

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Экономика и логистика»

# ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальностей

6-05-0718-01 «Инженерная экономика» (профилизация «Транспорт»),  
6-05-1042-01 «Транспортная логистика»,  
61040101 «Транспортная логистика»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области экономики и организации производства*

Минск  
БНТУ  
2024

УДК 656.073 (075.8)

ББК 39.18я7

Г90

**С о с т а в и т е л и:**

*Т. В. Пильгун, Л. А. Вильданова*

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»  
Белорусского государственного университета транспорта  
(зав. кафедрой, д-р экон. наук, профессор *И. А. Еловой*);  
зав. кафедрой «Логистика и организация производства»  
МОУВО Белорусско-Российский университет,  
канд. экон. наук, доцент *М. Н. Гриневич*

**Грузоведение** : учебно-методическое пособие для студентов специальности 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» (профилизация «Транспорт»), 6-05-1042-01 «Транспортная логистика», 61040101 «Транспортная логистика»/ сост. : Т. В. Пильгун, Л. А. Вильданова. – Минск : БНТУ, 2024. – 86 с.  
ISBN 978-985-31-0041-9.

Учебно-методическое пособие предназначено для практических занятий по дисциплине «Грузоведение». Адресовано обучающимся по специальностям 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» (профилизация «Транспорт»), 6-05-1042-01 «Транспортная логистика», 61040101 «Транспортная логистика» совместной образовательной программы Белорусского национального технического университета и Ташкентского государственного транспортного университета.

Изложены теоретические основы дисциплины, связанные с транспортными характеристиками грузов, определяющими упаковку, условия перевозок, обеспечение безопасности и эффективное использование подвижного состава, организацию погрузочно-разгрузочных и перевалочных работ. Пособие содержит задания по практическим работам, теоретическую часть по вопросу задания и примеры выполнения.

**УДК 656.073(075.8)**

**ББК 39.18я7**

**ISBN 978-985-31-0041-9**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2024

## Содержание

Введение .....	4
Практическая работа № 1. Составление транспортной характеристики грузов .....	5
Практическая работа № 2. Условия перевозки штучных грузов и выбор вида тары .....	8
Практическая работа № 3. Расчет потребного количества многооборотной тары.....	11
Практическая работа № 4. Выбор и расчет параметров амортизирующих материалов для упаковки грузов .....	17
Практическая работа № 5. Расчет высоты штабелирования груза в картонной таре .....	23
Практическая работа № 6. Формирование транспортного пакета для перевозки тарно-штучных грузов .....	28
Практическая работа № 7. Использование грузоподъемности подвижного состава при перевозке тарно-штучных, навалочных и насыпных грузов .....	35
Практическая работа № 8. Организация погрузочно-разгрузочных и складских работ в пунктах взаимодействия видов транспорта ....	43
Практическая работа № 9. Проверка устойчивости и расчет крепления груза с плоской опорой в кузове автомобиля.....	48
Практическая работа № 10. Перевозка опасных грузов автомобильным транспортом .....	60
Вопросы и задания для самостоятельной подготовки к контрольной работе и зачету .....	66
Литература .....	79
Приложение А.....	80
Приложение Б .....	82

## Введение

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебной программой по дисциплине «Грузоведение» для специальностей 6-05-1042-01 «Транспортная логистика» и 6-05-0718-01 «Инженерная экономика (профилизация «Транспорт»)). Настоящее пособие переработано на основе учебно-методического пособия «Товароведение (Грузоведение)» 2018 года издания.

Основные задачи учебно-методического пособия:

– ознакомление студентов с основами нормативно-правовой базы, обеспечивающей безопасную перевозку грузов, в том числе опасных, сохранность груза при подготовке к перевозке и непосредственно при перевозке;

– изучение студентами транспортных характеристик, специфических свойств грузов, их влияния на условия хранения и транспортирования;

– решение инженерных задач по подготовке грузов к транспортировке, в том числе по рациональному размещению и креплению грузов на подвижном составе, выполнению погрузочно-разгрузочных работ, что позволит студентам в практической деятельности принимать меры по обеспечению сохранности грузов и транспортных средств, безопасности движения, более широко внедрять комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ;

– подготовка будущего специалиста к практической и научной работе по вопросам обеспечения сохранности грузов, правильного выбора транспортных средств, обеспечения охраны труда при производстве грузовых операций, защиты окружающей среды от вредного воздействия перевозимых грузов.

Учебно-методическое пособие предусмотрено для проведения практических занятий под руководством преподавателя.

По результатам решения задач каждой из практических работ студентами готовятся отчеты следующего содержания:

1. Цель работы;
2. Исходные данные;
3. Выполненные расчеты и решения в соответствии с задачами практической работы.



## Практическая работа № 1

### СОСТАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВ

*Цель работы:* освоение навыков по составлению транспортной характеристики груза, определению условий их перевозки и хранения на основе технических нормативных правовых актов, касающихся перевозки грузов автомобильным транспортом.

*Задачи работы:*

Изучить классификацию грузов, методы классификации и кодирования, транспортные характеристики грузов, основные свойства, влияющие на условия перевозки и хранения грузов, используя лекционные материалы и ЭУМК [1]. По каждому заданному грузу:

1. Определить номенклатурные коды ТНВЭД и ЕТСНГ с указанием раздела, товарной группы, товарной позиции, ГНГ.

2. Определить класс груза, физико-механические, физико-химические, биохимические свойства груза и их влияние на условия перевозки.

3. На основании [2] описать условия перевозки заданных грузов в том числе:

3.1. Необходимость принятия особых мер с учетом свойств груза при перевозке автотранспортом.

3.2. Предельные сроки транспортирования (для скоропортящихся).

3.3. Обеспечение температурного режима при перевозке.

3.4. Необходимость санитарно-ветеринарного надзора, сопровождения груза проводниками грузовладельцев.

