

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

Кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие для практических занятий

Гомель 2008

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

Кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие для практических занятий

Одобрено методической комиссией факультета УПП

Гомель 2008

УДК 656.225(075.8)
ББК 39.28
Г90

А в т о р ы: И. А. Еловой, Н. П. Негрей, С. В. Смышленова, Л. В. Хрулькова

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доц. кафедры «Транспортные узлы»
В. А. Подкопаев (УО «БелГУТ»).

Грузоведение : учеб.-метод. пособие для практ. занятий / И. А. Еловой
Г90 [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Го-
мель : БелГУТ, 2008. – 47 с.
ISBN 978-985-468-370-6

Рассматриваются вопросы, связанные с транспортными характеристиками грузов: объемно-массовыми параметрами, физико-химическими, биологическими и другими свойствами, определяющими условия перевозок грузов; разработкой мер по обеспечению их сохранности, снижению потерь при перевозках; выбором и расчетом конструкции тары, безопасностью перевозки, а также рациональной загрузкой транспортных средств и складских емкостей.

Предназначено для студентов специальности “Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном)” при изучении дисциплины «Грузоведение».

УДК 656.225(075.8)
ББК 39.28

ISBN 978-985-468-370-6

© Оформление. УО «БелГУТ», 2008

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| Практическое занятие № 1. Общая классификация грузов и их физико-механические свойства | 5 |
| Практическое занятие № 2. Номенклатуры грузов. Условия перевозки и хранения. Выбор вида тары. | 13 |
| Практическое занятие № 3. Многооборотная тара. Условия применения. | 18 |
| Практическое занятие № 4. Пакетирование. Прочность транспортной тары. . . | 21 |
| Практическое занятие № 5. Выбор и расчет параметров амортизирующих материалов | 24 |
| Практическое занятие № 6. Определение объемной массы и удельного веса насыпного груза | 28 |
| Практическое занятие № 7. Определение углов обрушения, насыпания, естественного откоса насыпного груза. | 30 |
| Практическое занятие № 8. Совместимость при перевозках опасных грузов. . . | 33 |
| Практическое занятие № 9. Определение влажности зерна | 37 |
| Список использованной литературы | 40 |
| Приложение А Исходные данные | 41 |
| Приложение Б Образцы знаков опасности, наносимых на вагоны и контейнеры с опасными грузами. | 47 |

ВВЕДЕНИЕ

Теоретические основы рациональной организации транспортного процесса разрабатывает наука об управлении грузовой и коммерческой работой транспорта, включающая в себя согласование объемов перевозок грузов, вопросы планирования, организации и механизации погрузочно-разгрузочных работ, коммерческой эксплуатации, технологии перевозки грузов различными видами транспорта.

Грузоведение, как научная дисциплина, представляет собой часть общей науки об управлении грузовой и коммерческой работой транспорта, неразрывно связано с остальными ее разделами и является основой для разработки технологии перевозки грузов.

В дисциплине “Грузоведение” рассматриваются вопросы, связанные с условиями перевозок грузов, обеспечением сохранности грузов при перевозке, погрузочно-разгрузочных работах и хранении, безопасностью перевозки, а также рациональной загрузкой транспортных средств и складских емкостей.

Для того чтобы решать эти важные для железнодорожного транспорта задачи, необходимо изучение транспортных характеристик грузов, их специфических свойств, принципов подготовки грузов к перевозке, причин потерь и мероприятий по их сокращению.

Цель преподавания дисциплины – подготовка специалиста к практической и научной работе в области обеспечения сохранности перевозимых грузов в количественном и качественном отношении на всех этапах перевозочного процесса, правильного выбора подвижного состава, обеспечения охраны труда при грузовых операциях и защиты окружающей среды от вредного воздействия перевозимых грузов.

Изучив дисциплину, студент должен знать физико-химические свойства и объемно-массовые характеристики грузов, влияние транспортной характеристики на условия перевозки, перегрузки и хранения, виды тары и упаковочных материалов, обеспечивающих сохранность перевозимых грузов, способы размещения и крепления грузов в вагонах, причины потерь грузов при перевозке, мероприятия по сокращению потерь и т.д.

Студент должен уметь правильно классифицировать предъявленный к перевозке груз, определить его транспортную характеристику, выбрать условия перевозки и хранения, тип тары и упаковки, выбрать способ размещения.

При изучении теоретических вопросов и выполнении практических занятий студент получает знания о транспортных характеристиках грузов, их взаимодействии с окружающей средой и между собой, взаимосвязи транспортного состояния грузов с технологией и организацией транспортного процесса, а также навыки в решении практических вопросов по определению объемно-массовых характеристик грузов и выбору способа перевозки.

Практическое занятие №1

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ И ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1 Общая классификация грузов

Различают транспортную классификацию и классификацию, применяемую для нормирования и учета погрузочно-разгрузочных работ.

Транспортная классификация строится в зависимости от вида и состояния грузов, предъявляемых к перевозке, типа их упаковки и способов погрузки и перевозки, обеспечивающих сохранность продукции. В транспортной классификации все грузы объединены в три группы: сухогрузы, наливные и живность (рисунок 1.1).

Каждая группа делится на подгруппы, объединяющие грузы, сходные по их транспортным характеристикам и условиям перевозки.

Насыпные грузы допускаются к перевозке по железным дорогам насыпью. К ним относятся: рожь, пшеница, овес, ячмень, гречиха, просо, кукуруза в зерне и в початках, семена масличных и бобовых культур, рис нерушенный, мельничные и зерновые отходы, отруби, комбикорма. Другие зерновые культуры, а также муку, крупу и семена калиброванной кукурузы перевозят в таре и относят к подгруппе тарно-упаковочных грузов.

К **навалочным грузам** относятся твердое топливо, руда, минерально-строительные материалы, лесоматериалы и т. д. Как правило, навалочные грузы принимают к перевозке без счета мест. Различают навалочные

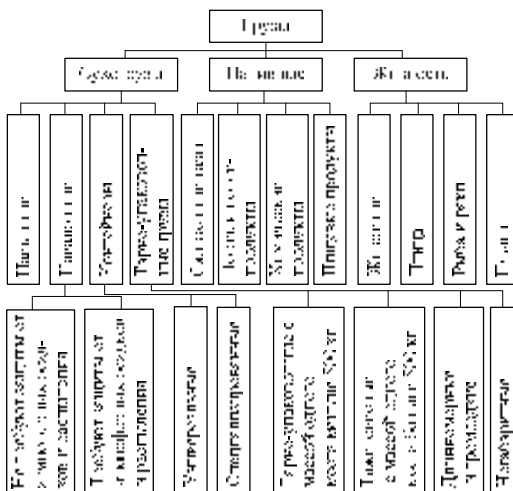


Рисунок 1.1 – Транспортная классификация

грузы, которые не требуют защиты от атмосферных осадков и распыления (твердое топливо, руда, кирпич, лес), и грузы, подверженные распылению, загрязнению и порче от атмосферных осадков (цемент, известь, соль, минеральные удобрения). Перевозка первой группы навалочных грузов допускается на открытом подвижном составе, а грузов второй группы – в универсальных крытых и специализированных вагонах и контейнерах.

Тарно-упаковочные и штучные грузы включают множество наименований промышленной продукции и товаров народного потребления. Эти грузы отличаются значительным разнообразием видов тары, упаковки, формы и объемно-массовых характеристик отдельных грузовых мест. В зависимости от объемно-массовых характеристик тарно-упаковочные и штучные грузы подразделяются на четыре группы. Первую группу составляют грузы, имеющие массу отдельных мест менее 500 кг. Их, как правило, перевозят в крытых вагонах и универсальных контейнерах. Тарно-упаковочные и штучные грузы второй, третьей и четвертой групп, называемые тяжеловесными, перевозят на открытом подвижном составе, а иногда в контейнерах.

К наливным относятся жидкие грузы, перевозимые наливом в цистернах и бункерных полувагонах.

К живности относятся: крупный и мелкий рогатый скот, лошади, верблюды, дикие звери, птица всякая, живая рыба и рыбопосадочный материал, раки и пчелы.

В зависимости от *специфических свойств и условий транспортирования* все грузы могут быть классифицированы на 11 групп.

Первую группу составляют *скоропортящиеся грузы*, т. е. грузы, требующие защиты от действия высоких или низких температур окружающей среды. К ним относятся продукты полеводства, огородничества, садоводства, животноводства, птицеводства и рыбной промышленности.

Характерной особенностью грузов второй группы является *гигроскопичность* – способность поглощать свободную влагу воздуха. Поглощение влаги некоторыми грузами приводит к изменению массы, объема, физико-химических свойств, к прямым потерям или порче груза. К гигроскопичным грузам относятся соль, сахар, цемент, хлопок и др.

К третьей группе отнесены грузы, *легко аккумулирующие посторонние запахи* (продукты перемола, чай, сахар). Несоблюдение надлежащих условий перевозки может привести к порче таких продуктов.

Грузы, *обладающие специфическими запахами*, которые при совместном хранении или перевозке могут привести к порче других грузов, включены в четвертую группу. Специфическими запахами обладают рыбопродукты, кожсырье, табачные изделия, нефтепродукты.

Пятую группу составляют грузы, *устойчиво сохраняющие свои характерные физико-химические свойства* в процессе перевозки и хранения, не претерпевающие заметных изменений: это минерально-строительные материалы, руды черных и цветных металлов, каменный уголь, лесоматериалы и т. д.

В шестую группу включены *навалочные грузы, теряющие* при транспортировании свойство сыпучести в результате смерзания или спекания отдельных частиц. К смерзающимся или спекающимся грузам относятся колчедан, гранулированный шлак, каменный уголь, калийная соль и т. д.

Седьмая группа состоит из *слеживающихся навалочных грузов*, у которых при длительном хранении или перевозке происходит потеря подвижности частиц продукта в результате давления верхних слоев груза. К слеживающимся грузам относятся цемент, глина, торф и т. д.

Опасные грузы объединены в восьмую группу. Эти грузы могут послужить причиной взрыва, пожара, заболевания, отравления или ожогов людей и животных, а также вызвать порчу или повреждение других грузов, подвижного состава, устройств и сооружений. К опасным грузам относятся: вещества, способные к образованию взрывчатых смесей; сжатые и сжиженные газы; самовозгорающиеся вещества; вещества, воспламеняющиеся от действия воды; легковоспламеняющиеся; едкие; ядовитые; радиоактивные; сильнодействующие ядовитые; взрывчатые грузы и предметы, ими снаряженные.

Девятую группу составляют грузы, которые в процессе перевозки и хранения способны к *значительным потерям массы*: овощи, бахчевые культуры, мясные продукты и т. д.

К десятой группе отнесена *живность*. *Продукция машиностроения* объединена в одиннадцатую группу.

Грузы, перевозимые на открытом подвижном составе, **в зависимости от основных свойств, способов размещения и крепления** в вагоне подразделяются на три группы:

1) *сыпучие и кусковые грузы*, перевозимые навалом: минерально-строительные материалы, каменный уголь, руда, торф и т. д. Дополнительного закрепления в вагоне они не требуют, а их устойчивость в процессе транспортирования обеспечивают борта платформы и стенки полувагонов;

2) *штучные грузы*: машины всякие, станки и т. д. После погрузки их закрепляют в соответствии с Техническими условиями погрузки и крепления грузов;

3) *штабельные грузы*, представляющие собой однородные по геометрической форме и размерам предметы, укладываемые в несколько ярусов по высоте и в один или несколько штабелей по длине вагона. После погрузки штабели увязывают и закрепляют в соответствии с [2].

По условиям и способам хранения различают три группы грузов:

1) 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 первой группы осуществляется в закрытых складах;

2) грузы, не подверженные воздействиям температурных колебаний, но попадание влаги может привести к их порче: бумага, металл, хлопок и т. д. Эти грузы хранят в крытых складах или на открытых площадках (под навесом);

3) грузы, не подверженные или слабо подверженные воздействию внешней среды: каменный уголь, лес, контейнеры, минерально-строительные материалы и т. д. Их хранят на открытых площадках. Полный перечень грузов этой группы приведен в Правилах перевозок грузов [1].

2 Физико-механические свойства грузов

2.1 Влажность

Влажность определяется отношением массы испарившейся воды (после просушивания) к исходной массе взятого материала (в весовых процентах). Влажность, особенно зерновых грузов, оказывает большое влияние (в ряду характеристик) на процессы складирования, истечения и на наличие остатка при опорожнении хранилищ, тары. Устойчиво просматривается связь увеличения слеживаемости, уплотнения, смерзаемости, теплостойкости, коррозии ограждающих конструкций и «дыхания» груза от роста его влажности. С возрастанием влажности в значительной степени возрастает адгезия и аутогезия.

В переводе с английского языка *адгезия* означает «прилипание, сцепление, притяжение». Адгезией называют явление, возникающее при контакте двух разнородных конденсированных тел. Она характеризует связь между двумя телами или силы взаимодействия частиц между поверхностями тел. В случае взаимодействия частиц связь осуществляется между двумя твердыми поверхностями. Взаимодействие частиц с ограждающими конструкциями (стенки бункера, контейнера, тары) принято называть *аутогезией* [1].

