескольких знаков опасности номер класса указывают на знаке опасности того класса, к которому отнесен груз, т. е. на основном знаке. Рамка, символ и надписи на знаке опасности должны быть выполнены черным цветом и защищены от выцветания. Рамку располагают на расстоянии 5 мм от кромки знака.

На ящики и транспортные пакеты знаки опасности наносят на три поверхности (боковую, торцевую и верхнюю), на бочки — на одно из днищ и обечайку цилиндрической части с двух противоположных сторон, на кипы и тюки — на торцевую и боковую поверхности, на другие виды тары — на наиболее удобные места, хорошо видимые при размещении в вагоне или контейнере.

Знаки опасности, наносимые на транспортные средства, должны иметь размер стороны квадрата 250 мм. На расстоянии 15 мм от кромок знака располагают рамку черного цвета, вместо надписи между символом и номером класса на белом фоне проставляется номер аварийной карточки. Под основным знаком опасности или рядом с ним на оранжевой прямоугольной табличке размерами не менее 120 x 300 мм с черной рамкой шириной 10 мм по краям указывается номер ООН и код опасности.

Знаки опасности должен прикреплять на транспортные средства грузоотправитель и удалять грузополучатель после выгрузки-промывки, пропарки и дегазации транспортного средства.

На вагонах и контейнерах знаки опасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были видны аварийно-спасательному персоналу. Знаки располагают:

- на крытых вагонах — в центре двери с обеих сторон вагона;
- на контейнерах и контейнерах-цистернах — с четырех сторон и сверху;
- на универсальных контейнерах — рядом с номером контейнера четырех сторон и сверху;
- на цистернах — с обеих сторон правой нижней части котла, между его торцевым днищем и хомутом.

Маркировка в виде табличек оранжевого цвета

Дополнительно рядом со знаком опасности на транспортные средства устанавливаются таблички оранжевого цвета (рис. 22), на которые наносится код опасности и номер ООН.

Прямоугольные таблички оранжевого цвета должны быть прикреплены рядом со знаками опасности (так чтобы они были хорошо видны) на боковых сторонах каждого:

- вагона-цистерны;
- контейнера-цистерны;
- вагона или контейнера, в котором груз перевозится навалом.

Эти таблички должны наноситься на вагоны и контейнеры, в которых опасные грузы в грузовых местах (упаковках) перевозятся повагонной или контейнерной отправкой.

На этих табличках оранжевого цвета должны быть указаны код опасности и номер ООН, предписанные соответственно в колонках 6 и 1 Алфавитного указателя ППОГ.

Если таблички оранжевого цвета, прикрепленные к контейнерам, не видны снаружи вагона, то такие же таблички должны также прикрепляться к обеим боковым сторонам вагона.

Эти требования применяются также к порожним, не прошедшим очистку, дегазацию или дезактивацию,

- вагонам-цистернам;
- контейнерам-цистернам;
- к порожним вагонам и контейнерам для перевозки грузов навалом.

Маркировка в виде табличек оранжевого цвета, не относящаяся к перевозимым опасным грузам или их остаткам, должна быть снята или закрыта сплошным покрытием.

Таблички оранжевого цвета должны иметь 40 см в основании, в высоту 30 см, черную окантовку шириной 15 мм и могут быть световозвращающими (светоотражающими). Применяемые материалы

должны быть атмосферостойкими, не должны стираться при любых погодных условиях и обеспечивать долговечность маркировки в течение продолжительного времени, но не менее срока перевозки. Табличка не должна отделяться от ее крепления.

Таблички могут быть нанесены в виде самоклеящейся этикетки, маркировки, нанесенной краской, или любой другой равноценной маркировки.

Код опасности и номер ООН должны состоять из цифр черного цвета высотой 100 мм и толщиной линий 15 мм. Номер ООН должен указываться в нижней части таблички, а код опасности — в верхней.

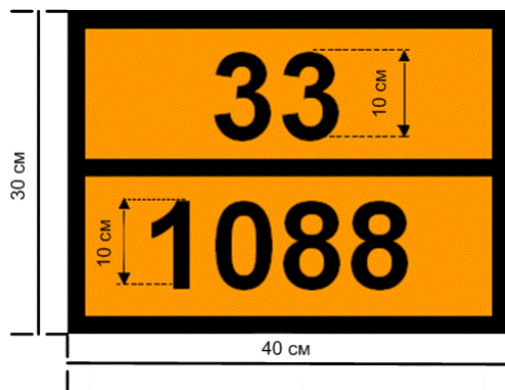


Рис. 22. Табличка оранжевого цвета

Прием и выдача опасных грузов

Опасные грузы предъявляют к перевозке на местах необщего пользования, в том числе расположенных на территории станции. Прием и выдача опасных грузов мелкими и контейнерными отправлениями (за исключением отправок в специализированных контейнерах-цистернах) осуществляется на местах как необщего, так и общего пользования.

Прием и выдача опасных грузов на местах общего пользования выполняются, как правило, по прямому варианту «автомобиль-вагон», «вагон-автомобиль», под непосредственным контролем работников станции и грузоотправителей или грузополучателей.

Конкретный опасный груз (кроме грузов в мелкой расфасовке) может быть предъявлен к перевозке только теми видами отправок, которые указаны в Алфавитном указателе.

Если при приеме опасного груза мелкой отправкой хотя бы у одного места будет обнаружено несоответствие упаковки или маркировки настоящим Правилам, нарушение упаковки, неправильное указание массы груза отправителем, то эта отправка к перевозке не принимается, о чем составляется акт общей формы.

Грузоотправитель обязан немедленно вывезти со станции неприятый груз.

Вагоны, прибывшие с опасными грузами, должны быть приняты грузополучателями и портами на свои подъездные пути.

Мелкие отправки и контейнеры с опасными грузами должны быть вывезены со станции в течение 24 ч с момента получения грузополучателями уведомлений о прибытии грузов.

Грузополучатели не имеют права отказываться от приема прибывших в их адрес опасных грузов.

Аварийная карточка

Основные формы проявления транспортной опасности грузов и конкретные меры безопасности, которые должны соблюдаться при ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами, приведены в групповых или индивидуальных аварийных карточках.

Аварийная карточка — это документ, регламентирующий первичные действия работников железнодорожного транспорта и спецформирований по ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при их перевозке магистральным железнодорожным транспортом. На опасные грузы с аналогичными показателями транспортной опасности, характер необходимых действий при аварийной ситуации, с которыми совпадает или различается незначительно, составляются групповые аварийные карточки.

Аварийная карточка содержит:

- номер ООН в соответствии с Рекомендациями ООН по перевозке опасных грузов (Типовыми правилами), отсутствие номера ООН и классификационного шифра у ряда грузов, представленных в аварийных карточках 901–905, означает, что грузоотправитель должен в соответствии с требованиями правил, регламентирующих перевозки опасных грузов по железным дорогам, предоставить дополнительную информацию о грузе, либо провести его надлежащую классификацию, с тем, чтобы в течение переходного периода (по 31 декабря 2010 года) установить фактическую опасность груза, либо классифицировать его как неопасный;

- наименования опасных грузов, на которые распространяется действие конкретной аварийной карточки (наименование опасного груза и его написание в аварийной карточке соответствует записи в Алфавитном указателе опасных грузов, допущенных к перевозке по железным дорогам, заглавным шрифтом приведено надлежащее транспортное наименование опасного груза, строчным шрифтом приведено техническое или коммерческое (торговое) наименование опасного груза);
- основные свойства и виды опасности;
- указания по применению средств индивидуальной защиты; наряду с перечисленными средствами индивидуальной защиты, средствами нейтрализации и мерами первой помощи могут применяться и те средства, которые на территории каждого государства признаны компетентными органами и обеспечивают такую же безопасность и помощь при аварийной ситуации, как и приведенные в аварийной карточке;
- необходимые указания по действиям при аварийной ситуации: общего характера; при утечке, разливе и россыпи; при пожаре; указания по нейтрализации;
- указания по мерам первой помощи.

Поиск необходимой аварийной карточки осуществляется:

- по Указателю поиска аварийной карточки по наименованию опасного груза (раздел 3, ППОГ);
- по Указателю поиска аварийной карточки по номеру ООН (раздел 4, ППОГ);
- по Указателю поиска аварийной карточки на взрывчатые материалы по условному номеру и номеру ООН (раздел 5, ППОГ).

Аварийная карточка прилагается к накладной в случаях, если опасный груз перевозят по разрешению ОАО «РЖД» на основании ходатайства грузоотправителя, или когда опасный груз поименован в Правилах перевозок опасных грузов, но на него нет стандартной аварийной карточки, либо если опасный груз перевозится на условиях другого опасного груза. Во всех остальных случаях в накладной в графе «Наименование груза» отправитель под наименованием указывает номер аварийной карточки.

Аварийная карточка имеет следующий вид (рис. 23):

Аварийная карточка № 104

Условный номер	Наименование груза	Классификационный шифр
104		1.1G
108		1.1D
109	Взрывчатый материал	1.1B
112		1.1B
164		1.1B

Основные свойства и виды опасности

Основные свойства	Изделия, содержащие твердые взрывчатые вещества, запрессованные в оболочки. Взрывчатые вещества в воде не растворяются. Горят без доступа воздуха.
Взрыво- и пожароопасность	Пожаро- и взрывоопасны. Взрываются массой. Чувствительны к удару и открытому пламени. Радиус опасной зоны 500 м.
Опасность для человека	При пожаре и взрыве опасны для жизни человека. Возможны осколочные ранения, термохимические ожоги и отравления парами ртути, аэрозолями свинца, оксидами углерода, азота. Отравление парами ртути и аэрозолями свинца вызывает изменения со стороны кровяной, нервной и сердечнососудистой систем, желудочно-кишечного тракта, печени. При этом наблюдаются головная боль, головокружение, боли в конечностях и в области тройничного нерва, боль в животе, желудочные расстройства, возможны невроз, потеря сознания, со стороны верхних дыхательных путей — катаральные явления, судороги, подъем артериального давления, повышение температуры. Анемия.

Средства индивидуальной защиты

При работе с россыпью — респиратор типа «Лепесток», хлопчатобумажная одежда, хлопчатобумажные или резиновые перчатки, обувь без металлических подковок и гвоздей. При пожаре — респиратор РУ—6М с фильтрующим патроном Г, фильтрующий противогаз марки Г, термостойкая специальная одежда, обувь и рукавицы типа То.

Необходимые действия

Общего характера	Прекратить движение в зоне аварии. Удалить посторонних и пострадавших из опасной зоны радиусом 500 м. Организовать оцепление опасной зоны. Держаться с наветренной стороны. В зону аварии входить в защитной одежде. Соблюдать меры пожарной безопасности. Не курить. Пострадавшим оказать первую помощь. Вызвать пожарные подразделения, скорую медицинскую помощь, специалистов по грузу и ликвидации аварии. Восстановительные работы проводить по указанию специалистов. При простом сходе без нарушения целостности кузова вагона до прибытия специалистов допускается подъем вагона с грузом с применением накатных башмаков и подъемников. После этого вагон отводится на этой или близлежащей (при сходе на перегоне) станции в безопасное место, и по прибытии специалистов по грузу освидетельствуются состояние груза, размещение и крепление его в вагоне и принимается решение о возможности дальнейшей транспортировки.
------------------	---

При развале и россыпи	Прекратить движение поездов, автотранспорта и маневровую работу в зоне аварии. Устранить источники открытого огня, искробразования. Горючие вещества удалить от рассыпанных изделий. Организовать охрану развала (россыпи). До прибытия специалистов развал (россыпь) не трогать и не принимать никаких действий по сбору и уничтожению.
При пожаре	Прекратить движение состава на перегоне по возможности в безопасном месте. В случае загорания вагона или близлежащих объектов на станции рекомендуется вывести состав на прилегающий перегон или в другое безопасное место. Установить место возгорания. При горении близлежащих объектов, элементов вагона, россыпей опасного груза на открытой поверхности, не контактирующие с грузом очаги возгорания тушить любыми средствами пожаротушения с максимально возможного расстояния. При воспламенении груза или развитии массивного пожара в непосредственной близости от вагона тушение и другие работы прекратить. Покинуть опасную зону. Прекратить движение в опасной зоне. Ликвидацию последствий аварии начинать не ранее 1 ч после стораения груза.

Меры первой помощи

При кровотечении наложить жгут или тугую повязку. При переломах наложить шину (типовую или из подручных средств). При остановке сердечной деятельности и дыхания проводить закрытый массаж сердца и искусственное дыхание. Наложить асептические повязки на раны и ожоговые поверхности. При загрязнении кожных покровов промыть большим количеством воды. Вызвать скорую помощь.

Рис. 23. Аварийная карточка

Прием груза к перевозке и определение массы наливных грузов

Предъявляя к перевозке нефтепродукты, отправитель должен приложить к накладной качественный паспорт. Точное наименование груза грузоотправитель должен указать в накладной в графе «Наименование груза», а если этот груз относится к категории опасных, то и номер аварийной карточки, например, «Нефть сырая. АК № 315».

В верхней части накладной в графе «Место для особых отметок и штампелей» грузоотправитель обязан проставить предусмотренные для данного груза штампели красного цвета. Например, для нефти сырой — «Легко воспламеняется». На оборотной стороне накладной грузоотправители, ответственные за погрузку наливных грузов, делают в графе 1 отметку, которую заверяют подписью: «Груз погружен согласно Правилам перевозок грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума».

Массу грузов, перевозимых наливом в цистернах, определяют путем взвешивания, динамическим измерением или расчетным путем

по таблицам калибровки железнодорожных цистерн на основе замера высоты налива и объема налитого груза. В этом случае в накладной в графе «Наименование груза» указывают высоту налива, плотность, температуру груза.

Для определения массы нефти и нефтепродуктов в вагонах-цистернах объемно-массовым статическим методом, включающим в себя отбор проб для определения температуры и плотности груза, выполнение замеров высоты налива и расчет массы груза в вагоне-цистерне.

Количество продукции при отгрузке и приемке определяется объемно-массовым статическим методом, то есть замером высоты налива нефтепродукта в цистерне метрштоком, определением объема по таблицам калибровки, замером плотности и последующим расчетом массы нефтепродукта.

Допускается производить определение массы груза в железнодорожной цистерне путем взвешивания на вагонных весах массы тары и массы брутто и последующим определением массы нетто.

Порядок отбора проб, определения среднеобъемной температуры и плотности нефтепродукта, залитого в железнодорожную цистерну

Для определения среднеобъемной температуры и плотности груза пробы из вагонов-цистерн отбираются в соответствии с ГОСТ 2517 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». Точечную пробу из вагона-цистерны отбирают переносным пробоотборником с уровня, расположенного на высоте $0,33$ внутреннего диаметра цистерны, считая от нижней образующей котла. Схема производства отбора проб представлена на рис. 24. Уровни отбора точечных проб из вагонов-цистерн, находящихся в эксплуатационном парке сети, приведены в табл. 10.

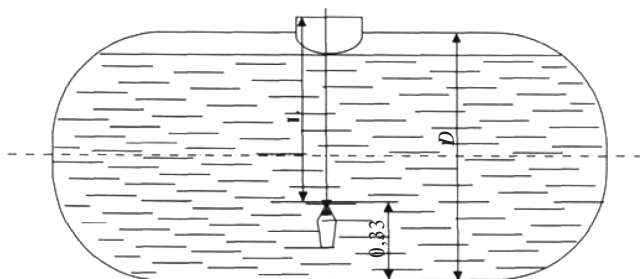


Рис. 24. Схема отбора проб нефтепродуктов из железнодорожных цистерн

**Уровни отбора проб нефтепродуктов из железнодорожных цистерн
(согласно ГОСТ 2517)**

Тип калибровки цистерн	Уровни отбора проб, считая от верхней грани горловины люка-лаза (колпака), см	Тип калибровки цистерн	Уровни отбора проб, считая от верхней грани горловины люка-лаза (колпака), см
14	209,0	79	205,0
15	209,0	80	210,0
16	210,0	81	204,0
17	210,0	82	215,0
18	208,0	83	212,0
24	210,0	85	204,0
25	218,5	86	204,0
25a	220,5	87	204,0
31	218,5	88	204,0
53, 53a	218,5	89	207,0
61	217,5	90	217,5
62*	212,5*	91	206,0
62	217,5	92	217,5
63	243,0	93	217,5
66	217,5	94	204,0
67	218,5	95	204,0
69	232,5	96	204,0
70	232,5	99	204,0
71	225,5	100	208,0
72	231,0	101	217,5

* Для цистерн, имеющих высоту колпака 85 мм.

Переносные пробоотборники (рис. 25) для отбора проб нефтепродуктов должны иметь крышки или пробки, обеспечивающие их герметичность, и легко открываться на заданном уровне. Масса переносного пробоотборника должна быть достаточной, чтобы обеспечить его погружение в нефтепродукт.

Перед каждым отбором проб необходимо осматривать пробоотборник для выявления возможных дефектов корпуса, пробок, крышек, прокладок, нарушающих герметичность пробоотборника, а также наличия посторонних жидкостей и предметов. Во избежание загрязнения переносные пробоотборники переносятся в чехлах, футлярах или другой упаковке.

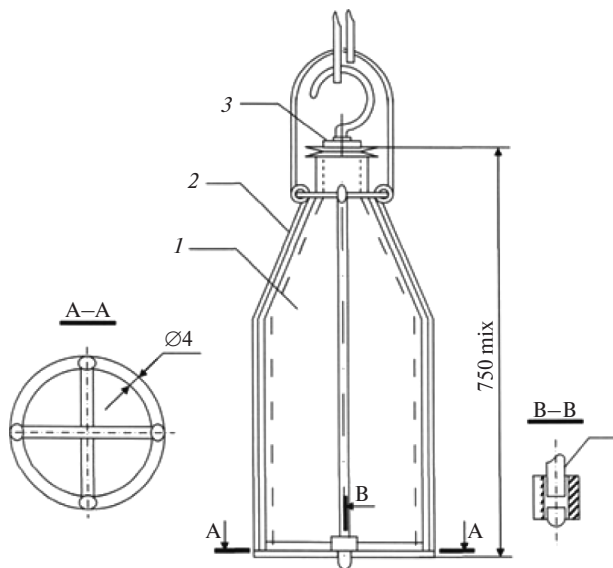


Рис. 25. Переносной пробоотборник:
 1 — бутылка; 2 — металлический каркас; 3 — пробка; 4 — замок

Закрытый пробоотборник опускают до заданного уровня согласно табл. 27 так, чтобы отверстие, через которое происходит его заполнение, находилось на уровне, обозначенном на рис. 24. При измерении температуры и плотности нефтепродукта пробоотборник выдерживают на заданном уровне до начала его заполнения не менее 5 мин, открывают крышку или пробку, заполняют пробоотборник и поднимают его.

Бутылку с отобранной пробой легкоиспаряющегося нефтепродукта вынимают из каркаса, герметично закрывают, а для отбора следующей пробы вставляют сухую чистую бутылку. Точечные пробы из нескольких цистерн с нефтепродуктами одной марки отбирают из каждой четвертой цистерны, но не менее чем из двух цистерн. При сливе нефтепродуктов разных марок или нефтепродуктов одной марки, но имеющих разные качественные паспорта (сертификаты) грузоотправителя, пробы отбирают и анализируют отдельно.

Точечные пробы нефтепродуктов, предназначенных для поставки на экспорт, для длительного хранения, отбирают из каждой цистерны.

При выполнении работ по отбору проб следует соблюдать правила техники безопасности и пожарной безопасности при обращении с нефтепродуктами.

Переносные пробоотборники должны быть изготовлены из материала, не образующего искр при ударе (алюминия, бронзы, латуни и др.). В целях предотвращения вдыхания вредных паров нефтепродуктов при отборе проб необходимо стоять спиной к ветру. Отбор проб нефтепродуктов следует производить при наличии не менее чем двух человек.

На эстакадах налива и слива должны быть установлены светильники, изготовленные во взрывозащищенном исполнении. Отбор проб следует производить в специальной одежде и обуви, изготовленных из материалов, не накапливающих статическое электричество.

Для крепления пробоотборника должны использоваться гибкие, не дающие искр, металлические тросики, а также шнуры (веревки) из неэлектропроводных материалов, на поверхности которых должен быть закреплен многожильный, не дающий искр, неизолированный металлический проводник, соединенный с пробоотборником. Перед отбором проб тросик или проводник должны заземляться.

Пробу нефтепродукта из железнодорожной цистерны допускается отбирать через 10 мин после окончания ее налива. Запрещается отбирать пробы нефтепродуктов во время грозы.

Для определения массы груза объемно-массовым статическим методом необходимо иметь значения плотности жидкости в цистерне при температуре налива. Плотностью жидкости является ее масса в единице объема. В соответствии с международной системой единиц СИ в качестве единицы измерения плотности применяют килограмм на кубический метр ($\text{кг}/\text{м}^3$). Для практических целей допускается измерять плотность в граммах на кубический сантиметр ($\text{г}/\text{см}^3$). Плотность наливных грузов определяют в соответствии с ГОСТ 3900 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» с помощью ареометров (рис. 26) или других специальных измерительных приборов.

Ареометр представляет собой запаянную с обеих сторон трубку 1, уширенную книзу. В узкой верхней части ареометра помещена шкала 2, каждое деление которой соответствует $0,0005 \text{ г}/\text{см}^3$. В уширенной части прибора может быть помещен термометр со шкалой 3. Ареометр для нефти изготавливают по ГОСТ 18481.

Нефтепродукт, предназначенный для определения плотности, наливается в устойчивый стеклянный цилиндр (по ГОСТ 18481), вы-

сота которого должна быть больше длины ареометра. Чистый и сухой ареометр осторожно погружают в испытуемую жидкость плавно и строго вертикально, поддерживая его за верхний конец, не допуская смачивания части трубки, расположенной выше уровня жидкости. Необходимо следить за тем, чтобы ареометр не касался стенок и дна цилиндра.

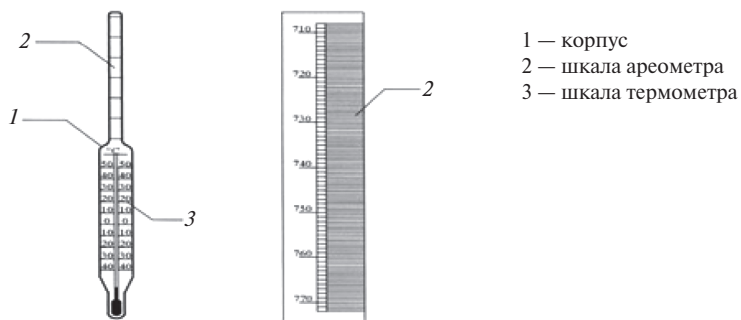


Рис. 26. Ареометр

После прекращения вертикальных колебаний ареометра производится отсчет по верхнему краю 2 мениска нефтепродукта, то есть по границе смачиваемости трубки 1 ареометра (рис. 27).

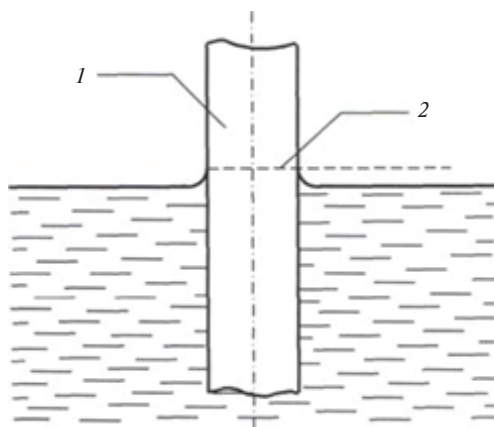


Рис. 27. Схема отсчета плотности по шкале ареометра:
1 — корпус ареометра; 2 — верхний край мениска нефтепродукта

Показание ареометра отсчитывается с точностью до 0,0005 г/см³, при этом глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска жидкости.

Одновременно с замером плотности определяют температуру нефтепродукта по термометру ареометра или отдельному термометру (по ГОСТ 400).

Температуру продукта измеряют во всех случаях непосредственно у цистерны сразу же после извлечения пробоотборника из цистерны. Необходимо следить за тем, чтобы термометр не касался стенок и дна цилиндра. Определение плотности нефтепродукта непосредственно на месте отбора проб допускается только при соблюдении следующих условий:

- имеется ровная устойчивая горизонтальная площадка, не подверженная сотрясениям и удобная для производства измерений;
- измерительные приборы полностью защищены от воздействия ветра и атмосферных осадков.

При несоблюдении указанных условий плотность отобранной пробы нефтепродукта определяется в закрытом помещении с обязательным последующим приведением полученного значения плотности к плотности нефтепродукта при среднеобъемной температуре груза в цистерне.

Плотность нефтепродуктов зависит от температуры, уменьшаясь с повышением и увеличиваясь с понижением температуры, поэтому для сравнения численных значений принята плотность, определенная при 20 °С.

На практике нефтепродукт отгружается или поступает под выгрузку с температурой, отличающейся от 20 °С, поэтому для установления соответствия качественному паспорту (сертификату) поставщика или техническим нормам, изложенным в ГОСТ или ТУ, плотность, определенную ареометром в пробе из железнодорожных цистерн, переводят в плотность при 20 °С, используя данные таблиц ГОСТ 3900.

В паспорте качества (сертификате) имеются данные о плотности нефтепродукта при температуре +20 °С. Тогда плотность нефтепродукта p_t при любой температуре t можно определить по формуле

$$p_t = p_{20} - a(t - 20), \text{ г/см}^3 \quad (19)$$

где p_{20} — плотность нефтепродукта при температуре +20° С согласно качественному паспорту (сертификату), г/см³;

a — температурная поправка плотности на 1°С, г/см .

Температурная поправка определяется исходя из значения плотности нефтепродукта при температуре 20 °С по табл. 11.

Таблица 11

Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Плотность нефтепродукта при 20 °С, г/см ³	Температурная поправка на 1 °С, г/см ³	Плотность нефтепродукта при 20 °С, г/см ³	Температурная поправка на 1 °С, г/см ³
0,6900–0,6999	0,000910	0,8000–0,8099	0,000765
0,7000–0,7099	0,000897	0,8100–0,8199	0,000752
0,7100–0,7199	0,000884	0,8200–0,8299	0,000738
0,7200–0,7299	0,000870	0,8300–0,8399	0,000725
0,7300–0,7399	0,000857	0,8400–0,8499	0,000712
0,7400–0,7499	0,000844	0,8500–0,8599	0,000699
0,7500–0,7599	0,000831	0,8600–0,8699	0,000686
0,7600–0,7699	0,000818	0,8700–0,8799	0,000673
0,7700–0,7799	0,000805	0,8800–0,8899	0,000660
0,7800–0,7899	0,000792	0,8900–0,8999	0,000647
0,7900–0,7999	0,000778		

Иногда в сопроводительных документах указывают плотность нефтепродукта, определенную при температуре +15°С. Если данные о плотности груза при 20°С отсутствуют, для сравнения плотности нефтепродукта при его реальной температуре с плотностью при 15°С используют формулу

$$p_t = p_{15} - a(t - 15), \text{ г/см}^3. \quad (20)$$

В этом случае температурная поправка плотности на 1°С а принимается по данным табл. 12.

Таблица 12

Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Плотность нефтепродукта при 15°С, г/см ³	Температурная поправка на 1°С, г/см ³	Плотность нефтепродукта при 15°С, г/см ³	Температурная поправка на 1°С, г/см ³
0,6945–0,7044	0,000910	0,8038–0,8137	0,000765
0,7045–0,7143	0,000897	0,8138–0,8236	0,000752
0,7144–0,7243	0,000884	0,8237–0,8336	0,000738
0,7244–0,7343	0,000870	0,8337–0,8435	0,000725
0,7344–0,7442	0,000857	0,8436–0,8535	0,000712

Плотность нефтепродукта при 15°С, г/см ³	Температурная поправка на 1°С, г/см ³	Плотность нефтепродукта при 15°С, г/см ³	Температурная поправка на 1°С, г/см ³
0,7443–0,7541	0,000844	0,8536–0,8634	0,000699
0,7542–0,7640	0,000831	0,8635–0,8733	0,000686
0,7641–0,7740	0,000818	0,8734–0,8832	0,000673
0,7739–0,7839	0,000805	0,8833–0,8932	0,000660
0,7840–0,7938	0,000792	0,8933–0,9031	0,000647
0,7939–0,8039	0,000778		

Порядок определения объема жидкости в железнодорожной цистерне

Объем жидкости в цистернах определяется по «Таблицам калибровки железнодорожных цистерн» исходя из типа калибровки цистерны и высоты налива.

Калибровочный тип цистерны обозначается только типовыми металлическими цифрами, приваренными к боковой поверхности котла под номером цистерны.

Высота налива нефтепродукта определяется специальным измерительным прибором — метрштоком, представляющим собой металлическую составную трубу с длиной шкалы до 3,5 м. Цена наименьшего деления шкалы составляет 1 мм.