*Исходные данные.*

Исходные данные выбираются из таблицы А.1 приложения А по номеру фамилии студентов в журнале. Для определения кодов ТНВЭД, ЕТСНГ, ГНГ рекомендуется использовать электронные версии указанных документов, а также электронные ресурсы:  
[http://issa.ru/tnvd/tnvd\\_36.html](http://issa.ru/tnvd/tnvd_36.html); <http://www.tks.ru/db/tnved/tree>;  
<http://www.tks.ru/db/tnved/tree>;  
<https://www.railwagonlocation.com/ru/etsng-codes.php> и другие.

### *Теоретическая часть.*

Грузы каждого наименования обладают присущими только им физико-химическими свойствами, объемно-массовыми характеристиками и степенью опасности. Эти свойства определяют технические условия перевозок.

В комплексе с параметрами тары и упаковки специфические свойства груза составляют понятие «транспортная характеристика груза».

Одни и те же грузы могут иметь различные составляющие транспортной характеристики в зависимости от вида и размера упаковки.

Например, сыпучие грузы (мука, цемент, минеральные удобрения и т. п.), упакованные в мешки, переходят в тарно-штучные грузы, что резко меняет способ погрузки, перевозки и разгрузки по сравнению с перевозкой этих грузов в автоцистернах.

Путем изменения составляющих транспортной характеристики груза можно оптимизировать технические и технологические элементы транспортного процесса.

Транспортная характеристика груза определяет режимы перевозки, перегрузки и хранения, а также требования к техническим средствам выполнения этих операций.

Транспортные характеристики используют при решении задач по рационализации перевозочного процесса: выборе типа подвижного состава, погрузочно-разгрузочных механизмов и устройств, складского оборудования, средств пакетирования грузов, разработке условий их перевозки и т. п.

Сохранность груза и безопасность его транспортирования обеспечивается, если груз предъявляется к перевозке в транспортабельном состоянии.

Груз является транспортабельным, если: находится в кондиционном состоянии; соответствует требованиям стандартов и условиям перевозки; имеет исправные тару, упаковку, пломбы, замки, контрольные ленты и положенную маркировку; надежно защищен от неблагоприятного внешнего воздействия; не имеет других признаков, свидетельствующих о его порче.

Существует несколько вариантов классификации грузов, причем они могут отличаться в зависимости от условий для различных видов транспорта. На рисунке 1.1 приведена транспортная классификация грузов.

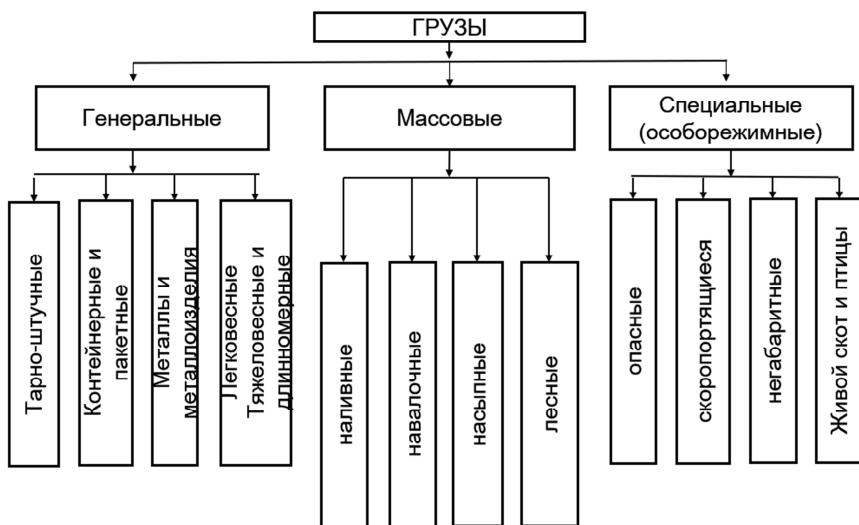


Рис. 1.1. Транспортная классификация грузов

*Пример.* Классифицировать и определить условия перевозки и хранения груза: дыни свежие.

*Решение.* Дыни. Код ТН ВЭД 0807110000 (раздел 2 «Продукты растительного происхождения», тарифный код 08 «Съедобные фрукты и орехи», тарифная позиция 0807 «Дыни (включая арбузы) и папайя»); код ЕТСНГ 04200 (раздел 1 «Продукция сельского хозяйства» тарифный код 04, тарифная позиция 200 «Бахчевые культуры»); код ГНГ 08070000.

Дыни в соответствии с [1] могут перевозиться навалом, в этом случае относятся к грузам 2-го класса. Если дыни перевозятся в ящиках или контейнерах – относятся к грузам 1-го класса. По транспортной классификации дыни относятся к специальным грузам: скоропортящимся.

В соответствии со свойствами груза:

- биохимическими – подвержены процессам дыхания, созревания, гниения;
- физико-химическими – подвержены неблагоприятному воздействию на груз температуры выше 10 °С, и ниже 0 °С.

При организации перевозки необходимо руководствоваться гл. 16 и приложением 10 к [2].

Необходимо соблюдение температурных режимов при междугородных автомобильных перевозках: при погрузке и при перевозке в рефрижераторе должна соблюдаться температура +8 °С – +10 °С.

Городские и пригородные автомобильные перевозки скоропортящихся грузов рекомендуется выполнять на грузовом транспортном средстве с бортовым кузовом, накрыв его брезентом или покрывалом, или с кузовом типа «фургон» при условии проветривания.

При приеме к перевозке необходимо наличие сертификата или удостоверения качества на продукцию.

Так как дыни имеют выраженный аромат, не разрешается (п. 186 [2]) совместная перевозка с некоторыми другими продуктами.

## **Практическая работа № 2**

### **УСЛОВИЯ ПЕРЕВОЗКИ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ И ВЫБОР ВИДА ТАРЫ**

*Цель работы:* освоение навыков организации сохранности грузов при перевозке, выбор тары для перевозки штучных грузов.

*Задачи:*

1. Прочитать лекционный материал по теме и теоретическую часть.
2. Ответить на контрольные задания в режиме семинарского занятия.
3. Для заданного вида груза описать условия перевозки, требования к таре, вид тары.