Адгезионные силы могут быть больше сил аутогезии и наоборот. Это наглядно демонстрируется при выгрузке из транспортных средств (например, из автосамосвала) зерновых грузов. Большая часть их легко скользит при наклоне кузова. Однако часть зернового груза (особенно влажного) остается в кузове. При разгрузке зернового груза, особенно мелкодисперсного (мука, отруби и т.п.), наблюдается «конкуренция» между адгезией и аутогезией. При преобладании аутогезии над адгезией часть зернового груза остается в кузове, часть выгружается, и, в обратном случае, зерновой груз выгружается полностью одной массой.

2.2 Гранулометрический состав

Гранулометрический состав насыпного груза характеризуется количественным распределением составляющих частиц по крупности. Крупность частицы материала определяется наибольшим ее линейным размером.

Гранулометрический состав упомянутых грузов оказывает существенное влияние на уплотнение, слеживаемость, сегрегацию. Аутогезия зависит также от гранулометрического состава, увеличивая ее, особенно у порошкообразных материалов, каковыми являются мука, мел и т. п.

2.3 Насыпная плотность

Насыпная плотность определяется отношением массы насыпного груза к занимаемому им объему с учетом пор и промежутков между отдельными частицами. Насыпная плотность определенного груза неоднородна. Она зависит от гранулометрического состава и других факторов. Насыпная плотность зерновых грузов замеряется пуркой.

2.4 Угол естественного откоса

Угол естественного откоса – угол между горизонтальной плоскостью и линией откоса насыпного груза при свободной его отсыпке. При истечении груза на горизонтальную плоскость образуется горка с некоторым углом откоса, который соответствует равновесию частиц. Угол естественного откоса является наибольшим углом, образованным линией естественного откоса с горизонтальной плоскостью, и служит одним из основных показателей подвижности груза. Величина угла естественного откоса отвечает действию сил трения, зависящих от формы, размеров частиц и их влажности. Увеличение последней способствует росту рассматриваемой характеристики. Угол естественного откоса не превышает для большинства насыпных грузов 60° . Минимальному углу естественного откоса соответствует наибольшая подвижность частиц рассматриваемого груза.

2.5 Сыпучесть

Сыпучесть оценивают временем истечения определенной массы испытуемого груза из конусообразной воронки с углом раствора 60° через отверстие диаметром 15 мм.

Сыпучесть отождествляют с таким состоянием груза, при котором между его частицами отсутствует сплошная материальная связь. В процессах транспортирования и хранения сыпучесть рассматривается как комплексный показатель физико-механических свойств. Наряду с физико-механическими свойствами рассматриваемого груза на сыпучесть оказывают существенное влияние параметры хранилища, выпускной воронки, ее форма и размер отверстия, высота слоя засыпки.

Свойство некоторых насыпных грузов терять сыпучесть при хранении отождествляется со слеживаемостью. Оптимальным условием для возникновения слеживаемости является длительное хранение насыпных грузов в состоянии покоя, т. е. длительное воздействие только гравитационных сил. Действие этих сил при длительном хранении превращает названные грузы в конгломераты.

Таким образом, явление слеживаемости следует рассматривать как одно из проявлений сцепления частиц насыпных грузов. Чем развитее поверхность частиц груза, тем выше его слеживаемость и прочность. Динамические нагрузки ускоряют процесс слеживаемости.

Истечение таких грузов значительно затруднено. Использование для побуждения истечения ударных нагрузок приводит к образованию пустот над выгрузным отверстием. Устойчивость существования пустот зависит от сил аутогезии частиц и площади поперечного сечения выпускного отверстия.

2.6 Сводообразование

Сводообразование – образование сводов в бункерах, силосах, контейнерах. Возникшие своды следует разделять на неустойчивые и статически устойчивые своды.

Неустойчивые своды в процессе движения вышележащих слоев периодически разрушаются и появляются при всех видах истечения и в любом сечении емкости.

Выпускные отверстия бункеров, контейнеров составляют по площади лишь незначительную часть их сечения. В связи с этим поток при истечении названных грузов сужается, что стимулирует возрастание тормозящих импульсов, которые способствуют появлению сводов.

2.7 Предельный диаметр сводообразующего отверстия

Предельный диаметр сводообразующего отверстия оказывает значительное влияние на выбор площади поперечного сечения выгрузного люка. Выгрузное отверстие с наибольшей площадью, при котором наблюдается сводообразование, называют сводообразующим отверстием. Сводообразующее отверстие выбирают экспериментально. Площадь отверстия характеризует степень связности груза. Большему сводообразующему отверстию соответствует более связный груз. Предельный размер сводообразующего отверстия позволяет давать оценку и сравнение способности различных насыпных грузов к истечению. Рассматриваемый показатель зависит также от гранулометрического состава груза.

2.8 Коэффициент уплотнения насыпного груза

Коэффициент уплотнения насыпного груза выражается отношением его уплотненной массы к массе того же объема до уплотнения. Условия заполнения насыпного груза определенного объема формирует начальный коэффициент уплотнения, имеющий довольно значительный разбег по величине. В этой величине доминирующее место занимают динамические нагрузки и вибрация, в результате которых материалы претерпевают структурное перестроение – мелкие частицы укладываются в порах между более

крупными. При этом происходит вытеснение из пор воздуха, растет число контактов частиц между собой, что сопровождается возникновением молекулярных сил. Насыпной груз уплотняется, его плотность повышается.

Различные насыпные грузы имеют довольно большой разброс изменения коэффициента уплотнения: от 1,05 до 1,52 (нижний предел характерен для хорошо сыпучих грузов).

2.9 Гигроскопичность

Гигроскопичность – свойство груза поглощать водяные пары из воздуха или выделять их. Сухой гигроскопичный груз поглощает влагу до тех пределов, при которых его влажность сопоставляется с влажностью окружающей среды. Пониженная влажность окружающей среды приводит к выделению из груза влаги, к высыханию. Поглощение влаги вызывает гнилостные процессы в грузах органического происхождения, увеличивает слеживаемость сыпучих грузов. Высыхание приводит к пылению дисперсных грузов, потере технологических качеств.

2.10 Самовозгорание и «дыхание»

Самовозгорание – способность некоторых грузов органического происхождения повышать свою температуру до самовозгорания.

«Дыхание» перевозимых грузов (органического происхождения) заключается в окислительных процессах находящихся в их составе жиров и углеводов. Эти процессы сопровождаются выделением тепла, в результате чего повышается температура и влажность материала, ускоряются биологические процессы, размножаются болезнетворные микробы и вредители продуктов.

2.11 Абразивность и острокромчатость

Абразивностью называется свойство насыпных грузов истирать соприкасающиеся с ними поверхности (лотки, желоба, конвейерные ленты и т.п.) во время движения. Степень истирающей способности насыпного груза зависит от твердости составляющих его частиц.

Истирающую способность груза не следует смешивать с острокромчатостью – наличием острых режущих кромок (граней) у грузовых частиц. Так, каменный уголь без примесей является неистирающим материалом, но куски угля, падая с большой высоты на прорезиненную ленту, могут разрушать ее своими кромками. В этих случаях быстрый износ ленты происходит не вследствие его абразивности, а вследствие его острокромчатости.

2.12 Слеживаемость и смерзаемость

Слеживаемостью называется свойство некоторых насыпных грузов терять сыпучесть в случае длительного хранения. К числу слеживающихся грузов относятся бетонит (отбеливающая глина), цемент, пробка дробленая,

известь, глина, окись кремния в порошке, сода, табак, окись цинка и др. Некоторые насыпные грузы слеживаются лишь в условиях повышенной влажности, тогда как в сухом виде склонность к слеживаемости у этих грузов не наблюдается или проявляется лишь в слабой степени. Таковы, например, соль каменная, сахарный песок и т.п.

Смерзаемостью называется свойство влажных частиц насыпных грузов смерзаться при низкой температуре в цельную, прочную скрепленную массу, трудно поддающуюся разрушению. Свойством смерзаемости в зимнее время обладают многие насыпные грузы (влажные мытые угли, кокс, коксовая мелочь и т.д.)

В данной практической работе необходимо:

1 Изучить составляющие транспортной характеристики грузов, основные свойства, влияющие на условия перевозки и хранения грузов.

2 Установить условия перевозки и хранения заданных грузов, т.е. определить для каждого из грузов согласно [2]:

– возможность хранения и перевозки на открытых платформах и площадках;

– возможность перевозки грузов навалом и необходимость наличия при этом дверных заграждений и фартуков для защиты бокс вагонов;

– необходимость принятия определенных мер против смерзания;

– необходимость промывки вагонов после перевозки груза;

– возможность перевозки в крытых вагонах и цистернах без пломб;

– предельные сроки хранения груза на станции;

– предельные сроки транспортирования (для скоропортящихся грузов);

– необходимость сопровождения груза проводниками грузовладельцев;

– необходимость ветеринарно-санитарного надзора и др.

Задания по вариантам приведены в приложении А.

Пример. Классифицировать и определить условия перевозки и хранения следующих грузов: гравий, дыни свежие, керосин, трубы всякие, бокситы.

Решение. *Гравий* – особых условий перевозки не требует. Хранение допускается на открытых площадках, перевозится навалом на открытом подвижном составе, в зимний период смерзается. По классификации относится к навалочным смерзающимся грузам.

Дыни свежие – перевозятся в изотермическом подвижном составе в таре или навалом высотой не более 1,3 м с выстилом высоты сухой соломой слоем 10 см. Хранят дыни в закрытых складах. По классификации дыни свежие относятся к скоропортящимся продуктам, требующим защиты от действия высоких и низких температур.

Керосин – относится к опасным, наливным грузам (легковоспламеняющаяся жидкость), ядовит, перевозится в цистернах с нижним сливом с нанесением знаков опасности.

Грубы всякие – особых условий перевозки не требуют. Хранение допускается на открытых площадках. Перевозятся навалом на открытом подвижном составе. По классификации относятся к штучным грузам, в зависимости от линейных размеров могут быть длинномерными.

Бокситы – перевозятся навалом в полувагонах. Хранятся на открытых складах и площадках. При перевозке бокситов применяется негашеная известь, которую насыпают на пол слоем не менее 15 см (также могут применяться опилки – слоем не менее 50 см). По классификации бокситы относятся к навалочным сухогрузам, не требующим защиты от атмосферных осадков.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое транспортная характеристика груза?
- 2 Дайте определения основных физико-механических свойств грузов.
- 3 По каким признакам классифицируются грузы?

Практическое занятие №2

НОМЕНКЛАТУРЫ ГРУЗОВ. УСЛОВИЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ. ВЫБОР ВИДА ТАРЫ

Отнесение груза к той или другой номенклатуре (перечню) позволяет установить: уровень тарифа на перевозку, порядок планирования перевозки данного груза, возможность его перевозки на открытом подвижном составе, необходимость промывки вагонов после выгрузки и т.д.

Рассмотрим основные номенклатуры грузов, действующие на железнодорожном транспорте.

Единая тарифно-статистическая номенклатура грузов (ЕТСНГ) служит для установления тарифного класса груза и в конечном счете для определения провозных плат и сборов, а также применяется в планировании и учете перевозок. В качестве критериев для разработки единой тарифно-статистической номенклатуры приняты способы производства или характер происхождения отдельных видов продукции. Номенклатура насчитывает свыше 5100 наименований грузов, объединенных в 69 тарифных групп, из которых 7 групп объединяют продукты сельскохозяйственного производства, а 62 группы – промышленную продукцию.

Гармонизированная номенклатура грузов (ГНГ) служит для описания и кодирования грузов в международном грузовом сообщении стран-членов Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД), участвующих в Соглашении о международном грузовом сообщении (СМГС). ГНГ создана на основе Гармонизированной системы описания и кодирования товаров Всемирной Таможенной Организации и соответствует Гармонизи-

рованной номенклатуре грузов Международного союза железных дорог. Номенклатура насчитывает 22 раздела, 99 глав и 1284 позиции.

Также существуют номенклатуры, определяющие условия перевозок грузов: перевозка в крытых вагонах и цистернах допускается без пломб, но с обязательным наложением проволочных закруток на крытые вагоны; хранение допускается на открытых платформах и площадках; допускаемых к перевозке навалом и т. д.

Транспортная тара и упаковка. Сохранность грузов в процессе транспортирования в значительной степени обеспечивается правильной подготовкой грузов к перевозке и рациональной упаковкой.

В соответствии с нормативно-технической документацией **упаковка (тара)** определяется как средство или комплекс технических средств, обеспечивающих защиту продукции и окружающей среды от повреждений и потерь и облегчающих процесс обращения товаров. Под процессом обращения понимают транспортировку, складирование, хранение и реализацию товарной продукции. Упаковка (тара) может быть классифицирована по различным критериям: назначению, материалу, составу, конструкции, технологии производства. Основными элементами упаковки являются *тара, упаковочные материалы, средства консервации* (рисунок 2.1). Упаковка должна соответствовать действующим стандартам или соглашениям сторон (грузоотправителя и грузополучателя), оформленным в установленном порядке.