Высота налива замеряется в двух противоположных точках люка-лаза (колпака) по продольной оси цистерны не менее двух раз в каждой точке. Для производства замеров метршток плавно и строго вертикально опускается через люк-лаз до нижней образующей котла. Необходимо избегать резких ударов о дно цистерны и следить за тем, чтобы метршток не упирался в выступающие части цистерны и универсального сливного прибора, лестницы или другие посторонние предметы. Опущенный до соприкосновения с нижней образующей котла, метршток быстро и плавно извлекается. Высота налива в сантиметрах отсчитывается по линии смачивания метрштока нефтепродуктом. Расхождение между двумя отсчетами замера не должно превышать 0,5 см, в противном случае измерение повторяется. За высоту налива нефтепродукта принимают среднее арифметическое результатов замеров, произведенных в двух противоположных точках. Полученный результат округляется до целого сантиметра: величина менее 0,5 см отбрасывается, а 0,5 см и более принимается за целый сантиметр.

При измерении высоты налива светлых нефтепродуктов (особенно бензина) рекомендуется шкалу метрштока в районе предполагаемого отсчета натереть мелом для лучшего определения линии смачивания.

По полученной высоте налива в сантиметрах для каждого калибровочного типа по соответствующей таблице калибровки определяется объем налитого нефтепродукта.

От правильности замера высоты налива, плотности и температуры нефтепродукта зависит точность определения массы груза в цистерне.

Расчет массы нефтепродукта в цистернах объемно-массовым статическим методом.

Для определения массы нефтепродукта этим способом необходимо:

- замерить метрштоком высоту налива;
- отобрать пробу продукта с уровня, соответствующего 0,33 диаметра цистерны, считая от нижней образующей котла;
- немедленно после извлечения пробы из цистерны замерить среднеобъемную температуру и плотность нефтепродукта ареометром;
- установить тип калибровки цистерны по соответствующим знакам на ее котле;
- согласно замеренной высоте налива по соответствующей таблице калибровки определить объем нефтепродукта;
- рассчитать массу нефтепродукта в цистерне, умножив определенный по таблицам калибровки объем нефтепродукта на его плотность при среднеобъемной температуре в цистерне.

Используемые для определения массы нефтепродукта приборы (термометр, ареометр, метршток) должны быть поверены, иметь соответствующие клейма и свидетельства Госповерителя.

Пример определения массы наливного груза расчетным путем

Исходные данные. Нефтепродукт перевозится в цистерне типа калибровки 62. Высота налива, установленная метрштоком 274мм. Плотность нефтепродукта при температуре +2°С, по данным паспорта качества 0,8240 г/см³. Температура груза в цистерне по данным измерений — 12 °С. Требуется определить массу перевозимого нефтепродукта.

Расчет. Масса нефтепродукта определится по формуле

$$Q = V \cdot \rho \quad (21)$$

где: V — объем груза в вагоне, дм^3 ;

p — плотность груза, $\text{кг}/\text{дм}^3$.

Объем груза при высоте налива 275 см (по правилам округления 274,6 см округляется в большую сторону до 275 см) для данного типа цистерн в соответствии с таблицей калибровки (тип 62) составляет 69860 дм^3 .

Плотность нефтепродукта при данной температуре:

1. Определяется разность температур $+20\text{ }^\circ\text{C} - (-12\text{ }^\circ\text{C}) = 32\text{ }^\circ\text{C}$.

2. Температурная поправка на $1\text{ }^\circ\text{C}$ согласно таблице 14.3 средних температурных поправок плотности нефтепродуктов для плотности $0,8240\text{ кг}/\text{дм}^3$ составит $0,000738\text{ кг}/\text{дм}^3$; соответственно на $32\text{ }^\circ\text{C}$ составит $0,000738 \times 32 = 0,023616\text{ кг}/\text{дм}^3$, или округленно $0,0236\text{ кг}/\text{дм}^3$;

3. При температуре груза более $+20\text{ }^\circ\text{C}$ полученное произведение ($0,0236\text{ кг}/\text{дм}^3$) вычитается из значения плотности при $+20\text{ }^\circ\text{C}$, а при температуре нефтепродукта в цистерне ниже $+20\text{ }^\circ\text{C}$ полученное произведение прибавляется к значению плотности при $+20\text{ }^\circ\text{C}$.

Так как в рассматриваемом примере температура груза $-12\text{ }^\circ\text{C}$ (т. е. менее $+20\text{ }^\circ\text{C}$), то искомая плотность составит $0,8240 + 0,0236 = 0,8476\text{ кг}/\text{дм}^3$.

Масса нефтепродукта в цистерне составит:

$$Q = 69860 \times 0,8476 = 59213\text{ кг.}$$

Принципы классификации насыпных и навалочных грузов

Насыпные и навалочные грузы составляют более 70 % общего объема перевозок железнодорожного транспорта. В «Правилах перевозок грузов железнодорожным транспортом» приводится перечень грузов, которые могут перевозиться насыпью и навалом. К таким грузам относятся около 500 групповых наименований с указанием рекомендуемых типов подвижного состава.

Насыпные и навалочные грузы составляют одну группу по условиям приема их к перевозке железнодорожным транспортом, а именно без счета мест по массе груза в вагоне. Основой для деления на насыпные и навалочные грузы служит гранулометрический (фракционный) состав.

Насыпными грузами считаются грузы, размеры отдельных частиц которых меняются в пределах от 0,05 до 13,0 мм, а также грузы с размерами частиц от 0,05 до 100 мм, если доля частиц с размерами до 13 мм превосходит 50 % общего объема груза. Грузы с размером частиц менее 0,05 мм составляют отдельную группу — пылевидные (см. табл. 30).

Насыпные грузы включают следующие подгруппы:

- промышленные грузы, не требующие защиты от атмосферных осадков (уголь, руда, песок и др.); эти грузы перевозятся на открытом подвижном составе или в специализированных вагонах; особенностью этой группы является необходимость предупреждения потерь от выдувания и просыпания грузов в пути следования из вагонов и профилактики смерзаемости в холодное время года;
- промышленные грузы, требующие защиты от атмосферных осадков (цемент, известь, минеральные удобрения и др.); для перевозки таких грузов используется закрытый подвижной состав: хопперы, специальные цистерны, специализированные крытые вагоны;
- продовольственные грузы (зерно, отруби, семена, мука и др.) требуют защиты от атмосферных осадков, перевозятся в специализированных крытых вагонах-хопперах.

Навалочные грузы и грузы, которые по гранулометрическому составу не могут быть отнесены к насыпным, представляются к погрузке и перевозке без счета мест (штук) повагонными отправлениями в непакетированном виде. Если количество мест груза, предъявляемого к перевозке навалом в одном вагоне не превышает 1000 штук и грузовые места не могут быть сформированы в транспортные пакеты, то такие грузы по желанию отправителя могут предъявляться к перевозке с указанием количества мест.

Навалочные грузы в зависимости от транспортной характеристики и специфических свойств делятся на две подгруппы:

- промышленные грузы, не требующие защиты от атмосферных осадков и не относящиеся по своему фракционному составу к насыпным грузам (бой и лом камней, кирпича, огнеупоров, брикеты буроугольные, торфяные, из стальной стружки и др.), перевозятся в цельнометаллических полувагонах с люками, на платформах, в полувагонах с глухим дном, если у получателя имеются соответствующие средства выгрузки;
- сельскохозяйственные грузы, требующие защиты от атмосферных осадков (бахчевые культуры, овощные культуры), перевозятся в крытых вагонах; сахарная свекла — в полувагонах.

По ряду наиболее общих свойств насыпные и навалочные грузы в зависимости от своих физико-химических свойств, объемно-массовых характеристик, а также от способов добычи, переработки, перевозки, хранения можно объединить в следующие укрупненные группы грузов:

- топливо твердое минеральное;
- руды и рудные концентраты;
- Минерально-строительные материалы;
- минеральные удобрения и минеральное сырье;
- зерновые грузы и продукты их переработки, овощные и бахчевые культуры;
- продукция лесной и лесоперерабатывающей промышленности;
- металлы в чушках и в других формах непакетированные; металллом мелких фракций и брикетированный.

Свойства насыпных и навалочных грузов

Основными общими свойствами насыпных и навалочных грузов, влияющими на технологию и технические средства перевозок и хранения, являются сыпучесть, гранулометрический состав, смерзаемость, слеживаемость, сводообразование и т. п. Кроме этого, отдельные группы и виды насыпных грузов имеют такие ярко выраженные

специфические свойства, как самовозгорание, взрывоопасность, коррозионность, токсичность, абразивность и другие.

Сыпучесть — способность насыпных и навалочных грузов перемещаться под действием силы тяжести, внешних динамических воздействий и внутренних сил трения и сцепления отдельных частиц. Условие равновесия или начала движения частиц груза выражается законом Кулона:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + \tau_0, \quad (22)$$

где τ — наибольшее касательное напряжение сдвига, Па;

σ — нормальное напряжение, Па;

$\operatorname{tg} \varphi$ — коэффициент внутреннего трения, φ — угол трения;

τ_0 — начальное сопротивление сдвигу, характеризующее силу сцепления частиц груза между собой, Па.

Насыпные грузы, у которых начальное сопротивление сдвигу отсутствует ($\tau_0 = 0$), называются легкосыпучими; грузы, имеющие начальное сопротивление $\tau_0 > 0$, — плохосыпучими.

Начальное сопротивление сдвигу зависит от влажности, особенно для пылевидных и порошкообразных грузов, и с ее повышением увеличивается.

Подвижность (сыпучесть) груза характеризуется углом естественного откоса α — наибольшим углом, который может образовать свободная поверхность штабеля с горизонтальной плоскостью. Для легкосыпучих грузов угол естественного откоса равен углу внутреннего трения ($\alpha = \varphi$); для плохосыпучих грузов угол естественного откоса больше угла внутреннего трения ($\alpha > \varphi$) и зависит от начального сопротивления сдвигу и уплотнения поверхности откоса.

Различают угол естественного откоса в покое α_n и в движении α_d ; при этом $\alpha_d = (0,4-0,7)\alpha_n$ и зависит от скорости движения поезда и вертикальной вибрации. Первая величина α_n используется при формировании штабеля сыпучего груза на складе и расчете его площади; вторая α_d — при формировании «шапки» насыпных грузов, перевозимых на открытом подвижном составе, и при определении заполнения сечений рабочих органов (например, ленты транспортера, ковша, грейфера) погрузочно-разгрузочных машин.

Гранулометрический состав характеризует процентное содержание частиц груза, линейные размеры которых находятся в определенных интервалах, и выявляется методом ситового анализа пробы груза. По размерам отдельных кусков или частиц различают восемь категорий грузов (табл. 13).

Категории грузов в зависимости от размеров частиц или кусков

Группы грузов		Размеры частиц, мм
Навалочные кусковые	Особо крупные	Свыше 320
	Крупнокусковые	От 160 до 320
	Среднекусковые	От 60 до 160
	Мелкокусковые	От 10 до 60
Насыпные мелкофракционные	Крупнозернистые	От 2 до 10
	Мелкозернистые	От 0,5 до 2
	Порошкообразные	От 0,05 до 0,5
	Пылевидные	Менее 0,05

Для отдельных грузов установлены ГОСТом свои категории крупности, например, для угля — 7 категорий, для кокса — 3.

При использовании в производстве, а также при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании грузов важна их однородность по крупности, которая достигается сортировкой частиц груза и характеризуется коэффициентом однородности K_o . Этот коэффициент определяется отношением $K_{од} = d_{max}/d_{min}$, где d_{max} и d_{min} соответственно размеры максимальной и минимальной частиц груза. Если величина $K_{од} \leq 2,5$, груз называется сортированным, при — несортированным или $K_{од} > 2,5$ рядовым.

Крупность и однородность грузов учитываются при выборе параметров рабочих органов подъемно-транспортного оборудования, в свою очередь максимально допустимые размеры кусков должны соответствовать принятому оборудованию.

Объемная (насыпная) масса груза ρ характеризует массу единицы его объема в естественном состоянии, с учетом существующих между частицами груза пустот. Эта величина устанавливается опытным путем, когда груз осторожно насыпают в мерную емкость (в отдельных случаях в качестве мерной емкости можно использовать полувагон) и сразу определяют его массу. Второй способ определения объемной массы состоит в том, что при заполнении мерной емкости используется статическое или динамическое воздействие для уплотнения груза. При этом мелкие частицы груза располагаются в пустотах между крупными, а масса груза в объеме той же мерной емкости увеличивается. Это увеличение характеризуется коэффициентом уплотнения $K_y = \rho/\rho_y$, где ρ_y — объемная масса после уплотнения. Явление уплотнения грузовой массы наблюдается при длительном хранении грузов на складах, при воздействии нагрузок, возникающих

в процессе движения поезда. Это явление должно использоваться при загрузке насыпных грузов для более полного использования грузо-подъемности вагонов.

По объемной массе насыпные грузы делятся на легкие — до 600 кг/м^3 (торф, древесные опилки), средние $600\text{--}1100 \text{ кг/м}^3$ (каменный уголь, шлак), тяжелые — $1100\text{--}2000 \text{ кг/м}^3$ (песок, гравий), — очень тяжелые — более 2000 кг/м^3 (руда, камень).

Объемная масса насыпных грузов зависит от гранулометрического состава, влажности и посторонних примесей; используется для расчетов производительности погрузочно-разгрузочных машин, площадей складов, массы груза в вагоне и в других случаях; определяется с точностью до 10 кг/м^3 .

Влажность является одной из важнейших характеристик насыпных грузов и определяется гранулометрическим составом, способом добычи и обогащения, условиями хранения. Чем больше в грузе мелких фракций, тем выше может быть его влажность. Повышенной влажностью отличаются грузы, извлекаемые из земных недр гидравлическим способом или прошедшие обогащение путем вымывания водой посторонних примесей.

Для насыпных грузов различают: фактическую влажность (влажность в момент ее определения); кондиционную, установленную ГОСТ, при которой груз сохраняет свои качественные показатели; влажность безопасную в отношении смерзаемости. Повышение влажности груза выше кондиционной приводит к потере качества, а выше безопасной — к усилению таких свойств, как слеживаемость, смерзание, липкость и сводообразование, что, в свою очередь, вызывает повышение трудоемкости и продолжительности грузовых операций.

Слеживаемость — свойство насыпных грузов терять сыпучесть при длительном хранении и в процессе перевозки. На слеживаемость оказывают влияние физико-химические свойства самого груза, влажность, режимы хранения, климатические условия. К слеживающимся грузам относятся цемент, глина, известь, сода и др. При выгрузке таких грузов необходимо восстанавливать их сыпучесть, что требует значительных затрат материальных средств и трудовых ресурсов.

Сводообразование — явление самопроизвольного возникновения сводов из частиц навалочных и насыпных грузов над выпускными отверстиями бункеров, силосов, воронок. Это явление зависит от гранулометрического состава, формы кусков, влажности, слеживаемости и других свойств груза. Сводообразование препятствует сво-

бодному истечению грузов при производстве разгрузочных работ из полувагонов и хопперов.

Большое значение при выполнении погрузочно-разгрузочных работ с пылевидными грузами, размеры отдельных частиц которых составляют 4 мм и менее, имеют такие специфические свойства, как аутогезия и адгезия.

Аутогезия — взаимодействие соприкасающихся пылевидных частиц между собой, которое препятствует их разъединению и способствует полному и быстрому освобождению различных бункеров, специализированных вагонов от таких грузов, как рудные концентраты, цемент, минеральные удобрения и др.

Адгезия — это взаимодействие пылевидных частиц с твердой поверхностью микроскопических тел стенок бункеров, рабочих органов технологических аппаратов, задерживающее свободное истечение пылевидных грузов — происходит налипание на стенки бункеров.

Смерзаемость — свойство грузов смерзаться при низкой температуре в крупные глыбы или монолит, трудно поддающиеся разрушению. Для каждого груза установлены пределы безопасной влажности, при которых смерзаемость исключается; в противном случае необходимо применять средства профилактики при погрузке или восстанавливать сыпучесть при выгрузке. В зависимости от толщины смерзшегося слоя h и высоты груза в вагоне $H_{\text{гр}}$ различают следующие степени смерзания:

- примерзание к стенкам и днищу полувагона, $h \ll 50$ мм;
- частичное смерзание, $50 \leq h \leq H_{\text{гр}}/2$;
- полное смерзание, $h = H_{\text{гр}}/2$, температура ядра груза равна температуре замерзания;
- дальнейшее промерзание монолита, температура ядра — ниже температуры замерзания.

Выгрузка примерзшего груза и, особенно, смерзшегося в трех последних стадиях представляет значительные трудности: производительность при этом снижается в 10–15 раз, увеличиваются простои вагонов, требуются специальные машины и устройства для восстановления сыпучести.

Смерзаемость насыпных грузов зависит от гранулометрического состава, влажности груза, температуры окружающего воздуха, продолжительности перевозки, тепловых характеристик груза.

Наиболее подвержены смерзанию грузы мелких фракций (измельченные и пылевидные), грузы более крупных фракций смерзаются меньше.

Существенное влияние на смерзаемость грузов оказывает влажность. Влага в насыпных грузах находится в свободном и связанном состояниях. В свободном состоянии находится влага, размещающаяся в пустотах между частицами груза, на поверхности частиц в виде пленки, и частично влага, находящаяся в тонких порах твердых частиц, ближе к поверхности. В связанном состоянии находится влага в тонких порах, кроме приграничной, и влага, химически связанная с веществом груза.

Эксперименты показали, что свободная влага замерзает при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; приграничная влага, входящая частично в свободную, замерзает при температуре от $-0,1$ до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$; прочно связанная влага не превращается в лед даже при температуре $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, для предотвращения смерзаемости достаточно удалить свободную часть приграничной влаги. Значение безопасной в отношении смерзания влажности для разных грузов различное и зависит от гранулометрического состава, свойств груза и температуры воздуха. Чем ниже эта температура, тем меньше значение безопасной влажности. Температура окружающего воздуха зависит от времени года и климатической зоны перевозки насыпных смерзающихся грузов.

Подготовка насыпных и навалочных грузов к перевозке

Насыпные грузы, не требующие защиты от атмосферных осадков, перевозятся на открытом подвижном составе. Подготовка к погрузке таких грузов должна производиться с целью минимизации потерь от выдувания и просыпания в процессе перевозки с поверхности груза и через щели вагонов, а также предупреждения смерзаемости.

Процесс подготовки груза к погрузке может включать следующие операции: дробление, сортировку, обогащение, профилактику смерзаемости.

Дробление крупных кусков горной породы при добыче руды, камня и т. п., а также таких видов полуфабрикатов, как агломерат, кокс и последующая сортировка продукции, позволяют получить более равномерный гранулометрический состав, что, кроме положительного влияния на дальнейшие производственные процессы, позволяет улучшить использование грузоподъемности вагонов.

Максимальный размер куска должен быть не более 400 мм по условиям выгрузки через открытые люки полувагона. Минимальные размеры частиц груза при перевозке в полувагонах с люками в днище

ограничиваются конструкционными зазорами для предупреждения потерь груза вследствие просыпания его в эти зазоры.

Сортировка позволяет получить два вида готовой продукции: сортированную и рядовую. Сортированная продукция имеет более высокое качество для дальнейшей технологической переработки, а крупные фракции (20 мм и более) меньше смерзаются в холодное время года.

Обогащение продукции перед отправлением потребителям повышает ее качество за счет отделения пустой породы и посторонних примесей, а кроме того, позволяет значительно снизить потребность в подвижном составе и, следовательно, транспортные расходы. Наиболее распространенными способами обогащения являются: промывка водой, магнитная сепарация, флотация и другие процессы. После промывки водой, флотации или после гидродобычи необходимо просушивать груз, так как запрещается погрузка насыпных грузов, если с них стекает вода на ходовые части и автотормозное оборудование, а в холодное время года повышенная влажность приводит к смерзаемости груза.

Отдельные виды насыпных грузов (агломерат, кокс, окатыши) выдаются из производства с высокой температурой (до 1100 °С), и перед погрузкой требуется их охлаждение. Температура погрузки в вагоны общего парка ограничивается величиной 100 °С, а в вагоны специализированные — 700 °С.

Процесс погрузки включает следующие основные операции: заполнение кузова полувагона грузом, определение массы, дозировка, формирование поверхности, нанесение на нее защитных пленок. Указанный перечень операций может выполняться полностью или частично.

Заполнение вагона насыпным грузом производится бункерными установками, кранами с грейфером, экскаваторами до полной вместимости или грузоподъемности.

Высота груза в полувагоне H зависит от объемной массы ρ и грузоподъемности вагона Γ и составляет

$$H = \Gamma / S_0 \quad H = \frac{\Gamma}{S} \rho ,$$

где S — площадь пола полувагона, м².

Для тяжеловесных грузов с $\rho > 1000$ кг/м³ высота погрузки будет находиться ниже или в пределах уровня высоты бортов полувагона

($H_{\text{пр}} = 1,9$ м). Внутренняя высота борта полувагона зависит от его модели и может достигать до 2,5 м.

Для более легких грузов погрузку необходимо производить выше уровня бортов, т. е. с «шапкой». Форма и высота «шапки» зависят от объемной массы груза и угла естественного откоса в движении, а основание «шапки» должно быть ниже верхнего уровня борта на 100 мм.

«Шапка» может иметь в сечении форму треугольника, трапеции или сегмента (рис. 28).

Максимально возможная высота «шапки» треугольной формы:

$$H_{\text{max}} = \frac{\beta \cdot B \cdot \text{tg} \alpha_{\text{д}}}{2}, \quad (23)$$

где B — внутренняя ширина полувагона, м;

$\alpha_{\text{д}}$ — угол естественного откоса в движении;

β — коэффициент, учитывающий, что в верхней части «шапки» для предохранения груза от потерь (осыпания и выдувания) делается площадка по длине вагона, $\beta = 0,85$.

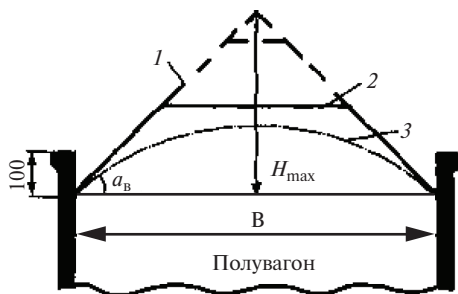


Рис. 28. Схема расположения грузов в «шапке»: 1 — «треугольник»; 2 — «трапеция»; 3 — «сегмент»

На практике обычно применяют «шапку» в форме трапеции, а ее высоту ограничивают по условиям обеспечения сохранности грузов от выдувания встречными потоками воздуха. Оптимальной высотой «шапки» трапецеидальной формы для сыпучих грузов с $\rho < 850$ кг/м³ (кокс, уголь) считается от 250 до 300 мм, грузов с $\rho > 1000$ кг/м³ (минерально-строительные) не более 750 мм (при перевозке на платформах).

Масса груза в вагоне должна соответствовать технически обоснованным нормам и не превышать его грузоподъемности по условиям обеспечения безопасности движения. Недогруз до технической нормы предполагает материальную ответственность, поэтому возникает необходимость дозировки груза в вагоне. Этот процесс может выполняться автоматически в процессе поступления груза в вагон, особенно на больших погрузочных комплексах с бункерной загрузкой, а в ряде случаев отдельно.

После заполнения и в необходимых случаях дозировка кузова полувагона грузом производится окончательное формирование его поверхности. Для насыпных грузов с $\rho > 1000 \text{ кг/м}^3$ поверхность разравнивают для обеспечения равномерных нагрузок на тележки вагона и для предупреждения потерь груза от выдувания встречными потоками воздуха. Для грузов с $\rho < 1000 \text{ кг/м}^3$, особенно для угля и кокса, формируют «шапку» с одновременным уплотнением груза специальными установками и покрытием поверхности «шапки» специальным раствором, который, застывая, образует пленку для предупреждения потерь от выдувания.

Профилактика смерзаемости производится в холодное время года при отрицательных температурах воздуха. Для предотвращения смерзания груза достаточно удалить свободную и часть приграничной влаги. Значение безопасной в отношении смерзания влажности для разных грузов различное и зависит от granulometric composition, свойств груза и температуры; чем ниже температура (рис. 29), тем меньше значение безопасной влажности.

Наиболее часто для предотвращения смерзаемости применяют различные средства профилактики, выбор которых зависит от вида груза и степени промерзания, которое может быть корковым $h_{\text{см}} < 5 \text{ см}$, с талым ядром и смерзание в монолит.

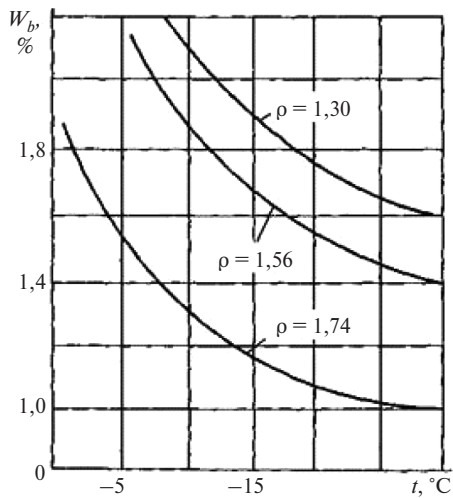


Рис. 29. Зависимость безопасной влажности от температуры воздуха

Средства профилактики от примерзания наносят на внутреннюю поверхность вагона непосредственно перед погрузкой. Это могут быть сыпучие и жидкие вещества. К ним предъявляют следующие требования: не ухудшать качество перевозимого груза, не вызывать коррозии вагона, не загрязнять его.

Для предотвращения смерзания груза в массе (для всех трех степеней) профилактические вещества необходимо распылять в потоке груза при его погрузке так, чтоб отдельные частицы обволакивались и приобретали гидрофобные свойства.

Обеспечение сохранности насыпных грузов в процессе перевозки

Процесс перевозки насыпных грузов сопровождается значительными потерями. Доля грузов мелких фракций в общем объеме перевозок насыпных грузов имеет устойчивую тенденцию к росту в связи с увеличением использования новых технологий добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых.

Наряду с прямыми потерями материального и экономического характера, утрата груза в пути следования оказывает отрицательное воздействие на исправное состояние технических средств транспорта. Потери сыпучих грузов мелких фракций приводит к загрязнению балластной призмы железнодорожного пути, что нарушает надежную работу электрических рельсовых цепей автоблокировки и вызывает задержки в движении поездов. Проникновение пылевидных частиц, отличающихся абразивностью, во время перевозки в движущиеся части подвижного состава приводит к их преждевременному износу; пылевидные частицы минеральных удобрений вызывают коррозию железобетонных искусственных путевых сооружений. В результате утраты насыпных грузов загрязняется окружающая среда, что отражается и на здоровье людей, работающих в зонах загрязнения.

При перевозке сыпучих грузов на открытом подвижном составе имеют место три вида потерь, отличающихся природой возникновения и абсолютными размерами:

- выдувание мелких фракций воздушными потоками, обтекающими движущийся поезд (40–55 %);
- течь груза в конструкционные зазоры и неплотности (дефекты) кузова вагона (40–45 %);
- осыпание крупных частиц груза с верхней части штабеля, загруженного выше уровня бортов полувагона, платформы (5–10 %).

Выдувание грузов из вагонов встречными потоками воздуха объясняется прежде всего несовершенством способа погрузки и формирования поверхности груза, увеличением ходовой скорости поезда, расстоянием перевозки, гранулометрическим составом и влажностью груза, а также другими факторами.

В результате существующих способов погрузки поверхность груза по длине вагона имеет неровный волнообразный вид; наибольшая высота погрузки отмечается вдоль продольной оси вагона, у бортов высота погрузки ниже, чем в центре на 300–500 мм, а у торцовых дверей полувагона — на 500–700 мм. Неровная поверхность погрузки увеличивает площадь, подверженную выдуванию, а в углублениях и впадинах создаются дополнительные локальные вихри, способствующие интенсивному выносу мелких частиц груза из полувагонов. Над поверхностью груза, расположенной ниже уровня бортов полувагона в процессе движения возникает отрицательное давление и перепады его значений в разных точках поверхности, кроме того, на груз действуют ускорения свободных колебаний. Все это способствует отрыву частиц груза от поверхности, а образующиеся вихри выносят их из вагона. При погрузке груза с «шапкой» прямой удар воздушного потока приходится именно на эту выступающую над вагоном часть груза; причем чем больше высота «шапки», тем сильнее удар и интенсивнее вынос частиц груза. Существенное влияние на величину потерь имеет также форма «шапки», ее обтекаемость.

Интенсивность выдувания в начале пути максимальная, затем заметно ослабевает, что объясняется сглаживанием неровной волнистой поверхности груза, ее уплотнением под действием динамических нагрузок; следовательно, увеличением связи между частицами, а также тем, что на поверхности остаются более тяжелые и крупные куски.

Выдуванию более подвержен сухой груз, способный к пылеобразованию; с увеличением влажности интенсивность потери, при прочих равных условиях, линейно убывает в пределах влажности от 2 до 10 %; эти пределы относятся к железорудному концентрату, углю, и некоторым другим грузам. Груз с влажностью более 10 % приобретает пластичные свойства, и характер потерь груза меняется.