Исходные данные выбираются из таблицы 2.1 по номеру фамилии студентов в журнале.

*Теоретическая часть.*

Под упаковкой понимается комплекс защитных мер и материальных средств по подготовке продукции к транспортированию и хранению, для обеспечения ее максимальной сохранности и придания транспортабельного состояния. Согласно ГОСТ 17527-86 «Упаковка. Термины и определения» упаковка представляет собой потребительскую и транспортную тару, прокладочные и амортизирующие материалы, вспомогательные упаковочные средства и материалы.

Потребительская тара – элемент упаковки, в которую расфасовывают продукцию для доставки ее потребителям (бутылки, флаконы, банки, коробки, пачки и т. п.).

Транспортная тара – элемент упаковки продукции, как правило, расфасованной в потребительскую тару или вспомогательные упаковочные средства и материалы. Транспортная тара предназначена для защиты изделия и внутренней упаковки от воздействия внешних факторов и для обеспечения удобства перегрузочных работ, транспортирования, складирования, крепления к транспортным средствам. К транспортной таре относятся ящики, бочки, канистры, барабаны, баллоны, фляги, мешки и др.

Упаковка должна быть оптимальной по стоимости, привлекательной по внешнему виду, надежно защищать содержимое и соответствовать размерам упаковываемой продукции. К другим требованиям, предъявляемым к упаковыванию товаров широкого потребления, относятся: легкость обработки и возможность многоярусного штабелирования, способность противостоять изменениям внешних факторов и условий, возможность использования для упаковывания продукции другого вида, т. е. универсальность.

Необходимым условием оптимизации упаковки является стандартный размер, что в значительной мере облегчает укладку в транспортные средства, пакетирование, перевозку и хранение продукции.

*Пример.* Определить условия перевозки и вид тары груза: аппарата осветительная.

*Решение.* По результатам исследований разнообразной тары для перевозки грузов и соответствующих стандартов (ГОСТ), определяем, что для перевозки аппаратуры осветительной можно применять ящики в соответствии со стандартом ГОСТ 16536-84 «Ящики деревянные для продукции автомобильной промышленности» на 24 планках с применением фанеры или древесноволокнистой плиты во всех щитах, с дном и крышкой, перекрывающими торцовые и боковые стенки типа VI. Масса одного грузового места 55 кг.

Размещение и крепление транспортной тары с упакованными изделиями в транспортных средствах должно обеспечивать ее устойчивое положение и не допускать перемещения во время транспортирования. При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары с упакованными изделиями от непосредственного воздействия атмосферных осадков и солнечного излучения.

До укладки в ящики аппаратура упаковывается в потребительскую тару. При перевозке автомобильным транспортом используют закрытые автомобили или контейнеры.

*Контрольные задания:*

1. Дайте определение понятию «упаковка», перечислите основные требования к упаковке.
2. Опишите классификацию упаковки.
3. Охарактеризуйте элементы упаковки, их назначение.
4. Охарактеризуйте понятие «тара». Опишите классификацию тары. Охарактеризуйте виды тары.
5. Опишите классификацию транспортной тары. Назовите виды многооборотной тары. Укажите особенности применения многооборотной тары.
6. Перечислите требования, предъявляемые к таре.
7. Охарактеризуйте упаковочные материалы.
8. Назовите виды испытаний амортизационных материалов и опишите технологию их проведения.
9. Назовите средства консервации и функциональность их воздействия.

Таблица 2.1

### Исходные данные

Вариант	Наименование груза	Вариант	Наименование груза
1	Вата минеральная, мыло хозяйственное	2	Коленчатый вал, дрожжи
3	Амортизатор, мясо фасованное	4	Реактивы химические, обувь резиновая
5	Блоки пенопластовые, мясо кур и кроликов	6	Картофель, головные уборы
7	Бензонасос, изделия трикотажные	8	Металлорежущий инструмент, хлопья овсяные
9	Выпрямитель, спички	10	Электрооборудование, шприцы
11	Генератор, пенопласт	12	Шпиг колбасный, трансформатор
13	Двигатель, сыр	14	Товары бытовой химии, ткань

Вариант	Наименование груза	Вариант	Наименование груза
15	Табачные изделия, лак битумный	16	Рыба копченая, проволока
17	Фарфоровые изделия, чай	18	Продукция лакокрасочная, обувь
19	Радиаторы, швейные изделия	20	Огнетушитель, молотки
21	Домкраты, майонез	22	Нитки, краскопульт
23	Трубы металлические, концентраты пищевые	24	Подшипники из цветных металлов, пиво в банках
25	Электродвигатель, кондитерские изделия	26	Галантерейные изделия, проволока
27	Теплоизоляционные материалы, стекло оконное	28	Товары народного потребления, шнур минераловатный
29	Гвозди, масло сливочное	30	Плиты теплоизоляционные, консервы и пресервы
31	Волокно льняное, стекло строительное	32	Табачные изделия, кофе натуральный
33	Консервы мясные, игрушки детские	34	Канцелярские принадлежности, швейные изделия

### Практическая работа № 3

#### РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА МНОГООБОРОТНОЙ ТАРЫ

*Цель работы:* приобретение навыков расчета потребности многооборотных контейнеров и поддонов для обеспечения перевозки грузов автомобильным транспортом.

*Задачи:*

1. Определить потребность в автомобильных контейнерах  $\chi_k$ , если известно, что их перевозка осуществляется с привлечением одного из автомобилей, приведенных в исходных данных. В соответствии с исходными данными заданы: тип контейнера; коэффи-

коэффициент пробега  $\beta_c = 0,5$ ; время пребывания автомобиля на маршруте  $T_m$ ; время на погрузку  $t_n$  и разгрузку  $t_r$  одного контейнера одинаково и равно 10 мин; суточный объем перевозок  $Q_{сут}$ ; длина ездки с грузом  $l_{e,г}$ ; техническая скорость  $V_T$ .