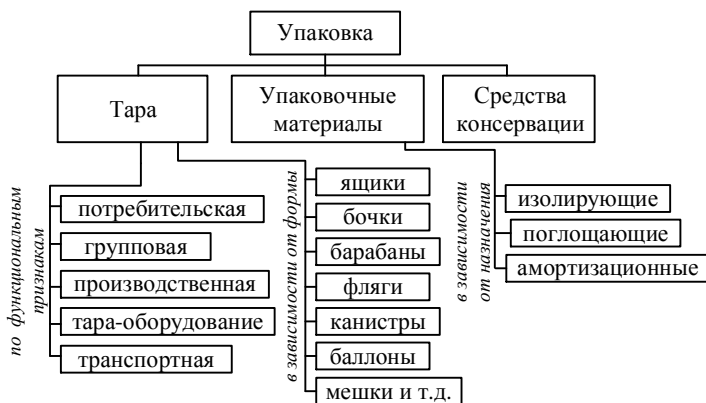


Рисунок 2.1 – Классификация упаковки

Тара является одним из важнейших компонентов упаковки и представляет собой специальное изделие для размещения продукции. По функциональным признакам различают следующие основные виды тары: потребительскую, групповую, производственную, тару-оборудование и транспортную.

Потребительская тара предназначена для первичного упаковывания изделий и товаров в расфасовке по объему и массе, удобной потребителю. Эта тара переходит вместе с товаром в собственность потребителя. Потребительская тара может быть: индивидуальной – для упаковывания одного изделия, порционной – для размещения определенного количества продукции, подарочной, отличающейся ярким, красочным оформлением, и т. д.

Групповая тара служит для комплектации и укрупнения партий изделий, особенно мелкоштучных, предварительно упакованных в потребительскую тару или без нее. Групповая тара может также выполнять функции защиты товаров от воздействия агрессивных факторов окружающей среды и механических нагрузок, обладая амортизирующими свойствами.

Производственная тара используется для упаковывания, перемещения и хранения полуфабрикатов, запасных частей, готовой продукции, комплектующих изделий и других грузов внутри цеха, завода или предприятия или между заводами, связанными кооперированными поставками. Производственная тара должна как можно полнее соответствовать технологии работы предприятий. По условиям эксплуатации производственная тара является многооборотной.

Особым видом транспортной тары являются поддоны и контейнеры, называемые *тарооборудованием*. Тарооборудование представляет собой специальное изделие, предназначенное для укладывания, транспортирования, временного хранения и продажи товаров методом самообслуживания, используется для складирования и доставки товаров с предприятий-изготовителей и складов непосредственно на торговые предприятия. использование тарооборудования очень удобно как при транспортировании продуктов, так и при их реализации, поскольку в торговом зале оно выполняет функции торгового оборудования и заменяет стеллажи, прилавки, полки. Это позволяет ускорить доставку товаров, снизить издержки обращения.

С точки зрения складской технологии интерес представляет *транспортная тара* – самостоятельная транспортная единица, предназначенная для перевозки, комплектации, складирования и хранения продукции. Транспортная тара может рассматриваться как разновидность складского оборудования; она обеспечивает необходимую защиту главным образом от механических повреждений при транспортировке и хранении упакованного груза. К транспортной таре также относятся выполненные из различных материалов ящики, контейнеры, поддоны, бочки, барабаны, фляги, мешки и др. транспортная тара должна гарантировать сохранность груза при перевозке, обеспечивать механизацию погрузочно-разгрузочных работ и максимальное использование вместимости подвижного состава.

Транспортная тара классифицируется по условиям эксплуатации, форме, материалу, особенностям конструкции и т. п. **По условиям эксплуатации** различают разовую, возвратную и многооборотную тару. *Разовая тара* предназначена для однократного перемещения продукции. *Возвратная та-*

ра – разовая тара, используемая повторно после незначительного ремонта или без него. *Многооборотная тара* предназначена для многократного использования.

По материалу тару разделяют на выполненную из бумаги или картона, пластмассы, металлов, стекла, керамики и дерева.

Бумага и картон являются наиболее часто используемыми упаковочными материалами. Главные их достоинства – низкая стоимость и экологическая чистота.

Пластмассы отличаются хорошими механическими характеристиками, универсальностью и дешевизной.

Металлы (преимущественно сталь и алюминий) обладают высокой прочностью и термоустойчивостью и применяются для упаковки напитков, консервированных продуктов, аэрозолей.

Стекло является химически нейтральным материалом и традиционно широко используется для упаковки жидкостей.

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению использования пластмасс и сокращению применения дерева, металлов, стекла.

Выбор материала упаковки определяется требованиями к ее физическим, химическим, гигиеническим, биологическим и другим свойствам, обусловленным особенностями товара, экономическими и маркетинговыми факторами, а также технологическими требованиями к процессу упаковки.

По жесткости конструкции, или стабильности формы, упаковку делят на жесткую, полужесткую и мягкую. Стабильность формы определяется как свойствами материалов, так и особенностями конструкции.

Жесткая упаковка не изменяет своей формы и размеров при заполнении продукцией, способна выдержать внешние механические воздействия при хранении и транспортировке. К жесткой упаковке относят тару из металлов, стекла, дерева, некоторых полимеров.

Полужесткая упаковка сохраняет формы и размер только при незначительном нагружении. Полужесткая упаковка изготавливается из плотной бумаги, картона, пластмасс.

Мягкая упаковка может менять свои размеры и форму при наполнении продукцией. Она изготавливается из бумаги малой плотности, синтетических пленок.

По герметичности конструкции упаковка подразделяется на *негерметичную* и *герметичную*. Негерметичная упаковка выполняется открытой либо закрывается крышкой или затвором. Герметичная отличается конструкцией, которая обеспечивает непроницаемость для газов и жидкостей. Герметичная упаковка может быть изобарической и изотермической. Герметичная изотермическая упаковка предназначена для хранения продукции при заданной температуре в течении установленного времени. Внутри изо-

барической упаковки поддерживается заданной давление. Разновидностью изобарической упаковки является аэрозольная тара, снабженная распылительным клапаном.

Каждая единица транспортной тары должна иметь специальную маркировку, подтверждающую соответствие тары требованиям стандартов или другой нормативно-технической документации на ее изготовление.

В данной практической работе необходимо:

1 Для заданного груза определить номенклатурную позицию груза и его код по ЕТСНГ и ГНГ.

2 Подобрать соответствующую тару для перевозки груза по железной дороге.

Выбор исходных данных для выполнения практической работы производится по номеру журнала из таблицы А.2 приложения А, выбор тары – из справочника «Транспортная тара» [3]. Приводится схема ящика с указанием его ГОСТа, размеров и краткой характеристикой.

Пример. Подобрать тару для перевозки ваты минеральной.

Решение. Из приложения 2 [3] по алфавитному указателю основных штучных грузов и стандартов, регламентирующих для этих грузов транспортную тару, выбираем ящик дощатый неразборный типа V-1 предельной массой грузового места 110 кг, стандарта 18051-83Е (рисунок 2.2).

На рисунке 2.2 представлен ящик дощатый неразборный для грузов массой 200 кг, с вертикальным расположением досок и горизонтальным расположением планок на торцевых стенках стандарта 18051-83Е.

Данный ящик относится к транспортной многооборотной негерметичной неразборной жесткой таре.

По ЕТСНГ код груза – 261097, что относит вату минеральную к тарифной позиции материалов и изделий тепло- и звукоизоляционных. По главе 56 ГНГ код груза – 56012100.

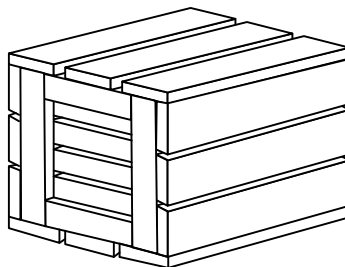


Рисунок 2.2 – Ящик для перевозки ваты минеральной

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные номенклатуры грузов, используемые на железнодорожном транспорте.
- 2 Дайте определение понятию «упаковка».
- 3 Элементы упаковки, их назначение.

МНОГООБОРОТНАЯ ТАРА. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Многооборотная тара, как было отмечено ранее, предназначена для многократного использования. Ярким примером многооборотной тары служат *поддоны (паллеты)* – горизонтальные площадки (настилы), приспособленные для погрузочно-разгрузочных работ с помощью вилочного погрузчика (вилочной тележки). Также многооборотной тарой можно назвать грузовые универсальные контейнеры.

Необходимость максимального использования вместимости и грузоподъемности подвижного состава при перевозке порожней многооборотной транспортной тары и снижения расходов на перевозку привела к созданию специальных конструкций тары: *неразборной, разборной и складной*. Особенностью разборной конструкции является возможность легко разбирать и укладывать отдельные щиты и детали такой тары в компактные пачки для возврата поставщику. Конструкция *складной тары* предусматривает шарнирное соединение всех стенок, что позволяет легко складывать тару, обеспечивать сохранность комплекта деталей в процессе транспортирования и снижать до минимума расходы на сборку и разборку.

Применение многооборотной тары позволяет значительно снизить расходы материалов и трудовых ресурсов на подготовку груза к перевозке и хранению. Экономические преимущества многооборотной тары определяются условиями ее эксплуатации и, в первую очередь, числом оборотов в год. Как показали практика и теоретические исследования, многооборотная тара значительно экономичнее разовой для многих видов продукции при пяти и более оборотах в год.

Сферами рационального применения многооборотной тары являются внутригородские и внутриобластные перевозки продукции массового назначения, а также перевозки в рамках постоянных кооперированных или хозяйственных связей между поставщиками и потребителями продукции. При отсутствии постоянных связей между поставщиками и потребителями многооборотная тара может применяться только при достаточно больших объемах поставок, когда прибывшей с грузом тары в разобранном или сложенном виде достаточно для комплектования отправок при возврате тары отправителю.

Для изготовления многооборотной тары применяют дерево, металлы, полимеры и др. Наиболее распространенной является деревянная многооборотная тара в виде разборных и складывающихся ящиков и специальных ящичных поддонов. Такая тара удобна в эксплуатации и имеет относительно небольшую собственную массу (12–20 % массы груза). В машиностроении обычно используют металлическую многооборотную тару в виде специальных и стандартных ящичных и стоечных поддонов, которые успешно

применяют для внутривозовских перевозок и многоярусного хранения на складах. Металлическая многооборотная тара отличается повышенной прочностью, надежностью и долговечностью, но имеет большую собственную массу (20–30 % массы груза).

Все более широкое применение находит многооборотная жесткая полимерная тара, особенно для перевозки пищевых продуктов. Указанную тару отличают незначительная собственная масса (до 2–3 % массы груза), удобство и простота санитарной обработки при повторном использовании.

К *возвратной* таре относятся многие типы деревянной, фанерной, тонкостенной, картонной транспортной тары. Многие типы деревянной тары могут быть использованы без существенных ремонтов 2–3 раза. Однако часть деревянной тары в процессе перевозки повреждается и для повторного использования ее необходимо ремонтировать.

Целесообразность применения многооборотной тары и рациональные расстояния перевозки грузов в такой таре определяются на основе допустимых транспортных расходов по возврату порожней тары.

Величина допустимых транспортных расходов ΔC определяется разностью между стоимостью изготовления единицы новой тары одноразового использования C_p и стоимостью изготовления единицы многооборотной тары C_{mn} , приходящейся на один оборот, с учетом затрат на ремонты:

$$\Delta C = C_p - \frac{C_{mn}(1 + 0,09n)k_{пр}}{n}, \quad (3.1)$$

где C_p , C_{mn} – стоимость изготовления соответственно разовой и многооборотной тары, у. е.; 0,09 – коэффициент, учитывающий стоимость ремонтов многооборотной тары в процессе эксплуатации; n – плановое число оборотов многооборотной тары; $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при возврате тары.

Таким образом, если $\Delta C \leq 0$, применение многооборотной тары нецелесообразно. В случае, когда $\Delta C \geq 0$, применение многооборотной тары целесообразно и возникает вопрос по определению экономически обоснованного расстояния перевозки грузов в многооборотной таре.

Расстояние определяют на основе общих допустимых транспортных расходов на перевозку партии порожней тары $C_{доп}$ и действующих тарифов на соответствующий тип перевозки. При этом общее количество единиц порожней тары в партии (отправке) зависит от вместимости подвижного состава.

Общее число ящиков, размещаемое в вагоне

$$M_T = (V_B / V_{ящ})k_y, \quad (3.2)$$

где V_B – внутренний объем вагона, м³; $V_{ящ}$ – объем ящика, м³; k_y – коэффициент укладки, $k_y = 0,6 \dots 0,8$.