Обеспечение сохранности насыпных грузов от выдувания производится в первую очередь путем уменьшения площади груза, подверженной действию ветрового потока. Для грузов, поверхность которых находится ниже уровня бортов полувагонов, а объемная масса более 1000 кг/м^3 , применяются направляющие рассекатели потока сыпучего груза и скребковые равнители. В результате их исполь-

зования поверхность груза становится ровной, без пустот, впадин и возвышений. Для грузов, погруженных выше уровня бортов полувагона, это могут быть простейшие разравниватели, например щит из листовой стали толщиной 6–8 мм с вырезом в форме трапеции или сегмента или более сложные установки. Одной из таких установок для грузов массой 850–1000 кг/м³ является каток-уплотнитель статического действия, использование которого позволяет уплотнить груз и формировать поверхность груза в виде «шапки» заданного очертания и высоты. При этом одновременно увеличивается масса груза в вагоне, что приводит к сокращению транспортных расходов на перевозку и расходов от сокращения потерь. Для разравнивания, уплотнения и формирования «шапки» грузов с объемной массой менее 850 кг/м³ рекомендуется применять установки вибростатического действия. Их отличие от предыдущих установок заключается в наличии виброплиты для предварительного уплотнения, после чего производят укатывание поверхности катком статического действия. Применение простых разравнивателей дает сокращение потерь от выдувания в размере 15 %, катков статического действия — 25 %, а вибростатического действия до 35 %.

Более надежную защиту от выдувания грузов мелких фракций может обеспечить покрытие поверхности защитными пленками, полученными из дешевых отходов химического производства, целлюлозно-бумажной и нефтеперерабатывающей промышленности. При движении поезда защитная пленка испытывает различные динамические и аэродинамические нагрузки. При погрузке выше уровня бортов зоны наибольших перепадов давления, влекущие за собой разрушение пленки, располагаются у торцовых скосов штабеля сыпучего груза. При погрузке ниже уровня борта защитную пленку разрушают отрицательные давления, максимальное значение которых возникает в передней по ходу поезда части кузова вагона. Кроме того, на защитную пленку действуют вибрационные нагрузки при вертикальных и поперечных колебаниях вагона. Величина разрушающей силы, действующей на защитную пленку, нанесенную на груз, погруженный с «шапкой», зависит от многочисленных факторов, главнейшими из которых являются скорость движения поезда, высота и форма «шапки».

Течь груза мелких фракций из вагона объясняется прежде всего его конструкцией и техническим состоянием, а также гранулометрическим составом и влажностью сыпучих грузов. Кроме того, большое влияние на величину указанных потерь груза имеют динамические нагрузки, испытываемые вагоном в процессе движения поезда.

Основным типом подвижного состава, традиционно используемого для перевозки насыпных грузов, является универсальный полувагон, имеющий в полу люки для выгрузки грузов (у четырехосного полувагона их 14), а по торцам — двери, открывающиеся при перевозке длинномерных грузов. Существующие способы обработки деталей и узлов кузова при строительстве вагонов не обеспечивают их плотного прилегания, в результате чего даже у новых полувагонов конструкционные зазоры в местах прилегания люков к балкам днища и в притворе дверей составляют от 7 до 10 мм, что во многих случаях превышает размеры частиц груза; а у полувагонов, постоянно находящихся в эксплуатации, эти зазоры значительно больше. Существуют для перевозки сыпучих грузов и другие типы вагонов, например полувагоны с глухим кузовом, полувагоны с глухими стенками по торцам, а также хопперы, у которых количество конструктивных зазоров сведено к минимуму, и при исправном техническом состоянии эти вагоны полностью обеспечивают сохранность груза. Однако такие вагоны имеют увеличенный порожний пробег и их использование должно обосновываться технико-экономическими расчетами.

Процесс истечения груза мелких фракций носит прерывистый характер, а его интенсивность достигает наибольших величин в начале пути (первые 200–300 км), а затем ослабевает. Прерывистый характер объясняется сводообразованием. Свод образуется над щелью из отдельных частиц, его устойчивость зависит от размеров частиц, влажности груза, ширины щели, а также вертикальных и горизонтальных колебаний кузова вагона.

Заключительные операции конечного этапа перевозочного процесса насыпных грузов по рассматриваемой схеме перевозки выполняются на подъездном пути получателя.

Сохранность прибывшего в полувагонах насыпного груза получатель контролирует прежде всего наружным осмотром. Отсутствие следов хищений в пути следования, исправного состояния вагонов в техническом отношении — все это подтверждает сохранность груза. Кроме того, периодически, а также при наличии следов недостачи груза организуются контрольные проверки его массы, которые производятся путем взвешивания вагонов на вагонных весах или по обмеру.

Масса груза считается правильной (груз прибыл полностью), если разница в массе, определенной на станции отправления, по сравнению с массой, оказавшейся при проверке на станции назначения, не превышает: при недостатке массы — нормы естественной убыли

данного груза и нормы расхождения в показаниях весов при взвешивании данного груза; при излишке массы — нормы расхождения в показаниях весов или точности взвешивания данного груза.

Нормой естественной убыли при железнодорожных перевозках является утвержденная в установленном порядке предельно допустимая разница между массой груза в пункте выгрузки и первоначальной массой груза (в процентах), при условии применения профилактических мер защиты, соблюдения правил транспортирования, с учетом фактического расстояния перевозки. При взвешивании на вагонных весах норма расхождения в показаниях весов и норма точности взвешивания исчисляются от массы брутто груза.

Основными условиями выгрузки являются: обеспечение сохранности вагона, груз должен быть выгружен полностью, а вагоны очищены. Выгруженный груз укладывается на хранение на специально для него подготовленные площадки и склады. Режим хранения должен обеспечивать сохранность качества и количества груза за установленный период.

ТВЕРДЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Основные виды. Классификация. Общие свойства

По своему происхождению все виды твердого топлива делятся на две группы. Твердое топливо, образовавшееся в естественных условиях, ископаемые угли (бурые, каменные, антрацит), горючие сланцы, торф, древесина составляют первую группу. Во вторую группу входит твердое топливо, полученное искусственным путем — это продукты переработки естественных видов топлива. К искусственным видам топлива относятся: кокс, полукокс, древесный уголь, топливные брикеты и пылевидное топливо.

Известно два способа переработки естественных видов твердого топлива: физико-механический и физико-химический. К первому способу переработки относятся: сортировка, дробление, обогащение, сушка, брикетирование и пылеприготовление. При такой переработке химический состав топлива практически не изменяется. Физико-химический способ переработки — это сухая перегонка и термическая обработка. При их применении значительно изменяется химический состав и свойства топлива.

Ценность топлива определяется содержанием в нем горючих компонентов, к которым относятся углерод, водород и сера. Основная часть тепла получается от сгорания углерода, содержание которого в различных видах твердого топлива колеблется от 44 до 95 %; водорода от 2 до 6 % и серы — от десятых долей до 3—4 %. Следовательно, количество тепла, полученное от сгорания водорода и серы, по сравнению с углеродом, незначительно. Кроме того, при сгорании серы образуются ее окислы, оказывающие сильное коррозирующее воздействие на металлы. Кроме горючих компонентов в составе твердых видов топлива имеется значительное количество внутреннего и внешнего балласта. К внутреннему балласту относятся кислород и азот, а внешний балласт составляет вода и минеральные примеси. Средний химический состав отдельных видов твердого топлива приведен в табл. 14.

Все виды твердого топлива имеют следующие общие свойства: влажность, минеральные примеси, самонагревание и самовоспламенение, механическая прочность (хрупкость), а также физическое и химическое выветривание.

Средний химический состав отдельных видов твердого топлива

Вид твердого топлива	Компоненты, %		
	Углерод	Водород	Кислород и азот
Древесина	44	6,0	50,0
Торф	59	6,0	35,0
Бурый уголь	70	5,5	24,5
Каменный уголь	82	5,0	13,0
Антрацит	95	2,0	3,0

Влага в твердом топливе содержится в виде внешней и внутренней или гигроскопической воды. Внешняя влага находится на поверхности и может быть удалена путем высушивания топлива на воздухе при температуре 20–30 °С в течение нескольких дней. Удаление внутренней влаги может быть достигнуто путем искусственного высушивания при температуре 102–105 °С. Повышенное содержание внешней влаги в твердом топливе вызывает его слеживание, образование сводов и смерзание, а также приводит к налипанию продукта на рабочие органы погрузочно-разгрузочных машин и стенки кузова вагона.

Содержание влаги и минеральных примесей, основная часть которых после сжигания топлива остается в виде золы, может изменяться в значительных пределах в зависимости от способов добычи, транспортирования, условий хранения и применения твердого топлива.

Самонагревание и самовозгорание зависит от физико-химических свойств топливно-энергетических грузов, гранулометрического состава, влажности и ряда других факторов. Этот процесс объясняется взаимодействием кислорода с углеродом и водородом. Реакция идет с выделением тепла.

Однако не все виды твердого топлива подвержены самонагреванию и самовозгоранию в одинаковой степени. Так, ископаемые угли по склонности к самовозгоранию делятся на пять групп: высокой устойчивости, средней устойчивости, неустойчивые, наиболее подверженные, особо сильно возгорающиеся. Высокоустойчивыми являются антрациты; особо сильно возгорающимися — бурые угли. Усиление процесса самонагревания происходит под воздействием таких внешних факторов, как солнечная радиация, ветер, увеличение влажности, наличие в угле сернистых соединений, металлических и органических примесей.

Хрупкость — это склонность к разрушению (дроблению) частиц топлива в процессе грузовых операций и при хранении. К таким грузам относятся: уголь (бурый и каменный), антрацит, кокс.

Физическое выветривание и окисление происходит при хранении на открытом воздухе. Выветривание снижает прочность топлива, а окисление снижает температуру сгорания, уменьшает количество летучих веществ в топливе и ухудшает спекаемость и коксуемость угля.

Ископаемые угли и их транспортная характеристика

Ископаемые угли — твердые горючие полезные ископаемые осадочного происхождения. В состав углей входят: органическое вещество (продукт преобразования высших и низших растений с участием микроорганизмов), планктон, минеральные примеси и влага. Угли залегают в земной коре в виде пластов, пластообразных и линзовых залежей, имеют землистую, слоистую или зернистую структуру; цвет углей от коричневого до черного.

Глубина залегания углей различна, от выхода на поверхность до глубины 2000–2500 м от поверхности и ниже. При современном уровне горной техники добыча каменного угля может производиться открытым способом до глубины 350 м.

На первой стадии образования угля растительные останки превращаются в торф, а планктон — в сапропель.

На второй стадии углефикации, т. е. увеличения содержания углерода с одновременным снижением содержания кислорода, образуются ископаемые угли, которые в зависимости от степени углефикации делятся на три группы: бурые, каменные и антрациты.

Бурые угли — это ископаемые угли, имеющие высшую удельную теплоту сгорания влажной беззольной массы менее 23,8 МДж/кг. В их состав входит значительное количество минеральных примесей, влаги и серы.

Содержание влаги в рабочей массе бурых углей для различных месторождений неодинаково и колеблется в пределах от 12 до 57,5 %. По содержанию влаги бурые угли делятся на три группы.

Группа Б1 содержит более 40 % влаги в рабочей массе углей; группа Б2 — от 30 до 40 %; группа Б3 — менее 30 %. Зольность сухой массы топлива для бурых углей различных месторождений колеблется от 4 до 45,2 %, а содержание серы в сухой массе топлива достигает от 0,2 до 7,8 %. Теплота сгорания на рабочую массу у бурых углей по сравнению с каменными и антрацитами невелика и составляет от 4,2 до 18,8 МДж/кг. Бурые угли легко загораются и горят длинным коптящим пламенем. Плотность бурых углей колеблется от 0,65 до 0,85 т/м³, они имеют небольшую твердость и малую механическую

прочность. Бурые угли находят применение в качестве сырья для химического производства, но наиболее широко они используются как энергетическое топливо.

Каменный уголь (уголь средней углефикации) содержит в горючей массе 75–97 % углерода, от 9 до 45 % летучих веществ; теплота сгорания 30,1–36,6 МДж/кг. По выходу летучих веществ и спекаемости каменный уголь и антрацит делятся на марки: длиннопламенные (Д), газовые (Г), газовой-жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксово-жирные (КЖ), коксовые (К), отошенно-спекающиеся (ОС), тощие (Т), слабоспекающиеся (СС). В зависимости от назначения каменные угли делятся на топочные и газовые. Плотность каменных углей различных марок и месторождений неодинакова и изменяется в пределах от 0,68 до 0,96 т/м³.

Антрациты имеют черную окраску, часто с сероватым оттенком и металлическим блеском. Куски антрацита отличаются значительной твердостью и хрупкостью. Плотность антрацитов составляет от 0,85 до 1,15 т/м³. Антрациты содержат сравнительно мало летучих веществ, влаги и золы. По своим качественным показателям антрациты не пригодны для химической переработки и коксования и используются как высококалорийное топливо.

Добыча ископаемых углей производится закрытым (в шахтах) и открытым (в разрезах) способами. Разработка углей в шахтах осуществляется механическими и гидравлическими методами. При использовании последнего метода происходит обводнение добытого топлива.

Добытые ископаемые угли засорены минеральными примесями — пустой породой. Использование их в таком виде малоэффективно, поэтому после добычи угля его обогащают путем удаления минеральных примесей и серы. Для обогащения ископаемых углей используются углемоечные машины, процессы флотации, сепарации и другие способы.

Гранулометрический состав. Чем крупнее отдельные куски ископаемых углей, тем меньше содержание минеральных примесей и выше качество углей, поэтому после добычи производят сортировку ископаемых углей по размерам отдельных кусков. Классификация ископаемых углей по размеру кусков приведена в табл. 15.

Увеличение содержания в составе топлива мелких фракций ухудшает качество угля, приводит к увеличению интенсивности окисления, росту механических потерь при выполнении погрузочно-разгрузочных операций, увеличивает размеры потерь через вытяжное

отверстие и колосниковую решетку, а также от выдувания и просыпания через неплотности кузова вагона при перевозке по железным дорогам.

Таблица 15

Классификация ископаемых углей по размеру кусков

Наименование класса крупности	Обозначение	Размеры кусков, мм
Плитный	П	100–200(300)*
Крупный	К	50–100
Орех	О	25–50
Мелкий	М	13–25
Семечко	С	6–13
Штыб	Ш	0–6
Рядовой	Р	0–200(300)*

* Верхний предел 300 мм в классах плитный и рядовой распространяется на предприятия с открытым способом добычи ископаемых углей.

Наибольшие изменения в гранулометрическом составе ископаемых углей происходят в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Так, при выгрузке углей на эстакадах высотой 3,5 м образуется до 15,5 % мелочи, соответственно на эстакадах высотой 2,3 м — до 3 %. При разовом использовании грейфера образуется до 2,2 % угля мелких фракций. Таким образом, уменьшение числа погрузочно-разгрузочных операций в процессе доставки топлива потребителям позволяет сократить потери от измельчения ископаемых углей.

Смерзаемость. В зимний период ископаемые угли подвержены смерзанию, в особенности после гидродобычи и прохождения мокрого обогащения. Глубина промерзания ископаемых углей зависит от влажности, длительности перевозки, температуры наружного воздуха и величины коэффициента теплопроводности. Установлено, что угли с большей плотностью обладают и большим коэффициентом теплопроводности. Для предотвращения смерзания грузоотправители обязаны снизить влажность углей до безопасных пределов: каменные угли — 7 %, бурые угли — 30 %. Если это невозможно, то грузоотправитель должен применить профилактические мероприятия, направленные на предотвращение или уменьшение степени смерзания.

Сыпучесть ископаемых углей характеризуется углом естественного откоса, равным 40–45°. При расформировании штабелей сильно

уплотненных влажных углей угол естественного откоса может достигать 90°, что создает опасность обвалов.

Самовозгорание. Ископаемые угли обладают способностью поглощать кислород воздуха. Повышенной окислительной способностью характеризуются свежедобытые угли, размельченные при погрузочно-разгрузочных работах и угли, имеющие более молодой геологический возраст. Склонность ископаемых углей к самонагреванию и самовозгоранию объясняется способностью поглощать кислород воздуха. По мере окисления происходит накопление и выделение тепла. Повышение температуры в штабеле угля ускоряет процесс окисления, т. е. усиливает процесс выделения тепла. В конечном счете может произойти самовозгорание углей. Особенно интенсивно процессы самонагрева и самовозгорания протекают в ископаемых углях, имеющих значительное содержание серного колчедана, металлических и органических примесей (древесные отходы, пакля, тряпье, масла и т. д.) и чрезмерную влажность.

Склонность к поглощению кислорода воздуха, выветриванию, пылению и другие особенности определяют предельные сроки и условия хранения ископаемых углей.

Места очагов самонагрева могут быть определены по внешним признакам состояния поверхностей штабелей угля. К ним относятся: появление влажных пятен на поверхности штабеля или быстрое высыхание после дождя отдельных мест с образованием сухих пятен; появление белых пятен, исчезающих в дневное время или после дождя, появление над штабелем легкого тумана из теплого воздуха в утренние и вечерние часы, наличие невысыхающих влажных пятен; появление проталин на снежном покрове штабеля, появление запаха углеводорода и сернистых соединений, появление легкого белого или голубоватого дыма, искрение в ночное время.

Однако контроль состояния штабелей угля только по внешним признакам недостаточен. При сроках хранения ископаемых углей более 10 суток необходимо систематически измерять температуру угля внутри штабеля. Для этого применяются ртутные термометры. Термометр заключен в металлическую оправу, а ртутный шарик погружен в машинное масло. Это позволяет в течение некоторого времени сохранить показания термометра после его извлечения из контрольной трубы. Для измерения температуры термометр опускают на шнуре в контрольную трубу на требуемую глубину и выдерживают в течение 30 мин. При достижении температуры угля в штабеле 45 °С необходимо принять меры к ликвидации очагов самонагрева.

Применение каменного угля многообразно. Уголь используется как бытовое, энергетическое топливо, сырье для металлургической и химической промышленности, а также для извлечения из него редких и рассеянных элементов. Угольная, коксохимическая промышленность, отрасли тяжелой промышленности осуществляют переработку каменного угля методом коксования.

Горючие сланцы. Основные понятия

Горючие сланцы образовались в результате разложения морских микроорганизмов планктона без доступа воздуха. Таким образом, по своему происхождению и составу они близки к сапропелитовым ископаемым углям. По внешнему виду горючие сланцы представляют собой зеленовато- или желтовато-серую, слоистую твердую горную породу, пропитанную органическими веществами. Добыча горючих сланцев осуществляется как открытым, так и закрытым — шахтным способом.

Органическая масса горючих сланцев содержит 68–74 % углерода, 10–11 % водорода, до 1 % серы и 8–20 % кислорода. В рабочей массе сланцев содержится от 25 до 70 % минеральных примесей и от 12 до 20 % — воды. Такое содержание балласта в массе горючих сланцев значительно снижает их ценность.

Горючая масса сланцев содержит до 90 % летучих веществ. Поэтому загораются горючие сланцы легко и горят желтым коптящим пламенем. Теплота сгорания на рабочую массу составляет 8,7–11,7 МДж/кг.

Наличие в массе горючих сланцев до 90 % балласта делает их перевозку на большие расстояния нерентабельной. Поэтому горючие сланцы используются как местное топливо для электростанций, промышленных установок и для бытовых нужд. Однако основное назначение сланцев — сырье для химического производства. Горючие сланцы подвергаются перегонке при температуре около 550 °С, при этом получают сланцевую смолу, газы и золу. Из сланцевой смолы можно производить бензин, дизельное топливо, ихтиол, пек, тиокреолин, кровельный лак, шпалопропиточное масло, асфальт и т. д. Газы используются в качестве топлива, зола при изготовлении цемента, строительного кирпича и т. д. Плотность горючих сланцев составляет от 1,06 до 1,2 т/м³, поэтому грузоподъемность вагонов при их перевозке используется полностью. Сыпучесть горючих сланцев характеризуется углом естественного откоса около 40°. Наличие влаги

в массе горючих сланцев приводит к их смерзанию в зимнее время, поэтому необходимо проведение профилактических мероприятий против смерзаемости.

Хранение горючих сланцев производится на открытых площадках. В процессе хранения сланцы подвержены самонагреванию и самовозгоранию в результате наличия окислительных процессов, аналогичных процессам в штабелях угля. В качестве профилактических мер против самонагревания и самовозгорания на складах горючих сланцев хорошо зарекомендовали себя послойное уплотнение и укатка боковых откосов штабелей.

Торф. Свойства и условия хранения

Торф — органическая порода, образующаяся в результате биохимических процессов разложения болотных растений при повышенной влажности и недостатке кислорода. По условиям образования торфы делятся на верховой, переходный и низинный. Верховой торф, состоящий из остатков сфагновых мхов, пушицы, багульников характеризуется низкой зольностью, высокой теплотворной способностью, высокой влажностью от 60,0 до 120,0 %, повышенной кислотностью, низкой степенью разложения. Сочетание высокой влажности и воздухоемкости постоянно поддерживает оптимальное соотношение воды и воздуха в почве. Низинные и переходные торфы, состоящие из перепревших остатков древесины и травянистой растительности, более плодородны, чем верховые. Низинные и переходные торфы характеризуются высокой зольностью, малой теплопроводной способностью, средне- и слабокислой реакцией среды, высоким содержанием питательных веществ, богатством микроэлементов.

Основными характеристиками торфа как груза являются: фракционный состав, влажность, объемная масса, самонагревание и самовозгорание, загрязнение посторонними предметами.

Фракционный состав торфа зависит от многих факторов его преобразования, а также от технологии его добычи (кусовой, фрезерный, гидроторф). Половина добываемого торфа имеет размеры частиц менее 5 мм. В торфяной массе низинного типа преобладают частицы с размерами 2 мм и менее. Торфяная масса верхового типа отличается низкой степенью разложения и имеет фракции размером до 60 мм, а также обладает склонностью к слеживаемости и прилипанию к стенкам вагона.

Сыпучесть торфа характеризуется углом естественного откоса, который составляет 39–42°.

Влажность — наиболее подвижное свойство торфа. Различают натурную и условную влажность. В свежедобытом торфе содержится 80–95 % воды. Такой торф является обратимым коллоидом, т. е. легко теряет воду при высушивании, а при попадании воды поглощает ее вновь. При влажности 35 % и более торф превращается в необратимый коллоид; он не поглощает воду, а намокает только с поверхности. К перевозке допускается торф, влажность которого составляет 50–55 % — для электростанций или котельных, а для сельского хозяйства — 60–65 %. Торф принимается к перевозке по условной влажности, которая составляет 40 %.

Объемная масса фрезерного торфа зависит от типа залежи, степени разложения и вида погрузочно-разгрузочных машин и колеблется в пределах 0,2–0,6 т/м³. В связи с этим для улучшения использования грузоподъемности стенки полувагона наращивают на 800–900 мм и применяют уплотнение поверхности. Для перевозки торфа используются специализированные полувагоны — хопперы с объемом кузова 110 м³ и грузоподъемностью 58 т. Это саморазгружающийся четырехосный вагон бункерного типа. Конструкция вагона обеспечивает загрузку через верхний открытый кузов вагона и автоматическую выгрузку торфа самотеком через нижние разгрузочные люки.

Загрязнение — это наличие в торфе посторонних предметов. Предельная норма загрязненности торфа частицами более 25 см установлена в пределах 10 %.

Смерзаемость. В условиях перевозок на короткие расстояния смерзаемость проявляется в виде намерзания на стенки вагона. Толщина примерзшего торфа зависит от температуры воздуха, влажности и времени перевозок.

Самонагревание и самовозгорание. Самонагревание и самовозгорание возникает при длительном хранении торфа на торфоразработках. При хранении торфа в караванах в результате химических, биологических и физических явлений, а также при взаимодействии с кислородом воздуха повышается температура торфа. При температуре 70 градусов происходит образование торфяного полукокса, который воспламеняется под действием кислорода воздуха. При влажности торфа 60–65 % интенсивность возгорания затухает.

По склонности к самонагреванию торф делится на три категории; в основе классификации лежит величина энергии активации химической реакции E (кДж/моль): особо опасные ($E < 75$), опасные

(75Е95), малоопасные процессы (Е>95). В процессе самонагревания происходят необратимые процессы, снижающие качество торфа, поэтому профилактика пожароопасности приобретает особое значение.

Длительное хранение торфа осуществляется на открытых площадках в караванах. Максимальные размеры караванов сравнительно невелики — 125х30х7,5 м, что объясняется повышенной склонностью торфа к самонагреванию, самовозгоранию от различных внешних причин. Место укладки каравана должно быть тщательно очищено от остатков старого торфа. Не допускается закладка на хранение торфа с температурой выше 40 °С, с примесью полукокса, а также кускового торфа с содержанием более 10 % мелочи и фрезерного торфа с содержанием более 5 % примесей: древесины, сухой травы и т. д.

Измерение температуры торфа производится не реже чем один раз в 15 дней на глубине 1–1,5 м от поверхности каравана. При повышении температуры до 50 °С и выше ее измерение производится не реже чем один раз в пять дней. При повышении температуры до 60 °С производится отбор торфа из зоны разогрева с последующей укладкой на это место торфа с влажностью не ниже 65 %. В случаях повышения температуры до 65 °С или обнаружения очагов самовозгорания тлеющий торф заливают водой и вывозят для расходования. В летний период времени перевозка торфа осуществляется только в цельнометаллических полувагонах.

Особенностями процессов самонагревания и самовозгорания торфа является то, что они протекают при влажности в пределах от 20 до 65 %. Интенсивность выделения тепла возрастает с ростом влажности торфа. Однако рост влажности приводит к изменению его теплоемкости, теплопроводности и плотности, что ухудшает условия проникновения воздуха внутрь штабеля и замедляет процесс самонагревания. Наиболее интенсивное нагревание торфа происходит в верхних, соприкасающихся с воздухом слоях штабеля. Верхние слои с влажностью меньше 20 % легко загораются от различных внешних причин.

Основными сферами применения торфа являются энергетика и сельское хозяйство. Использование торфа как топлива обусловлено его составом: большим содержанием углерода, малым содержанием серы и вредных негорючих остатков. Недостатком торфа как топлива является сравнительно низкая энергетическая калорийность по сравнению с ископаемыми углями и трудность сжигания из-за содержания влаги. Однако необходимо отметить экологическую чистоту сгорания (малая доза серы) и небольшой остаток золы.

Развитие современных технологий позволяет получить на основе торфа высокопродуктивные почвы для выращивания продуктов питания, вещества, стимулирующие рост и развитие семян, удобрения.

Из торфа получают большое количество химических продуктов: метиловый и этиловый спирт, фенол, воск, парафин, молочную, уксусную и щавелевую кислоту, стимуляторы роста растений, гербициды и пр. Антисептические свойства торфа были известны в глубокой древности. Сфагновый мох часто применяли как кровеостанавливающее и жаропонижающее средство, известны и другие лечебные свойства торфа.

Из торфа производится большое количество разнообразной продукции, предназначенной для промышленного пользования и в качестве товаров народного потребления.

Торфяной кокс — твердый углеродистый остаток термического разложения малозольного торфа верхового типа — применяется в кузнечном деле для сварки и поковки металлических изделий; причем по сравнению с древесным углем торфяного кокса требуется почти в два раза меньше.

Выплавка чугуна в вагранках на торфяном коксе имеет существенное преимущество как на топливе, содержащем незначительный процент серы и фосфора. Торфяной кокс может применяться для выплавки чугуна, ферросплавов, а также для агломерации *железных руд*.

Способность торфяного кокса поглощать газы дает возможность заменять им древесный уголь для целей ассенизации, а способность порошка из торфяного кокса обесцвечивать растворы — к замене костяного угля в сахарном производстве и древесного угля в винокуренном. Торфяной кокс используется также для изготовления различных грунтов, субстратов, почвозаменителей, подкормок, удобрений, формованной и прессованной продукции (горшочков для рассады) и других видов изделий для населения.

Искусственные виды твердого топлива

Искусственное топливо получают для более эффективного использования естественных твердых видов топлива и удовлетворения специальных требований. К таким видам топлива относят: полукокс, кокс, коксовый газ, древесный уголь, брикеты и пылевидное топливо.

В коксохимическом производстве ископаемые угли проходят термическую обработку без доступа воздуха — перегонку. На первом

этапе перегонки углей происходит выделение газов и смол, которые служат сырьем химической промышленности. Твердый остаток, полученный после выделения из ископаемых углей летучих веществ и смол, получил наименование коксового. При высокотемпературном (950–1050 °С) разложении этот остаток называется коксом, а при низкотемпературном (до 550 °С) — полукоксом.

Полукокк используется как высококалорийное бездымное топливо.

Кокс является важнейшим сырьем металлургической промышленности. Кокс выходит из коксовых печей в виде отдельных пористых и достаточно прочных кусков, устойчивых к истиранию. Кокс используется в качестве топлива при выплавке чугуна в доменных печах и переплавке в вагранках литейных цехов.

Органическая масса кокса содержит до 96–98 % углерода, около 1 % водорода и от 0,5 до 2,5 % серы. Рабочая масса кокса содержит 10–13 % минеральных примесей и 3–5 % воды. Теплота сгорания горючей массы металлургического кокса достигает 33,3 % МДж/кг. Температура воспламенения кокса — 700 °С.

Кокс с размером кусков более 25 мм называют также металлургическим. Качественная характеристика металлургического кокса по размеру кусков определяется коэффициентом K :

$$K = (40 \div 80) / [(>80) + (25 \div 40)],$$

где $(40 \div 80)$ — содержание кокса класса 40–80 мм, %;

(>80) — содержание кокса класса > 80 мм, %;

$(25 \div 40)$ — содержание кокса класса 25–40 мм, %.

Чем выше величина коэффициента K , тем равномернее гранулометрический состав и лучше условия выхода газов через массу кокса.

В зависимости от размера кусков кокс сортируется на три класса: мелкий, орешек и доменный (табл. 16).