2. Определить общее количество поддонов  $\chi_n$ , необходимых для перевозки с завода и организации бесперебойной работы АТС и погрузочных механизмов в пунктах погрузки (завод) и выгрузки (потребитель, склад). Для этой операции выделены автомобили, используемые в задаче 1. Погрузка и разгрузка поддонов механизированы, время погрузки и время разгрузки одного поддона автопогрузчиком одинаково и равно 6 мин. Размеры поддонов заданы в таблице 3.1: длина  $L$  и ширина  $B$ , масса брутто одного поддона – 0,75 т. Исходные данные аналогичные используемым в задаче 1: объем вывоза грузов в течение суток  $Q_{сут}$ , коэффициент пробега  $\beta_c = 0,5$ ; время пребывания автомобиля на маршруте  $T_m$  (ч); длина ездки с грузом  $l_{e,г}$ ; техническая скорость  $V_T$ .

*Исходные данные.*

Для решения задач выбираются исходные данные из таблицы 3.1 по цифрам шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326. По первой цифре шифра выбирается  $Q_{сут}$ , по второй цифре – тип контейнеров и размеры  $L \times B$  поддонов, по третьей цифре –  $T_m$ , по четвертой цифре –  $l_{e,г}$ , по первой цифре –  $V_T$ .

*Теоретическая часть.*

По кратности обращения тара бывает однооборотной и многооборотной.

Для изготовления многооборотной тары применяют дерево, металлы, полимеры. 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 (13–20 % массы груза). В машиностроении используют металлическую многооборотную тару в виде специальных и стандартных ящичных и стоечных поддонов, которые успешно применяют для внутривоза-



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

Большее применение находит многооборотная жесткая полимерная тара, особенно для перевозки пищевых продуктов. Ее отличает незначительная собственная масса (до 2–3 % массы груза), удобство и простота санитарной обработки при повторном использовании.

К многооборотной таре относятся ящики, бочки, барабаны, канистры, фляги, поддоны и ряд других видов тары. Также многооборотной тарой называют грузовые универсальные контейнеры.

Общее количество контейнеров или поддонов, обеспечивающих бесперебойную работу транспортных средств для перевозки грузов, определяется по формуле:

$$\chi_k = n_k (A_э + n_k(t_{п} + t_{р}) / I_a),$$

где  $n_k$  – количество контейнеров (или поддонов) на одном автомобиле;

$A_э$  – количество автомобилей для освоения дневного объема перевозок  $Q_{сут}$ ;

$t_{п}$ ,  $t_{р}$  – время на погрузку и разгрузку одного контейнера соответственно, мин;

$I_a$  – интервал движения автомобилей, мин.

Количество контейнеров, которое необходимо иметь (от общего  $\chi_k$ ):

– в пункте погрузки:

$$\chi_{к.п} = n_k^2 (t_{п} / I_a),$$

– в пункте разгрузки:

$$\chi_{к.р} = n_k^2 (t_{р} / I_a).$$

Интервал движения автомобилей  $I$  рассчитывается исходя из времени оборота  $t_о$  на маршруте:

$$I_a = t_0 / A_3,$$

$$A_3 = Q_{\text{сут}} \cdot t_0 / (T_M \cdot q_H \cdot \gamma \cdot z_e),$$

где  $T_M$  – время пребывания автомобиля на маршруте, ч;

$q_H$  – грузоподъемность полуприцепа, т;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

$z_e$  – число ездов автомобиля за время пребывания на маршруте.

Время оборота  $t_0$  автомобиля на маршруте определяется:

$$t_0 = 2l_{\text{е.г}} / V_T + t_{\text{п-р}},$$

где  $l_{\text{е.г}}$  – длина ездки с грузом, км;

$V_T$  – техническая скорость автомобиля, км/ч;

$t_{\text{п-р}}$  – время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой за оборот, ч.

$$t_{\text{п-р}} = (t_{\text{п}} + t_{\text{р}}) \cdot n_k.$$

$$z_e = \frac{T_M \cdot V_T \cdot \beta_c}{l_{\text{е.г}} + V_T \cdot \beta_c \cdot t_{\text{п-р}}},$$

где  $\beta_c$  – коэффициент использования пробега.

*Пример.* Исходные данные: контейнер УК-3;  $T_M = 10$  ч;  $Q_{\text{сут}} = 380$  т;  $l_{\text{е.г}} = 40$  км;  $V_T = 32$  км/ч;  $\beta_c = 0,5$ .

*Решение.* Технические характеристики УК-3 приведены в таблице 3.2. С учетом внешних размеров контейнера и его допустимой массы брутто, подбирается автомобиль для перевозки. Подходит КамАЗ грузоподъемностью 6,1 тонн. С учетом размеров в кузове размещается 2 контейнера. Определим коэффициент использования грузоподъемности автомобиля  $\gamma$ . Допустимая загрузка контейнера нетто 2,4 тонны, а вес брутто – 3 тонны. Следовательно, масса тары

(контейнера) 600 кг. Два контейнера вывезут 4,8 тонн груза. С учетом массы тары двух контейнеров, фактическая грузоподъемность автомобиля составляет 6,0 тонн. Поэтому коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma = 6,0 / 6,1 = 0,98$ .

Время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой за оборот:

$$t_{п-р} = (10 + 10) \cdot 2 = 40 \text{ мин} = 0,66 \text{ ч.}$$

Время оборота автомобиля на маршруте:

$$t_0 = 2 \cdot 40 / 32 + 0,66 = 3,16 \text{ ч} = 189,6 \text{ мин.}$$

Количество ездов:

$$z_e = \frac{10 \cdot 32 \cdot 0,5}{40 + 32 \cdot 0,5 \cdot 0,66} = 3,16 \approx 3.$$

Потребное количество автомобилей:

$$A_3 = 380 \cdot 3,16 / (10 \cdot 6,1 \cdot 0,87 \cdot 3) = 7,5 \approx 8 \text{ автомобилей.}$$

Интервал движения автомобилей:

$$I_a = 189,6 / 8 = 23,7 \text{ мин.}$$

Общее количество контейнеров, обеспечивающих бесперебойную работу ПС:

$$\chi_k = 2 \cdot (8 + 2(10 + 10) / 23,7) = 17,9 \approx 18 \text{ контейнеров.}$$

Количество контейнеров, которое необходимо иметь:

– в пункте погрузки

$$\chi_{к.п} = 2^2 \cdot (10 / 23,7) \approx 2 \text{ контейнера;}$$

– в пункте разгрузки аналогичный расчет  $\approx 2$  контейнера.