Общие допустимые, экономически оправданные транспортные расходы на перевозку партии порожней тары

$$C_{\text{доп}} = \Delta C \cdot M_{\text{т}} / k_{\text{ск}}, \quad (3.3)$$

где $k_{\text{ск}}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение объемов порожней тары при применении разборной или складывающейся тары.

Далее по Прейскуранту 10-01 устанавливается дальность возможного возврата многооборотной тары с учетом общей массы тары в вагоне при перевозке повагонной отправкой.

Общая масса тары в вагоне

$$Q_{\text{т}} = M_{\text{т}} m_{\text{ящ}}, \quad (3.4)$$

где $m_{\text{ящ}}$ – масса одного порожнего ящика.

В данной практической работе необходимо рассчитать максимально допустимое расстояние перевозки с использованием многооборотной тары. Исходные данные для расчета приведены в таблице А.3 приложения А.

Пример. Определить максимально допустимое расстояние перевозки грузов в возвратной многооборотной таре. Ящики неразборные с линейными параметрами 430×350×350 мм. Стоимость разовой тары 1500 у.е./ящ. Стоимость многооборотной тары 3200 у.е./ящ. Число оборотов $n = 3$. Тара ящика 8 кг. Коэффициенты $k_{\text{пр}} = 1,09$, $k_{\text{в}} = 0,6$. Погрузочный объем вагона 120 м³.

Решение. Величина допустимых транспортных расходов

$$\Delta C = 1500 - 3200(1 + 0,09 \cdot 3) \cdot 1,09 / 3 = 23,41 \text{ у.е./ящ.}$$

Таким образом, $\Delta C \geq 0$, применение многооборотной тары целесообразно. Определим экономически обоснованное расстояние перевозки грузов в многооборотной таре.

Общее число ящиков, размещаемое в вагоне,

$$M_{\text{т}} = 120 / (0,43 \cdot 0,35 \cdot 0,35) = 2278 \text{ ящиков.}$$

Общие допустимые, экономически оправданные транспортные расходы на перевозку партии порожней тары

$$C_{\text{доп}} = 23,41 \cdot 2278 / 1 = 53330 \text{ у.е.}$$

Далее по Прейскуранту 10-01 устанавливаем дальность возможного возврата многооборотной тары с учетом общей массы тары в вагоне при перевозке повагонной отправкой.

Общая масса тары в вагоне

$$Q_{\text{т}} = 2278 \cdot 8 = 18224 \text{ кг или } 18,2 \text{ т.}$$

Расстояние перевозки составило 260 км.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое многооборотная тара? Укажите особенности ее применения.
- 2 Виды многооборотной тары и их особенности.

ПАКЕТИРОВАНИЕ. ПРОЧНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ТАРЫ

Большинство тарно-упаковочных грузов доставляется от поставщиков до потребителей главным образом в крытых универсальных вагонах и автомобильным транспортом. Погрузка и выгрузка грузов этой категории, а также их складирование производятся в основном механизировано с использованием вилочных погрузчиков. Поэтому пакетный способ перевозки тарно-штучных и тарно-упаковочных грузов является весьма прогрессивным и экономически выгодным.

Наиболее широкое применение находят способы пакетирования с использованием несущих средств пакетирования, таких как плоские, стоечные и ящичные поддоны. Процесс формирования пакетов может быть ручным и автоматизированным с помощью пакетоформирующих машин. Обеспечение прочности средств скрепления грузов в пакетах при их транспортировании и проведении погрузочно-разгрузочных работ, а также средств крепления пакетов в транспортных средствах требует решения комплекса вопросов, одним из которых является изучение силовых взаимодействий, возникающих при доставке пакетов различными видами транспорта. Так, например, при железнодорожных перевозках преобладающими являются низкочастотные ударные и вибрационные нагрузки, при авиаперевозках имеют место вибрационные нагрузки высокой частоты, при морских перевозках преобладают статические и в меньшей мере динамические нагрузки.

Скреплять в пакет мелкие грузовые единицы можно с использованием полимерных пленок – термоусадочной и растягивающейся. Полимерные пленки являются не только средством скрепления, но и выполняют защитные функции. Применение полимерных пленок при пакетировании позволяет сократить потери груза, сохранить его качество, а в случае использования термоусадочных пленок дополнительно обеспечивает защиту от пыли, грязи, влаги, допускает хранение пакетов на открытых площадках, обеспечивает возможность визуального контроля груза.

Полимерными пленками можно скреплять различные тарно-штучные грузы в пакетах: мешки с сыпучей продукцией, огнеупорные изделия, строительные детали, различную продукцию в картонных ящиках, ткани в рулонах и т. д. Применение пленки позволяет обеспечить монолитность пакета и прочное соединение его с поддоном. Процесс скрепления может быть полностью механизирован.

Термоусадочные пленки – это пленки, способные уменьшаться в размерах под воздействием температуры, которая должна быть выше температуры размягчения полимера. На свойстве пленок давать усадку при нагревании и основано использование их в качестве средства скрепления грузов в пакетах. Поэтому отличительной особенностью их применения является

необходимость тепловой обработки пакета для получения плотной оболочки по форме упаковываемого груза.

В зависимости от характера усадки в продольном и поперечном направлениях различают одноосноориентированные (моноаксиальные) и двухосноориентированные (биоаксиальные) пленки.

В данной практической работе необходимо сформировать пакет с заданными ящиками и рассчитать толщину термосадочной пленки, необходимой для скрепления пакета.

Пример. Рассчитать количество грузов в пакете, толщину термоусадочной пленки для скрепления пакета, состоящего из ящиков параметрами 400×200×310 мм. Масса ящика 60 кг, ускорение в долях g $k_{пр} = 2,2$, коэффициент трения между грузом и поддоном $\mu = 0,35$.

Решение. Необходимо разместить ящики на стандартном поддоне (рисунок 4.1) размерами 800×1200 мм.

При размещении по ширине поддона двух грузов длиной 400 мм и по длине поддона шести грузов шириной 200 мм получаем в одном слое двенадцать ящиков. Исходя из условия, что $H_{пак} \leq 1200 \dots 1300$ мм, примем $n_{яр} = 3$ яруса в высоту (рисунок 4.2). Итого на поддоне 36 ящиков. В результате масса поддона

$$G_{пак} = n m_{ящ}, \quad (4.1)$$

где n – количество ящиков в пакете; $m_{ящ}$ – масса одного ящика.

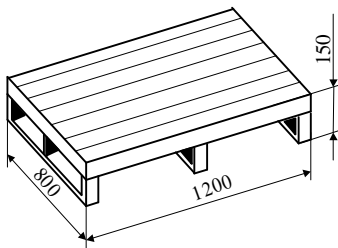


Рисунок 4.1 – Деревянный поддон размерами 800×1200

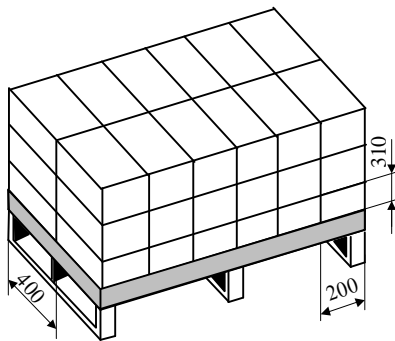


Рисунок 4.2 – Размещение груза на поддоне

$$G_{пак} = 36 \cdot 60 = 2160 \text{ кг} .$$

$$H_{пак} = h_{под} + n_{яр} h_{ящ}, \quad (4.2)$$

$h_{под}$ – высота поддона, мм; $h_{ящ}$ – высота ящика, мм.

$$H_{\text{пак}} = 150 + 3 \cdot 310 = 1080 \text{ мм} = 1,08 \text{ м или } 108,0 \text{ см.}$$

$$\text{Вес пакета } Q_{\text{пак}} = g G_{\text{пак}} = 9,81 \cdot 2160 = 21189,6 \text{ Н.}$$

Продольная инерционная сила $F_{\text{пр}}$ стремится сдвинуть пакет относительно поддона, при условии, что поддон не проскальзывает по полу вдоль вагона. Пленка давит на пакет сверху (рисунок 4.3), оказывая равномерное давление $P_{\text{пл}}$. Соответствующая этому давлению сила $P_{\text{пл}}S$, прижимающая пакет к поддону, прямо пропорциональна площади верхней плоскости пакета S , и ее величина зависит от свойств пленки. На боковые поверхности пакета действуют силы натяжения пленки R , равные по величине и противоположные по направлению. В связи с этим в расчет их можно не принимать.

Уравнение действующих на пакет сил (см. рисунок 4.3)

$$F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} - 2R = 0. \quad (4.3)$$

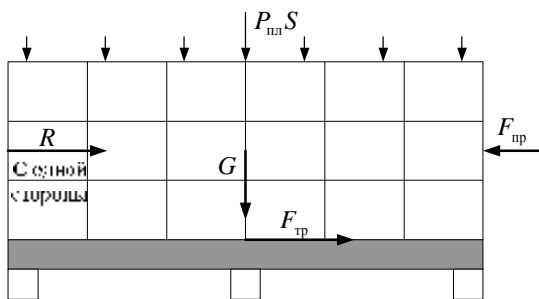


Рисунок 4.3 – Схема сил, действующих на полимерную термоусадочную пленку

$$F_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} Q_{\text{пак}}, \quad (4.4)$$

где $k_{\text{пр}}$ – ускорение в долях g , $k_{\text{пр}} = 2,2$.

$$F_{\text{тр}} = \mu(Q_{\text{пак}} + P_{\text{пл}}S), \quad (4.5)$$

μ – коэффициент трения между грузом и поддоном.

В случае, если продольная инерционная сила превышает силу трения ($F_{\text{пр}} > F_{\text{тр}}$), пакет будет сдвигаться относительно поддона и непогашенное усилие ($2R$ – с каждой стороны R) будет передаваться пленке, которая будет растягиваться, и может произойти разрыв на вертикальных гранях пакета.

Из уравнения следует

$$R = \frac{F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}}{2} = \frac{k_{\text{пр}} Q_{\text{пак}} - \mu(Q_{\text{пак}} + P_{\text{пл}}S)}{2}. \quad (4.6)$$

С другой стороны, реакция пленки не должна превышать

$$R \leq [\sigma] \delta H_{\text{пак}}, \quad (4.7)$$

где $[\sigma]$ – предел текучести пленки при растяжении, Н/см²; δ – толщина пленки, см. расчет толщины пленки необходимо производить для наихудших условий эксплуатации, т. е. при ослаблении натяжения пленки $P_{пл}S = 0$.

Таким образом, толщина пленки

$$\delta = \frac{k_{пр} Q_{пак} - \mu Q_{пак}}{2[\sigma]H_{пак}} = \frac{Q_{пак}(k_{пр} - \mu)}{2[\sigma]H_{пак}};$$

$$\delta = \frac{21189,6(2,2 - 0,35)}{2 \cdot 1500 \cdot 108,0} = 0,12 \text{ см или } 1,2 \text{ мм.}$$

В таблице 4.1 приведены характеристики выпускаемой полимерной пленки. На основании этой таблицы устанавливаем, что для закрепления расчетного пакета необходимо использовать пленку толщиной 0,15 мм в восемь слоев (т. е. 1,2 мм : 0,15 мм = 8 слоев).

Таблица 4.1 – Параметры термоусадочной пленки

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| Толщина термоусадочной пленки, мм | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,15 |
| Предел текучести пленки при растяжении $[\sigma]$, Н/см ² | 900 | 950 | 1000 | 1100 | 1500 |

Исходные данные для расчета толщины термоусадочной пленки приведены в таблице А.4 приложения А.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое пакетирование?
- 2 Какие силы действуют на пакет в процессе перевозки?
- 3 Что такое термоусадочные пленки? Их виды.

Практическое занятие №5

ВЫБОР И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Амортизационные (или амортизирующие) материалы (cushioning materials) – материалы, используемые для изготовления прокладок, усиливающих штабель или упаковку, поглощающие ударные и вибрационные нагрузки при транспортировании и хранении грузов.

В качестве амортизационных материалов применяются, в частности, *древесная стружка* (обладает хорошей эластичностью, однако теряет ее при повышении влажности), *войлок* (хорошо сопротивляется деформациям, однако гигроскопичен и подвержен поражению амбарными вредителями), *стекловолокно* (обладает высокой упругостью, негигроскопично, не горит, но характеризуется высокой абразивностью), *бумага и картон* (легко принимают нужную форму, хорошо амортизируют легковесные грузы, относительно дешевы, но при повторном применении теряют упругие свойства, боятся сырости), *пенистые полимеры* (обла-

дают хорошими амортизирующими и теплоизолирующими свойствами, влагостойкие, не дают пыли, однако при повторных нагрузках изменяют амортизационные свойства), а также *воздушно-пузырчатые полимерные пленки* и др.

Наиболее распространенные из полимеров – полистирол, пенополиэтилен и велафлекс, это также и наиболее экологичные материалы. Наиболее прогрессивными и экономичными амортизирующими материалами являются пенные полимеры, гофрированный картон и др.