Таблица 16

Классификация кокса по размерам кусков

Наименование класса кокса	Характеристика классов кокса	
	Размер отдельных кусков, мм	Примерный выход от общей массы, %
Мелкий	0–10	2–4
Орешек	10–25	2–5
Доменный	25	91–96

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ и в результате динамических нагрузок во время движения происходит дробление и истирание кокса с образованием до 3–4 % мелочи на каждую транспортную единицу. Соответственно ухудшается и качество кокса. В соответствии с требованиями ГОСТ влажность металлургического кокса не должна превышать 12 %. Ограничений на влажность, кокса классов мелкий и орешек ГОСТом не установлено. Поэтому в зимний период времени эти два класса кокса подвержены смерзанию. Сыпучесть кокса характеризуется углом естественного откоса, равным 32–38°. Плотность кокса зависит от его химического состава и изменяется в пределах от 0,35 до 0,5 т/м³. Грузоподъемность вагонов при перевозке кокса используется на 50–67 %.

В процессе перевозки имеют место потери кокса от выдувания и просыпания через неплотности кузова вагона. Для кокса каменноугольного установлены: норма естественной убыли в размере 0,7 % от массы груза и дополнительно на каждую перевалку — 1 % и на каждую перегрузку из вагона в вагон — 0,8 %. Хранится кокс на открытых площадках.

Древесный уголь. При сухой перегонке древесины без доступа воздуха при температуре 500–600 °С происходит разложение органических веществ с выделением газов, скипидара, уксусной кислоты, смолистых веществ, метилового спирта и других химических продуктов. Остаточным продуктом сухой перегонки древесины является древесный уголь — твердое горючее вещество черного цвета. Плотность древесного угля зависит от типа древесных пород, использованных для перегонки, и колеблется в пределах от 0,13 до 0,25 т/м³. Рабочая масса древесного угля содержит около 10 % влаги, 2 % золы и органические горючие вещества. В состав органической массы входит 85–90 % углерода, 2–4 % водорода и кислород. Низшая теплота сгорания рабочей массы древесного угля составляет около 27,23 МДж/кг. Горение древесного угля происходит без пламени и позволяет достигнуть температур до 2500 °С.

Широкое применение древесный уголь находит в металлургическом, кузнечно-прессовом и литейном производствах, что объясняется отсутствием в его составе сернистых и летучих соединений.

Древесный уголь относится к гигроскопическим материалам — он активно поглощает различные газы и пары воды. Это свойство древесного угля используется в различных отраслях промышленности для очистки и обесцвечивания жидкостей и в фильтрах различного назначения.

Перевозка древесного угля производится в крытом подвижном составе. Древесный уголь — пачкающий груз, поэтому после его выгрузки вагоны подлежат промывке. Грузоподъемность вагонов при перевозке древесного угля в зависимости от его плотности и типа подвижного состава используется на 20–48 %. Как легкогорючий груз, древесный уголь требует соблюдения условий доставки, установленных «Правилами перевозки грузов».

Брикеты изготавливаются путем прессования на специальных прессах мелких, пылевидных или слабоструктурированных горючих материалов в куски правильной формы. Использование таких видов топлива без предварительного брикетирования неэффективно вследствие значительных потерь через колосниковую решетку и вытяжные устройства. Топливные брикеты изготавливают из мелких фракций ископаемых углей, фрезерного торфа, опилок, отходов сельскохозяйственного производства и т. д. К отходам сельскохозяйственного производства, которые используются в качестве топлива, относятся: солома, костра, лузга подсолнуха, рисовая шелуха и т. д. По составу и тепловой ценности эти виды топлива близки к дровам. Брикеты из отходов сельскохозяйственного производства обычно используют в качестве бытового топлива.

Для брикетирования используется топливо, имеющее однородную структуру и влажность не выше 15 %. Топливные брикеты содержат не выше 10 % золы, они не гигроскопичны, обладают значительной механической прочностью, устойчивы к изменениям внешней температуры и влажности окружающей среды. Плотность брикетов зависит от вида топлива и измеряется в пределах от 0,6 до 1,0 т/м³.

При горячем брикетировании связующим материалом является смола, которая выделяется при нагревании топлива без доступа воздуха. При холодном брикетировании в качестве связующих материалов используются каменноугольный пек, нефтяной битум, смола, патока и т. д.

Пылевидное топливо получают путем тщательного размола каменных углей и торфа до среднего размера отдельных частиц 20–25 микрон. Плотность пылевидного топлива составляет от 0,8 до 0,9 т/м³. Пылевидное топливо имеет повышенную склонность к самонагреванию и самовозгоранию. Совместно с воздухом пылевидное топливо образует смесь, которая взрывается от огня, поэтому помещения и устройства, где может накапливаться пыль, должны хорошо вентилироваться.

Пек. Побочный продукт перегонки дегтя или смолы, образующийся при термической переработке угля, древесины, торфа или

пиролиза нефти. Пек — это аморфное черное вещество с блестящим раковистым изломом. В зависимости от температуры может быть жидким, мягким и твердым. Пек применяется для изготовления брикетов из угольной мелочи, асфальта, толя, лаков, красок, сажи, в производстве электродов, в судостроении при заливке пазов и стыков деревянного покрытия.

При перегрузке, хранении и перевозке пека необходимо соблюдать правила безопасности, так как пековая пыль и пары ядовиты. Пек транспортируется в таре и навалом. Тара должна быть прочной и герметичной. При перевозке навалом пек должен быть только в гранулированном состоянии, чтобы избежать пылеобразования.

Перегрузочные работы с пеком, транспортируемым навалом, не допускаются при скорости ветра более 3 м/с. При сильном ветре пек может оказывать негативное воздействие на людей даже на расстоянии до 25 м. Все работы на открытом воздухе должны производиться в ночное время.

Характеристика нефтеналивных грузов и подвижного состава для их перевозки

Нефть и продукты ее переработки представляют обширную группу грузов, находящихся в различных агрегатных состояниях и имеющих специфические свойства. В соответствии с номенклатурой плана и учета погрузки указанные грузы подразделяют на три группы: сырая нефть, светлые и темные нефтепродукты.

Свойства нефтепродуктов. Основными свойствами нефтепродуктов, влияющими на условия транспортирования, хранения и выполнения операций по наливу и сливу, являются: плотность, вязкость, температура плавления и вспышки, испаряемость, давление насыщенных паров и некоторые другие.

Плотность нефти зависит от содержания легких фракций, изменяется от 650 до 1060 кг/м³ и является качественной и количественной характеристикой. В зависимости от плотности различают легкую (650 + 870 кг/м³) и тяжелую — более 910 кг/м³ нефть. Плотность влияет на скорость истечения нефтепродуктов при выполнении операций по сливу и наливу, определяет возможность разогрева открытым паром и быстроту обезвоживания. Например, мазут с плотностью более 100 кг/м³ не рекомендуется подогревать открытым паром, так как он плохо отстает от воды. Плотность используют для определения массы нефтепродуктов в цистернах и резервуарах при объемно-весовом способе учета количества груза, который является наиболее распространенным и универсальным. В настоящее время разработаны и внедряются новые способы определения массы (акустический, оптический, тепловой и др.), позволяющие более точно и с минимальными трудозатратами вычислить количество груза в цистернах.

Плотность измеряется специальным прибором — ареометром. Точность измерения плотности нефтепродуктов ареометром составляет 0,05 %, а в лабораторных условиях с помощью гидростатических весов или пикнометра — до 0,05%.

Плотность высоковязких нефтепродуктов, в которые ареометр невозможно погрузить, определяется расчетами.

Токсичность (ядовитость) нефтепродуктов характеризуется вредным воздействием на организм человека, загрязнением окружающей среды. В организм человека токсичные вещества попадают через дыхательные пути, пищевой тракт, кожные покровы. Частое попадание бензина на кожу может вызвать общее отравление. Продолжительное вдыхание паров бензина при повышенной концентрации вредно влияет на нервную систему, вызывает головную боль и общее недомогание. Токсичность действия паров нефтепродуктов на человеческий организм приводит к необходимости ограничения их допустимого содержания в рабочей зоне.

Статическое электричество накапливается нефтью и продуктами ее переработки, так как последние являются диэлектриками. Наиболее благоприятные условия для образования статического электричества возникают при движении нефтепродукта по трубопроводам, резиновым шлангам, а также при трении капель или струй продукта о воздух. Заряды статического электричества, образовавшиеся в трубопроводах, выносятся вместе с нефтепродуктом в цистерну и там накапливаются.

На процесс образования статического электричества оказывают влияние химический состав жидкости, диэлектрическая проницаемость, вязкость, плотность, температура и другие факторы. Наиболее сильную склонность к электризации проявляют светлые нефтепродукты — бензин, дизельное топливо. Нефть, как правило, электризуется слабо.

Статическое электричество оценивается силой тока или напряженностью поля, создаваемого зарядами. Силой тока оценивают электризацию нефтепродуктов при их течении в трубопроводах, напряженностью поля — электризацию газового пространства в резервуаре. При этом разность потенциалов может достигать 350 кВ.

На величину образующих зарядов при движении по трубопроводам и наливе в железнодорожные цистерны оказывают существенное влияние скорость потока, материал и диаметр трубопровода, шероховатость его стенок и т. д.

Различают три стадии налива нефтепродуктов, когда возможно искрообразование: начальная — высота налива меняется от нуля до уровня нижнего отверстия стояка; искрообразование происходит с поверхности струи на корпус цистерны; вторая — загрузка; искровой разряд возникает с открытой поверхности нефтепродукта; завершающая — извлечение наливных рукавов; разряд образуется между стояком и паровоздушным пространством, имеющим в момент окончания налива максимальный потенциал.

После прекращения наполнения резервуара потенциал убывает в зависимости от времени по экспоненциальному закону тем медленнее, чем больше электрическое сопротивление нефтепродукта. Проведенные исследования позволили установить максимальные скорости налива продукции: начальная скорость — 1 м/с, скорость налива — 12 м/с, продолжительность выдержки перед изъятием стоика — не менее 2 мин.

Накопление статического электричества и возможность образования искрового разряда обуславливают необходимость заземления цистерн для предупреждения возможных взрывов и пожаров. Статическое электричество, кроме пожароопасности, отрицательно влияет на организм человека, ухудшает санитарно-гигиенические условия труда.

Коррозионность как способность оказывать разрушающее влияние на металлы обуславливается наличием в составе нефти и нефтепродуктов сернистых соединений, водорастворимых минеральных кислот и щелочей, органических кислот и воды. Одним из показателей коррозионной агрессивности нефтепродуктов является кислотное число, которое показывает, сколько миллиграммов едкого кали (КОН) необходимо затратить для нейтрализации свободных органических кислот, содержащихся в 100 мл нефти.

Наличие указанных агрессивных веществ в нефтепродуктах строго регламентируется стандартами. Особо важно ограничить в топливе и маслах серные соединения. Так, например, увеличение содержания серы в моторных топливах с 0,2 до 0,5% повышает износ двигателя на 25–30%.

На железнодорожном транспорте коррозионные свойства наливных грузов проявляются в том, что в процессе перевозки особенно светлых нефтепродуктов котлы цистерн покрываются ржавчиной, которая, в свою очередь, проникает в нефтепродукты, загрязняя их.

Существуют также предельно допустимые концентрации паров нефтепродуктов в атмосфере населенных пунктов, нормируется предельная концентрация нефтепродуктов в водоемах для обеспечения нормальной жизнедеятельности живых организмов.

Наиболее токсичными являются этилированные бензины, так как этиловая жидкость, в состав которой входит тетраэтилсвинец, — сильное ядовитое вещество. Проводятся работы по замене этиловой жидкости другим антидетонатором, обладающим меньшей токсичностью.

Вязкие и застывающие наливные грузы

Некоторые продукты, перевозимые в цистернах и бункерных полувагонах, обладают повышенной вязкостью и сгущаются при понижении температуры. Степень вязкости определяется в условных единицах — градусах, которые выражают отношение времени истечения 200 см продукта при данной температуре к времени истечения такого же количества дистиллированной воды при температуре 20 °С. Вязкие грузы по степени вязкости, а застывающие — в зависимости от температуры застывания подразделяются на четыре группы (табл. 17). Перечень вязких и застывающих грузов публикуется в Правилах перевозки жидких грузов наливом в вагонах-цистернах и бункерных полувагонах.

Таблица 17

Классификация жидких грузов по степени вязкости

Группа	Условия вязкости при 50 °С	Температура застывания, °С
1	5—15	– 15 ... 0
2	16—25	+1 ... +15
3	26—40	+16 ... +30
4	Свыше 40	Свыше +30

В связи с тем что вязкие и застывающие грузы разгружают, как правило, после подогрева, начальнику станции предоставлено право в случае необходимости в зимнее время (с 15 октября по 15 апреля) предоставлять грузополучателю дополнительное время на слив, при этом общий срок на разогрев и слив не должен превышать для группы: 1—4 ч, 2—6 ч, 3—8 ч. и 4—10 ч. В пунктах немеханизированного слива для четырехосных цистерн с грузами группы 1 срок может быть увеличен на 2 ч. При сливе цистерн с паровой рубашкой льготное время несколько меньше и общие сроки на разогрев и слив грузов не должны превышать для групп: 1 и 2—3 ч, для 3 и 4—4 ч. В теплое время года дополнительное время на слив предоставляют только при необходимости разогрева для групп: 1 и 2—1 ч, для 3 и 4—2 ч.

Вязкие и застывающие грузы, как правило, выгружают на местах необщего пользования, но иногда и на станционных путях. Во всех случаях подогрев, а также разгрузку выполняет грузополучатель. Для этих целей в местах постоянного слива он располагает стационарные устройства и сооружения, обеспечивающие своевременный слив цистерн и бункерных полувагонов.

Для того чтобы не допустить повреждения подвижного состава, а также обеспечить безопасность разгрузочных работ и сохранность груза, необходимо: перед открытием сливного клапана, особенно зимой, тщательно разогреть его снаружи; пар давлением 0,3–0,4 МПа подавать в паровую рубашку сливного прибора постепенно (через 15–20 мин открыть сливной клапан); не допускать давление пара в магистрали при подогреве бункерных полувагонов более 0,4 МПа; прекращать подогрев бункерного полувагона, когда прилипший к стенам продукт начнет сползать; опрокидывать бункеры последовательно по одному. Одновременное опрокидывание двух и более бункеров может привести к опрокидыванию полувагона. Разогреть грузы в цистернах и бункерных полувагонах открытым огнем (костры, жаровни, форсунки и др.), а также разгружать битум без подогрева выкалыванием ломami, кирками и другими приспособлениями строго запрещается.

Перечень вязких и застывающих грузов, для которых представляется дополнительное время на разогрев и слив, изложен в Правилах перевозок жидких грузов.



Рис. 30. Цистерны для наливных грузов

Технология налива и слива

Наливают и сливают грузы, перевозимые в цистернах и бункерных полувагонах, преимущественно на подъездных путях. В исключительных случаях начальник отделения дороги разрешает налив и слив грузов на местах общего пользования. Выбор мест погрузочно-разгрузочных работ согласовывают с пожарной охраной, а сам на-

лив или слив производят в тару грузовладельца (бочки, контейнеры, автомобильные цистерны и др.).

Под налив жидких грузов подают только исправные цистерны с соответствующим данному грузу трафаретом и чистой внутренней поверхностью котла. Степень чистоты котла определяют по типовому технологическому процессу подготовки цистерн и стандарту. Готовит цистерны и бункерные полувагоны под налив нефтегрузов дорога или грузоотправитель за ее счет. Собственные арендованные и специализированные цистерны (специально окрашенные, с трафаретом приписки) готовит под погрузку отправитель своими средствами и за свой счет.

Пригодность цистерн и бункерных полувагонов под перевозку данного груза в коммерческом отношении определяет грузоотправитель. Ему предоставлено право не принимать от дороги подвижной состав, не пригодный для перевозки. Дорога не несет ответственности за порчу груза в результате налива его в несоответствующую или неочищенную цистерну или вагон бункерного типа. В пунктах массового налива нефтепродуктов определяет годность и принимает порожние цистерны под налив инспектор — приемщик отправителя в присутствии работников дороги на станционных путях или на путях промывочно-пропарочного предприятия.

Для обеспечения сохранности груза запрещается подавать и использовать под налив цистерны с неисправными сливными приборами, внутренними лестницами, крышками и течью в котлах, без проушин для пломбирования на крышках, а также без резиновой прокладки, если есть для нее специальный паз.

Техническая норма загрузки вагонов (высота налива нефтепродуктов) зависит от свойств груза, его температуры при наливе и времени года. Жидкие грузы плотностью более единицы наливают в цистерны в пределах их грузоподъемности. Не требуется удалять из цистерны излишек груза, если он превышает грузоподъемность четырехосной цистерны не более чем на 2 т.

Пункты погрузки и выгрузки цистерн оборудует грузоотправитель или грузополучатель специальными устройствами для налива, слива и подогрева груза, а также резервуарами для хранения. Пункты налива и слива могут быть механизированными и немеханизированными. Механизированными считают те пункты, где налив цистерн осуществляется самокатом из хранилищ или при помощи насосов с механическим или электрическим приводом, слив — самотеком через нижнее сливное отверстие или с помощью насосных установок.

На немеханизированных пунктах налив или слив продукта производится при помощи ручного насоса. Сроки налива и слива устанавливаются для всей одновременно поданной на фронт партии цистерн и бункерных полувагонов с учетом мощности наливного или сливного оборудования.

Для четырех- и шестисосных цистерн сроки не должны превышать следующих значений, если пункт:

	Налив, ч	Слив, ч.
Механизированный.....	2	2
Немеханизированный.....	3	4

Когда под слив нефтепродуктов поступают цистерны без пломб, а в соответствии с правилами они должны быть запломбированы, или перегруженные в пути следования, а также с топливом Т-1, Т-2, ТС-1 и авиационным бензином, грузополучателю предоставляются дополнительно 35 мин для анализа груза.

Пломбирует цистерны при отправлении с пунктов погрузки во всех случаях грузоотправитель. Допускается перевозить в цистернах без пломб такие нефтепродукты, как керосин тракторный, мазут, нефть сырая, дизельное и моторное топливо, гудрон, нефтебитумы и смола нефтяная.

Места налива и слива должны быть достаточно освещены (при необходимости освещение должно быть взрывобезопасным) для круглосуточной работы, а также снабжены необходимым противопожарным оборудованием.

Наливные грузы химической промышленности

Кислоты, щелочи, соли. В общем объеме перевозок рассматриваемых химических грузов до 45 % составляют различные кислоты, которые являются химически активными веществами и обладают опасными свойствами: могут вызывать химические ожоги, пожары, взрывы. Кислоты растворяют многие металлы.

Наибольший объем перевозок (до 40 % всех кислот) приходится на серную кислоту. В зависимости от назначения различают следующие виды серной кислоты: моногидрат, аккумуляторная, башенная или голозерная, купоросное масло, олеум.

Серную кислоту предъявляют к перевозке в затаренном и наливном виде в цистернах. Металлические бочки и котлы сернокислот-

ных цистерн изготавливают из кислотоупорной стали. При перевозке серной кислоты в бутылках их затаривают в плетеные корзины или древесные обрешетки, доходящие до горла бутылки. В качестве амортизирующих материалов используют солому или стружку. Поверх пробки накладывают замазку из гипса. Масса брутто корзины или обрешетки не должен быть более 75 кг. Олеум допускается к перевозке в олеумных утепленных цистернах-термосах.

Соляная кислота в химически чистом состоянии представляет собой бесцветную жидкость. Она растворяет большинство металлов, а в смеси с азотной кислотой — даже золото и платину. Температура замерзания соляной кислоты -40°C . Упаковывают соляную кислоту в стеклянные бутылки с установкой их в корзины или обрешетки массой брутто не более 50 кг для перевозки наливом используют специализированные цистерны с внутренним гуммированием котлов.

Чистая азотная кислота — бесцветная жидкость с плотностью $1,52 \text{ т/м}^3$. она является активным окислителем, дымит на воздухе. Применяется в производстве фармацевтических препаратов, органических красок, аммиачной селитры и т. д. Перевозят азотную кислоту в специализированных или других кислотоупорных цистернах.

РУДЫ И РУДНЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ

Основные понятия. Свойства и способы обогащения

Рудные грузы предъявляются к перевозкам в виде сырой руды (кусковой, рядовой и мелочи), рудных концентратов, агломерата (горячего и охлажденного) и металлических окатышей.

Сырая руда — это горная порода, из которой технологически возможно и экономически целесообразно извлекать различные полезные вещества. Различают металлические и неметаллические руды. К металлическим относят руды, служащие сырьем для получения черных, цветных, редких и драгоценных металлов; к неметаллическим — асбестовые, апатитовые, фосфоритные, корундовые, серные и другие виды руд.

Качество добываемой руды характеризуется содержанием металла или другого полезного компонента, содержанием пустой породы, вредных и полезных примесей, а также физико-механическими свойствами и способностью подвергаться восстановлению. В зависимости от содержания основного компонента различают богатые и бедные руды. Для всех руд устанавливаются экономически обоснованные нижние пределы содержания полезных минералов. Например, содержание меди в руде для целесообразной ее разработки должно быть не менее 0,5–1,5 %, а цинка — 1,0 %. При наличии нескольких полезных компонентов руды называют комплексными или полиметаллическими.

В состав пустой породы входят кремнезем, глинозем, окись кальция, магнезия и другие вещества. Качественный и количественный состав пустой породы имеет большое значение при выборе способов обогащения и переработки руды. Снижение процентного содержания пустой породы в руде перед отправкой ее потребителю значительно уменьшает транспортные расходы и обеспечивает существенную экономию погрузочных ресурсов.

Качество получаемого из руды продукта зависит от вредных и полезных примесей. В металлических рудах к вредным примесям относятся: сера, фосфор, мышьяк; к полезным — марганец, никель, ванадий и др.

На условия хранения, перегрузок и транспортирования влияют такие основные физические свойства, как плотность, влажность, по-

ристость, гранулометрический состав, абразивность, а также корродирующие и другие специфические свойства.

Плотность. Рудные грузы характеризуются большими колебаниями плотности, которая зависит от содержания основного компонента, влажности и пористости (табл. 18).

Таблица 18

Плотность рудных грузов

Наименование	Плотность, т/м ³	Наименование	Плотность, т/м ³
Руды		Концентраты	
Железная	1,5–3,4	Железорудный	2,2–3,1
Марганцевая	1,8–3,1	Титановый	2,5–2,8
Серный колчедан	2,2–2,8	Цинковый	1,8–2,6
Цинковая	2,6–2,7	Свинцовый	2,0–3,8
Хромитовая	2,0–2,3	Медный	2,0–2,7
Медная	1,3–2,0	Нефелиновый	1,1–1,26
Никелевая	1,3–1,4		
Бокситы	1,2–1,5		
Апатиты	1,6–1,7		

Влажность руды изменяется в пределах от 4 до 25 %, влияет на качество руды и основные физические свойства, а также на способность смерзаться при перевозках в холодное время года.

Твердость — это свойство горных пород оказывать сопротивление местному воздействию внешних сил. С этим свойством связана способность к истиранию, измельчению рудных грузов, а следовательно, и величина потерь от выдувания и просыпания при производстве погрузочно-разгрузочных работ в процессе транспортирования и хранения. Механическая прочность (твердость) руды зависит от твердости образующих ее минералов и степени их цементации. В зависимости от общей (агрегатной) твердости различают твердые, мягкие и рыхлые руды.

Пористость — это совокупность всех пустот (пор и трещин), заключенных между минеральными частицами или их агрегатами. Пористость руд колеблется в широких пределах от 10 до 45 % и характеризуется коэффициентом пористости (e):

$$e = \frac{V_n}{V_m}, \quad (24)$$

где V_n, V_m — соответственно объем пустот и объем твердой части руды.

В зависимости от пористости различают плотные, малопористые и рыхлые руды. Пористость является одним из важнейших показателей качества руды, так как она положительно влияет на восстановимость в процессе доменной плавки. С другой стороны, пористая руда более гигроскопична, легче выветривается и измельчается, вызывая увеличение потерь в процессах хранения, перегрузки и транспортирования, а также более подвержена смерзаемости.

Различают пористость в естественном (пористость массива рудного тела), в наиболее рыхлом и наиболее уплотненном состояниях. В процессе добычи и подготовки к перевозке и использованию руда подвергается значительному разрыхлению. Коэффициент разрыхления горной породы (отношение объема единицы массы после и до разрыхления) составляет для плотных и малопористых пород 1,6–1,8, для рыхлых 1,2–1,3.

В целях более полного использования вместимости и грузоподъемности подвижного состава, уменьшения выдувания встречными потоками воздуха в процессе перевозки, а также в других производственных целях разрыхленные грузы уплотняют. Возможное при этом уменьшение объема характеризуется коэффициентом уплотнения (отношением массы груза в единице объема после и до динамического уплотнения). Величина коэффициента уплотнения зависит от гранулометрического состава, коэффициента внутреннего трения и приложенных усилий. Уменьшение объема груза под воздействием динамических нагрузок происходит в результате более компактной укладки частиц, при этом мелкие частицы укладываются в свободное пространство (поры) между более крупными.

Гранулометрический состав (кусковатость) представляет собой количественное распределение частиц (кусков) по крупности. Гранулометрический состав определяют методом просеивания через ряд сит с постепенно увеличивающимися отверстиями. Результаты анализа оформляются в виде графиков и таблиц, показывающих процентное содержание отдельных фракций пробы.

По гранулометрическому составу руды и рудные концентраты разделяют на следующие группы:

- крупнокусковые с размерами частиц более 160 мм;
- средnekусковые с размерами от 60 до 160 мм;
- мелкокусковые от 10 до 60 мм;
- зернистые от 0,5 до 10 мм;
- порошкообразные от 0,05 до 0,5 мм;
- пылевидные менее 0,05 мм.

Гранулометрический состав и пористость являются в определенной степени управляемыми свойствами рудных грузов. В процессах добычи, дробления, грохочения и других способах подготовки руды к транспортированию и использованию в производстве появляется возможность получения определенного гранулометрического состава, при этом управляющими факторами являются как технологические условия обогащения и металлургического процесса, так и транспортный фактор — оптимальное использование вместимости и грузоподъемности подвижного состава, а также рациональное использование погрузочно-разгрузочных машин.

Допустимый максимальный размер кусков руды (d), обусловленный емкостью ковша (V) экскаватора или погрузчика, определяется из соотношения:

$$d \leq 0,5\sqrt[3]{V_k} . \quad (25)$$

В зависимости от объема кузова V_k подвижного состава и с целью снижения ударных нагрузок максимальный размер куска должен быть

$$d < 0,5\sqrt[3]{V_k} . \quad (26)$$

При перемещении руды конвейерами величина d куска ограничивается шириной несущей ленты B :

$$d \leq 0,5B - 0,1 . \quad (27)$$

Бункерная погрузка допускает использование кусков руды с максимальными размерами, определяемыми следующим соотношением:

$$d \leq (0,75 \div 0,8)B , \quad (28)$$

где B — наименьшая сторона выпускного отверстия бункера.

Куски руды, размеры которых превышают указанную величину, считаются негабаритными и подлежат измельчению.

Гранулометрический состав, а также такие специфические свойства рудных грузов, как смерзаемость, слеживаемость, связность и липкость, могут вызвать самопроизвольное возникновение сводов над выпускными отверстиями бункеров, воронок и люков подвижного состава. Явление сводообразования препятствует свободному истечению груза и требует принятия специальных мер для нормализации

перегрузочных процессов. Поэтому при расчете выпускных отверстий необходимо учитывать размеры типичного куска груза, начальное сопротивление сдвигу и угол внутреннего трения, которые зависят от специфических свойств руды.

Абразивность — одно из отрицательных свойств некоторых рудных грузов. Это способность к истиранию ограничивающих стенок бункеров, затворов, питателей и других поверхностей, контактирующих с грузом, при этом истираются как металлические поверхности, так и поверхности, выполненные из других материалов. Абразивность зависит от твердости отдельных частиц груза и характеризуется десятибалльной шкалой Мооса, где твердость 01 соответствует тальку, а 10 — алмазу. Малоабразивными материалами считаются материалы с твердостью не более 2,5, среднеабразивными — при твердости от 2,5 до 4,5 и высокоабразивными — с твердостью частиц более 5. С целью уменьшения износа оборудования необходимо при проектировании учитывать абразивность перерабатываемого груза. Пылевидные частицы рудных грузов, обладающие абразивными свойствами, оказывают вредное влияние на организм человека, находящегося в зоне пыления, особенно на дыхательные пути.

Процессы обогащения руды. Добытая из недр земли руда в большинстве случаев имеет низкое содержание полезных минералов, и использовать ее непосредственно для металлургической переработки экономически нецелесообразно, а полиметаллические или комплексные руды вообще невозможно использовать без предварительной подготовки, разделения и обогащения. Процессы обогащения руды основаны на различных физических свойствах минералов, образующих руды, и на физико-химических свойствах поверхностей минералов. Обогащение рудных грузов заключается в дроблении, грохочении, промывке водой, флотации, сепарации, агломерации и окомковании. Целью обогащения является повышение содержания основного компонента, удаление вредных примесей и пустой породы.