Таблица 3.1

## Исходные данные для задач 1 и 2

Цифра шифра	$Q_{\text{сут}}$	Тип контейнера (для задачи 1)	$L \times B$ , мм (для задачи 2)	$T_M$ , ч	$l_{\text{е.г}}$ , км	$V_T$ , км/ч
0	400	УК-3	1000 × 900	12	45	60
1	450	УУК-3	1000 × 800	9	20	70
2	500	УК-5	1100 × 900	8	25	85
3	480	УУК-5	900 × 900	9	30	80
4	300	КМ-5	800 × 800	10	35	75
5	600	УУКП-6.3	1200 × 600	12	15	55
6	390	УУК-10	1100 × 700	11	40	60
7	490	НР 5-1	1200 × 400	10	47	75
8	550	МК-5	800 × 600	9	28	60
9	590	УУК-5	1000 × 400	8	34	60

При решении задачи 2 и планировании размещения поддонов в кузове необходимо обеспечить неперевышение грузоподъемности автомобиля и при этом максимально возможное ее использование.

Таблица 3.2

## Технические характеристики контейнеров

Тип контейнера	Вес брутто, т	Наружные размеры, м			Полезный объем, м <sup>3</sup>	Допустимый вес к за- грузке, кг
		длина	ширина	высота		
УК-3	3	2,100	1,325	2,400	5,16	2400
УУК-3	3	2,100	1,320	2,400	4,90	2400
УК-5	5	2,650	2,100	2,400	10,40	4050
УУК-5	5	2,650	2,100	2,400	10,20	3800
КМ-5	5	2,650	2,100	2,400	10,92	4050
УУКП-6.3	6,3	2650	2100	2591	11,3	5000
УУК-10	10	2991	2438	2438	14,8	9000
НР 5-1	5	2600	2100	2400	10,2	3900
МК-5	5	2610	2080	2255	10,5	4000

## Технические характеристики автотранспортных средств

Марка бортового автомобиля	Грузоподъемность автомобиля, т	Внутренние размеры, мм	Автопоезд с полуприцепом	Грузоподъемность полуприцепа, т	Внутренние размеры, мм
КамАЗ-43114	6,1	4800 × 2320	МАЗ 9380-040	15,0	8800 × 2500
КамАЗ-4308	5,5	5200 × 2420	МАЗ 93971	20,1	11 465 × 2500
КамАЗ-65117	14,0	7800 × 2480	ОДАЗ 885	7,5	6080 × 2200
КамАЗ-43118	10,0	6100 × 2320	ОДАЗ 93571	11,4	7800 × 2420
КамАЗ-4326	3,3	4800 × 2320	ГКБ 9385	20,5	10 170 × 2320

## Практическая работа № 4

## ВЫБОР И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПАКОВКИ ГРУЗОВ

*Цель работы:* ознакомление с принципами выбора амортизирующих материалов для обеспечения сохранности грузов в ящиках и упаковках.

*Задача:*

Выбрать и рассчитать геометрические параметры амортизирующего материала для предохранения груза в ящике массой  $Q$  заданных размеров, выдерживающее без повреждений пиковое ударное ускорение  $a_n$  с высоты падения  $H$ .

*Исходные данные.*

Выбор варианта задания с исходными данными осуществляется студентами из таблицы 4.1 по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326 (для номеров 1–3 с добавлением нуля четвертой цифрой): по первой цифре шифра из колонки 2, по второй цифре из колонки 3, по третьей цифре – из колонки 4, по четвертой цифре – из колонки 5.

### *Теоретическая часть.*

Амортизирующие материалы – материалы, используемые для изготовления прокладок, усиливающих штабель или упаковку, поглощающие ударные и вибрационные нагрузки при транспортировании и хранении грузов.

В качестве амортизационных материалов применяются древесная стружка (обладает хорошей эластичностью, однако теряет ее при повышении влажности), войлок (хорошо сопротивляется деформациям, однако гигроскопичен и подвержен поражению 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 (обладают хорошими амортизирующими и теплоизолирующими свойствами, влагостойкие, не дают пыли, однако при повторных нагрузках изменяют амортизационные свойства), а также воздушно-пузырчатые полимерные пленки и другие.

Наиболее распространенные из полимеров – полистирол, пенополиэтилен, велафлекс, как наиболее экологические материалы. Используют также пенистые полимеры, гофрированный картон.

Для грузов наиболее опасны удары при падении, при соударении во время выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Амортизирующие материалы имеют определенные характеристики ударозащитных свойств, полученные в результате специальных испытаний.

Основу испытаний амортизационных материалов составляют принципы ударного движения.

*Ударное движение (ГОСТ 8.127-74 «Измерение параметров ударного движения. Термины и определения») – движение возникшее в результате однократного взаимодействия тела с рассматриваемой системой при условии, что наименьший период собственных колебаний системы или постоянная времени ее соизмеримы или больше времени взаимодействия. Ударная скорость, ударное перемещение, ударная деформация, ударное ускорение – это физические показатели, характеризующие ударное движение.*

*Ударное ускорение – ускорение рассматриваемой точки при ударном движении.*

Уровень ударных воздействий (для стационарных и неработающих в движении перемещаемых изделий), согласно ГОСТ 30631-99 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации» подразделяется на:

- безударный – уровень максимальной амплитуды ударного ускорения принят 9,8 или 10 м/с<sup>2</sup> (1 g);
- незначительный – от 10 до 40 м/с<sup>2</sup> (1 g – 4 g);
- малозначительный – от 40 до 70 м/с<sup>2</sup> (4 g – 7 g);
- заметный – от 70 до 100 м/с<sup>2</sup> (7 g – 10 g);
- высокий – свыше 400 м/с<sup>2</sup> (40 g).