Для хрупких грузов наиболее опасны удары при падении, при соударении грузовых вагонов, при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Выбор амортизирующего материала для конкретного изделия производится на основании специальных испытаний и по результатам целого ряда расчетов.

Расчет параметров амортизирующей тары производится на основе динамических характеристик амортизирующих материалов [10]. Динамические характеристики амортизирующих материалов определяются эмпирическим путем и отражают зависимость пиковой ударной перегрузки от статического давления изделия на тару. Эта зависимость имеет вид вогнутой чаши (рисунок 5.1) и описывается выражением

$$K = \frac{a_0}{P} + a_1 \frac{H}{h} + a_2 \left(\frac{H}{h} \right)^2 P, \quad (5.1)$$

где K – пиковая ударная перегрузка, доли g ;
 P – статическое давление изделия на тару, кгс/см²;
 H – высота падения изделия, см;
 h – толщина амортизирующей прокладки, см;

a_0, a_1, a_2 – размерные постоянные коэффициенты, характеризующие амортизирующий материал.

Амортизирующий материал должен защищать изделие от ударов, деформируясь при этом на минимальную величину. Поэтому для расчета геометрических параметров прокладки из амортизирующих материалов принимается зона минимальных значений функции (5.1), которая находится с помощью производной

$$\frac{dK}{dP} = -\frac{a_0}{P^2} + a_2 \left(\frac{H}{h} \right)^2 = 0, \quad (5.2)$$

отсюда

$$P_0^2 = \frac{a_0}{a_2 \left(\frac{H}{h} \right)^2}, \quad P_0 = \sqrt{\frac{a_0}{a_2}} \cdot \frac{H}{h}. \quad (5.3)$$

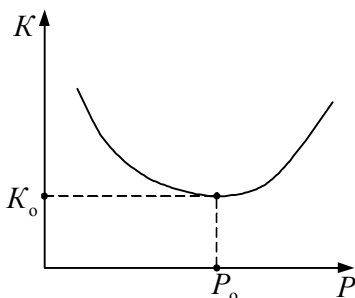


Рисунок 5.1 – Зависимость пиковой перегрузки K от статической нагрузки P при соответствующей высоте падения для определенного амортизирующего материала

При использовании найденного оптимального значения P_o (5.3) найдем оптимальное значение пиковой нагрузки K_o путем преобразования (5.1).

$$K_o = \frac{a_o}{\sqrt{\frac{a_o}{a_2} \cdot \frac{H}{h}}} + a_1 \frac{H}{h} + a_2 \left(\frac{H}{h} \right)^2 \sqrt{\frac{a_o}{a_2}} \cdot \frac{h}{H} = \frac{H}{h} (a_1 + 2\sqrt{a_o a_2}). \quad (5.4)$$

Обозначим

$$(a_1 + 2\sqrt{a_o a_2}) = C, \quad (5.5)$$

тогда

$$K_o = C \frac{H}{h}. \quad (5.6)$$

Из выражения (5.6) получим формулу для определения оптимальной толщины прокладки амортизирующего материала h

$$h = C \frac{H}{k_{\text{доп}}}, \quad (5.7)$$

где $k_{\text{доп}}$ – допускаемая нагрузка на изделие, которая должна соответствовать минимуму динамической характеристики амортизирующего материала, $k_{\text{доп}} = K_o$ (см. рисунок 5.1).

Площадь прокладки S определяется на основе заданных параметров изделия

$$P = \frac{Q}{S}, \quad (5.8)$$

где Q – масса изделия, кг.

При $P = P_o$, учитывая (5.3) и (5.8), получим

$$\sqrt{\frac{a_o}{a_2}} \cdot \frac{H}{h} = \frac{Q}{S_o}. \quad (5.9)$$

Учитывая (5.7), получим

$$S_o = C_1 Q k_{\text{доп}}, \quad (5.10)$$

где

$$C_1 = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{a_2}{a_o}}. \quad (5.11)$$

Таким образом, для расчета оптимальных геометрических параметров амортизирующих материалов необходимо знать:

- значение допускаемой пиковой перегрузки на изделие, которое задается или определяется опытным путем;
- высоту падения изделия в упаковке;
- массу изделия;

– амортизирующий материал и его характеристики.

Значения коэффициентов амортизации для ряда материалов приведены в таблице 5.1.

Для новых амортизирующих материалов проводятся испытания специализированными методами и устанавливаются коэффициенты a_0, a_1, a_2 , которые служат основой для определения C и C_1 .

Пример. Выбрать и рассчитать геометрические параметры амортизирующего материала для предохранения груза массой $Q = 2,5$ кг, размерами $20 \times 15 \times 10$ см, выдерживающего без повреждений пиковое ударное ускорение $a_{\text{п}} = 20g$, т. е. ударная перегрузка $k = 20$ (доли g), высота падения $h = 90$ см.

Таблица 5.1 – Значения коэффициентов амортизации C и C_1

| Материал | Плотность, кг/м^3 | Значение | |
|-----------------|----------------------------|--|---|
| | | обобщенного коэффициента амортизации C | постоянной размерной величины амортизации C_1 |
| Пенополиуретан | 33 | 2,25 | 7,82 |
| | 43 | 3,02 | 2,49 |
| | 50 | 3,54 | 1,28 |
| Пенополистирол | 23 | 2,83 | 0,24 |
| | 132 | 5,09 | 2,38 |
| Латексная губка | 162 | 3,19 | 2,88 |
| | 207 | 5,15 | 0,54 |
| Картон | № 1 | 2,50 | 1,93 |
| | № 2 | 3,37 | 0,60 |

Решение. Определим допустимую ударную перегрузку:

$$k_{\text{доп}} = a_{\text{п}} / g, \quad k_{\text{доп}} = 20g / g = 20.$$

Находим статическое давление на опорные поверхности ящика по формуле (5.8):

– на дно и крышку ящика – $P = 2,5 / (20 \cdot 15) = 0,0083 \text{ кг/см}^2$;

– на боковые стены – $P = 2,5 / (10 \cdot 15) = 0,0167 \text{ кг/см}^2$,

$$P = 2,5 / (20 \cdot 10) = 0,0125 \text{ кг/см}^2.$$

Для дальнейших расчетов принимается $P_{\text{max}} = 0,0167 \text{ кг/см}^2$, действующее на одну из боковых стен ящика 10×15 см, $S = 150 \text{ см}^2$.

Определим постоянную размерную величину амортизации

$$C_i = S_{\text{из}} / (Q_{\text{из}} k_{\text{доп}}), \quad C_i = 150 / (2,5 \cdot 20) = 3.$$

Находим меньшее или равное значение C_i по таблице 5.1, устанавливаем амортизационный материал, соответствующий заданным условиям. В данном примере таким материалом является латексная губка плотностью 162 кг/м^3 ($2,88 \leq 3,0$).

Определим толщину прокладки амортизирующего материала по формуле (5.7)

$$h = C \frac{H}{k_{\text{доп}}}, \quad (5.12)$$

где C – обобщенный коэффициент амортизации, для латексной губки плотностью 162 кг/м^3 $C = 3,19$ (см. таблицу 5.1);

$$h = 3,19 \cdot 90 / 20 = 14,3 \text{ см}.$$

Площадь прокладки определим из соотношения (5.10)

$$S_0 = 2,88 \cdot 2,5 \cdot 20 = 144 \text{ см}^2.$$

Необходимая площадь прокладки не должна превышать боковой площади ящика. В примере $144 \text{ см}^2 < 150 \text{ см}^2$. Таким образом, прокладки из латексной губки должны быть толщиной не менее 14,3 см и площадью не менее 144 см^2 . Так как площадь прокладки менее боковой площади ящика, то в целях экономии в прокладках можно предусмотреть соответствующие вырезы. При несоблюдении соотношения площадей следует выбрать другой материал и произвести расчет заново.

Исходные данные для расчета приведены в таблице А.5 приложения А.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое амортизирующие материалы?
- 2 Назначение и виды амортизирующих материалов.

Практическое занятие №6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ И УДЕЛЬНОГО ВЕСА НАСЫПНОГО ГРУЗА

В процессе транспортирования и хранения в массе груза 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 процесс перевозки оказывают объемно-массовые и объемные характеристики грузов. Особое значение эти показатели имеют при перевозке зерновых и хлебных грузов.

Объемная масса используется для определения массы насыпных и навалочных грузов расчетами. Насыпные и навалочные грузы представляют собой большое количество частиц различных размеров и формы. Между отдельными частицами и внутри них есть свободные пространства, возникающие в результате неплотного их прилегания друг к другу и наличия пор и капилляров. Отсюда объем насыпных и навалочных грузов зависит не только от количества материала, но и от наличия и размера свободных про-

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

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.

Необходимо учитывать, что объемная масса может изменяться при колебаниях влажности насыпных и навалочных грузов. Плотность, удельную 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.

В данной работе предлагается определить лабораторным способом натурную массу зерна с использованием пурки (рисунок 6.1).

Пурка состоит из мерного сосуда 1 с отверстием в днище для выхода воздуха при засыпке зерном, ножа (задвижки) 2, падающего груза 3, наполнителя 4, затвора 5, цилиндра с выпускным отверстием в виде воронки 6 и весов. Платформа 7 уравновешена с мерным цилиндром и падающим грузом, находящимся в нем. Отсчеты производятся по шкале 9 и стрелке 8.

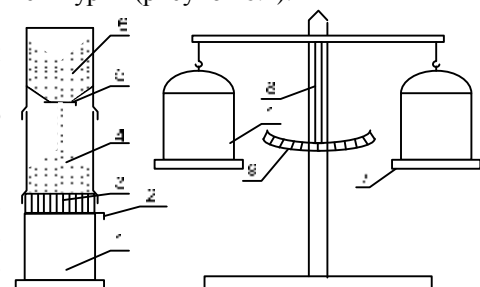


Рисунок 6.1 – Схема пурки

Порядок проведения измерений:

1 Закрепить мерный цилиндр в специальном гнезде укладочного ящика пурки, закрыть задвижку 2 и поместить на нее падающий груз. На мерный сосуд установить наполнитель, а на наполнитель – цилиндр 6, заполненный зерном.

2 Открыть затвор 5, груз пересыпать в наполнитель. Извлечь нож 2. Зерно падает вместе с грузом 3 в мерный сосуд.

3 Ввести нож 2 до упора в отверстие мерного сосуда. В мерном сосуде между ножом и падающим грузом будет отмерен 1 литр зерна.

4 Снять с мерного сосуда наполнитель 4, цилиндр 6, удалить с ножа излишки зерна, извлечь нож.

5 Груз вместе с мерным сосудом взвесить на весах.

6 Для повышения точности измерений произвести отсчеты три раза и вычислить среднюю объемную массу зерна.

7 Сделать вывод о принадлежности зерна к следующим категориям грузов по величине объемной массы: легкие – объемная масса менее 600 кг/м^3 , средние – $600...1100 \text{ кг/м}^3$, тяжелые $1100...2000 \text{ кг/м}^3$, весьма тяжелые – свыше 2000 кг/м^3 .

Целесообразно произвести минимум пять измерений, сводя показания в следующую таблицу:

| Наименование груза | Номер измерения | Объемная масса, г/литр | Средняя объемная масса, г/литр |
|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | |
| | | | |

Контрольные вопросы

- 1 Что такое объемная масса?
- 2 Устройство и назначение пурки.

Практическое занятие №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ ОБРУШЕНИЯ, НАСЫПАНИЯ, ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА НАСЫПНОГО ГРУЗА

Физико-химические свойства характеризуют состояние груза, его способность вступать во взаимодействие с окружающей средой и т. д. От физико-химических свойств в большой степени зависят выбор условий перевозки, перегрузки и хранения груза и основные требования к его таре и упаковке.

Одно из наиболее емких физических свойств – *гранулометрический состав*, он характеризует количественное распределение частиц (кусков) насыпных и навалочных грузов по крупности. 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. Значения углов естественного откоса, обрушения, насыпания используются при расчете производительности конвейеров, параметров бункерных установок, складских помещений для хранения сыпучих грузов.

Углом естественного откоса называется двугранный угол между плоскостью груза и горизонтальной плоскостью основания штабеля. Величина угла естественного откоса зависит от рода груза, его гранулометрического состава и влажности. 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. 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, следствием чего часто является такое явление как сводообразование.

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 (рисунок 7.1).