Дробление и сортировка. В процессах дробления, грохочения и сортировки сырая руда измельчается до заданных размеров и разделяется на рядовую (несортированную), кусковую (сортированную) и рудную мелочь. К сортированным относятся руды, у которых отношение размеров наибольшего и наименьшего кусков не превышает 2,5 ($d_{\max}/d_{\min} \leq 2,5$). У рядовых руд аналогичное отношение составляет более 2,5 ($d_{\max}/d_{\min} > 2,5$). Рудная мелочь содержит 92 % фракций с размерами частиц менее 10 мм и только 8 % частиц с размерами от 10 до 20 мм. Рудная мелочь получается в результате сортировки рядовой руды с выделением кусковой.

Промывка водой представляет собой простейший способ обогащения, основанный на вымывании пустой породы, глинистых и других примесей потоком воды. В результате получается так называемая мытая руда. Ее особенностью является влажность.

Флотация — наиболее распространенный способ механического обогащения. Флотация основана на способности одних минералов прилипать к воздушным пузырькам в водной среде и переходить вместе с ними в пенный слой, а других — оставаться в воде. Таким образом, происходит разделение минералов, и после заключительных операций по обезвоживанию и сушке получают конечные продукты: рудные концентраты и флотационные хвосты. Эффективность и качество флотационного процесса и конечных продуктов зависят от гранулометрического состава исходного сырья (размеры частиц должны быть в пределах от 0,5 до 0,02 мм) и режимов самого процесса флотации (плотности и температуры пульпы, состава воды, продолжительности процесса и др.). Используя различные реагенты, добавляемые в процессы флотации, возможно влиять на гидрофобные свойства минералов, что позволяет разделять полиметаллические руды и получать медный, свинцовый и цинковый концентраты. Обогащение флотацией позволило использовать как промышленное сырье очень бедные руды, обогащение которых другими способами экономически нецелесообразно.

Агломерация. Процесс агломерации является непрерывным процессом. В начале технологической линии на агломерационную ленту укладывается специально подготовленная шихта. В состав шихты, кроме рудной мелочи и железорудного концентрата, входят также колошниковая пыль, марганцевая пылевидная руда, флюсы (известняк, доломит с частицами менее 2 мм) и коксовая мелочь. Коксовая мелочь под действием высокой температуры горячего газа выгорает, а остальные компоненты спекаются. Готовый агломерат выдается с технологической линии большими блоками с температурой около 800 °С. Затем производится дробление, грохочение и охлаждение до температуры 100 °С.

Агломерат должен иметь высокую прочность, кусковатость, пористость и восстанавливаемость при заданном химическом составе. Пористость агломерата изменяется в пределах от 20 до 50 %, причем поры сквозные, что обеспечивает оптимальные условия доменного процесса. Однако такая пористость снижает прочность агломерата, в процессе перегрузочных работ и транспортирования происходит его измельчение и ухудшение качества. В связи с указанными

обстоятельствами агломерационные фабрики, как правило, строятся на территории металлургических заводов. Внешние перевозки осуществляются по железной дороге на небольшие расстояния (300–400 км) в специализированных металлических хопперах в горячем состоянии.

Окатывание. Наиболее ценным металлургическим сырьем являются окатыши. Процесс получения окатышей имеет две основные фазы: получение сырых шариков определенного диаметра (1–2 см) и химического состава на специальных устройствах — окомкователях и последующего высокотемпературного обжига для повышения прочности окатышей. Окатыванию целесообразно подвергать тонкие концентраты, основная масса частиц которых (75–90 %) имеют размеры менее 0,044 мм. Если в шихту добавить коксовую мелочь, то при последующем обжиге часть железа восстановится до металла и готовые окатыши могут содержать до 40 % металла, что значительно повышает ценность этого вида сырья.

Окатыши имеют значительно большую холодную прочность (прочность в холодном состоянии) и пониженную истираемость, чем агломерат. Их свойства, как физические, так и химические, достаточно стабильны и меняются незначительно в процессах длительного хранения, при перегрузочных и транспортных операциях.

Рудные концентраты являются продуктами глубокого обогащения железосодержащих и других видов руд на горно-обогатительных комбинатах. Особая ценность этого вида рудного сырья заключается в повышении содержания полезного компонента, которое в отдельных видах концентратов доходит до 90 %. По гранулометрическому составу концентраты представляют собой тонкоизмельченную порошкообразную пылевидную массу с размерами отдельных частиц от 0,6 до 0,025 мм, причем основную массу концентратов (75 %) составляют пылевидные частицы с размерами от 0,05 и менее. Влажность концентратов может изменяться от 1,0 до 10–15 %. Гранулометрический состав концентратов и влажность оказывают существенное влияние на величину плотности ($\rho = 2,6 - 1,7 \text{ т/м}^3$), а также на условия перевозки и хранения. При небольшой влажности концентраты обладают свойствами сыпучих тел и легко просачиваются в неплотности и щели кузова вагона, выдуваются встречными потоками воздуха, особенно при увеличении скорости движения поездов. С увеличением влажности концентраты проявляют в теплое время года такое свойство, как липкость, и при выгрузке на вагонопрокидывателях в вагонах остаются достаточно большие массы груза. Зачистка требует больших трудовых затрат. Силы адгезии (прилипания к полу

и стенкам вагонов) начинают проявляться при влажности 7 % и достигают максимума при влажности 14 %.

В холодное время года перевозимые концентраты сильно смерзаются. Указанные обстоятельства требуют особых условий перевозки и профилактических мероприятий. Так, допустимая влажность концентрата зимой должна составлять 1–2 %, а летом 6–10 %, перевозка должна осуществляться в специально приспособленных вагонах.

Железородные концентраты хранятся на открытых площадках, атмосферная влага в период даже продолжительных дождей проникает только на глубину 20–30 см и не изменяет заводской влажности груза. Воздействие минусовых температур на штабель носит также поверхностный характер. Промерзает слой в 40–50 см, а на глубине 1 м от поверхности сохраняется температура +1–2 °С.

Технология хранения рудных грузов зависит от их специфических свойств. Все железные руды и их концентраты, а также руды некоторых цветных металлов хранят на открытых площадках, предварительно спланированных и забетонированных; отдельно по сортам и маркам, не допуская смешения; для ограждения штабелей устанавливаются деревянные или железобетонные заборы. Особое внимание при хранении необходимо обращать на рудные грузы, имеющие пожаро- и взрывоопасность. К таким грузам относятся: серный колчедан, серная руда, сера, медно-никелевые руды, ферромарганец и др.

Серосодержащие руды опасны не только тем, что имеют склонность к самонагреванию и возгоранию, но и тем, что могут загрязнять серной пылью другие грузы, что приводит к потере их качества и самонагреванию. Взрывоопасность определяется наличием серной пыли в воздухе, при этом предел взрываемости равен 7,0 г/м³.

Основания площадок должны иметь дренаж, штабель должен формироваться с уплотнением, размеры штабеля регламентируются.

Наиболее токсичными являются следующие виды рудных грузов: ферромарганец, серосодержащие, свинцовые, цинковые руды, глинозем и ряд других. Ферромарганец под действием влаги распадается, нагревается и выделяет ядовитый фтористый водород, а также горючие газы, которые могут взрываться. Токсичность серы приводит к появлению в организме человека симптомов хронического отравления сероводородом. Серная пыль, попадая на кожу, вызывает экзему, при воздействии на глаза — конъюнктивит. При производстве погрузочно-разгрузочных работ с рудными грузами, обладающими токсичностью, все причастные лица должны пользоваться личными средствами защиты, в том числе респираторами.

Руды черных металлов

Руды черных металлов в зависимости от основного минерала, образующего руду, подразделяются на следующие основные типы: гематитовые, магнетитовые, гетитовые и сидеритовые.

Гематитовые руды или красные железняки представляют собой окись железа (Fe_2O_3), отличаются сравнительной химической чистотой и малым содержанием вредных примесей (серы — 0,08–0,20 %, фосфора — 0,02–0,08 %). Гематитовые руды и их разновидности имеют темный серо-стальной цвет с металлическим блеском, который иногда переходит в красно-бурый или синий (гематитово-мартитовая разновидность). По структуре руды этого типа могут быть плотными, малопористыми (с пористостью не более 5 %, а также рыхлыми (с пористостью до 30 %). Влажность гематитов изменяется в пределах 1,6–7,0 %, плотность — 2,4–2,8 т/м³. По гранулометрическому составу они могут быть от крупнокусковых до порошкообразных. Содержание железа в рудах составляет 50–66 %.

Основным потребителем гематитовых руд является черная металлургия. Однако известны различные другие способы и цели использования гематитовых руд. Например, для окраски подводных частей судов, железных конструкций и кровель зданий, в целях предохранения от коррозии, используется специальный краситель красно-бурого цвета — сурик, который является тонким помолом одной из разновидностей гематитовых руд, содержащей 75–90 % железа и имеющей большую плотность.

Магнетитовые руды или магнитные железняки, магнетиты, представляют собой соединения железа и кислорода в форме закиси и окиси ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Магнетитовые руды черного цвета с металлическим блеском имеют магнитные свойства, плотное, средне- и мелкозернистое строение, иногда крупнокристаллическое, легко разрушающееся. Встречаются также рыхлые руды с большой пористостью. Влажность этого вида руд составляет 2–12 %.

Содержание железа в магнетитовых рудах изменяется в пределах от 50 до 60 %, ряд месторождений магнитных железняков имеет высокое содержание серы (до 5 %) в виде пирита и халькопирита. Разновидность магнитных железняков — мартиры и полумартиры наиболее богаты содержанием железа и обычно малозернистые.

Бурые железняки (гетиты) представляют собой водную окись железа, отличаются легкоплавкостью, могут непосредственно использоваться в доменном процессе. В зависимости от содержания железа цвет бурых железняков меняется от светло-желтого до темно-буро-

го, а плотность — в пределах 0,6–2,0 т/м³. Бурые железняки в большинстве случаев очень пористые, аморфные соединения. Пористость колеблется от 16 до 44 %. Гранулометрический состав несортированных бурых железняков на 60 % состоит из фракций с размерами отдельных кусков 10–150 мм при влажности 8–16 %.

Бурые железняки содержат 30–40 % железа, особую металлургическую ценность имеют бурые железняки Керченского месторождения в связи с наличием в них повышенного содержания таких полезных примесей, как фосфаты (0,8–1,1 %), марганец (2–3 %), ванадий (0,07 %).

Иногда бурым железнякам могут сопутствовать минералы серного колчедана, цинковой обманки, свинцового блеска, что является причиной появления в руде таких вредных примесей, как сера и фосфор.

Тонкий помол бурых железняков, имеющих в своем составе глинистые породы, известен под названием охры и является распространенным красителем желтого цвета.

Шпатовые железняки или сидериты, содержащие углекислое железо (FeCO_3), имеют цвет от серого до буро–серого, плотные по структуре, влажность 6 %, содержание железа в пределах от 26 % до 37 %; шпатовые железняки часто имеют спутниками сернистые соединения железа и цинка.

Все руды черных металлов перевозятся навалом на открытом подвижном составе и являются смерзающимися грузами. При перевозке в холодное время года необходимо предусматривать специальные профилактические средства, основные из которых указаны в «Правилах перевозок грузов». Рудное сырье должно грузиться в вагоны равномерно. Обработка поверхности груза в вагоне с целью уменьшения потерь от выдувания встречными потоками воздуха зависит от плотности и фракционного состава и может включать следующие операции: разравнивание, уплотнение катком, виброуплотнение, покрытие специальным составом, который при застывании образует защитную пленку. При перевозке рудных грузов, состоящих из мелких фракций, необходимо также предусматривать специальные меры против просыпания груза в щели пола и стенок вагона.

Руды должны храниться строго по сортам и маркам на открытых площадках, заранее спланированных и забетонированных. При хранении необходимо избегать засорения пылеобразующими грузами и посторонними предметами.

Руды серного колчедана представляют собой сернистые соединения железа, имеют желтоватый или зеленовато-серый цвет

с металлическим блеском. Плотность руд этого типа составляет примерно 2,2–2,8 т/м³. Различают следующие основные сернистые соединения железа: серный колчедан FeS₂ (пирит), магнитный колчедан FeS (пирротин) и медный колчедан CuFeS₂ (халькопирит). В природе серный колчедан в химически чистом виде встречается редко, обычно он вырабатывается промышленностью при обогащении медных и полиметаллических руд. Полезной составной частью серного колчедана является двухсернистое железо, которое в чистом виде содержит 53,5 % серы и 46,5 % железа. Большое содержание серы делает серный колчедан непригодным для непосредственной выплавки чугуна. Это сырье применяется главным образом в химической промышленности для производства серной кислоты. Остающиеся после обжига продукты переработки в виде окиси железа — огарки — используются для выплавки чугуна.

К перевозкам по железным дорогам в зависимости от предварительной обработки и обогащения предъявляются серный колчедан рядовой, сортированный, гранулированный и флотационный.

Колчедан серный рядовой представляет смесь фракций самых разных параметров, он вырабатывается в качестве попутного материала при добыче медного колчедана и при разработке месторождений серного колчедана. Размеры частиц серного колчедана изменяются в пределах от 0 до 400 мм. По крупности кусков этот колчедан делится на пять классов, а по содержанию железа — на 4 марки. Естественная влажность такого груза составляет 4–7 %, а плотность — около 2,5 т/м³.

Сортированный серный колчедан имеет такое же деление на классы и марки, но гранулометрический состав его более стабилен.

Гранулированный серный колчедан — это измельченный рядовой колчедан с содержанием серы 35–50 %, плотностью 2,0+2,5 т/м³, углом естественного откоса 45°. Гранулированный серный колчедан обладает значительной твердостью, а следовательно, и абразивностью, оказывает сильное истирающее действие на металлы. Влажность гранулированного колчедана составляет 2–4 %, а его влагоемкость при хранении и перевозке сохраняется почти без изменений. Влажность окружающей среды не оказывает существенного влияния на влагоемкость серного колчедана. Под воздействием атмосферных осадков увлажняется только поверхностный слой, превращаясь в защитное покрытие, при этом серный колчедан окисляется и покрывается белой пленкой сульфидов.

Флотационный серный колчедан вырабатывается при обогащении медных и полиметаллических руд. По химическому составу фло-

тационный колчедан аналогичен рядовому и отличается только размерами фракций. Основная масса частиц (75–80 %) имеет размеры менее 0,1 мм. Влажность флотационного серного колчедана должна быть не более 4,5 %. При влажности менее 0,5 % (сухой колчедан) частицы груза имеют повышенную подвижность, пылят на воздухе и просачиваются через неплотности емкостей хранения или перевозки. Увеличение влажности до 2–3 % уменьшает подвижность частиц, появляется слеживаемость при длительном хранении.

Хранятся серные колчеданы на чистых бетонированных площадках, строго по классам и маркам. Штабели с колчеданом разных марок и классов должны быть разделены барьерами, не допускающими смешения. Гранулированный серный колчедан обладает способностью измельчаться при производстве погрузочно-разгрузочных работ, поэтому число перегрузочных операций должно быть минимальным, также минимальной должна быть высота, с которой сбрасывается колчедан. При хранении серные колчеданы представляют собой пожарную опасность, так как из-за большого содержания серы способны к самовозгоранию. Температура внутри штабеля не должна превышать 60 °С.

Перевозятся серные колчеданы навалом в вагонах-хопперах, универсальных полувагонах с заделкой щелей кузова, что предотвращает потери груза через щели. При перевозках в холодное время года необходимо проводить профилактику против смерзаемости в соответствии с «Правилами перевозок грузов».

Руды цветных металлов

Сырая руда для цветной металлургии отличается двумя основными свойствами, а именно очень низким содержанием металла в руде и сложностью состава. Например, процент редких и редкоземельных металлов, таких как галлий, цирконий, молибден, висмут, кадмий, составляет сотые и тысячные доли. Сырье обычно является комплексным по составу, то есть в руде содержится целый ряд полезных компонентов. Поэтому такие руды получили название полиметаллических.

Руды цветных металлов относятся к цветным смерзающимся грузам, т. е. таким грузам, которые при температуре наружного воздуха ниже 0 °С теряют свои обычные свойства сыпучести вследствие смерзания частиц груза между собой и примерзания к полу и стенкам кузова вагона.

Руды цветных металлов относятся к сыпучим грузам закрытого хранения и характеризуются следующими основными свойствами и транспортно-складскими параметрами:

- объемная масса ($\rho = 2,5 - 3,0 \text{ т/м}^3$);
- угол естественного откоса (угол между образующей штабеля и горизонталью при свободном высыпании груза), $\alpha = 45^\circ$;
- коэффициент внешнего трения или трения об опорные поверхности (это тангенс угла φ , при котором груз начинает скользить по наклонной плоскости ($f=0,8-1,0$; $\varphi = 20^\circ$);
- размер фракции (среднекусковые $\delta = 0-25 \text{ мм}$);
- безопасная влажность — $2,0 \%$;
- слеживаемость (свойство сыпучих грузов слеживаться, уплотняться при вибрации, в процессе транспортировки и длительного хранения);
- абразивность (характеризует твердость частиц сыпучего груза и проявляется в истирании и разрушении поверхностей, с которыми они соприкасаются).

Марганцевые руды по минералогическому составу делятся на окисные, карбонатные, окисленные и смешанные. Наиболее часто в природе встречаются окисленные марганцевые руды, образовавшиеся в результате окисления карбонатных. Цвет марганцевых руд меняется от серо-белого до темно-бурого в зависимости от минералогического состава. Строение руд может быть плотным, зернистым и мелкозернистым, окисленные руды имеют ноздреватое, пористое строение, влажность $4-8 \%$, угол естественного откоса 35° .

По содержанию железа и марганца руды делятся на марганцевые, содержащие $45-52 \%$ марганца, ферромарганцевые, содержащие железа и марганца в одинаковых количествах, при этом суммарное содержание в руде этих двух металлов может составлять $50-60 \%$, и марганцовистые с содержанием марганца $5-15 \%$. В зависимости от назначения марганцевые руды делятся на химические (пироксидные) и металлургические.

В пироксидных рудах содержание двуокиси марганца составляет более 72% , а в металлургических — менее 72% .

Основным потребителем марганцевой руды является черная металлургия, где руда используется как добавка к шихте доменных печей с целью облегчения процесса восстановления железа и удаления вредных примесей, а также для получения ферромарганца, который затем перерабатывается в специальные марганцевые стали. Присадка к стали марганца даже в незначительных количествах резко повыша-

ет ее механические свойства: твердость, ковкость, вязкость. Производство специальных сталей, таких как жаропрочные, инструментальные, нержавеющие невозможно без добавок марганцевой руды.

В химической промышленности марганцевые руды используются для самых разных целей. Это производство сухих батарей, обесцвечивание зеленого стекла, изготовление химических и медицинских препаратов, производство олифы, масел, красок и т. д.

Марганцевые руды (металлургические) подразделяются на четыре сорта в зависимости от предварительной подготовки и обогащения. Руда марганцевая 1-го сорта является высококачественным концентратом обогатительных фабрик (по способу обогащения она называется мытой). Основные размеры частиц такой руды, также как и мытой руды 2-го сорта, составляют 4–12 мм. Рядовые марганцевые руды представляют собой смесь мытой руды и различных разновидностей необогащенных руд, крупность частиц составляет 0–400 мм.

Ферромарганцевая руда или ферромарганец — сплав, содержащий более 10 % железа и менее 10 % марганца, применяется в качестве раскислителя или присадок при выплавке стали. Плотность ферромарганца 3,3 т/м³, крупность частиц — 250–300 мм, угол естественного откоса — 40°.

Марганцевые руды хранят на бетонированных чистых площадках, раздельно по сортам, не допуская смешения и на достаточном удалении от таких пылеобразующих грузов, как уголь, сера, серный колчедан и др.

При хранении ферромарганца высота штабеля должна быть не более 3,5 м. Ферромарганец — негорючее вещество, но под действием влаги может распадаться, нагреваться и выделять горючие газы, ядовитый фтористый водород. Нельзя допускать скопление мелочи ферромарганца, а также бросать его с высоты, так как образовавшаяся мелочь при повышенной влажности способствует разложению и образованию газов.

Марганцевые руды перевозятся навалом на открытом подвижном составе и относятся к смерзающимся грузам.

Хромитовые руды, встречающиеся в природе и используемые промышленностью, отличаются значительными колебаниями содержания основных компонентов. В таких рудах может быть 13–61 % хрома, 4–25 % алюминия, 7–24 % железа, 10–32 % магния 0–25 % кремнезема и другие компоненты. В зависимости от химического состава хромитовые руды делятся на марки. Плотность хромитовых руд в среднем составляет 3,0 т/м³, угол естественного откоса 40°.

Наиболее распространенным минералом, входящим в состав хромитовых руд, является хромистый железняк (FeCr_2O_4), который в чистом виде содержит до 46 % хрома. Хромистый железняк обладает черным цветом с металлическим блеском, имеет твердость, равную 5,5–7,5, плотность 4,0–4,8 т/м³. Минерал устойчив к выветриванию, имеет плотnozернистое строение, высокую огнестойкость до 2200 °С при почти отсутствующем температурном расширении.

Хромиты используются в промышленности для выплавки хромовых ферросплавов, в виде которых хром вводится в шихту при выплавке качественных сталей, при изготовлении высокостойких огнеупоров; для производства хромпиков — исходных продуктов при получении хромовых солей.

В зависимости от первичной обработки и обогащения хромитовые руды предъявляются к перевозке по железной дороге как кусковые (сортированные), рядовые (с размерами частиц 0–120 мм в основной массе, составляющей 85 % общего объема) и в виде концентратов.

К химическому составу хромитовых руд предъявляются высокие требования: пустой породы должно быть не более 1,5 %, полностью должны отсутствовать углесодержащие вещества. Поэтому при хранении нельзя допускать смешения различных марок руды, засорения случайными предметами. Во избежание измельчения кусковой руды необходимо обеспечивать минимум перегрузок, а руды отдельных марок не следует сбрасывать с высоты более 1 м.

Хромитовые руды относятся к смерзающимся грузам: они перевозятся навалом на открытом подвижном составе. Сортированная (грохоченая) хромитовая руда с размером частиц более 20 мм перевозится без применения средств профилактики, рядовая руда должна быть подготовлена к перевозке согласно «Правилам перевозки грузов».

Медно-никелевые сплавы относятся к комплексным, полиметаллическим рудам, имеют ряд специфических свойств, которые существенно влияют на выбор условий перевозки, перегрузки и хранения. Подготовленная к перевозке руда должна содержать никеля не менее 3,5 %, частицы (куски) с размерами не более 400 мм, не иметь посторонних примесей и предметов.

Медно-никелевые сульфидные руды имеют свойство самовозгораться. Под действием воздушной среды медно-никелевые руды интенсивно окисляются и самовозгораются, что может явиться причиной пожаров при хранении на складах, если не предусмотрены противопожарные мероприятия.

Площадку для хранения сульфидных медно-никелевых руд следует располагать на расстоянии не ближе 25 м от производственных и жилых зданий. Основание площадки должно иметь дренаж. Руду следует укладывать плотно, не допуская образования воздушных пустот, которые часто являются очагами возникновения пожаров. Наиболее интенсивное окисление и самовозгорание происходит на наветренной стороне штабеля, на гребнях, в местах скопления крупных кусков руды, где образуются воздушные потоки.

Признаки самовозгорания руды — появление белых, голубоватых и зеленоватых налетов на поверхности штабеля, пара над разогревшимся очагом в холодную погоду или марева в теплое время, покрытие отдельных кусков руды бурой ржавчиной, спекание руды и появление запаха сернистого газа. Для тушения руды необходимо предусматривать запасные площадки. Регламентируются также размеры штабеля: площадь должна быть не более $100 \times 25 \text{ м}^2$, высота штабеля для рядовой руды — 5 м, а для сортированной — 3 м. Не допускается укладка в штабель руды с температурой выше $30 \text{ }^\circ\text{C}$, руда должна быть предварительно охлаждена.

Борные руды (бораты) применяются в черной и цветной металлургии при спайке и сварке металлов, при изготовлении эмалей; в стекольной промышленности, как составная часть стекла; в абразивной промышленности для изготовления сверхтвердых сплавов; в химической промышленности для получения борной кислоты и в других отраслях народного хозяйства. Природные бораты представляют собой магниевые, натриевые и кальциевые соли борной кислоты, обладающие высокой твердостью — 7, плотностью — $1,8\text{--}3,2 \text{ т/м}^3$, по строению могут быть рыхлыми. Специфическими свойствами боратов являются их хрупкость и гигроскопичность, способность измельчаться и смерзаться.

Концентраты цветных руд являются продуктами обогащения цветных и полиметаллических руд. По размерам частиц концентраты относятся к порошкообразным и пылевидным группам. Влажность таких грузов колеблется в пределах от 8 до 22 %, поэтому в зимнее время года концентраты сильно смерзаются, а в сухую теплую погоду подвержены пылению и просачиванию в неплотности и щели кузова вагона. В зависимости от специфических свойств и ценности концентраты цветных руд могут перевозиться насыпью и в таре. Насыпью в крытых вагонах-хопперах перевозятся концентраты таких цветных металлов, как марганец, медь, алюминий, свинец. Концентраты олова, никеля, цинка и других редких металлов перевозят в таре.

Неметаллические руды

Апатиты и фосфориты применяются в основном для получения минеральных удобрений, для выработки фосфора и фосфорной кислоты, а также для в металлургической, стекольной и других отраслях народного хозяйства.

Апатиты представляют собой горную породу вулканического происхождения. Фосфориты — осадочная горная порода, пористая, очень гигроскопичная, от серого до черного цвета, получившаяся из апатитов путем вторичного образования. В состав фосфоритов входят: фосфат кальция, кварц, доломит и другие минералы.

Апатитовая руда обладает высокой хрупкостью, которая возрастает с увеличением содержания фосфора и влаги. Пыль апатитов обладает абразивными свойствами.

Апатитовая руда перевозится навалом, на открытом подвижном составе, хранится на открытых, специально подготовленных площадках. При производстве грузовых операций, вследствие хрупкости руды, ее нельзя сбрасывать с высоты более 1,5–2 м.

Большое промышленное значение имеет апатито-нефелиновая руда Кольского полуострова, которая применяется в металлургической промышленности для получения специальных видов чугуна.

Апатито-нефелиновая руда перед отправкой потребителям проходит два вида обогащения: первичное и вторичное. Первичное обогащение имеет целью механическое удаление пустой породы (глины и песка). Вторичное обогащение основано на избирательном дроблении, флотации и магнитной сепарации.

Избирательное дробление возможно благодаря тому, что апатиты, нефелины и другие минералы имеют разную твердость. Апатиты — хрупкие вещества, они быстрее размельчаются и проходят через мелкие сита, а нефелины, обладающие большей твердостью, остаются на поверхности. Конечными продуктами обогащения являются апатитовый концентрат и нефелиновые хвосты, которые поступают в дальнейшую переработку.

Апатитовый концентрат должен содержать не менее 39,5 % P_2O_5 и не более 1 % влаги. Основная масса концентрата (86 %) должна состоять из частиц менее 0,15 мм. Концентрат представляет собой сильно пылящий порошок сероватого цвета, без запаха, особо подверженный смерзанию при перевозках в холодное время года. Зимой при погрузке горячего концентрата (50–60 °С) за счет конденсации на стенках вагона образуется смерзшийся слой с глубиной до 50 см и влажностью 10 %.

После повторного обогащения нефелиновых хвостов получают нефелиновый концентрат, который используется для получения алюминия.

Бокситные руды — в основном осадочные горные породы, по своей структуре могут быть плотными, пористыми и рыхлыми. Цвет бокситов изменяется от розового до темно-красного и от зеленовато-серого до почти черного в зависимости от химического состава и содержания железа. Плотность бокситов $1,5 \text{ т/м}^3$, угол естественного откоса $35\text{--}40^\circ$, твердость наиболее плотных разновидностей — 6, влажность составляет 5 %. Пыль бокситных руд обладает абразивными свойствами.

Основными химическими компонентами бокситных руд являются глинозем от 30 до 60 % и более, кремнезем до 10 % и более; окись железа иногда до 30 % и другие вещества.

Качество бокситов определяется прежде всего содержанием окиси алюминия (глинозема Al_2O_3) и кремнезема SiO_2 , который является вредной, примесью. В зависимости от содержания глинозема и кремнезема, бокситовые руды делятся на 10 сортов (марок), каждая из которых имеет определенное употребление.

Наибольшее значение бокситы имеют как исходное сырье для получения глинозема, а при последующей обработке — алюминия. Бокситы используются также для производства красок, искусственных абразивов, в качестве флюсов для черной металлургии. Спеканием и плавлением из бокситов получают глиноземистый цемент, а методом плавления в электропечах — электрокорунд.

Бокситы перевозятся навалом, на открытом подвижном составе (в думпкарах и полувагонах). Хранение на открытых площадках не допускается, так как в период дождей боксит превращается в подвижную кашеобразную массу. Бокситы — смерзающийся груз, поэтому особое внимание необходимо уделять перевозкам бокситов в зимнее время.

При перевозке бокситов в холодный период года в адреса алюминиевых заводов, а также заводов абразивной промышленности и черной металлургии на пол вагона насыпают слой сухих древесных опилок толщиной не менее 50 мм или негашеную известь. При температуре -15°C и ниже производится промораживание бокситов путем перелопачивания (пересыпания). Перемороженные куски и глыбы бокситов грузятся без подсыпки на пол вагонов профилактических средств.