Результатом испытания амортизационного материала является характеристика ударозащитных свойств, представленная в виде кривой зависимости ударной перегрузки ( $K$ ) от статического давления на образец ( $P$ ) (рис. 4.1).

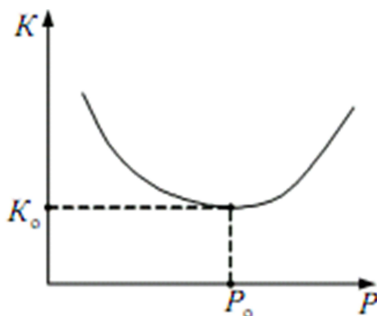


Рис. 4.1. Зависимость ударной перегрузки ( $K$ ) от статического давления ( $P$ ) на образец изделия.

Зависимость описывается выражением

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

где  $K$  – пиковая ударная перегрузка, g;

$P$  – статическое давление изделия на тару, кгс/см<sup>2</sup>;

$H$  – высота падения изделия, см;

$h$  – толщина амортизирующей прокладки, см;

$a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – коэффициенты, характеризующие амортизирующий материал. Совокупность данных коэффициентов в результате математических преобразований зависимости значений  $K$  и  $P$  обозначены коэффициентами амортизации.

Обобщенный коэффициент амортизации:

$$C = (a_1 + 2\sqrt{a_0} \cdot \sqrt{a_2}).$$

Постоянная размерная величина амортизации:

$$C_1 = \frac{1}{c} \sqrt{\frac{a_2}{a_0}}.$$

Выбор амортизационного материала определяется условием, когда ударная перегрузка, соответствующая минимуму кривой, построенной по результатам испытаний, окажется меньше или равна допустимой ударной перегрузке ( $K_0$ ), которую упакованное изделие выдерживает без повреждения.

$$K_{\min} \leq K_0,$$

где  $K_{\min}$  – минимальное значение ударной перегрузки, которое может обеспечить амортизационный материал определенного вида в заданных условиях.

В результате математических преобразований получен ряд зависимостей, который используется для расчетов и выбора амортизирующих материалов.

Допустимая ударная перегрузка:

$$K_0 = a_{\text{п}} / g, \quad (4.1)$$

где  $a_{\text{п}}$  – пиковое ударное ускорение,  $\text{м/с}^2$ ,

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Статическое давление изделия на тару,  $\text{кгс/см}^2$ :

$$P = Q / S, \quad (4.2)$$

где  $Q$  – масса изделия,  $\text{кг}$ ;

$S$  – площадь стороны изделия, подвергаемая воздействию,  $\text{см}^2$ .



Постоянная размерная величина амортизации:

$$C_1 = S / (Q \cdot K_0). \quad (4.3)$$

Оптимальная толщина прокладки амортизирующего материала:

$$h = C \cdot H / a_{\text{п}}. \quad (4.4)$$

Площадь прокладки амортизирующего материала:

$$S_0 = C_1 \cdot Q \cdot K_0. \quad (4.5)$$

Для расчета оптимальных геометрических параметров амортизирующих материалов необходимо знать:

- значение ударной перегрузки на изделие, которое задается или определяется опытным путем;
- высоту падения изделия в упаковке;
- массу изделия;
- амортизирующий материал и его характеристики.

*Рекомендации по решению задачи.*

Допустимая ударная нагрузка и статическое давление изделия на тару определяются по формуле (4.1) и (4.2). При расчете допустимой ударной перегрузки необходимо обратить внимание на заданную величину  $a_{\text{п}}$ , которое измеряется в долях  $g$ . Это означает, что в формуле (4.1), к примеру, по варианту 1, следует использовать 20  $g$  (*прочитать написанное курсивом в теоретической части*).

Статическое давление необходимо рассчитать как на дно и крышку ящика, так и на боковые стороны. Для дальнейших расчетов амортизационной прокладки принять сторону с максимальным статическим давлением.

После определения постоянной размерной величины амортизации  $C_1$  из таблицы 4.2 подбирается амортизационный материал, со значением  $C_1$ , наиболее близким к полученному.

Для выбранного материала определяется толщина и площадь амортизационной прокладки (формулы (4.4), (4.5)). Полученная площадь прокладки  $S_0$  сравнивается с площадью опирания груза  $S$ , то есть той стороны ящика, статическое давление на которую было выбрано для расчетов.

Если  $S/2 \leq S_0 \leq S$ , то прокладку изготовляют площадью  $S_0$  и располагают ее под центром тяжести груза; если  $S_0 \geq S$ , то следует выбрать другой материал и повторить расчет.

Таблица 4.1

Исходные данные для расчета параметров амортизирующих материалов

Цифры шифра	Масса груза, кг	Размеры груза, см			Пиковое ударное ускорение $a_{п}$ , g	Высота падения $H$ , см
		длина	ширина	высота		
1	2	3			4	5
0	3,4	16	25	20	25	80
1	2,5	20	20	10	20	90
2	3,0	25	15	20	30	100
3	3,0	20	25	15	10	95
4	1,5	15	15	20	25	85
5	2,0	25	16	10	10	80
6	2,5	30	30	20	25	100
7	2,8	30	30	15	20	90
8	2,7	25	20	20	20	110
9	2,0	15	15	10	20	80

Таблица 4.2

Значения коэффициентов амортизации  $C$  и  $C_1$

Материал	Плотность, $\text{кг/м}^3$	Значения	
		обобщенный коэффициент амортизации $C$	постоянная размерная величина $C_1$
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

## Практическая работа № 5

### РАСЧЕТ ВЫСОТЫ ШТАБЕЛИРОВАНИЯ ГРУЗА В КАРТОННОЙ ТАРЕ

*Цель работы:* ознакомление с принципами расчета прочности тары на примере картонной тары.