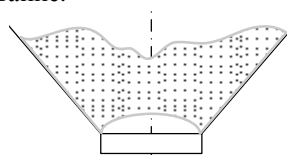


Рисунок 7.1 – Свод груза над отверстием

В данной практической работе необходимо:

1 Изучить устройство прибора для измерения углов обрушения $\alpha_{об}$, насыпания $\alpha_{н}$, естественного откоса α_0 (рисунок 7.2, а). Прибор состоит из передвижной шкалы 1 для отсчета значений угла насыпания, емкости 2 для получения штабеля груза под углом насыпания, шкалы 3 для отсчета значе-

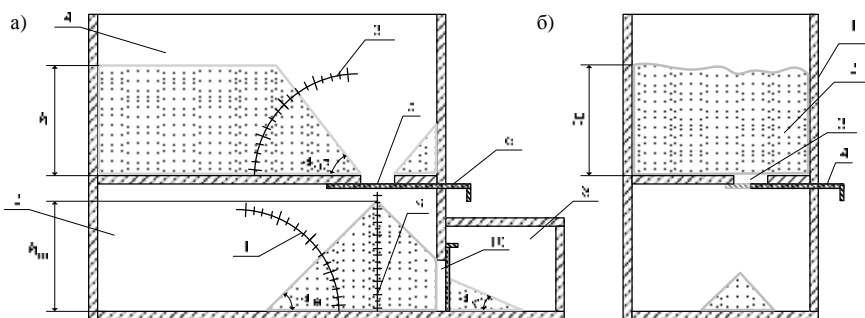


Рисунок 7.2 – Схема приборов:

а – для определения углов естественного откоса, обрушения и насыпания;
б – для определения наибольшего сводообразующего отверстия

ний угла обрушения, емкости 4 для получения штабеля груза под углом обрушения, выпускных отверстий 5, 10, задвижек 6, 7, емкости 8 для получения штабеля груза под углом естественного откоса, шкалы 9 для отсчета значений угла естественного откоса.

2 Произвести замеры углов обрушения, насыпания и естественного откоса. Порядок проведения работ следующий: насыпать груз в емкость 4 высотой h и разровнять; открыть задвижку б, после окончания высыпания через отверстие 5 открыть задвижку 7. По шкалам 1, 3, 9 сделать отсчеты, результаты занести в следующую таблицу:

| Показатель | Измерения | | | | | Среднее значение |
|---------------------------|-----------|---|---|---|---|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Угол естественного откоса | | | | | | |
| Угол обрушения | | | | | | |
| Угол насыпания | | | | | | |
| Высота штабеля $h_{ш}$ | | | | | | |
| Высота штабеля h | | | | | | |

Измерения провести при $h = 3, 5, 8, 10, 12$ см. По измерениям построить график зависимости $\alpha_{об} = f(h)$, $\alpha_n = f(h_{ш})$.

3 Изучить прибор для определения наибольшего сводообразующего отверстия (см. рисунок 7.2). Прибор состоит из сосуда 1, груза 2, с которым производится опыт, отверстия 3 в днище сосуда шириной a и длиной b , задвижки 4 для перекрытия отверстия 3.

4 Закрывать задвижку 4, заполнить сосуд сыпным грузом на высоту H , затем задвижку 4 перемещать, образуя щель. После того как небольшая партия груза, находящегося непосредственно над щелью, вытечет из сосуда, над щелью образуется свод. Задвижку открывать постепенно до тех пор, пока не будет достигнута ширина щели, обеспечивающая свободное вытекание груза без образования устойчивых сводов. После высыпания груза измерить ширину щели a . Опыт проводить при H не менее 15 см.

5 Расчетным путем установить гидравлический радиус наибольшего сводообразующего отверстия.

Гидравлическим радиусом отверстия истечения называется отношение площади отверстия к его периметру.

Своды над отверстиями могут образовываться не только из кусковых грузов, но и из мелкофракционных, обладающих связностью.

Для связных грузов наибольший сводообразующий радиус, м,

$$R_{св} = \tau_0 (1 + \sin \varphi) / (g\rho), \quad (7.1)$$

где τ_0 – начальное сопротивление груза сдвигу, Па (для хорошо сыпучих грузов $\tau_0 = 0$, муки – 50, цемента – до 150, каменного угля – до 100); φ – угол внутреннего трения (мука – 26...40, цемент – 30...48, каменный уголь – 30...59°); g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²; ρ – объемная плотность, кг/м³ (мука – 450...700, цемент – 960...1600, каменный уголь – 600...950).

Минимально допустимый гидравлический радиус отверстий бункеров, содержащих связные грузы, – $R_{г} = K'_0 R_{св}$, где K'_0 – коэффициент надежности истечения ($K'_0 = 1,5 \dots 2,0$).

Для хорошосыпучих грузов минимальная ширина отверстия истечения $A_n \geq (3...6)a'$, где a' – размер типичного куска груза.

Для плохосыпучих грузов наименьший размер прямоугольного отверстия со сторонами b и b_1 определяется по формуле

$$b = \frac{2(b_1 - a')(1 + \sin \varphi)K_3\tau_0}{(b_1 - a')\rho g - 2(1 + \sin \varphi)K_3\tau_0} + a', \quad (7.2)$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3 = 1,5 \dots 2,0$.

Контрольные вопросы

- 1 Физико-химические свойства сыпучих грузов.
- 2 Что такое сводообразование?
- 3 Порядок определения минимального сводообразующего отверстия бункера.

Практическое занятие № 8

СОВМЕСТИМОСТЬ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

К **опасным грузам** относятся вещества и предметы, которые при перевозке, перегрузочных работах и хранении могут нанести вред окружающей природной среде, быть причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, складов, устройств, зданий, сооружений, а также гибели, травмирования, отравления, ожогов, облучения или заболевания людей и животных. Поэтому при приеме, перевозке и хранении опасных грузов необходимо строго соблюдать специальные правила, предусматривающие меры безопасности людей, пожарной безопасности, сохранности грузов и транспортных средств.

Правила перевозок опасных грузов разработаны для всех видов транспорта. На железнодорожном транспорте они изложены в [4].

Опасные грузы в соответствии с ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» подразделяются на следующие классы.

Класс 1 – взрывчатые материалы (ВМ). К опасным грузам класса 1 относятся взрывчатые вещества и изделия, пиротехнические вещества, составы и изделия. В соответствии с их физико-химическими свойствами и видами опасности при транспортировании опасные грузы класса 1 разделяются на шесть подклассов.

Взрывчатые материалы в каждом подклассе в зависимости от их свойств, назначения и возможности совместной перевозки разделяются на группы совместимости, обозначаемые в нормативной литературе буквами от A до N , а также S .

Для опасных грузов класса 1 классификационный шифр состоит из номера класса, подкласса и группы совместимости.

В одном вагоне, а также любом другом перевозочном средстве допускается совместная перевозка:

- грузов одной группы совместимости, но разных подклассов в соответствии с требованиями к перевозке, установленными для груза, имеющего меньший номер подкласса, при этом грузы подкласса 1.5 приравниваются к грузам подкласса 1.1;

- грузов групп совместимости *C*, *D* и *E* в соответствии с требованиями, установленными для груза подкласса с меньшим номером и отнесенного к группе совместимости *E* (если перевозится груз этой группы) или *C*;

- грузов группы совместимости *S* совместно с грузами других групп совместимости, кроме групп *A* и *L*.

Грузы группы совместимости *L* не должны перевозиться с грузами других групп совместимости. Совместная перевозка грузов группы *L* разрешается только в том случае, если она относится к одному и тому же виду.

Грузы группы совместимости *N*, как правило, не должны перевозиться с грузами других групп, кроме группы *S*.

Однако если такие грузы перевозятся совместно с грузами групп *C*, *D* и *E*, то грузы группы совместимости *N* следует рассматривать как грузы, относящиеся к группе совместимости *D*.

Определение группы совместимости взрывчатых материалов производится на основании описания, приведенного в таблице 1.2 приложения 1 [4].

Класс 2 – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением.

Класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛЖД).

Класс 4 – легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ); самовозгорающиеся вещества (СВ); вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой.

Класс 5 – окисляющие вещества (ОК) и органические пероксиды (ОП).

Класс 7 – радиоактивные материалы (РМ).

Класс 8 – едкие и коррозионные вещества.

Класс 9 – прочие опасные грузы.

Опасные грузы классов 2–9 в соответствии с их физико-химическими свойствами, видами и степенью опасности при транспортировании разделяются на подклассы, категории и группы, указанные в приложении 1 [4].

Отнесение опасных грузов к определенному классу, подклассу, категории и группе производится в соответствии с ГОСТ 19433 – 88. Класс, подкласс опасного груза, обладающего более чем одним видом опасности, устанавливается в соответствии с таблицей приоритетов видов опасности. Для таких грузов должны соблюдаться требования, предписанные как для класса приоритетной опасности, так и для классов дополнительной опасности.

Условия, которые необходимо соблюдать при перевозке опасных грузов, делят на общие и специальные.

Общие условия, относящиеся ко всем опасным грузам, отражают порядок их перевозки и выдачи получателям, оформления перевозочных документов, общие положения транспортирования, меры санитарной и пожарной безопасности и т. д.

Специальные условия распространяются только на отдельные классы опасных грузов в соответствии с их особенностями и свойствами.

К перевозке железнодорожным транспортом принимают только грузы, поименованные в Алфавитном указателе опасных грузов, допущенных к перевозке по железным дорогам в крытых вагонах и контейнерах (приложение 2 [4]).

Опасные грузы должны предъявляться к перевозке в таре и упаковке, предусмотренных стандартами, техническими условиями на данную продукцию и ГОСТ 26319 – 84 «Грузы опасные. Упаковка». Тара и упаковка должны быть прочными, исправными, полностью исключаящими утечку и просыпание груза, обеспечивать его сохранность и безопасность перевозки. Материалы, из которых изготовлены тара и упаковка, должны быть инертными по отношению к содержимому.

На грузовые места с опасными грузами должна быть нанесена транспортная маркировка в соответствии с Правилами перевозок грузов и ГОСТ 14192 – 77 «Маркировка грузов», а также маркировка, характеризующая вид, степень опасности груза и содержащая:

- знаки опасности, форма и описание которых приведены в Алфавитном указателе;

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

- классификационный шифр; цифры шифра обозначают: первая – класс, вторая – подкласс, третья – категорию опасности, четвертая – группа (степень опасности);

- номер ООН.

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

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

Возможность совместной перевозки опасных грузов с другими опасными в одном подвижном составе устанавливается по приложению 4 [4], а опасных с неопасными – по приложению 5 [4].

Знаки опасности, наносимые на транспортную тару, имеют форму квадрата, повернутого на угол, со стороной не менее 100 мм, который условно разделен на два равных треугольника. В верхнем углу знака наносят символ опасности, в нижнем углу – номер подкласса. Между символом опасности и

номером подкласса располагают надпись, характеризующую опасность груза, под ней – номер аварийной карточки. Рамку располагают на расстоянии 5 мм от кромки знака. Рамка, символ опасности и надписи на знаке опасности выполняют черным цветом, другие цвета фона должны быть защищены от выцветания и устойчивы к атмосферным воздействиям.

Знаки, наносимые на транспортные средства, имеют размер стороны квадрата 250 мм. Рамку черного цвета располагают на расстоянии 15 мм от кромки знака. Вместо надписи между символом опасности и номером класса на белом фоне проставляют номер аварийной карточки. Символы и цифры на знаках опасности наносятся черным цветом.

Под знаком опасности на оранжевой прямоугольной табличке размером не менее 120×300 мм с черной рамкой шириной 10 мм по краям и высотой цифр в табличке не менее 25 мм указывают номер ООН.

Высота цифр номера аварийной карточки должна быть 100 мм, номера подкласса – 50 мм.

Знаки опасности (приложение Б) располагают на крытых вагонах – в центре двери с обеих сторон вагона, на контейнерах-цистернах – с четырех сторон и сверху, на универсальных контейнерах – рядом с номером контейнера.

Аварийные карточки на опасные грузы и их номера содержатся в [11].

Аварийная карточка содержит: основные свойства и виды опасности; указания по применению средств индивидуальной защиты; необходимые указания по действиям при аварийной ситуации (общего характера; при утечке, разливе и россыпи; при пожаре); указания по нейтрализации; рекомендации по мерам первой помощи.

В приложении 4.1 [5] помещен алфавитный указатель опасных грузов, содержащий наименования опасных грузов с указанием для каждого груза соответствующего номера аварийной карточки и номера ООН.

Аварийные карточки имеют трехзначную нумерацию. Первая цифра соответствует номеру класса опасного груза, включенного в данную аварийную карточку.

Различают индивидуальные и групповые аварийные карточки. Групповые аварийные карточки включают опасные грузы с аналогичными показателями транспортной опасности и определяют порядок необходимых действий при ликвидации аварийных ситуаций.

В данной практической работе необходимо установить класс, подкласс опасных грузов, дать краткую характеристику и установить возможность совместной перевозки заданных грузов в подвижном составе. Исходные данные для индивидуальной работы студентов приведены в таблице А.6 приложения А.

Контрольные вопросы

- 1 Классификация опасных грузов.
- 2 Транспортная маркировка опасных грузов.
- 3 Что такое аварийная карточка?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

Влажность зерна определяется количеством содержащейся в нем свободной воды, выраженным в процентах к первоначальному весу зерна.

Существует много схем связи воды с сухим веществом. Общепринятой в настоящее время считается схема, предложенная академиком П. А. Ребиндером. По этой схеме имеются следующие **формы связи воды**:

- химическая;
- физико-химическая;
- механическая.