Продукт переработки бокситов — глинозем, порошок белого цвета, имеет повышенную сыпучесть, очень пылящий, абразивный,

огне- и взрывоопасен. Глинозем склонен к слеживаемости, его влажность должна составлять 0,3–0,4 %, увеличение влажности свыше 1 % недопустимо по условиям технологии.

Перевозится глинозем в специальных крытых вагонах, хранится в закрытых помещениях. Люди, находящиеся в зоне пыления глинозема, должны иметь спецодежду, защитные очки и респираторы.

Серные руды характеризуются содержанием основного компонента — серы и делятся на богатые, содержащие 10–25 % и более серы, и бедные, содержащие менее 10 % серы. При содержании серы менее 6–8 % руды считаются непромышленными. В земной коре сера встречается в самородном виде, в качестве вкраплений в породу и в химически связанном виде. Наибольшее промышленное значение имеют пириты (FeS_2) и самородная сера.

Свойства серных руд имеют весьма широкие пределы вариаций, обусловленные содержанием серы и структурой горной породы. Пористость руд изменяется от 1 до 17 %, плотность — 2,25–2,65 т/м³; к вредным примесям относятся: битумы, мышьяк, селен. Перед выемкой руды рыхлят взрывом, коэффициент крепости серных руд составляет 4–6, выход негабаритных кусков при этом составляет не более 3 %. Влажные серные руды имеют ярко выраженные коррозионные свойства.

Наиболее важными транспортными характеристиками серы и серных руд являются пожаро- и взрывоопасность и токсичность.

Степень пожароопасности зависит от гранулометрического состава, а наибольшую склонность к возгоранию имеет серная пыль. При горении серы выделяется ядовитый сернистый газ. Взрывоопасность определяется наличием серной пыли во взвешенном состоянии, при этом нижний предел взрываемости равен 7,0 г/м³. Взрыв и воспламенение может произойти от разряда статического электричества, от горящей спички.

Токсичность серы приводит к появлению в организме человека симптомов хронического отравления. Серная пыль, попадая на кожу, вызывает экзему, при воздействии на глаза — конъюнктивит.

К перевозкам по железным дорогам предъявляют серу следующих видов: тонкоизмельченный порошок, крупнозернистый порошок и комовую серу. Тонкоизмельченный порошок транспортируют в таре (ящиках, мешках, металлических барабанах). Крупнозернистый порошок и комовую серу можно перевозить в таре, но допускается и перевозка навалом, после которой вагоны должны быть про-

мыты. При погрузочно-разгрузочных работах с серной рудой следует иметь спецодежду и респираторы.



Рис. 31. Хранение серы в «картах»

Хранить комовую серу разрешается на открытых площадках, которые должны иметь подготовленное основание и барьеры, ограждающие штабель (рис. 31).

МИНЕРАЛЬНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГРУЗЫ

Номенклатура и общие свойства

Номенклатура минерально-строительных материалов включает следующие группы грузов: инертные строительные материалы, вяжущие строительные материалы, штучные строительные материалы (грузы).

Первые две группы относятся к насыпным грузам, по своему гранулометрическому составу обладают свойствами общими для насыпных грузов: такими как просыпание в щели и выдувание с поверхности груза в вагонах в теплое время года, смерзаемость зимой при отрицательных температурах воздуха. Влажность минерально-строительных грузов определяет слеживаемость, уплотнение, теплоустойчивость, коррозионность. Абразивность влияет на сохранность подвижного состава. Минерально-строительные грузы обладают свойствами адгезии (прилипание, притяжение) к стенкам вагонов и других средств перевозки и хранения, а также аутогезией — взаимодействием (притяжением) частиц груза между собой, что способствует более полному и быстрому высыпанию из вагонов.

Строительные штучные грузы отличаются большим разнообразием видов и габаритов. К штучным строительным грузам относятся: стеновые материалы (кирпич, природный камень и др.), изделия из дерева (блоки оконные, дверные, паркет и др.), кровельные материалы (толь, рубероид) и др. Указанные грузы, как правило, перевозятся в пакетированном виде.

Инертные строительные грузы

К инертным строительным грузам относится большое количество наименований, марок и разновидностей материалов, которые употребляются в различных отраслях строительства. Инертные строительные материалы включают: песок, гравий, песчано-гравийную смесь, щебень различных сортов и другие виды продукции. Основные физические характеристики отдельных инертных строительных грузов приведены в табл. 19.

Основные физические характеристики отдельных инертных строительных грузов

Материал	Линейные размеры, мм	Объемная масса, т/м ³	Угол естественного откоса, град.		Предел безопасной влажности, %
			В покое	В движении	
Песок	0,05–2,0	1,4–1,8	35–40	35	1,25
Гравий	5,0–150	1,5–1,9	30–45	28–32	2,0
Щебень	5,0–150	1,2–1,8	40–45	35–40	2,0
Известняк	5,0–150	1,2–2,0	37–51	35	2,0
Глина	до 0,005	1,1–2,2	40–45	37–41	12–14
Шлак		0,5–1,0	37–50	38	9

Песок — мелкообломочная рыхлая осадочная горная порода, состоящая не менее чем на 50 % из зерен кварца, полевых шпатов и других минералов и горных пород размерами 0,05–2,0 мм и более. Песок бывает речным, горным, овражным, морским. В песке могут быть примеси пылевидных и глинистых частиц, обломки горных пород. Речной песок самый чистый, морской загрязнен солями и требует промывки чистой пресной водой. Горный и овражный часто загрязнен глиной, что снижает прочность строительных растворов.

В речном песке, добываемом в русле высохших рек, сочетаются два редко встречающиеся вместе свойства: крупность — до 2,6 мм и высокая чистота от посторонних включений, глинистых примесей, органических остатков. Это делает его универсальным строительным материалом.

Гранулометрический состав включает четыре группы песка в зависимости от размеров отдельных частиц: песок пылевидный с частицами размером до 0,05 мм; мелкий от 0,05 до 0,25 мм; средний 0,25–0,5 мм; крупный 0,5–2,0 мм и более.

Сыпучесть песка зависит от влажности. Наибольших значений угол естественного откоса (около 40°) достигает при влажности песка 5–10 %. Дальнейшее увеличение влажности снижает величину угла естественного откоса до 20–25°. Влажность различных по высоте слоев песка неодинакова и возрастает с понижением уровня слоя от поверхности.

Стойкость к химическому воздействию щелочей цемента необходимо учитывать для песка, предназначенного в качестве заполнителя при производстве бетона. Стойкость песка определяется по минерально-петрографическому составу и содержанию вредных компонентов и примесей.

Песок строительный природный предназначен для применения в качестве заполнителя тяжелых, мелкозернистых, ячеистых и других видов бетона, строительных растворов, приготовления сухих смесей для устройств покрытия автомобильных дорог и аэродромов.

Песок из отсевов дробления горных пород, имеющий истинную плотность зерен более $2,8 \text{ т/м}^3$ или содержащий зерна пород и минералов, относимых к вредным компонентам, в количестве, превышающем допустимое их содержание, или содержащий несколько различных вредных компонентов, выпускают для конкретных видов строительных работ по техническим документам, разработанным в установленном порядке и согласованным со специализированными в области коррозии лабораториями.

Перевозят песок насыпью на открытом подвижном составе.

Гравий природный представляет собой образовавшуюся в результате выветривания горных пород рыхлую смесь зерен различных материалов (крупностью 5–150 мм), входящих в состав изверженных (реже осадочных) горных пород. Существует специально изготовленный искусственный гравий, получаемый путем дробления твердых горных пород. По условию залегания гравий разделяют на речной, морской и горный (овражный). Зерна речного и морского гравия истираются при переносе водой и имеют округлую форму. Зерна горного гравия — остроугольные. Речной и морской гравий обычно более чистый, содержит меньше глинистых и органических примесей, чем овражный. В морском гравии имеются примеси известняковых зерен и обломков раковин. Гравий с размером 20–40 мм называется галькой.

К особым свойствам гравия относятся прочность и морозостойкость. Прочность характеризуется маркой, определяемой по дробимости гравия при сжатии (раздавливании) при специальных испытаниях и характеризуется потерей массы зерен в процентах (пыль отсеивается). Морозостойкость гравия характеризуется числом циклов замораживания и оттаивания, при которой потери в процентах по массе гравия или щебня не превышают установленных значений.

Гравий должен быть стойким к воздействию окружающей среды. Стойкость гравия определяют по минерально-петрографическому составу исходной горной породы и содержанию вредных компонентов и примесей, снижающих долговечность бетона и вызывающих коррозию арматуры железобетонных изделий и конструкций.

Гравий перевозят на открытом подвижном составе (в полувагонах), с обязательным применением мер, исключаящих потери этих

грузов от выдувания и просыпания в щели и дефекты кузова вагона или в хоппер-дозаторах.

Щебень используют в строительстве как в чистом виде (например, для отсыпки дорожного полотна), так и в качестве наполнителя при производстве бетона и асфальтобетона. Щебень из горных пород — неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью более 5 мм, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления.

Щебень является одним из основных материалов, который применяется для строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных и железных дорог. От качественных характеристик щебня в значительной мере зависят потребительские свойства (ровность, коэффициент сцепления и т. д.) и долговечность автомобильных дорог. Особенно это относится к щебню, применяемому для устройства верхних слоев дорожной одежды (кубовидный щебень), непосредственно воспринимающих высокие механические нагрузки от движущегося транспорта и находящихся под воздействием природных факторов (переменный температурно-влажностный режим, многократное замораживание-оттаивание, действие солнечной радиации и т. д.) и антигололедных химических *средств*.

Основными свойствами щебня, как и всех минерально-строительных грузов, рассмотренных выше являются: прочность, морозостойкость, истираемость, форма зерна, водопоглощение, радиоактивность, адгезия, содержание загрязняющих и химических вредных примесей.

Прочность щебня характеризуется пределом прочности исходной горной породы при сжатии, дробимостью щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре, и износом в полочном барабане. Эти показатели имитируют сопротивление каменного материала при воздействии проходящих по дороге транспортных средств и механические воздействия в процессе строительства дорожных конструкций (укладка и уплотнение катками). В зависимости от марки по прочности щебень делят на группы: высокопрочный — М1200—1600, прочный — М800—1200, средней прочности — М600—800, слабой прочности — М300—600, очень слабой прочности — М200. Наибольшим спросом пользуется гранитный щебень прочностью М1200, а также используется

высокопрочный щебень из твердых горных пород (состоящих из других структурных минералов), в том числе базальтовый щебень с маркой прочности М1400–1600. В основном он используется в производстве тяжелых высокопрочных бетонов, в несущих мостовых конструкциях, ответственных фундаментах.

Морозостойкость щебня характеризуют числом циклов замораживания и оттаивания. Разрешается оценивать морозостойкость щебня по числу циклов насыщения в растворе сернокислого натрия и высушивания. По морозостойкости щебень подразделяют на марки: F15; F25; F50; F100; F150; F200; F300; F400. При несовпадении марок морозостойкость оценивают по результатам испытания замораживанием и оттаиванием. В строительстве в основном применяют щебень с маркой прочности не менее F300.

Лещадность. В щебне нормируют содержание зерен пластинчатой (термин происходит от породы рыбы лещ, т. е. «лещадный щебень» означает «плоский как лещ») и игловатой форм. К зернам пластинчатой и игловатой форм относят такие зерна, толщина или ширина которых менее длины в три раза и более. По форме зерен щебень подразделяют на четыре группы (содержание зерен пластинчатой и игловатой форм, % по массе):

- кубовидная до 15 %;
- улучшенная от 15 % до 25 %;
- обычная от 25 % до 35 %;
- обычная от 35 % до 50 %.

Необходимо заметить, что лещадность — это одна из самых важных характеристик качества щебня. Чем меньше лещадность, тем качественнее считается щебень. Использование щебня кубовидной формы дает наиболее плотную утрамбовку.

Наличие в щебне зерен пластинчатой и игловатой форм приводит к увеличению межзерновой пустотности в смеси. Это в свою очередь приводит к увеличению расхода связующего компонента, что влечет за собой дополнительные материальные затраты. Кроме того, кубовидные зерна обладают большей прочностью, чем зерна пластинчатой и игловатой форм. Следовательно, использование кубовидного щебня в производстве экономически целесообразнее: например, при производстве бетонов позволяет существенно снизить расход цемента, а в дорожном строительстве позволяет уменьшить на 50 % время и трудозатраты по укладке асфальтобетонного покрытия; приближает коэффициент уплотнения асфальтобетонной сме-

си к единице, что обеспечивает не только долговечность дорожного покрытия, но и повышает его морозостойкость.

Радиоактивность щебня. При производстве щебня и гравия должна производиться радиационно-гигиеническая оценка, по результатам которой определяют класс щебня по радиоактивности и виды работ, для которых его можно использовать. Первый класс по радиоактивности используется для вновь строящихся жилых и производственных зданий и сооружений. Второй класс — для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки. Третий класс — для дорожного строительства вне населенных пунктов.

Адгезия — это одна из специфических характеристик щебня. Она отражает оценку качества сцепления битумных вяжущих с поверхностью щебня.

Щебень перевозится в специализированных открытых думпках, хоппер–дозаторах или полувагонах.

Доломит — осадочная карбонатная горная порода, целиком или преимущественно состоящая из минерала доломита. Используется как огнеупорный материал и флюсы в металлургии, сырье — в химической промышленности и стекольном производстве.

Доломит представляет собой однородную массу фракционных составляющих (частиц, кусков), обладающих взаимной подвижностью (сыпучестью). Поэтому доломит входит в перечень грузов, допускаемых к перевозке насыпью.

В Алфавитном списке грузов отражены следующие наименования доломита: доломит для стекольной промышленности, доломит молотый (мука доломитовая) для известкования почв, доломит обожженный металлургический, доломит сырой металлургический, доломит сырой, непоименованный в Алфавите.

Доломит относится к грузам, не требующим защиты от атмосферных осадков, поэтому может перевозиться насыпью в открытом железнодорожном подвижном составе, а также может перевозиться в специализированных вагонах. Перевозка данного груза в безлюковых (глухонных) полувагонах вместо цельнометаллических полувагонов с люками разрешается при наличии у грузополучателей вагоноопрокидывателей или других средств их механизированной выгрузки.

Доломитовая мука подвержена смерзанию, поэтому в отношении этого груза перед погрузкой предпринимаются профилактические меры, предохраняющие данный груз от смерзания. В условиях устойчивых морозов эффективной мерой предохранения насыпных

грузов от смерзания в вагонах в пути следования является предварительное (до погрузки) промораживание груза путем многократного пересыпания (перелопачивания) его массы экскаватором, скрепером, грейферным краном или другим механизмом. При этом необходимо, чтобы частицы груза как можно лучше обветривались наружным воздухом. Промораживание может считаться законченным после достижения в середине слоя пересыпаемого груза температуры -3°C и ниже.

Также эффективной профилактической мерой является смешивание влажной продукции с сухой. При разгрузке смерзшейся доломитовой муки для восстановления сыпучести используется механическое рыхление.

Глина является продуктом выветривания богатых полевыми шпатами горных пород. Характерные особенности глины: пластичность, способность к слипанию и слеживанию. Глина — мелкозернистый природный материал, пылевидный в сухом состоянии, пластичный при увлажнении и камнеподобный после обжига.

Глина состоит из одного или нескольких минералов группы каолинов. Основным источником глинистых пород служит полевой шпат, при распаде которого под воздействием атмосферных явлений образуется каолинит и другие гидраты алюминиевых силикатов.

Различают несколько разновидностей глины. Большая часть добываемых и поступающих в производство глин составляет каолин.

Каолин — глина белого цвета, состоящая из минерала каолинита. Образуется при разрушении (выветривании) гранитов, гнейсов и других горных пород, содержащих полевые шпаты, с размером частиц менее 0,005 мм. Каолин — керамическое сырье (фарфор, фаянс, электротехнические изделия); применяется также в бумажной, текстильной и резиновой химической промышленности. Каолин перевозят насыпью в закрытых вагонах-хопперах, цементовозах, минераловозах. Каолин может перевозиться в растворенном виде в цистернах. А также в крытых вагонах как сухой порошок в четырехслойных бумажных мешках.

В зимнее время каолиновая глина перевозится в сухом состоянии в виде коржей, полученных из сушильных агрегатов. При отсутствии сушильных агрегатов глина каолиновая должна перевозиться в замороженном состоянии в виде кусков с подсыпкой и пересыпкой между кусками сухого каолина, так как каолин смерзается и сильно слеживается.

Каолин используется, кроме того, в медицине (под названием «белая глина»). Натуральный и очищенный он представляет собой легкий порошок, при соединении с водой он образует суспензию. Ка-

олин абсорбирует жир и удаляет нечистоты из пор. Высоко ценится за свои очищающие и успокаивающие свойства. Используется при производстве пудры, кремов, зубных паст, косметических масок.

Строительная глина — глинистый сланец является вторым по важности материалом и используется широко в строительном деле. Очищенная глина, с чрезвычайно высокой температурой плавления, используется для изготовления огнеупорного кирпича и других жаропрочных изделий.

Бентонит. Эта глина образовалась в результате распада вулканического пепла. В основном она используется в буровых растворах при бурении скважин. При погружении в воду она разбухает и увеличивает свой объем в несколько раз.

Сукновальная глина ценится за ее отбеливающие свойства при очистке нефтепродуктов. Фильтры из сукновальной глины применяются при очистке растительных и минеральных масел.

Гончарная глина, именуемая также комовой, находит применение при изготовлении посуды. Глина, или глинистый сланец, представляет собой важное сырье, которое вместе с известняком используется в производстве портландцемента.

Вяжущие строительные материалы

Вяжущие строительные материалы могут быть неорганического и органического происхождения.

Неорганическими вяжущими веществами называют порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой образуют пластично-вязкое тесто, способное со временем самопроизвольно затвердевать в результате физико-химических процессов. Переходя из тестообразного в камневидное состояние, вяжущее вещество скрепляет между собой камни либо зерна песка, гравия, щебня. Это свойство вяжущих веществ используют для изготовления бетонов, силикатного кирпича, асбестоцементных и других необожженных искусственных материалов; строительных растворов — кладочных, штукатурных и специальных.

Неорганические вяжущие вещества включают воздушные, гидравлические и вяжущие автоклавного твердения.

Воздушные вяжущие способны затвердевать и длительное время сохранять прочность только на воздухе.

Гидравлические вяжущие твердеют и длительное время сохраняют прочность (или даже повышают ее) не только на воздухе, но и в воде.

Вязущие автоклавного твердения — это вещества, способные при автоклавном синтезе, происходящем в среде насыщенного водяного пара, затвердевать с образованием прочного цементного камня. В эту группу входят: известково-кремнеземистые, известково-зольные, известково-шлаковые вязущие, нефелиновый цемент и др.

Органические вязущие вещества приводят в рабочее состояние нагреванием, расплавлением или растворением в органических жидкостях. К таким грузам относятся: битум, дегти, животный клей, полимеры и другие.

К неорганическим вязущим материалам относятся следующие виды грузов: известняк, известь, алебастр, жидкое стекло и другие; некоторые характеристики этих грузов приведены в табл. 20.

Таблица 20

Некоторые характеристики неорганических вязущих материалов

Материал	ρ , т/м ³	Материал	ρ , т/м ³
Алебастр обожженный: кусковой зернистый	1,25–1,60	Известь: негашеная гашеная	0,64–0,85 0,32–0,63
Алебастр обожженный: порошкообразный, пылевидный	1,20–1,30	Известняк: крупнокусковой среднекусковой мелкокусковой порошкообразный	1,60–2,00 1,47–1,50 1,19–1,45 1,37
Асбест	0,40–0,79		
Гипс: крупнокусковой мелкокусковой порошкообразный	1,43–1,60 1,20–1,40 0,81–1,80	Цемент: портландский шламовой	0,96–1,60 0,90–1,20

Известняк — осадочная горная порода преимущественно из минерала кальцита. При действии даже слабого холодного раствора соляной кислоты происходит разложение кальцита и бурное выделение углекислого газа — «вскипание». Это служит надежным методом определения известняка. В виде примесей известняка встречаются такие материалы, как доломит, глины, песчаник и другие вещества. Внешний вид известняка весьма разнообразен. Чистые известняки — белого или светло-серого цвета, примеси органических веществ окрашивают известняк в темно-серый или в черный цвет, а окислы железа — в желтый, коричневый и красный. Гранулометрический состав — от очень мелкого (менее 0,005 мм) до крупнокристаллического. Известняки залегают обычно в виде пластов, используются

в строительстве при производстве вяжущих строительных материалов, в металлургии, в сельском хозяйстве, в искусстве.

Известь относится к вяжущим строительным материалам, ее получают путем обжига известняка, мела и других кальциево-магневых карбонатных пород. Тонкоизмельченную известь получают путем гашения или размола негашеной извести.

По условиям твердения она разделяется на воздушную, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими прочности в воздушно-сухих условиях, и гидравлическую, обеспечивающую твердение растворов и сохранение ими прочности как на воздухе, так и под водой.

Воздушная известь подразделяется на следующие виды продуктов:

- известь негашеная комовая или молотая;
- известь гидратная порошкообразная — пушонка;
- известь молотая.

Известь находит широкое применение во многих отраслях хозяйственной деятельности.

В строительстве гашеная известь применяется для изготовления сухих строительных смесей, приготовления растворов для побелки помещений, приготовления строительных растворов, вяжущих материалов, известковых красок, силикатного кирпича и др.

В химической промышленности известь применяется при производстве: кальцинированной, пищевой и каустической соды, в производстве карбида кальция, хлорной извести. Также известь применяется в металлургической, сахарной, целлюлозно-бумажной промышленности. Известковые удобрения активно используются в сельском хозяйстве. Они устраняют кислотность и улучшают микробиологическую деятельность в почве, улучшают физические свойства почвы.

К перевозке по железной дороге известь негашеная может предъявляться в следующих видах: известь негашеная в бумажных пакетах массой 30–50 кг, в мягких специализированных контейнерах (массой 1000 кг); известь гашеная (пушонка) *насытью* и *навалом* в специализированных минераловозах. Известь негашеная и известь хлорная входят в перечень опасных грузов. Известь и изделия на ее основе включены в Перечень грузов, перевозка которых должна сопровождаться документами, подтверждающими их радиационную безопасность.

Цемент — это собирательное название группы гидравлических вяжущих веществ, главной составной частью которых являются силикаты и алюминаты кальция, образовавшиеся при высокотемпературной

обработке сырьевых материалов, доведенных до частичного или полного плавления.

Цемент представляет собой порошок обычно серо-белого цвета. Исходным сырьем для производства цемента является известняк с различными минеральными добавками. Сырье размельчают и обжигают при температуре около 1450 °С. Затем производят тонкий помол клинкера. Добавки позволяют получить цемент с различными свойствами: ограниченной теплопроводностью, сульфато-кислотостойкостью, водонепроницаемостью, нужным цветом и т. д.

Основные виды цемента: портландцемент, шлаковые и пуццолановые цементы, глиноземистый цемент, специальные виды цемента (например, кислотоупорный). Сырьем для него служат известковые, мергелистые, глинистые породы и различные добавки (шлак, бокситы и др.). Цемент обладает важным свойством твердеть в воде.

Цемент каждого вида может при твердении развивать различную прочность, характеризующую маркой. Марки цемента регламентированы строительными нормами и правилами (СНиП) и ГОСТ. Выпускают цементы преимущественно марок 200, 300, 400, 500 и 600 (по показателям испытания в пластичных растворах). С повышением марки цемента эффективность его применения в бетонах часто возрастает за счет уменьшения удельного расхода вяжущего. Из числа цементов разных видов наиболее важное значение имеет портландцемент.

Портландцемент не всегда удовлетворяет отдельным специальным требованиям, которые предъявляют к бетонам и строительным растворам при различных условиях их применения. Поэтому промышленность выпускает некоторые разновидности портландцемента: сульфатостойкий, с умеренной экзотермией, быстротвердеющий, гидрофобный, пластифицированный и некоторые другие цементы.

Как известно, взаимодействие цемента с водой есть противоречивый двуединный процесс. Сродство к воде органически присуще цементу, без этого свойства он не мог бы служить вяжущим веществом. Но вместе с тем на определенных стадиях применения цемента вода для него вредна. Так, при хранении и перевозках цемент портится от влаги; вода с содержащимися в ней примесями вызывает коррозию цементного камня и при частом попеременном замораживании и оттаивании цементных материалов разрушает их.

Задача преодоления противоречий, заложенных в самой природе цемента, в известной мере решается его гидрофобизацией.

Гидрофобный цемент при перевозках и хранении даже в очень влажных условиях не портится. Поверхностно-активные вещества,

содержащиеся в нем, оказывают пластифицирующее действие на бетонные (растворные) смеси, а также уменьшают водопроницаемость и повышают коррозионную стойкость и морозостойкость бетона.

Цемент — наиболее массовый и специфический груз среди вяжущих строительных материалов, к перевозке предъявляется насыпью (80 %), в затаренном виде и только в охлажденном состоянии.

Погрузка горячего цемента с температурой более 40 °С в бумажные мешки приводит к их порче, потерям цемента и его качества, а с температурой выше 70 °С в различного типа крытые вагоны приводит к частичному схватыванию в связи с конденсацией влаги на более холодных стенках. Образовавшаяся на внутренних поверхностях вагонов корка препятствует выгрузке и требует зачистки. Цемент обладает следующими свойствами: гигроскопичностью, слеживаемостью, сводообразованием, недостаточной сыпучестью ($\rho = 0,15$ МПа), адгезией. Все эти свойства оказывают существенное влияние на выбор подвижного состава и средств механизации грузовых операций. Цемент перевозится насыпью в цистернах-цементовозах, хопперах-цементовозах. Наиболее предпочтительной является перевозка в цистерне-цементовозе с пневмовыгрузкой. Разгрузка из хоппера-цементовоза крайне затруднена, груз в бункерах этого вагона зависает. В результате адгезии на металлических стенках, со временем образуется слой схватившегося цемента до 200 мм. Для очистки хопперов-цементовозов рекомендуются навесные вибраторы.

Цемент — вредное вещество для организма человека, поэтому при перевозке и хранении цемента обслуживающий персонал должен пользоваться специальными марлями или другими средствами защиты органов дыхания. И ни в коем случае склад для хранения данного вида груза не должен располагаться вблизи населенного пункта.

Минеральное сырье

Асбест (горный лен) — один из важнейших видов минерального сырья. Асбест — это белый или серый минерал, широко применяется в строительстве, энергетической, химической, автомобильной, текстильной и других отраслях промышленности.

К важнейшим физико-химическим свойствам асбеста относятся: огнестойкость — температура плавления 1500 °С, морозостойкость, высокая механическая прочность. Асбест не поддается воздействию кислот, щелочей, обладает небольшой теплопроводностью,

способностью расщепляться на тончайшие волокна (имеют диаметр 0,5 мкм, длину до 18 мм, плотность волокон — 0,7 т/м³).

Асбест используется в электротехнике и строительстве для изготовления асбестоцементных, асбестобитуминированных и других изделий; в химической промышленности для производства кислотно-щелочных пластмасс, для производства защитной одежды. Из него изготавливаются панели, плитки, шифер, трубы, огнестойкие текстильные материалы. Асбест применяется для защиты ракетных и космических аппаратов. Асбест может производиться в виде слоистых пластинок (текстолитов) или волокнитов по технологии полимерных материалов. Асбест — высокотоксичный материал, канцерогенен.

Асбест упаковывается в четырехслойные мешки из крафт-бумаги массой по 50 кг или в джутовые мешки. Хранят его в закрытых сухих и чистых складах или под навесом, защищая от воздействия осадков. Перегружать асбест следует осторожно, не бросая мешки, в противном случае происходит распыление груза, особенно коротковолокнистого. Перевозят асбест в крытых вагонах.

Соль — минерал, образующий залежи (NaCl, KCl). Применяется в различных отраслях промышленности, медицине; в сельском хозяйстве является необходимым компонентом при производстве комбикормов.

Характерными свойствами соли являются растворимость, слеживаемость, восприимчивость к запахам и разрушающее действие на металл. Соль гигроскопична, легко впитывает влагу, однако быстро высыхает. При хранении в штабеле большой массы процесс увлажнения замедляется, объясняется это тем, что поверхностный слой, поглотив значительную часть влаги воздуха, во внутренние слои штабеля пропускает более сухой воздух.

Соль, перевозимую навалом, хранят на открытых площадках, которые должны быть расположены в сухом месте и иметь бетонный, асфальтовый или деревянный настил. Вокруг площадок следует сделать бортовые ограждения, кюветы и водосборы. Соль на площадках укладывают в штабеля в виде усеченной пирамиды или конуса. Высота штабеля не влияет на качество соли и определяется допустимой нагрузкой на площадку.

Соль в таре хранят на закрытых складах. Высота штабеля паке-тированного груза определяется техническими возможностями погрузчиков.

Соль при хранении в жестких емкостях (контейнерах) обладает аутогезией и адгезией, что затрудняет выгрузку, поэтому жест-

кие контейнеры делаются в виде усеченного конуса с расширением в сторону выгрузки и днищем, открывающимся по всему сечению уширенной части емкости.

Соль при хранении в трехслойных полиэтиленовых мешках, ограничивающих воздухообмен с окружающей средой, позволяет интенсифицировать процесс выгрузки.