*Задачи:*

1. Определить количество картонных коробок в штабеле по высоте, если масса коробки с грузом  $Q$ , размер  $L \times B \times H$ , толщина картона  $d$ , известны марка картона и продолжительность хранения в штабеле.

2. Определить количество барабанов в штабеле по высоте, если известны: высота барабана  $h_n$ , наружный диаметр барабана  $d_n$ , толщина дна барабана 4 мм, крышки и стенки – 3 мм, плотность груза  $\rho_0$ , жесткость картона по кольцу  $\mu$ , коэффициент жесткости клеевого слоя  $K_{кл} = 1,1$ , количество слоев картона  $n$ , время хранения барабанов в штабеле согласно таблице 5.3.

3. Определить массу груза и сжимающее усилие на барабан, используя исходные данные и результаты расчетов задачи 2.

*Исходные данные.*

Для решения задач выбираются исходные данные из таблиц 5.2 и 5.3 по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326 (для номеров 1–3 с добавлением нуля четвертой цифрой): по первой цифре шифра из колонки 2, по второй цифре шифра из колонки 3, по третьей цифре – из колонки 4, по четвертой цифре – из колонки 5, по первой цифре – из колонки 6.

*Теоретическая часть.*

При перевозках проблемы с прочностью чаще всего возникают с тарой, изготовленной из менее стойких к внешним воздействиям материалов, например, из картона. Поэтому при выборе упаковки выполняются расчеты, определяющие прочность и целесообразность использования материалов тары.

Принципы расчета прочности картонной тары.

При расчете сжимающих усилий, которые должна выдерживать картонная тара при штабелировании, учитывают коэффициент за-

паса  $K_3$ , который зависит от продолжительности хранения груза. Если срок хранения в нормативно-технической документации не оговорен или свыше 100 сут.,  $K_3$  принимают равным 1,85. При больших сроках хранения для коэффициента запаса могут приниматься более низкие значения: при хранении до 30 суток  $K_3 = 1,6$ ; от 30 до 100 суток  $K_3 = 1,65$ . Усилие сжатия  $P_{сж}$  (Н) рассчитывают по формуле:

$$P_{сж} = K_3 q Q (H - h) / h, \quad (5.1)$$

где  $H$  – высота штабелирования, мм;

$h$  – высота коробки, мм;

$q$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

Сопротивление сжатию  $P_{сж}^{сопр}$  (Н), картонной тары зависит от параметров тары и прочности гофрированного картона при торцевом сжатии:

$$P_{сж}^{сопр} = 2,25 \cdot P_T \sqrt{d \cdot z}, \quad (5.2)$$

где  $P_T$  – торцевая жесткость, Н/мм;

$d$  – толщина картона, мм;

$z$  – периметр верхней стороны тары, на который опирается штабель, мм.

Таблица 5.1

#### Торцевая жесткость картона

Марка картона	$P_T$ , Н/мм	Марка картона	$P_T$ , Н/мм
T0	5,4	T4	2
T1	4,0	П1	10
T2	3,6	П2	8
T3	3,0	П3	6

## Принципы расчета прочности картонного барабана.

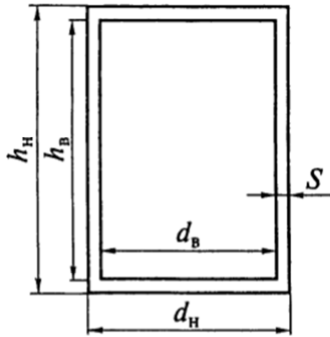


Рис. 5.1. Картонный барабан:

$h_b, h_n$  – внутренняя и наружная высота барабана соответственно;  
 $d_b, d_n$  – внутренний и наружный диаметры барабана;  
 $S$  – толщина стенки барабана

Сжимающие усилия  $P_{сж.б}$  (Н/мм), которые должен выдерживать барабан, рассчитывают по формуле:

$$P_{сж.б} = (K_3 q Q (H - h_n)) / h_n, \quad (5.3)$$

где  $h_n$  – наружная высота барабана, мм;

$Q$  – масса груза (массой тары пренебрегают), кг.

Массу груза в барабане  $Q$  определяют по формуле:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d_b^2 \cdot h_b \cdot \rho_0, \quad (5.4)$$

где  $d_b$  – внутренний диаметр барабана, м;

$h_b$  – внутренняя высота барабана, м;

$\rho_0$  – объемная масса груза (плотность), кг/м<sup>3</sup>.

Подставляя формулу (5.4) в (5.3) и заменив выражение  $(H - h_n) / h_n$  выражением  $H / h_n$ , допуская  $H / h_n \gg (H - h_n) / h_n$  и  $h_n \approx h_b$  получим:

$$P_{сж.б} = 0,25 \cdot K_3 \cdot q \cdot \pi \cdot d_b^2 \cdot \rho_0 \cdot H. \quad (5.5)$$

Сопротивление сжатию барабана  $P_{сж.б}^{сопр}$  определяется по формуле:

$$P_{сж.б}^{сопр} = K_{кл} \cdot \pi \cdot d_{в} \cdot \mu \cdot n, \quad (5.6)$$

где  $K_{кл}$  – коэффициент учитывающий жесткость клеевого слоя;

$\mu$  – жесткость картона по кольцу, Н/мм;

$n$  – количество слоев картона.

*Рекомендации по решению задачи 1.*

Для того чтобы коробка, находящаяся в нижнем ряду штабеля, не деформировалась под весом верхних коробок, ее сопротивление сжатию  $P_{сж}^{сопр}$  должно быть больше или равно сжимающему усилию верхних коробок  $P_{сж}$ . Максимальная высота штабелирования  $H$  определяется с использованием формул (5.1) и (5.2) и учетом условия  $P_{сж}^{сопр} = P_{сж}$ , после чего рассчитывается количество коробок по высоте. Торцевая жесткость принимается в соответствии с таблицей 5.1, коэффициент запаса  $K_3$  – с учетом сроков хранения груза.

*Рекомендации по решению задачи 2.*

Допустимая высота складирования барабанов определяется исходя из условия, использованного в предыдущей задаче, а также формул (5.5) и (5.6). С учетом высоты одного барабана определяется количество барабанов по высоте.