Наиболее прочная – *химическая связь*. При ней в состав вещества влага входит в строго определенных соотношениях и удалить ее можно только прокаливанием. При *физико-химической связи* влага входит в состав веществ не в строго определенных соотношениях и может легко перемещаться и участвовать в химических реакциях (такая вода называется связанной). Удалить ее можно при нагревании или при перемещении зерна в среду, не содержащую паров воды. При *механической связи* вода находится на поверхности зерна или заполняет сравнительно крупные его поры. Она легко удаляется при высушивании зерна (такая вода называется свободной).

Содержание воды в зерне зависит от времени уборки, температуры, влажности воздуха и от других показателей.

Зерно имеет способность впитывать в себя влагу из воздуха, особенно при дождливой погоде, и отдавать ее при сухой погоде. Если зерно, имеющее высокую влажность, своевременно не высушить, то оно может подвергнуться порче.

В практике хлебного дела в настоящее время пользуются следующими методами определения влажности: в сушильных шкафах, на электровлагомерах, ускоренными методами.

Наиболее точным методом определения влажности является образцовый, который основан на извлечении влаги способом тепловой сушки в вакууме и измерении потери массы зерна. Влажность (φ) определяется как потеря массы порции зерна после просушки (M_1), отнесенная к первоначальной ее массе (M) и выраженная в процентах:

$$\varphi = \frac{M - M_1}{M} \cdot 100 \%. \quad (9.1)$$

Устройство сушильного шкафа. Сушильный шкаф ШС-80 (рисунок 9.1) состоит из корпуса 1 и электрошкафа 3.

В корпусе шкафа расположена рабочая камера, в которой снизу и на боковых стенках закреплены тепловые нагревательные элементы (ТЭНы), служащие для нагрева воздуха. ТЭНы закрыты: внизу – поддоном 13, по бокам – отражателями 11.

В рабочей камере на полках установлены лотки 12, служащие для размещения на них обрабатываемого зерна. В верхней части камеры имеется вентиляционный патрубок 10. На задней стенке камеры расположены патрубки 6, в которых установлены терморезисторы блока управления, а также патрубок 15, в который установлен термopредохранитель.

С лицевой стороны между корпусом шкафа и рабочей камерой установлено уплотнение 5 из термостойкой резины. Рабочая камера закрывается дверью 2. Внутреннее пространство корпуса и двери заполнено теплоизоляционными материалами.

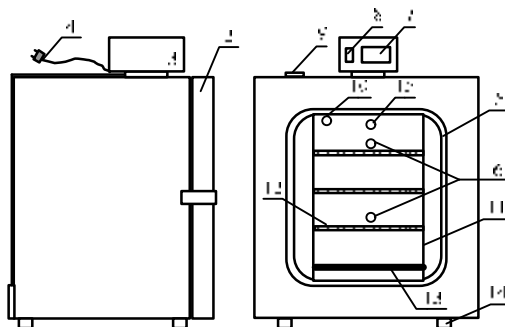


Рисунок 9.1 – Устройство сушильного шкафа

Сверху корпуса установлен электрошкаф и крышка вентиляционного патрубка 9, поворотом которой можно открыть вентиляционное отверстие рабочей камеры при сушке зерна.

На лицевой панели электрошкафа расположены блок управления 7 и выключатель 8 со световой индикацией подачи напряжения.

Внутри электрошкафа смонтированы вставки плавкие. К нижней части корпуса шкафа крепятся опоры 14.

Порядок выполнения работы:

- 1 Отобрать 3 порции зерна и взвесить каждую порцию.
- 2 Расположить равномерно на лотках обрабатываемое зерно.
- 3 Установить лотки в камеру. Крышка вентиляционного патрубка должна быть открыта, т.е. отверстие в крышке должно быть совмещено с отверстием в вентиляционном патрубке.

4 Нажать выключатель, при этом загорится его световая индикация, а на цифровом индикаторе блока управления – номер ранее установленной программы.

5 Задать программу, предусматривающую просушку зерна при температуре 105 °С в течение 30 минут. Для этого требуется нажать кнопку «Prg», затем при помощи кнопок «↑» и «↓» выбрать программу № 3 или № 4 и повторно нажать кнопку «Prg». Далее необходимо кратковременно нажать кнопку «Set» и кнопками «↑» и «↓» задать требуемое значение температу-

ры, после чего опять кратковременно нажать кнопку и аналогичным образом задать значение времени выдержки. Окончание ввода программы также фиксируется нажатием кнопки «Set». Для запуска программы требуется нажать кнопку «↑» – шкаф начнет нагрев, а на цифровом индикаторе будет отображаться текущее значение температуры в шкафу. При достижении заданной температуры в верхнем разряде цифрового индикатора загорится светодиод и начнется отсчет времени выдержки. По истечении заданного времени подается прерывистый короткий звуковой сигнал с одновременным миганием цифрового индикатора и шкаф переходит в режим остывания до 74 °С. По окончании остывания на цифровом индикаторе отображается «End», после чего из шкафа можно вынуть обрабатываемое зерно, а для прекращения данной индикации следует кратковременно нажать любую кнопку. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ открывать дверь шкафа во время установившегося режима!**

6 Подсушенное зерно размолоть (каждую порцию в отдельности) и вновь разместить на соответствующих лотках.

7 Повторить операции п. 3 и 4.

8 Задать программу, предусматривающую просушку зерна в течение 1 часа при температуре 130 °С, и произвести просушку способом, аналогичным указанному в п. 5.

9 Взвесить порции зерна, расположенные на каждом лотке, результаты записать в таблицу измерений:

| Номер лотка | Масса до просушки | Масса после просушки | Влажность, % |
|-------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | | | |
| | | | |

10 Произвести расчет влажности для каждого лотка и проанализировать полученные результаты.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое влажность груза?
- 2 Виды связи воды с сухим веществом.

Список использованной литературы

- 1 Грузоведение, сохранность и крепление грузов / А.А. Смехов [и др.] – М. : Транспорт, 1987. – 239 с.
- 2 Правила перевозок грузов. Ч I. – М. : Транспорт, 1983. – 472 с.
- 3 Транспортная тара: справочник / А.И. Телегин [и др.] – М. : Транспорт, 1989. – 216 с.
- 4 Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М. : Юридическая фирма «Юртранс», 2003. – 544 с.
- 5 Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам. – М. : Транспорт, 1996. – 251 с.
- 6 Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железной дороге Республики Беларусь. – Мн. : Тэхналогія, 1999. – 429 с.
- 7 Данилевский, В.А. Картонная и бумажная тара / В.А. Данилевский. – М. : Недра, 1980. – 215 с.
- 8 Прейскурант №10-01 на грузовые железнодорожные перевозки во внутриреспубликанском сообщении (Тарифное руководство № 1 Белорусской железной дороги). – Мн., 2002. – 80 с.
- 9 Пакетные перевозки грузов / под ред. П. К. Лемешука. – М. : Транспорт, 1979. – 263 с.
- 10 Еловой, И.А. Управление грузовой и коммерческой работой : метод. указания к практическим занятиям / И.А. Еловой, И.П. Грунтова, А.А. Кухарчик. – Гомель, 1994. – 66 с.
- 11 Аварийные карточки на опасные грузы, перевозимые по железным дорогам СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики. – М.: Транспорт. 2000. – 845 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)
Исходные данные

Таблица А.1 – Наименование грузов

| Начальная буква фамилии | Наименование груза | Начальная буква имени | Наименование груза | Начальная буква фамилии | Наименование груза | Начальная буква имени | Наименование груза |
|-------------------------|--|-----------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|--|
| А | Мозги, графит в кусках, ангидрид сернистый | А | Вода аммиачная, якоря, колбасы полукопченые | О | Языки, домашние вещи, поролон | О | Торф, колодки тормозные, яйца куриные |
| Б | Лодки, гипс, почки | Б | Абсорбент, алебастр толченый, балласт | П | Дрова, лодки, бензин | П | Амортизаторы, бензонасосы, вата минеральная |
| В | Анилин, сало свежее, личные автомобили | В | Камень всякий, говядина, гравий | Р | Арбузы, изделия бетонные, телята живые | Р | Гвозди, генераторы, стекло ветровое |
| Г | Бой графитовый, грязь минеральная, керосин | Г | Дичь, жмыхи, изделия железобетонные | С | Лес пиленный, ацетон, бутан | С | Изделия швейные, сыр голландский, ткань |
| Д | Ливер, графит молотый, орудия сельскохозяйственные | Д | Канаты стальные, барит кусковой, картофель | Т | Лес круглый, овес, рыба живая | Т | Бумага в рулонах, изделия кондитерские, овес |
| Е | Песок, доломит, сено | Е | Кирпич силикатный, кислород жидкий, мебель мягкая | У | Бокситы, кварциты, водород фтористый | У | Молотки слесарные, инструмент алмазный, табачные изделия |
| Ж | Сланцы горючие, мед, посуда глиняная | Ж | Колеса металлические, метанол, пшеница | Ф | Зола, мука мясо-костная, камыш | Ф | Сухофрукты, концентраты пищевые, асбестовый картон |
| З | Латекс, рельсы, шлаки гранулированные | З | Кролики живые, макулатура, мука доломитовая | Х | Колчедан серный, ракушка строительная, соль поваренная | Х | Вал колеччатый, пилы, изделия колбасные |
| И | Уголь каменный, аммиак жидкий, асфальт | И | Мазут смазочный, сталь, рожь | Ц, Ч | Масло авиационное, щепень мытый, деготь | Ц, Ч | Майонез, дрожжи, головные уборы |
| К | Черепица кровельная, шпалы, гривы лошадиные | К | Мука кормовая, мясо медведей, нефть сырая | Ш | Цемент, глина, бананы | Ш | Сельдь копченая, каменный уголь, антрацит |
| Л | Битум нефтяной тверд., этиленгликоль, глина | Л | Олифа, птица битая, рыба охлажденная | Щ, Э | Капуста поздняя, сахар в мешках, корпуса судов | Щ, Э | Хлопок-сырец, пшеница, цемент в мешках |
| М | Молоко, удобрения в мешках, щепень | М | Сажка, сало соленое, столы деревянные | Ю | Прокат черных металлов, редька, котлы паровые | Ю | Ржаная мука, бензин автомобильный, сахар |
| Н | Рога, пшеница, резинотехнические изделия | Н | Сера, спирт этиловый винный, субпродукты мороженые | Я | Вино виноградное, рейки паркетные, копыта | Я | Щепень, железорудный концентрат, торф |

Таблица А.2 – Наименование грузов

| № п/п | Наименование груза | № п/п | Наименование груза |
|-------|--|-------|---|
| 1 | Автозапчасти Масло кокосовое | 17 | Дрожжи Реактивы химические |
| 2 | Аккумуляторы железо-никелевые Металлорежущий инструмент | 18 | Желатин Реактивы фотографические |
| 3 | Аккумуляторы кадмий-никелевые Мыло хозяйственное | 19 | Запчасти Редуктор |
| 4 | Амортизаторы Насосы футбольные | 20 | Картофель хрустящий Стекло оконное |
| 5 | Барaban Насосы велосипедные | 21 | Кожгалантерейные изделия Столярные инструменты |
| 6 | Бензонасос Ножи | 22 | Коленчатый вал Сыр |
| 7 | Вата минеральная Обувь кожаная | 23 | Компрессор Табачные изделия |
| 8 | Вентилятор Обувь резиновая | 24 | Кондитерские изделия Текстильные изделия |
| 9 | Галантерейные изделия Обувь из синтетических материалов | 25 | Консервы Теплоизоляционные материалы |
| 10 | Гвозди Огнетушители углекислотные | 26 | Концентраты пищевые Трикотажные изделия |
| 11 | Глушитель Парфюмерно-косметические изделия | 27 | Лакокрасочная продукция Трубы металлические |
| 12 | Головные уборы Пластмассовые изделия | 28 | Лак толевый Фарфоровые изделия |
| 13 | Двери Подшипники резиновые | 29 | Лак битумный Фурнитура |
| 14 | Двигатели Подшипники из цветных металлов | 30 | Майонез Чай |
| 15 | Детали электротехнические Радиаторы тракторные | 31 | Масло сливочное Швейные изделия |
| 16 | Домкраты Радиаторы электробытовые | 32 | Масло горчичное Электродвигатель |