Мел — это тонкозернистый, мягкий, белый известняк, состоящий из мелких обломков и целых известковых скелетов микроорганизмов (кокколитов, фораминифер и др.). Употребляется в цементной, стеклянной, резиновой и других отраслях промышленности; является одним из компонентов, входящих в состав комбикормов для питания сельскохозяйственных животных. Молотый мел имеет объемную массу при хранении в мешках — $0,9 \text{ т/м}^3$, насыпью в штабеле — $0,98 \text{ т/м}^3$, в кусках навалом — $1,3 \text{ т/м}^3$.

Мел в процессе хранения не слеживается и остается в рыхлом состоянии.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Основные виды и свойства минеральных удобрений

Минеральные удобрения обладают рядом свойств, аналогичных насыпным грузам. Это — гигроскопичность, гранулометрический состав, сыпучесть, слеживаемость и другие. Характерными свойствами минеральных удобрений являются: агрессивность, химическое воздействие на различные материалы и конструкции, ядовитость, взрывоопасность, негативное воздействие на окружающую среду, схватываемость при воздействии влаги.

Промышленность выпускает более 20 видов минеральных удобрений (простых и сложных) в виде порошков, кристаллов, гранул, растворов и тукосмесей. Минеральные удобрения по способу производства бывают сложные и смешанные. Сложные изготавливают химическим способом, смешанные — путем механического соединения различных компонентов. Основные свойства отдельных видов минеральных удобрений представлены в табл. 21.

Таблица 21

Основные свойства отдельных видов минеральных удобрений

Наименование удобрений	Влажность, %	Плотность т/м ³	Угол откоса в движении, град	Размер частиц, мм
Суперфосфат порошковый	12,00	1,20	26	0,25–1,0
Аммиачная селитра	1,26	0,86	30	2,0–3,0
Калий хлористый	2,20	1,10	37	20,0
Аммофос гранулированный	2,12	0,87	32	10,0
Диаммофос	2,87	0,89	28	20,0
Тукосмеси марки (1:1:1)	4–6	1,10	35	—

К сложным удобрениям относятся азотные, фосфатные и калийные, вырабатываемые химическими предприятиями; к смешанным — торфо–минеральные удобрения. В качестве удобрений применяют

в сельском хозяйстве торф, известняк, доломитовую муку, а также различные тукосмеси, состоящие из трех или двух сложных видов удобрений.

Азотные удобрения, относящиеся к классу селитр (аммиачная, натриевая, кальциевая вода и другие), являются активными окислителями; с органическими веществами образуют горючие и взрывчатые смеси; ткани и бумага, пропитанные аммиачной селитрой возгораются. Взрыв аммиачной селитры возможен при температуре выше 300 °С, а с примесями порошкообразных металлов — 100 °С; при горении выделяется ядовитый веселящий газ. Основными видами азотных удобрений являются сульфат аммония и аммиачная селитра. Они относятся к опасным грузам, способным к образованию взрывчатых смесей.

Сульфат аммония — желто-зеленый пылящий порошок, содержащий 0,1–2 % влаги; при длительном хранении слеживается, под влиянием воды слипается и превращается в сплошную твердую массу.

Аммиачная селитра гигроскопична, легко слеживается, взрывоопасна; для уменьшения слеживаемости ее смешивают с другими удобрениями либо гранулируют, превращая в зерна с диаметром 1,5–2,0 мм. Аммиачная селитра содержит 34,5–35,0 % азота, а сульфат аммония — 20,5–21,0%.

Мочевина (карбонит) выпускается для сельского хозяйства гранулированной в виде белых шариков размером 1,0–2,5 мм. Она менее гигроскопична и меньше слеживается, чем аммиачная селитра. Благодаря высокой концентрации азота и лучшим физико-химическим свойствам, расходы на хранение, перевозку и внесение в почву значительно ниже, чем при использовании аммиачной селитры.

Водный аммиак — жидкие азотные удобрения. Для его перевозки необходимы специальные цистерны и особые склады для хранения — резервуары.

Фосфорные удобрения — это гранулированный суперфосфат простой, двойной и тройной, преципитат, термофосфат, томасмука. Суперфосфаты и часть других фосфатных удобрений получают из апатитового концентрата (обогащенной апатито-нефилинованой руды).

Суперфосфаты отличаются содержанием основного компонента — оксида фосфора (P_2O_5). Суперфосфаты имеют порошкообразную и гранулированную структуру с прочностью гранул 150 и 200 Н/см²; вызывают интенсивную коррозию металлических поверхностей; выделяют сернистый газ, а при нагревании — ядовитый газ фтор.

Суперфосфаты (простой, двойной, тройной) составляют основную часть фосфорных удобрений.

Суперфосфат простой содержит 14–20 % фосфора, а двойной — 35–50 %. Концентрация в воздухе фтора до 0,005 % вызывает поражение глаз, вредно действует на кожу и слизистые оболочки. Суперфосфат разъедает одежду, обувь, мешочную тару. Порошковый суперфосфат сильно слеживается, у гранулированного это свойство значительно слабее.

Преципитат — сухой порошок светло-серого или желтоватого цвета содержит не более 10 % влаги, слеживается. Томасмука (томасшлак) — темный, иногда черный, тяжелый, сухой тонкоразмолотой порошок. Его получают из шлака, образующегося при производстве стали.

Калийные удобрения — это хлористый и серноокислый калий.

Хлористый калий (мелкокристаллический порошок белого или розового цвета) — основной вид калийных удобрений; влажность — 2–3 %, по своим свойствам близок к поваренной соли, но слеживается; насыпная плотность 0,92— 1,05 т/м³.

Серноокислый калий (сульфат калия) — мелкокристаллический порошок серого цвета с содержанием влаги около 3 %; негигроскопичен, не слеживается, способен к распылению, содержит 48–52 % окиси калия.

Апатиты — это апатито-нефелиновая руда, которая в пунктах добычи обогащается и превращается в апатитовый концентрат. Из него получают суперфосфат и часть других фосфатных удобрений, перевозят его навалом.

К прочим химическим и минеральным удобрениям относятся: азотфосфат, аммофос, гипс сыромолотый, диаммофос и много других удобрений. К ним относят и фосфоритную муку.

Фосфоритная мука — тонкоизмельченный порошок темно-серого или бурого цвета. Используется непосредственно как удобрение и как сырье для производства фосфатных удобрений; влажность — до 5 %, негигроскопична, высота штабеля не ограничивается, химическим воздействием на металлы, бетон и резину не обладает. Содержит 14–25 % фосфора. В зависимости от степени уплотнения насыпная плотность 1,5–0,8 т/м³.

Рассмотренные виды минеральных удобрений являются так называемыми простыми.

Комбинированные удобрения содержат несколько видов веществ в разных пропорциях; они обладают большой концентрацией пита-

тельных веществ. Комбинированные удобрения бывают смешанные и сложные. Смешанные получают путем механического соединения нескольких разнородных веществ, которые при этом не создают нежелательных химических реакций. При смешении не ухудшаются и их физические свойства (распыляемость, растворимость и др.). Сложные удобрения получают в результате химических процессов. К комбинированным минеральным удобрениям относятся: аммофос, содержащий 10–12 % азота и 46–52 % фосфора, и нитрофоска, в состав которой входит 12–15 % азота, 10–30 % фосфора и 15–21,5 % окиси калия.

Для повышения урожайности многие кислые почвы должны улучшаться внесением известковых материалов. Материалами для известкования служат различные природные минералы и отходы промышленности, содержащие известь. К известковым материалам, изготавливаемым из обрабатываемых промышленностью пород естественного залегания, относятся известняковая мука, жженая негашеная известь, гашеная известь, доломитовая мука и молотый мел. Рыхлые известковые породы применяются без специальной обработки, к ним относятся: мел-рухляк, мергель, озерная известь, известковые туфы и др. К содержащим известь отходам промышленности относятся шлаки и доломитовая крошка, карьерные отходы известковых пород, зола различных горючих материалов и др.

Большинство известковых материалов негигроскопичны и растворимы в воде в ничтожных количествах. Однако некоторые виды мелких фракций при смачивания дождевыми и талыми водами слеживаются в комки и превращаются в кашицеобразную массу и зимой смерзаются. Пористые материалы — мел, известковый туф, дефекат — сохраняют сыпучесть и при высокой влажности.

Условия перевозки минеральных удобрений

Перевозка минеральных удобрений производится в таре и насыпью в крытом подвижном составе. Затаренные в полиэтиленовые мешки (массой до 50 кг) минеральные удобрения перевозятся в крытых универсальных вагонах в пакетированном и непакетированном виде. Для перевозки насыпью могут использоваться следующие виды вагонов: цистерна-цементовоз с пневмовыгрузкой, крытые вагоны типа «хоппер» (хоппер-цементовоз, хоппер-минераловоз) с гравитационной выгрузкой.

Выбор других видов крытого подвижного состава производится с учетом свойств сыпучести, слеживаемости и прочности гранул.

По способности высыпаться из вагона типа «хоппер» минеральные удобрения делятся на 4 группы:

- хорошо сыпучие — легко высыпаящиеся и не требующие применения ручного труда или вибровозбудителей при выгрузке из минераловоза, цементовоза; это гранулированные удобрения (простой, двойной, тройной суперфосфаты);
- сыпучие — легко высыпаящиеся из минераловозов, но при выгрузке из цементовоза требующие применения ручного труда; к ним относится аммофос, карбамид, сульфат аммония, гранулированный и крупнозернистый хлористый калий;
- плохо сыпучие — выгрузка из цементовозов невозможна, из минераловозов только с помощью вибратора (мелкозернистый хлористый калий, нитрофоска);
- нессыпучие — гравитационная выгрузка невозможна; это сильно слеживающиеся удобрения: смешанная калийная соль, простой порошкообразный суперфосфат.

Подготовка минеральных удобрений к перевозке состоит, в первую очередь, в соблюдении допустимой величины влажности и температуры груза. При увеличении влажности увеличивается начальное сопротивление сдвигу, уплотнение и слеживаемость груза. Погрузка хлористого калия с температурой выше 30 °С, а суперфосфата выше 50 °С также вызывает повышенную слеживаемость груза и трудоемкость при выгрузке.

Предупреждение слеживаемости в основном происходит путем гранулирования удобрений и повышения прочности отдельных гранул. Гранулирование удобрений приводит также к сокращению потерь от протекания через щели при перевозке в крытых универсальных вагонах.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Общие понятия. Виды и свойства зерновых и бобовых грузов

Зерновые и зернобобовые грузы включают следующие сельскохозяйственные культуры: злаковые (пшеница, рожь, овес, просо, кукуруза, рис), бобовые (горох, фасоль, соя, бобы, чечевица), масличные (семена льна, подсолнечника, хлопка, клещевины), а также продукты их переработки (мука, крупа, комбикорма, жмых).

Предварительная оценка зерна как продукта питания производится органолептическим методом. Нормальное кондиционное зерно (любой культуры) имеет характерные для него естественную окраску, блеск, запах, вкус. Запах и вкус здорового зерна специфический у каждой культуры и слабовыраженный. Развитие в хранящемся зерне амбарных вредителей, особенно клещей, влияет на вкус и запах зерна. Зерно, имеющее посторонние привкусы и запахи, не удаляющиеся при проветривании, к переработке и пищевому использованию не подлежит. Состояние зерна, определяющее степень его годности указаны в табл. 22.

Таблица 22

Характеристика состояния зерна

Состояние зерна	Запах	Вкус	Цвет
Свежее	Нормальный, малоощущаемый	Пресный, слегка сладковатый	Ровный без пятен, в изломе белый, желтый
Лежалое	Слегка затхлый	Кисловатый	То же, но поверхность матовая
Испорченное	Затхлый	Кислый	Бурый

Свойства зерновых, как груза, определяются в лабораторных условиях и включают физико-механические и биологические характеристики.

К физико-механическим свойствам относятся: натуральный вес (объемная масса), влажность, сыпучесть, скважистость, теплопроводность, сорбционность, сорность и др.

К биологическим свойствам относятся дыхание, дозревание, прорастание, самонагревание, заражение амбарными вредителями.

Объемная (натурная) масса зерновых грузов зависит от вида зерна, его плотности, влажности, содержания различных примесей. Плотность зерновых культур колеблется от 0,3–0,45 т/м³ (для подсолнечного семени) до 0,85–0,9 т/м³ (для риса).

Влажность является одним из основных физико-механических свойств зерновых грузов. В сухом зерне влага находится в связанном состоянии, определяющем его сохранность. Повышение влажности приводит к появлению определенного количества свободной воды, которая может принимать активное участие в протекающих в зерне физических и химических процессах.

Стандарты предусматривают четыре состояния зерна по влажности (в %): сухое — 13–14, средней сухости — 14,1–15,5, влажное — 15,6–17 и сырое — свыше 17. Влажность зерна зависит от влажности окружающей среды, так как зерновые грузы обладают повышенной гигроскопичностью. Если влажность больше 18 %, то начинается прорастание, брожение, сопровождающееся повышением температуры зерновой массы. При температуре 50–55 °С появляется затхлость, гнилостный запах, зерно интенсивно разлагается (горит). Повышенная влажность вызывает активное развитие микроорганизмов и вредителей зерна.

Влажность зерновой массы оказывает большое влияние на такие свойства зерна, как адгезия (прилипание к стенкам транспортных емкостей), что затрудняет выгрузку и увеличивает потери, а также на аутогезию (взаимодействие однородных частиц (зерен) между собой), что способствует быстрому высыпанию из бункеров. Если аутогезия преобладает над адгезией, то выгрузка груза происходит полностью.

Гигроскопичность зерна и продуктов его переработки зависит от содержания в них белков и высокомолекулярных пентозанов, способных поглощать влаги больше, чем другие вещества. Гигроскопичность зерновой массы оказывает наибольшее влияние на стойкость зерна при хранении. Хорошо сохраняет свои исходные свойства только то зерно, в котором вся влага находится в связанном коллоидами состоянии. Между относительной влажностью воздуха в хранилище и влажностью зерна через определенное время устанавливается динамическое равновесие. Каждому значению относительной влажности воздуха и его температуры соответствует определенная равновесная влажность продукта. Например, при температуре около 20 °С и W=15–20 % равновесная влажность зерна устанавливается пример-

но 7 %, а при $W = 100$ % достигает 33–36 %. Оптимальный интервал влажности воздуха при положительной температуре (10–20 °С) находится в пределах от 60 до 70 %. В этих условиях равновесная влажность продуктов равна 13–14 %.

Влажность продукта, при которой в нем появляется свободная вода, носит название критической. Для большинства культур критическая влажность лежит в интервале 14,5–16 %. Зерно, достигшее ее, может заплесневеть.

Гранулометрический состав насыпного груза (в том числе зерновых) характеризует распределение частиц (зерен) по крупности и определяется ситовым анализом. В результате динамических воздействий более мелкие частицы занимают промежутки между более крупными и происходит уплотнение груза. Это явление характеризуется коэффициентом уплотнения, который может изменяться в пределах от 1,05 до 1,52.

Сыпучесть и самосортирование. Наибольшей сыпучестью обладают округлые зерна с гладкой поверхностью (просо, горох), у зерна продолговатого с шероховатой поверхностью сыпучесть снижается. С сыпучестью связана способность зерновой массы к самосортированию. При любом перемещении или встряхивании зерновая масса «расслаивается». Тяжелые компоненты — минеральная примесь, крупные зерна — как бы «тонут», опускаются вниз, а легкие — органический сор, семена сорняков и щуплые зерна — «всплывают». Это может оказать отрицательное влияние на сохранность, так как обычно семена сорных трав и щуплое зерно имеют повышенную энергию дыхания, что может привести к порче зерна при хранении. Способность зерновой массы к самосортированию учитывается при отборе проб для анализов.

Сыпучесть (подвижность) частиц зерновых грузов в покое и движении характеризуется углом естественного откоса, причем в движении он меньше, чем в покое и составляет $\alpha_{дв} = 0,74\alpha_{п}$

Сыпучесть груза является комплексным показателем физико-механических свойств груза. На эту величину влияют также параметры хранилища, выпускной воронки (ее форма, размеры отверстия, материал изготовления, высота слоя засыпки), коэффициент трения (внутреннего и внешнего). Физико-механические свойства отдельных зерновых грузов приведены в табл. 23.

Скважистость — заполненные воздухом промежутки между зёрнами в насыпи. Обычно скважистость выражают в процентах к общему объему данной насыпи. Плотность укладки зерновой массы в объеме

и, следовательно, ее скажистость зависят от формы, размеров и состояния поверхности зерен, от количества и характера примесей, от массы и влажности зерновой насыпи, формы и размеров хранилища. Однородное по крупности зерно, а также зерно с шероховатой поверхностью имеют скажистость большую, чем зерна разной крупности и округлой формы. Так, скажистость составляет (в %): ржи и пшеницы — 35–45, гречихи и риса — 50–65, овса — 50–70.

Таблица 23

Физико-механические свойства отдельных зерновых грузов

Наименование груза	Объемная масса, т/м ³	Коэффициенты трения			Угол естественного откоса, град
		внутреннего	внешнего		
			по стали	по дереву	
Пшеница	0,70–0,86	0,50–0,56	0,36–0,58	0,59	36–31
Рожь	0,65–0,79	0,49	0,58	0,78	32
Гречиха	0,46–0,58	0,52	0,53	0,57	45
Подсолнечник	0,36–0,46	0,60	0,60–0,75	0,39	45

Запас воздуха в межзерновых пространствах имеет большое значение для сохранения жизнеспособности семян. Большая газопроницаемость зерновых масс позволяет проводить активное вентилирование, регулировать состав газовой среды в межзерновых пространствах, вводить пары ядохимикатов для борьбы с амбарными вредителями. Однако наличие межзерновых пространств и кислорода в них благоприятствует развитию амбарных вредителей.

Сорбционные свойства зерна также относят к физическим. Зерно всех культур и зерновые массы в целом обладают сорбционной емкостью, т. е. способностью поглощать газы и пары различных веществ. Эта способность зерна обусловлена его капиллярно-пористой структурой, что делает активную поверхность зерновки больше истинной.

Степень чистоты (засоренность) зерна является одним из важных показателей его качества и определяется отношением массы различных примесей к общей массе зернового груза.

Теплопроводность и температуропроводность зерна также относят к физическим свойствам. Тепло в зерновой массе распространяется двумя способами: от зерна к зерну при их соприкосновении (теплопроводность зерна) и перемещением воздуха в межзерновых пространствах (конвекция). Зерно имеет теплопроводность, близкую к древесине, т. е. обладает низкой теплопроводностью. Воздух также

характеризуется небольшой теплопроводностью. Поэтому суммарный показатель теплопроводности зерновой массы в целом невелик и колеблется в пределах от 0,12 до 0,20 ккал/час.

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 продукта. Изменение химического состава и последующая порча зерна происходят также под воздействием света.

Скорость нагревания зерновой массы — температуропроводность — зависит от теплопроводности и также невелика. Таким образом, зерновая масса характеризуется большой тепловой инерцией, изменение температуры зерна в средних слоях насыпи происходит очень медленно. Поэтому зерно в зимние месяцы можно охладить, проведя активное вентилирование насыпи холодным сухим воздухом. Низкая температура его сохраняется в течение большей части лета, в результате чего замедляются биохимические процессы, протекающие в нем, и прекращается размножение амбарных вредителей. Если же на хранение засыпано теплое зерно, то в нем долго сохраняются благоприятные условия для активной жизнедеятельности самого зерна, амбарных вредителей и микроорганизмов. В весеннее-летний период, а также в осеннее-зимний наблюдается большая амплитуда колебаний температуры между отдельными слоями зерновой массы, что может привести к конденсации влаги на отдельных ее участках, увлажнению зерна.

Сорность — процентное отношение массы примесей к массе зерна — ухудшает качество зерна, увеличивает способность к самонагреванию при хранении и перевозке, уменьшает ценность зерна при технологической переработке.

Засоренность зерна посторонними примесями оценивается в процентах как отношение массы примесей к общей массе зерна. Примеси могут быть сорные и зерновые. Сорные различают двух видов: минеральные (земля, пыль, уголь, камешки) и органические (солома и др.). В свою очередь среди зерновых примесей различают сорные семена (семена дикорастущих растений), зерна с поврежденным ядром и вредные семена. Учитывают также степень зараженности зерна амбарными вредителями. Ее устанавливают по количеству таких вредителей в 1 кг зерна (табл. 24).

Дыхание — основной, важнейший физиологический процесс, протекающий в зерне. Зерно — живой организм, находящийся в покое и, следовательно, как в любом живом организме, в нем совершается

постоянный, хотя и медленный, обмен веществ, поддерживающий жизнь зародышевой клетки. Характер и интенсивность физиологических процессов, протекающих в зерновой массе при хранении, зависит не только от активности ферментативного комплекса зерна, но и от условий окружающей среды.

Таблица 24

Степени зараженности зерна амбарными вредителями

Степень зараженности	Клещи	Долгоносики
	в 1 кг зерна	в 1 кг зерна
Первая	1–20 вкл.	1–5 вкл.
Вторая	свыше 20	6–10
Третья	сплошной слой в виде войлока	свыше 10

Температура хранения, оказывает существенное влияние на интенсивность дыхания. При повышении температуры интенсивность дыхания возрастает, достигая максимума при температуре 50–55 °С, после чего начинает резко падать, что связано с началом гибели зерна. При этом снижается сыпучесть зерна, повышается его уплотнение, появляется затхлый, гнилостный запах. Зерно теряет свое качество, происходит постепенное разложение органического вещества в зерне. Самонагревание возможно также при значительной зараженности его вредителями (клещами, долгоносиками и т. п.). Поэтому при приеме зерна к перевозке необходимо контролировать и соблюдать установленные нормативы влажности (до 16 %), сорности, зараженности вредителями.

Продукты переработки злаковых культур

К таким грузам относятся следующие продукты: мука, крупа, жмых, комбикорм, макаронные изделия и т. д. Все они обладают повышенной способностью адсорбировать из окружающей среды влагу и посторонние запахи, что необходимо учитывать при организации их перевозки и хранения. Нормальная влажность продуктов (W) переработки зерна изменяется в пределах от 13 % (макаронные изделия) до 16 % (крупа), влажность отдельных продуктов указана в табл. 25.

При повышении влажности и температуры продукты переработки зерна самонагреваются и плесневеют. Повышение температуры муки и крупы стимулирует усиление процесса дыхания в их массе,

что вызывает усушку и значительную потерю массы продукта. В зависимости от исходного сырья и качества его обработки муку и крупу подразделяют на виды и сорта.

Таблица 25

Влажность продуктов переработки зерна

Наименование	W,%	Наименование	W,%
Крупа ячменная	15	Крупа, дробленая из кукурузы	16
Крупа овсяная	11	Рис	14
Крупа гречневая	14	Мука всех сортов	14
Крупа манная	14	Макаронные изделия	13

Мука — порошкообразный продукт, получаемый размолотом зерна с отбором или без отбора отрубей. Мука относится к наиболее распространенному виду переработки зерна и в несколько раз превышает количество вырабатываемых круп. Связано это с тем, что она является основным сырьем для производства многих видов пищевых продуктов. Основное назначение муки — это выработка широкого ассортимента печеного хлеба и хлебобулочных изделий. Для этих целей используется в основном пшеничная и ржаная хлебопекарная мука. Для макаронных изделий используется пшеничная макаронная мука, а в качестве обогатителя — соевая.

Пшеничная, овсяная, соевая и кукурузная мука находят применение в кондитерской промышленности. Гороховая, гречневая, рисовая, овсяная и соевая применяются при производстве пищевых концентратов, продуктов детского и диетического питания, а также мучных полуфабрикатов.

Широкое применение муки обуславливает ее видовое разнообразие. В настоящее время вырабатывается девять видов муки, которые объединяют в три группы:

- основные виды муки (пшеничная и ржаная);
- второстепенные виды (соевая, гороховая, кукурузная и ячменная);
- мука специального назначения (овсяная, гречневая и рисовая).

В муке, в процессе ее хранения, происходят сложные физико-химические процессы, в результате которых снижается ее качество. Основными из них являются:

- прогоркание, при этом появляется горький привкус, затем запах испорченного жира, мука может приобрести токсичные свойства, что во многом зависит от исходного качества муки

- (качества зерна), доступа воздуха, света, температуры и других факторов;
- прокисание, характеризуется появлением кислого вкуса и запаха, происходит в результате развития кислотообразующих бактерий, процесс протекает внутри массы муки;
 - плесневение, развивается при увлажнении в результате деятельности микроорганизмов, сопровождается появлением специфического затхлого запаха;
 - самосогревание муки, комплексный процесс, происходящий подобно самосогреванию зерновой массы; толчком к развитию может служить высокая температура, повышенное влагосодержание, неравномерное распределение влаги;
 - уплотнение — естественный физический процесс, имеет практическое значение при перевозках насыпью, происходит при неблагоприятных условиях перевозки, сопровождается образованием глыб (монолита), большое значение на интенсивность этого процесса оказывает изменение влагосодержания.

Кондиционное влагосодержание может меняться в зависимости от вида и сорта муки, но не должно превышать 15,5 %. В торговую сеть поступает мука, расфасованная в бумажные однослойные пакеты массой нетто 1–3 кг. Пакеты с расфасованной мукой упаковывают в ящики.

Крупа — пищевой продукт, вырабатываемый из зерен злаковых и бобовых культур, в оптимальных условиях может храниться без ухудшения качества до нескольких лет. Свойства круп в какой-то мере идентичны злаковым и бобовым культурам, но проявляются в значительно меньшей степени. Процесс дыхания практически отсутствует, самосогреванию крупа не подвержена. Оптимальное влагосодержание может колебаться от 10 до 14 %.

В крупяном сырье часто содержится большое количество разнообразных примесей, многие из которых трудноотделимы. Сорная примесь включает органические, минеральные вещества, семена культурных и сорных растений. Например, все семена других культурных и сорных растений относят к сорной примеси у зерна гречихи, проса, риса. Семена некоторых культурных растений, например ячменя, пшеницы, относятся к зерновой примеси у овса и т. д.

Муку и крупу затаривают в тканевые мешки массой 70 кг (допускается 50 кг). Тара для муки и крупы должна быть чистой, сухой, прочной и без повреждений. Мешки с мукой, семенами калиброванной кукурузы, крупой и другими зерновыми грузами укладывают

на поддоны в пакеты. При перевозке и хранении мука и крупа подвержены слеживанию, особенно в мешках нижних ярусов штабеля.

Макаронные изделия — это макароны, вермишель, лапша и различные суповые засыпки из теста. Макароны упаковывают в тканевые мешки, фанерные ящики и коробки из гофрированного картона. Ящики и коробки изнутри выкладывают упаковочной бумагой. Не допускается перевозка и хранение продуктов переработки зерна совместно с грузами, обладающими специфическими запахами или повышенной влажностью.

Жмых — продукт переработки семян масличных культур после выделения из них масла и прессования.

Важнейшая характеристика жмыхов — содержание остаточного (после прессования) растительного масла. Жмыхи содержат жира до 11–12 % (кунжутный, оливковый, рыжиковый), протеина 35–40 %, иногда до 50 % (хлопчатниковый, соевый).

Насыпная масса и удельный погрузочный объем жмыхов колеблются в пределах 0,6–0,64 т/м³ и 1,64–1,54 м³/т соответственно; пористость доходит до 20 %, усадка при перевозке до 8 %.

Угол естественного откоса меняется в широком диапазоне от 43°, при определенных критических частотах вибрации может приближаться к 0°; с увеличением влажности угол естественного откоса растет до определенного предела, затем резко снижается. Существенной особенностью жмыхов является наличие в их составе химических веществ, активно поглощающих влагу из воздуха. Это сочетание определяет особенность протекания процесса сорбции влаги жмыхами, от чего в значительной мере зависит интенсивность их самонагрева. В процессе перемещения жмых способен генерировать заряды статического электричества на поверхности своих частиц. Это делает существенной опасность накопления зарядов статического электричества и новообразования, так как предельная концентрация пыли жмыха находится в пределах 7,6–10,1 г/м³.

Шрот — разновидность жмыха, получается после дополнительного извлечения жира из жмыха методом экстрагирования, содержит жира до 3 %, поэтому менее склонен к самовозгоранию, но пыль взрывоопасна. Нижний предел взрывоопасности пыли подсолнечного шрота в воздухе — 7,6 г/м³. Жмых и шрот перевозят навалом в вагонах и в мешках, удельным погрузочным объемом 1,56–1,64 м³/т, а при погрузке в мешках — 1,69–1,73 м³/т.

Комбикорма составляют особую группу насыпных (зерновых) грузов, в состав которых входят более ста различных компонентов.

Наибольшая доля комбикормов — зерновая масса (65–70 % каждой тонны данного продукта). В состав комбикормов входят побочные продукты мукомольных и крупяных производств (отруби и мучка составляют 10–15 %), а также отходы производств растительных масел (жмых и шрот — 7–10 %). В состав комбикормов входят компоненты различного происхождения: мясная, мясокостная, кровяная, рыбная и креветочная мука и другие продукты, а также компоненты минерального происхождения (мел, поваренная соль, фосфаты и другие компоненты).

Для обогащения комбикормов питательными веществами их состав пополняется продуктами микробиологического синтеза — комбикормовыми дрожжами, аминокислотами и другими премиксами.