Таблица А.3 – Исходные данные для расчета максимально допустимого расстояния перевозки с использованием многооборотной тары

| Исходные данные | Вариант | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Длина ящика, мм | 430 | 425 | 430 | 436 | 425 | 421 | 428 | 436 | 450 | 410 | 430 | 425 | 420 | 436 | 421 | 428 |
| Ширина ящика, мм | 426 | 425 | 421 | 426 | 420 | 410 | 421 | 425 | 436 | 410 | 421 | 410 | 410 | 425 | 421 | 421 |
| Высота ящика, мм | 213 | 213 | 211 | 214 | 218 | 225 | 225 | 213 | 210 | 215 | 213 | 213 | 213 | 211 | 214 | 218 |
| Стоимость разовой тары, у.е./ящ. | 1600 | 1580 | 1580 | 1600 | 1490 | 1625 | 1780 | 1610 | 1600 | 1450 | 1430 | 1690 | 1790 | 1505 | 1800 | 1460 |
| Стоимость многооборотной тары, у.е./ящ. | 3460 | 3170 | 2980 | 3465 | 3530 | 3510 | 2260 | 3200 | 3040 | 3110 | 2290 | 2170 | 2770 | 3045 | 2750 | 3160 |
| Число оборотов | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| $k_{пр}$ | 1,08 | 1,44 | 1,8 | 1,08 | 1,44 | 1,08 | 1,8 | 1,44 | 1,8 | 1,08 | 1,44 | 1,8 | 1,08 | 1,44 | 1,08 | 1,08 |
| k_{γ} | 0,65 | 0,66 | 0,63 | 0,7 | 0,75 | 0,78 | 0,6 | 0,8 | 0,64 | 0,74 | 0,65 | 0,61 | 0,79 | 0,6 | 0,66 | 0,68 |
| Тара ящика, кг | 15 | 10 | 12 | 14 | 15 | 13 | 10 | 11 | 9 | 7 | 8 | 11 | 12 | 9 | 10 | 10 |

Окончание таблицы А.3

| Номер варианта | Вариант | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Длина ящика, мм | 425 | 430 | 450 | 421 | 436 | 450 | 410 | 430 | 436 | 450 | 410 | 430 | 440 | 415 | 440 | 440 |
| Ширина ящика, мм | 410 | 425 | 436 | 421 | 425 | 410 | 410 | 420 | 425 | 410 | 410 | 420 | 410 | 410 | 420 | 425 |
| Высота ящика, мм | 225 | 205 | 213 | 211 | 214 | 218 | 225 | 213 | 214 | 218 | 225 | 213 | 210 | 230 | 210 | 215 |
| Стоимость разовой тары, у.е./ящ. | 1630 | 1600 | 2050 | 1530 | 1620 | 1560 | 1480 | 1680 | 1620 | 1560 | 1480 | 1680 | 1550 | 1490 | 1650 | 1610 |
| Стоимость многооборотной тары, у.е./ящ. | 3480 | 2540 | 3305 | 3305 | 3200 | 3340 | 3950 | 3190 | 3200 | 3340 | 3950 | 3190 | 3340 | 3950 | 3190 | 3250 |
| Число оборотов | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 |
| $k_{пр}$ | 1,08 | 1,8 | 1,44 | 1,08 | 1,44 | 1,08 | 1,08 | 1,8 | 1,44 | 1,08 | 1,08 | 1,8 | 1,08 | 1,08 | 1,8 | 1,44 |
| k_{γ} | 0,78 | 0,73 | 0,77 | 0,71 | 0,62 | 0,63 | 0,74 | 0,78 | 0,62 | 0,63 | 0,74 | 0,78 | 0,63 | 0,74 | 0,78 | 0,62 |
| Тара ящика, кг | 15 | 12 | 14 | 12 | 13 | 11 | 10 | 10 | 13 | 11 | 10 | 10 | 11 | 10 | 10 | 13 |

Таблица А.4 – Исходные данные для расчета параметров термоусадочной пленки

| Исходные данные | Вариант | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Ширина ящика, мм | 400 | 250 | 350 | 200 | 230 | 400 | 200 | 380 | 200 | 150 | 200 | 400 | 210 | 280 | 400 | 200 |
| Высота ящика, мм | 285 | 280 | 290 | 280 | 270 | 285 | 280 | 290 | 280 | 270 | 285 | 280 | 290 | 280 | 270 | 285 |
| Длина ящика, мм | 200 | 240 | 300 | 400 | 300 | 240 | 400 | 200 | 240 | 400 | 300 | 240 | 300 | 240 | 200 | 240 |
| Масса ящика, кг | 60 | 55 | 50 | 55 | 50 | 45 | 40 | 60 | 35 | 30 | 40 | 45 | 30 | 60 | 55 | 25 |
| Коэффициент трения μ между грузом и поддоном | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,68 | 0,34 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,29 | 0,31 | 0,68 | 0,34 | 0,38 | 0,31 |
| Ускорение в долях g, $k_{пр}$ | 2,2 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 3 | 2,8 | 2,1 | 2,2 | 2,4 |

Окончание таблицы А.4

| Исходные данные | Вариант | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Ширина ящика, мм | 100 | 200 | 310 | 400 | 200 | 100 | 200 | 400 | 200 | 400 | 350 | 600 | 400 | 200 | 400 | 350 |
| Высота ящика, мм | 280 | 290 | 280 | 270 | 285 | 280 | 290 | 280 | 290 | 285 | 280 | 290 | 280 | 270 | 290 | 280 |
| Длина ящика, мм | 300 | 400 | 300 | 240 | 400 | 200 | 240 | 400 | 300 | 240 | 300 | 240 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Масса ящика, кг | 20 | 35 | 60 | 35 | 30 | 35 | 40 | 30 | 50 | 45 | 40 | 60 | 35 | 20 | 40 | 35 |
| Коэффициент трения μ между грузом и поддоном | 0,68 | 0,34 | 0,38 | 0,39 | 0,31 | 0,68 | 0,34 | 0,31 | 0,68 | 0,34 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,31 | 0,34 | 0,31 |
| Ускорение в долях g, $k_{пр}$ | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 3 | 2,8 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,6 |

Таблица А.5 – Исходные данные для расчета параметров амортизирующих материалов

| № п/п | Масса груза Q , кг | Размеры груза, см | | | Пиковое ударное ускорение a_n , доли g | Высота падения h , см |
|-------|----------------------|-------------------|--------|--------|--|-------------------------|
| | | длина | ширина | высота | | |
| 1 | 2,5 | 20 | 15 | 10 | 20 | 90 |
| 2 | 3,0 | 25 | 20 | 15 | 20 | 80 |
| 3 | 3,5 | 20 | 16 | 20 | 20 | 80 |
| 4 | 1,5 | 20 | 16 | 10 | 25 | 85 |
| 5 | 2,0 | 15 | 12 | 15 | 25 | 90 |
| 6 | 2,5 | 25 | 15 | 20 | 20 | 95 |
| 7 | 3,5 | 30 | 24 | 15 | 25 | 120 |
| 8 | 3,0 | 30 | 24 | 10 | 20 | 110 |
| 9 | 1,5 | 35 | 28 | 15 | 20 | 90 |
| 10 | 2,5 | 30 | 24 | 10 | 30 | 95 |
| 11 | 3,5 | 25 | 20 | 10 | 25 | 85 |
| 12 | 1,0 | 30 | 15 | 10 | 20 | 80 |
| 13 | 2,0 | 15 | 12 | 20 | 30 | 110 |
| 14 | 3,0 | 30 | 24 | 20 | 20 | 80 |
| 15 | 3,4 | 20 | 16 | 10 | 25 | 105 |
| 16 | 2,8 | 25 | 20 | 15 | 20 | 80 |
| 17 | 3,6 | 25 | 20 | 20 | 25 | 100 |
| 18 | 4,2 | 30 | 24 | 15 | 20 | 90 |
| 19 | 5,1 | 25 | 20 | 10 | 25 | 95 |
| 20 | 1,8 | 30 | 24 | 10 | 20 | 80 |
| 21 | 3,3 | 30 | 24 | 15 | 25 | 85 |
| 22 | 3,4 | 25 | 20 | 10 | 20 | 95 |
| 23 | 3,5 | 25 | 20 | 20 | 30 | 105 |
| 24 | 3,8 | 25 | 20 | 10 | 25 | 110 |
| 25 | 2,3 | 30 | 20 | 20 | 20 | 85 |
| 26 | 2,6 | 25 | 20 | 15 | 25 | 90 |
| 27 | 2,8 | 20 | 16 | 15 | 30 | 95 |
| 28 | 2,4 | 25 | 20 | 20 | 25 | 85 |
| 29 | 2,6 | 20 | 16 | 10 | 30 | 80 |
| 30 | 2,7 | 15 | 12 | 15 | 25 | 95 |
| 31 | 2,5 | 30 | 24 | 15 | 25 | 90 |
| 32 | 2,6 | 25 | 20 | 15 | 25 | 95 |

Таблица А.6 – Исходные данные для установления возможности совместной перевозки опасных грузов

| № п/п | Наименование грузов | № п/п | Наименование грузов |
|-------|---|-------|--|
| 1 | Барий марганцевокислый – метил бромистый | 17 | Бензилхлорид – метиламин (водный раствор) |
| | Барий бромистый – пек нефтяной | | Масло кукурузное – целлюлоид |
| | Додецилмеркаптан третичный – сера | | Бутадиен ингибиторный – камфара |
| 2 | Масло подсолнечное – ацетон | 18 | Дивинилбензол ингибиторный – йод |
| | Ящички деревянные – ангидрид уксусный | | Бензальдегид – селен технический |
| | Ангидрид фталевый – соль бертолетова | | Аммиак (раствор) – лития нитрат |
| 3 | Ингибитор коррозии КХО-1 – кислота салициловая | 19 | Водород сжатый – киноплёнка на нитроцеллюлозной основе |
| | Домашние вещи – гелий сжатый | | Изобутилен – метиламин (безводный) |
| | Кальция арсенат – спирт денатурированный | | Хлебобулочные изделия – купорос медный |
| 4 | Изопропилбензол – лития амид | 20 | Бария гидроксид – кислота хлоруксусная |
| | Калий марганцевокислый – натрия ацетат | | Гептан – 2-Метилнафталин технический |
| | Игрушки детские – барий | | Консервы – кислота муравьиная |
| 5 | Алкилбензол – кислота синильная | 21 | Дициклопентадиен – мышьяк |
| | Деканол-1 – пыль эбонитовая | | Анилин – кислород сжатый |
| | Шампунь – кислота изопропиловая | | Кожаные сумки – стронция карбонат |
| 6 | N,N-Диметиланилин – скипидар | 22 | Канифоль сосновая – ртуть азотнокислая |
| | Крем для рук – бутилбензол | | Пищевые добавки – йод |
| | Метилсалицилат – метанол | | Жидкость тормозная – краситель органический |
| 7 | Спички безопасные | 23 | Железо хлорное – натрия дитионит |
| | Диэтилэтаноламин – олова (II) сульфат | | Гексафторпропилен – натрия сульфит |
| | Аммоний сернокислый – йод | | Сметана – каучук |
| 8 | Аммония нитрат – компаунд жидкий | 24 | Железа сульфат – кислота азотная |
| | Мыло детское – воздух сжатый | | Микропроцессоры – алюминий азотнокислый |
| | Бутилен – натрий фтористый | | Канифоль – свинца цианид |
| 9 | Бензилхлорид – n-Пропилбензол | 25 | Железо хлорное – натрия сульфит |
| | Мебель офисная – кислота ортофосфорная | | Аммоний сернокислый – гексафторпропилен |
| | Ифханол-2Г – кислота серная | | Сметана – кислота серная |
| 10 | Бром – смола акриловая | 26 | Железа сульфат – смола акриловая |
| | Масло подсолнечное – ацетон | | Микропроцессоры – ацетон |
| | Мука – жидкость «Арктика» | | Мука – свинца цианид |
| 11 | Железо азотнокислое – спирт этиловый | 27 | Спички безопасные – лития амид |
| | Домашние вещи – аргон сжатый | | Деканол-1 – метиламин (безводный) |
| | Бензин газовый – кислота уксусная | | Консервы – кислота салициловая |
| 12 | Кальция гидрид – пентан | 28 | Изопропилбензол – компаунд жидкий |
| | Жир свиной – паральдегид | | Мыло детское – кислород сжатый |
| | Марганца диоксид – крезол технический | | Кислота муравьиная – кожаные сумки |
| 13 | Спички – клей нитроцеллюлозный | 29 | Альдегид масляный – карболка |
| | Барий бромистый – пек нефтяной жидкий | | Обувь кожаная – целлюлоид технический |
| | Масло сливочное – азот жидкий технический | | Бутадиен ингибиторный – камфара синтетич. |
| 14 | Ангидрид фталевый – соль бертолетова | 30 | Дибромбензол – сурик свинцовый |
| | Водород жидкий технический – киноплёнка на целлюлозной основе | | Электротехнические приборы – хром (III) азотнокислый |
| | Комбикорм – ангидрид уксусный | | Аммиак водный технический – карбофос |
| 15 | Калий хлористый – спирт денатурированный | 31 | Бром – смола полиэфирная |
| | Ингибитор ПБ-5 – кислота салициловая | | Изобутилен – монометиламин технический |
| | Масло оливковое – гелий жидкий | | Хлебобулочные изделия – купорос медный |
| 16 | Ацетилкетон – литий | 32 | Гептан – метальдегид |
| | Антифриз – кислород сжатый | | Бария гидроксид – кислота соляная (реактив) |
| | Игрушки детские – барий | | Консервы – кислота муравьиная |