Минеральные добавки. Непременным компонентом комбикормов является сырье минерального происхождения: поваренная соль, сухомолотый мел, молотый ракушечник (ракушечная мука), фосфаты и другие ингредиенты. Соль относится к гигроскопичным веществам, поэтому быстро реагирует на изменения относительной влажности окружающей среды в поверхностном слое и в толще насыпи. В последнем случае и влажность изменяется менее интенсивно, с опозданием на 1–2 суток. Однако абсолютная влажность в этой зоне в 1,5–2 раза больше, чем в поверхностном слое. Поваренная соль обладает свойством адгезии к поверхности цилиндра (силоса) хранения и свойствами аутогезии — сцеплению частиц между собой.

Хранение мела в открытых емкостях существенно не изменяет его структуру. При изменении влажности окружающей среды влажность верхнего слоя (500 мм) изменяется не более чем на 9 %. Этот слой является изолятором, а ниже влажность меняется не более чем на 3 %. Характеристики основных компонентов минеральных добавок приведены в табл. 26.

Таблица 26

Характеристики основных компонентов минеральных добавок

Наименование	Влажность W, %	Объемная масса ρ , т/м ³	Угол естественного откоса, град.
Мел	4,98	1,023	45
Соль поваренная	1,22	1,114	43
Карбонит	9,10	0,549	35

Условия перевозок зерновых грузов

Зерновые грузы и продукты их переработки перевозятся насыпью в специализированных вагонах — хопперах для зерна (хоппер-зерновоз). Эти вагоны являются саморазгружающимися; имеют четыре загрузочных и шесть выгрузочных люков с резиновыми уплотнителями, исключающими наличие щелей и просыпание груза в процессе перевозки. Торцевые стенки зерновозов наклонены под углом внутрь вагона для ускорения выгрузки зерна в приемные бункеры. Продолжительность разгрузки — 5–6 минут после открытия люков.

В хоппер-зерновозах могут перевозиться различные сорта крупы (гречневая, кукурузная, овсяная и др.). Пригодность вагонов под погрузку зерновых грузов определяется с участием представителей Государственной хлебной инспекции.

Вагоны—муковозы состоят из четырех бункеров-емкостей с объемом 21,5 м³ каждый. Общий объем составляет 86 м³. Каждый бункер имеет загрузочный и разгрузочный люки. Разгрузка производится в межрельсовое пространство, в приемные емкости.

Особенность оформления перевозок хлебных грузов состоит в том, что к накладной должны быть приложены специальные документы (сертификаты) о качестве продуктов. Эти документы составляются на основе лабораторного исследования образцов из продуктов, загруженных в вагон. О приложении таких документов отправитель обязан указать при заполнении накладной в графе «Особые заявления и отметки отправителя».

Имеется шесть форм сертификатов качества в зависимости от вида зерновых грузов и условий перевозок. Формы 1–4 — соответственно на перевозку зерна, муки, крупы и комбикорма в пределах РФ; форма 5 — для зерна в международном сообщении; форма 6 — для перевозки комбикорма в международном сообщении.

Прием к перевозке зерна, предназначенного на кормовые цели, производится при наличии у грузоотправителя ветеринарного свидетельства.

Масса зерновых грузов в вагоне определяется отправителем и удостоверяется его подписью в накладной. Взвешивание может производиться на элеваторных весах в момент погрузки. При отсутствии элеваторных весов взвешивание производится на стационарных врезных вагонных весах у отправителя или на аналогичных весах перевозчика до погрузки в порожнем состоянии и после погрузки с оставкой на вагонных весах и расцепкой автосцепки.

Выдача груза, перевозимого насыпью в вагонах-зерновозах, производится получателю по целости запорно-пломбировочных устройств.

Часть продуктов переработки зерновых грузов перевозится в мешках в крытых вагонах; мешки укладываются по высоте до 8–12 рядов. Выдача получателю производится с проверкой числа мест.

Условия хранения зерновых грузов

Зерновые грузы относятся к устойчивому в хранении при надлежащих условиях сырью. Основное количество зерна хранят на элеваторах — крупных полностью механизированных зернохранилищах. Емкости для хранения зерна представляют собой вертикально поставленные цилиндры—силосы из железобетона диаметром 6–10 м и высотой 15–30 м. Верхняя часть оборудована для загрузки зерна, нижняя заканчивается конусом для его выгрузки. Внутри силосов на расстоянии 1 м друг от друга по высоте смонтированы термодары для определения температуры хранящейся насыпи зерна. Провода термодар выведены на единый пульт, и оператор, наблюдающий за сохранностью продукта, может в любой момент узнать температуру зерновой массы практически в любой точке силоса. Кроме того, каждый силос оборудован установкой для проведения активного вентилирования — устройством для продувания воздуха через толщу хранящегося зерна.

Условия хранения. Поступающее на элеватор зерно после лабораторного анализа объединяют по массе в крупные партии, соответствующие емкости силоса (от 300 т до 15 тыс. т).

При этом не допускается смешивание зерна, относящегося к разным типам и подтипам, так как они обладают разными хлебопекарными свойствами. Нельзя смешивать зерно, имеющее разную влажность и засоренность. Отдельно от здорового хранят и обрабатывают зерно, зараженное амбарными вредителями, и дефектное — морозобойное, проросшее, головневое, пыльное и др.

Очистка зерновой массы от посторонних примесей производится сразу после его поступления в зернохранилище. Семена сорняков, вегетативные органы растений имеют более высокую влажность; запах пахучих сорняков частично абсорбируется зерном, и чем дольше они будут находиться в соприкосновении, тем больше зерна может испортиться. Кроме этого, экономически нецелесообразно расходовать дополнительную энергию на сушку примесей и занимать объемы хранилищ их хранением.

Сушка зерна — ответственная технологическая операция перед закладкой на хранение. Оптимальные результаты дает сушка зерна теплым сухим воздухом. Однако более экономичной является сушка воздухом в смеси с топочными газами. В этом случае качество зерна во многом будет зависеть от вида топлива. Не рекомендуется использовать дрова, придающие зерну запах дыма. Каменный уголь, особенно содержащий много серы, при сгорании образует сернистый ангидрид, который частично может поглощаться зерном и ухудшать качество клейковины. Кроме того, в топочных газах, образующихся при сжигании каменного угля, содержится повышенное количество полициклических ароматических веществ, обладающих канцерогенными свойствами.

В процессе хранения производят анализы качества зерна, сушку при температуре не более 45 °С и при необходимости очистку. Продолжительность хранения — от 5 до 15 лет, запас зерна может обновляться через 3–5 лет.

Общая характеристика. Номенклатура лесных грузов

Лесные грузы используются в различных отраслях промышленности, в строительстве, в горных выработках, в шахтах, в качестве сырья для получения пиломатериалов, шпал, фанеры, целлюлозы и изделий из нее, а также дубильных экстрактов, древесного угля и других продуктов. Лесные грузы, предъявляемые к перевозке, делятся условно на три большие группы: круглый лес, пиломатериалы, изделия из древесины.

В общем объеме перевозок лесоматериалов наибольшую долю составляют круглые лесоматериалы (65 %) и пиломатериалы (20 %).

Круглые лесоматериалы (круглый лес) — это материалы из древесины, сохранившие ее природную структуру и химический состав. Лесоматериалы подразделяются на необработанные и обработанные. Необработанные лесоматериалы — это продукция лесозаготовительной промышленности, которую получают из спиленных деревьев.

После очистки стволов от ветвей получают так называемые «хлысты», объем перевозки которых составляет незначительную величину (примерно 2 %). Далее разделяют ствол поперек на части требуемой по ГОСТ длины и диаметра. Поперечное сечение таких материалов близко к форме круга, поэтому они называются круглыми.

В свою очередь лес круглый в зависимости от длины и диаметра делят условно на три группы: длинномерный, средних размеров и короткомерный. Основная номенклатура и параметры круглых лесоматериалов представлены в табл. 27.

Таблица 27

Основная номенклатура и параметры круглых лесоматериалов

Наименование лесоматериалов	Параметры	
	длина, м	диаметр, см
Лес круглый длинномерный (L>3 м)		
Судостроительный	8–14	более 22
Столбы	4–18	8–36
Строительный	4–6	более 14

Наименование лесоматериалов	Параметры	
	длина, м	диаметр, см
Пиловочник	3–7	14
Долготье рудничные	до 7	7–11
Долготье балансовые	8–14	до 6,5
Тарный кряж	3–6,5	более 10
Лес круглый короткомерный (1<3м)		
Балансы хвойные для ЦБК	1–3	10–25
Пропсы хвойные (рудничная стойка)	1–3	6–25
Кряжи, дрова	без стандартных размеров	

Пиломатериалы составляют вторую большую группу лесных грузов, они получаются путем соответствующей обработки и распиловки бревен. Распиловка бревен может быть радиальной, тангенциальной и смешанной. Пиломатериалы с отпиленной кромкой (со всех четырех сторон) называются обрезными; по назначению они делятся на строительные, столярные, тарные, специальные и экспортные.

По форме поперечного сечения и его размерам (ширина b и толщина h) различают следующие подгруппы пиломатериалов: доски ($A > 2A$), бруски ($b \leq 2h$), брусья (b и $h > 100$), горбыли и обзол.

По способу обработки различают: лес тесаный — брусья и шпалы сечением 250х250 мм при длине 2,8 м; лес колотый — паркет, бочарная клепка, тарная дощечка, кровельная плитка. К пиломатериалам относят также полуфабрикаты — заготовки для производства лыж, весел, полов и т. д.

Основные свойства лесных грузов

Все свойства лесных грузов, определяющие цели использования в производстве древесины и их физико-технической характеристики, зависят в первую очередь от породы дерева. По этому важнейшему признаку различают: хвойные (ель, сосна, кедр и др.) и лиственные (дуб, береза, ольха и др.) породы.

Наиболее важными физическими свойствами древесных пород являются: твердость, удельная масса, влажность, цвет, запах, наличие различных пороков древесины.

Твердость древесных пород определяется наличием и суммарным объемом внутри древесины пустот и пор, т. е. пористостью. По твердости различают самые твердые породы (черное дерево), очень твердые

породы (дуб, граб, ясень, клен), твердые породы (береза, лиственница, ель), слабой твердости (ива, осина, тополь, липа).

Удельная масса лесных материалов изменяется от 0,36 до 1,2 т/м³ в зависимости от твердости и влажности, а плотность, т. е. чистая масса в заданном объеме без учета пористости и влажности, для любой породы древесины составляет 1,5–1,56 т/м³. Например, свежесрубленный граб имеет плотность 1,06 т/м³, а абсолютно сухой, но с учетом пор и пустот — 0,76 т/м³. В связи с резкими колебаниями удельной массы и влажности древесины основной единицей учета лесоматериалов является «плотный кубический метр» — т. е. единица объема без учета зазоров между отдельными бревнами, брусьями, досками.

Влажность древесины влияет на ее биологические и механические свойства и массу. Влага содержится в свободном (капиллярном) и в химически связанном состоянии. При высушивании теряется в первую очередь капиллярная влага, при этом изменяется только масса древесины. Дальнейшее высушивание за счет молекулярной влаги приводит к объемной усушке (примерно на 5–6 %) и увеличением прочности древесины. Высушивание до 17–20 % относительной влажности приводит к необратимым изменениям, которые препятствуют обратному впитыванию влаги. Быстрое высушивание при неправильном хранении вызывает растрескивание концов, коробление и потерю качества древесины.

На практике по степени влажности различают древесину: мокрую, длительное время находившуюся в воде, влажность W которой более 100 %; свежесрубленную, сохранившую влажность растущего дерева 50–100 %; воздушно-сухую, $W = 15+20$ %, выдержанную на открытом воздухе; комнатно-сухую, $W = 8+12$ %, долгое время находившуюся в отапливаемом помещении и абсолютно-сухую — $W = 0$ %, высушенную при температуре 103 ± 2 °С.

Цвет (окраска) и, особенно, его изменение снижают товарный вид, но не изменяют механических свойств. Однако появление на древесине серых пятен, цветных полос, синевы, желтизны свидетельствуют о заражении древесины грибками и о начале разрушения. Грибки размножаются спорами, легко переносятся ветром и водой. Пораженная грибом древесина не только быстро разрушается, но и опасна для «здоровья» других лесоматериалов. При заболевании древесины появляются характерный затхлый запах.

Поражение насекомыми древесины происходит при ее хранении на освещенных площадках, особенно на неокоренных стволах в теплое время года при температуре 18–24 °С и влажности воздуха 60–90 %.

Наиболее опасны жуки-усачи, повреждающие хвойные породы дерева; их личинки делают отверстия (червоточины) диаметром 5–8 мм, на глубину 30–70 мм; имеются и другие виды вредителей (жуки-короеды, сверлильщики дерева и тому подобное).

Химические свойства древесины неоднозначно влияют на ее физические свойства. Древесина состоит преимущественно из органических веществ (99 % общей массы). Элементарный химический состав древесины различных пород практически одинаков. Абсолютно сухая древесина содержит примерно 49 % углерода, 44 % кислорода, 6 % водорода, 0,1–0,3 % азота. При сжигании остается ее неорганическая часть — зола. В состав золы входит: кальций, калий, натрий, магний и другие элементы.

Обеспечение сохранности лесоматериалов на складах

Лесные склады по назначению делятся на заготовительные (прирельсовые и приречные) и промышленные: лесоперерабатывающих заводов, лесных баз, транспортных организаций, объектов строительства.

Лесоматериалы на складах укладываются в штабеля различных типов: плотные, рядовые, пачковые, пакетные. Типы и размеры штабелей выбирают с учетом обеспечения сохранности древесины, безопасности работающих на складе людей, полного использования складской площадки и в соответствии с техническими характеристиками погрузо-разгрузочных машин и штабелирующих механизмов.

Лесные грузы хранятся на складах отдельно по породам дерева, по сортаментам, сортам и размерам.

Круглый лес хранится на открытых площадках в штабелях. Площадка должна быть очищена от мусора, травы и спланирована. По краям площадки устанавливаются водоотводные кюветы и дренажи. Основание штабеля выполняется из бревен или железобетона высотой 250 мм. В штабеле круглый лес укладывается плотно или разрежено на подкладках. При разреженной укладке расстояние между бревнами в горизонтальном ряду должно быть не менее 50 мм. Бревна нижнего ряда в штабеле располагаются с промежутками 300–400 мм. При штабелировании круглого леса без прокладок бревна укладываются рядами один перпендикулярно к другому, образуя устойчивые клетки. Пространство между клетками штабеля заполняют бревнами, располагая их комлями в противоположные стороны, или ограждают штабели столбами.

Штабель круглых лесоматериалов может быть рядовым (при укладке отдельными бревнами) и пачковый, который образуется из

нескольких пачек—пакетов массой 3—12 т каждая, укладываемых друг на друга или в специальные стеллажи. Размеры штабелей зависят от размера леса, применяемого на складе оборудования и способа хранения лесоматериалов, которые, в свою очередь, зависят от стойкости различных пород древесины, климатических условий, сроков хранения и назначения лесоматериалов.

По *характеру микроклимата* различают следующие способы хранения круглых лесоматериалов: влажный, сухой и химический.

Влажный способ (мокрый или сухой) предусматривает рядовую и плотную укладку круглого леса с затенением торцов и укрытием межштабельных интервалов; замораживание, снегование, дождевание и затопление. Этот способ применяется для неокоренных лесоматериалов, подлежащих механической обработке — распиловке, лущению и другим видам переработки.

Сухой способ — для окоренных лесоматериалов, используемых в строительстве в круглом виде. Бревна укладываются в штабеля — разреженные и рядовые. Разреженные — с интервалом между штабелями 5 м и более, рядовые — вплотную, располагая их вдоль господствующих ветров.

Химический способ предусматривает токсичную обработку неокоренных лесоматериалов ядохимикатами.

Для защиты лесоматериалов от насекомых и поражения грибками применяют различные химические препараты, влагозащитные, антисептические покрытия.

Хранение и защита лесоматериалов от потери качества на складах производится с учетом каждого вида сортамента, его дальнейшего использования в строительстве или промышленности. По способности противостоять разрушению насекомыми, грибами и растрескиванию древесину делят на два класса: стойкие и нестойкие породы (табл. 28).

Пиломатериалы — вторая большая группа лесных грузов, соответствующим образом подготовленная к перевозке и потреблению для нужд промышленности и народного хозяйства. Их размещают на открытых складах и защищают от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей. Заготовки и изделия из древесины, а также сухих материалов твердых лиственных пород первого сорта хранят в сухих вентилируемых крытых складах.

Пиломатериалы хранятся в штабелях на специальном основании, сделанном из бетона или кирпича, для предупреждения гниения, поражения различными грибками и вредителями древесины. Пиломатериалы укладывают на ленточный фундамент в стопы пакетами с разделением пакетов сухими прокладками. Расстояние между ося-

ми отдельных единиц фундамента должно быть 2,0–2,5 м, для предупреждения прогиба досок, высота фундамента 0,6–0,75 м. Поверх фундамента укладывают брусья толщиной больше 110 мм. Доски в штабеле хранят правильными рядами или пакетами. Для защиты от солнца и атмосферных осадков штабель пиломатериалов накрывают односкатной или двускатной крышей с уклоном 0,12 из досок в два слоя с перекрытием стыков. Крыша должна выступать на 0,5 м, в промежутки между штабелями и на 0,75 м — в проезд.

Таблица 28

Классификация древесины по способности противостоять разрушению насекомыми, грибами и растрескиванию

Класс стойкости	Породы, противостоящие		
	повреждению		растрескиванию
	насекомыми	грибами	
Стойкие породы	Пихта, береза, бук, граб, клен, ольха, осина, тополь, явор	Пихта, дуб, ильмовые, клен, явор, ясень	Ель, сосна, пихта, кедр, ольха, осина, липа, тополь, береза
Нестойкие породы	Ель, сосна, лиственница, кедр, дуб, ильмовые, ясень	Ель, сосна, лиственница, кедр, береза, бук, граб, ольха, тополь, липа	Лиственница, бук, граб, ильмовые, явор, клен, дуб, ясень

Отходы (щепка, стружка, опилки) хранятся на открытых складах, под навесом и в бункерах, продолжительность хранения не должна превышать 4 месяца в теплый период года и 6 месяцев в холодный.

На открытых складах необходимо устраивать противопожарные разрывы шириной 25 м через каждые 150 м длины складов; предусмотреть противопожарный водоем или водопровод.

Обеспечение сохранности лесоматериалов при перевозках

Лесоматериалы перевозятся по железным дорогам в универсальных вагонах (полувагонах, платформах, крытых) или на специальных вагонах (платформах-хлыстовозах, платформах со специальными приспособлениями для надежного крепления длинномерных лесоматериалов). Эти вагоны могут принадлежать парку ОАО «РЖД», быть арендованными или собственностью грузовладельцев.

Для размещения и крепления лесоматериалов в вагонах применяются растяжки, обвязки, упорные распорные бруски, стойки, подкладки, щиты, гвозди и другие приспособления одноразового

применения, а также крепления многократного использования (стяжки, стропы и др.).

Лесоматериалы размещаются в вагонах с максимальным использованием габарита погрузки, т. е. «с шапкой». Размещение и крепление лесоматериалов осуществляется в соответствии с Техническими условиями погрузки и крепления грузов (ТУ, № ЦМ-943-2003 г.) с учетом изменений и дополнений к ним, издающихся периодически. В связи с обширной номенклатурой лесоматериалов и необходимостью обеспечить сохранность груза и безопасность движения в ТУ представлено более 75 различных схем крепления лесоматериалов.

Крепление штабелей, пакетов и отдельных длинномерных лесоматериалов с применением вышеуказанных крепёжных приспособлений требует больших затрат труда и материалов, стяжки и стропы многократного применения теряются и не всегда возвращаются. Кроме того, крепления указанных видов в пути следования ослабевают в результате усушки лесоматериалов и может возникнуть необходимость усиления крепления или даже перегрузки в другой вагон, чтобы обеспечить безопасность движения от развала лесоматериалов.

На собственные или арендованные платформы (согласно ТУ) может быть установлено специальное вагонное оборудование типа ВО-162 и ВО-118. Перед установкой такого оборудования с платформы снимают торцевые и боковые борта. На платформы устанавливаются торцевые секции (ВО-162) высотой над УТР 4750 мм и боковые вертикальные стойки с цепями (или передвижные секции—рамы типа ВО-118 без обвязочных цепей).

Каждая торцевая стенка устанавливается на раму платформы симметрично ее продольной оси. Между торцевыми стенками на раму платформы устанавливаются 6–8 металлических рам, состоящих из двух стоек и поперечной подкладки (гребенки). Стойки и подкладки представляют собой единую металлическо-монокристаллическую конструкцию (ВО-118). Каждая стойка имеет удлинитель (Г-образный поворотный кронштейн), который после погрузки поднимают и поворачивают на 100 градусов специальным устройством.

Лесоматериалы (круглый лес) принимаются к перевозке по железной дороге по числу штабелей, пакетов или по количеству штук в вагоне.

При приеме по числу штук (бревен и хлыстов) объем древесины $V_{\text{пр}}^{\text{шт}}$, м³ в вагоне составляет:

$$V_{\text{пр}}^{\text{шт}} = N \cdot S_{\text{ср}} \cdot l_{\text{ст}}^{\text{шт}}, \quad (29)$$

где N — количество лесоматериалов в вагоне, шт.;

$S_{\text{ср}}$ — средняя площадь торцов отдельных бревен, шпал, брусьев и других единиц номенклатуры, м²;
 $l_{\text{ст}}^{\text{ш}}$ — стандартная длина лесоматериалов, м.

В остальных случаях по числу пакетов или штабелей:

$$V_{\text{ср}}^{\text{пак}} = K_{\text{д}} \cdot V_{\text{пак}} \cdot n_{\text{пак}} ; \quad (30)$$

$$V_{\text{пак}} = L_{\text{пак}} \cdot h_{\text{пак}} \cdot b_{\text{пак}} , \quad (31)$$

где $L_{\text{пак}}$, $h_{\text{пак}}$, $b_{\text{пак}}$ — параметры пакета по длине, высоте и ширине, м;
 $n_{\text{пак}}$ — число пакетов в вагоне, шт. ;
 $K_{\text{д}}$ — коэффициент полнодревесности пакета (штабеля), учитывающий зазоры между отдельными единицами в пакете (табл. 29).

Масса груза в вагоне определяется отправителем

$$Q_{\text{гр}} = V_{\text{гр}}^{\text{ш(пак)}} \cdot \rho_{\text{уд}} , \quad (32)$$

где $\rho_{\text{уд}}$ — удельная масса древесины, т/м³.

Таблица 29

Порода древесины	Коэффициент полнодревесности			
	для круглых лесоматериалов			для пиломатериалов
	неокоренных	грубоокоренных	окоренных	
Ель, пихта	0,7	0,75	0,77	0,74–0,93
Сосна	0,68			
Береза	0,67			
Липа	0,67			
Лиственница	0,64			

При оплате за перевозку минимальная весовая норма (МВН) согласно прейскуранту 1001 составляет при перевозке в полувагоне 44 т, а на платформе — 58 т.

Для упаковки пакетов пиломатериалов и подготовки их к перевозке используют полиэтиленовую пленку. Полиэтиленовая пленка является 100 % утилизируемым материалом и может быть использована после переработки для производства других продуктов. По окончании использования полиэтиленовая пленка может быть

сожжена, при этом в атмосферу будет выделяться только углекислый газ и вода. Использование пленки, стойкой к ультрафиолетовому излучению, предотвращает гниение и затемнение древесины и препятствует появлению разрушающих грибков.

Упаковка пиломатериалов может производиться с помощью полиэстеровой ленты, которая обеспечивает оптимальную сохранность груза при перевозке, выполнение погрузочно-разгрузочных работ и хранение. В отличие от прочих материалов, которые при динамической нагрузке (в процессах перевозки) постепенно растягиваются и натяжение пленки ослабевает, полиэстеровая упаковка пиломатериалов обладает возвратной памятью и плотно связывает пакет. В нижней плоскости пакета могут оставаться специальные «продыхи» для воздухообмена внутри пакета и предупреждения конденсации влаги.

Продукты переработки отходов лесопиления

В результате заготовки лесоматериалов на лесосеках и их первичной механической обработки получают круглые пиломатериалы и пиломатериалы различного назначения и параметров, а также отходы лесопиления в виде технологической щепы, опилок, стружек, коры и других отходов. В результате дополнительной обработки отходов получают изделия из древесины, которые объединяются в следующие группы: технологическая щепа, опилки, стружки, древесная мука и другие виды.

Технологическая щепа — результат дробления отходов пиления леса, используется для изготовления бумаги, картона и других продуктов, выпускаемых целлюлозно-бумажными комбинатами (ЦБК); для гидролизного производства при изготовлении древесноволокнистых плит (ДВП) и древесно-стружечных плит (ДСП).

Технологическая щепа является однородным сыпучим грузом, обладает такими свойствами как сыпучесть, слеживаемость, смерзание и сводообразование. Технологическая щепа делится на две группы в зависимости от породы дерева: щепа хвойных пород и щепа лиственных пород. Основные характеристика щепы: длина 15—25 мм, толщина (ширина) 5 мм, транспортная влажность 7—90 %.

Насыпная масса технологической щепы зависит от степени измельчения и влажности. С увеличением влажности насыпная масса увеличивается. При влажности 20 % насыпная масса щепы (сосны) составляет 0,2 т/м³, а при влажности 100 % — 0,3 т/м³. Сыпучесть при этом уменьшается. Угол естественного откоса составляет 40—45°. Технологическая щепа смерзается при температуре –5 °С. При перевозке в вагоне температура смерзания снижается до –2 °С, что приводит к за-

труднению выгрузки из люков полувагонов. Древесную щепу хранят на открытых площадках с постоянным контролем температуры штабеля.

Опилки, стружки, мука древесная имеют более мелкие фракции и обладают свойствами технологической щепы в большей степени. Известны способы использования опилок и других отходов лесопереработки (биомассы) в газогенераторах с получением газообразного топлива, топливных брикетов, древесных гранул.

Древесные гранулы — это цилиндрически прессованные изделия из опилок, муки (древесной) и стружек. Параметры таких гранул составляют: диаметр 7 мм, длина 14–35 мм, влажность 12 %, теплота сгорания 17,5 МДж/кг. Разрабатываются и другие способы использования отходов лесоперерабатывающей промышленности.

Химическая переработка древесины. В результате химической переработки древесины получают целлюлозу, бумагу, картон, древесный уголь, смолу, канифоль, фенол, скипидар, деготь, уксусную кислоту, этиловый и метиловый спирт, глюкозу, ацетон, дубильные вещества, искусственные волокна, витамины, камфару, клей, порох, множество других веществ. Продукцию лесохимии используют в производстве синтетического каучука, резинотехнических изделий, фото- и киноплёнки, лаков и красок, пластмасс. Получают также препараты для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, средства борьбы с сорняками. Значительное количество лесохимической продукции потребляет химико-фармацевтическая, текстильная, легкая и пищевая отрасли промышленности.

Лесохимическая промышленность широко использует в качестве сырья отходы лесозаготовительной промышленности и механической обработки древесины — опилки, хвою, щепу, сучья, кору, а также менее качественную древесину мелколиственных пород.

На основе чистых безопасных природных компонентов: цемента, песка, древесных опилок получают новый строительный материал — опилкобетон. Благодаря высокому содержанию органического наполнителя (опилок) опилкобетонные блоки имеют хорошие показатели звукопоглощения и паропроницаемости, соответствуют древесине и обеспечивают отличный микроклимат.

Применение в качестве добавок хлорида кальция или сульфата аммония позволяет не только ускорить процесс твердения бетона, но и полностью нейтрализовать негативное влияние органических наполнителей на цементные составляющие бетона. Введение гидрофобизирующих добавок позволяет получить практически водонепроницаемые, прочные, долговечные опилкобетоны — «Добролит».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом : сборник. — Кн. 1. — М. : Юртранс, 2003 — 712 с.
2. Правила перевозки грузов железнодорожным транспортом. Общие требования (Сборник руководящих документов МПС РФ, Минтранса России, 2015 год. 27 нормативных документов). — Изд. 3-е, доп. и перераб.
3. Правила безопасности при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом. РД15-73-94.
4. Аварийные карточки на опасные грузы, перевозимые по железным дорогам СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики. Утв. на 48 заседании Совета по железнодорожному транспорту, 29–30 мая 2008.
5. Тарифы на перевозки грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые Российскими железными дорогами. Прейскурант № 10-01 : ч. 1. МПС РФ. — М., 2003. — 151 с.
6. Транспортная тара : справочник / А. И. Телегин [и др.] — М. : Транспорт, 1989. — 216 с.
7. Упаковка грузов : справочник / Н. В. Акимов [и др.] — М.: Транспорт, 1992. — 380 с.
8. Таблицы калибровки железнодорожных цистерн. — М. : Техинформ, 2010. — 148 с.
9. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. — М. : Юртранс, 2003. — 544 с.
10. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам. — ОАО «РЖД»/Техинформ, 2010. — 516 с.
11. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам/ МПС РФ. — М., 1997. — 434 с.
12. Джин-Фу С. А. Перевозка опасных грузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2007. — 97 с.
13. Брагин А. М. Грузоведение : метод. указания для практ. занятий / А. М. Брагин, О. В. Молчанова. — Екатеринбург : УрГУПС, 2011. — 64 с.