При необходимости укрепления прочности барабанов и, тем самым обеспечения необходимой высоты штабелирования можно увеличить количество слоев картона, и соответственно пересчитать высоту штабелирования. *При выполнении расчетов обращать внимание на совместимость единиц измерения параметров.*

Таблица 5.2

Исходные данные для задачи 1

Цифры шифра	Масса груза, кг	Размеры $L \times B \times H$ , мм	Толщина картона, мм	Марка картона	Срок хранения в штабеле, сутки
1	2	3	4	5	6
0	28	400 × 300 × 200	2,0	T0	28
1	30	500 × 400 × 250	2,5	T1	35

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
2	35	200 × 100 × 200	2,9	T2	–
3	30	500 × 300 × 150	3,0	T3	101
4	31	400 × 400 × 150	2,4	T4	140
5	29	250 × 250 × 100	3,0	П1	150
6	30	300 × 400 × 200	1,5	П2	200
7	25	350 × 450 × 250	2,9	П3	–
8	20	400 × 200 × 200	3,2	T2	60
9	15	300 × 100 × 250	2,8	T3	90

Таблица 5.3

Исходные данные для задачи 2

Цифры шифра	Диаметр $d_n$ , мм	Плотность груза $\rho_0$ , т/м <sup>3</sup>	Жесткость картона, $\mu$ , Н/мм	Кол-во слоев $n$	Высота барабана $h_n$ , мм
1	2	3	4	5	6
0	425	0,55	2,0	2	360
1	400	0,75	1,5	3	350
2	350	0,98	1,2	4	300
3	390	0,88	1,8	3	450
4	410	1,15	2,2	2	540
5	500	1,05	2,6	3	450
6	250	0,85	1,8	4	550
7	325	1,4	1,2	2	500
8	450	1,5	2,0	1	600
9	480	1,2	1,9	3	690

## Практическая работа № 6

### ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

*Цель работы:* выполнение расчетов по выбору поддонов для укладки тарно-штучных грузов и параметров термоусадочной пленки для скрепления.

*Задача:*

Для заданных размеров ящиков с грузом выбрать размер плоского поддона, сформировать пакет с использованием термоусадочной пленки, рассчитать необходимое количество пленки.

*Исходные данные.*

Исходные данные выбираются из таблицы 6.4 по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326 (для номеров 1–3 с добавлением нуля четвертой цифрой): первая цифра шифра соответствует строке «длина ящика», вторая цифра шифра соответственно «ширина ящика», третья цифра – «высота ящика», четвертая цифра – «масса ящика», первая цифра – «коэффициент трения».

*Теоретическая часть.*

Тарно-упаковочные и штучные грузы могут предъявляться к перевозке как отдельными грузовыми местами поштучно, так и в укрупненных грузовых единицах – пакетами.

Требования к пакетам определены в ГОСТ 24597-81 «Пакеты тарно-штучных грузов. Основные параметры и размеры». Стандартизированные параметры и размеры пакетов тарно-штучных грузов с учетом допусков представлены в таблице 6.1.

Пакетирование тарно-штучных грузов чаще всего производят на поддонах, из которых наибольшее распространение получили плоские деревянные поддоны стандартных размеров. Размеры плоских поддонов, согласно ГОСТ 9078-84 «Поддоны плоские. Общие технические условия», представлены в таблице 6.2.

При выборе размеров поддона для размещения на нем тарно-штучных грузов заданных размеров руководствоваться следующими требованиями:

– размеры тары или укладки груза, заполняющие площадь поддона менее чем на 90 %, по возможности не применять;



- груз не должен выступать за пределы поддона более чем на 20 мм с каждой стороны;
- учитывать нормы ГОСТ 24597-81 (табл. 6.1) и ГОСТ 9078-84 (табл. 6.2).

Таблица 6.1

### Параметры и размеры пакетов тарно-штучных грузов

Габаритный размер, мм, не более			Масса брутто, т, не более	Назначение
длина	ширина	высота		
620	420	950	1,0	Для внутреннего обращения на всех видах транспорта, преимущественно для внутри-заводских и межзаводских перевозок
840	620	1150	1,0	
1240	840	1350	1,25	Для внутренних и внешнеторговых перевозок на всех видах транспорта
1240	1040	1350	1,25	
1680	1240	1700	3,2	Для внутренних и внешнеторговых перевозок преимущественно на водном транспорте
1880	1240	1700	3,2	Для внутренних и внешнеторговых перевозок морским транспортом

Таблица 6.2

### Размеры и параметры плоских поддонов

Тип поддона и наименование	Основной размер $L \times B$ , мм	Высота $h$ , мм	Масса, кг
П2 – однонастильный двухзаходный П4 – однонастильный четырехзаходный 2П4 – двухнастильный четырехзаходный 2ПО4 – двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле	1200 × 800; 1200 × 1000	150	25
2ПВ2 – двухнастильный двухзаходный с выступами	1600 × 1200; 1800 × 1200	180	30

Отдельные грузовые единицы в облегченной упаковке укладываются на поддоне в плотный штабель, а затем скрепляются полимерными термоусадочными или растягивающимися пленками для стабилизации пакета и предупреждения развала в процессе перевозок и перегрузок. Пакет в термоусадочной пленке для получения ее

необходимого натяжения и стабилизации пакета должен пройти специальную тепловую обработку. Крепление пакета на поддоне полимерной растягивающейся пленкой производится путем ротационного обертывания, которое может выполняться способом прямой или спиральной навивки (рис. 6.1).

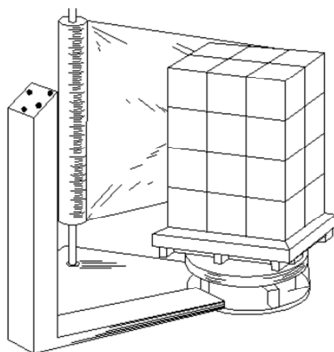


Рис. 6.1. Ротационное обертывание способом прямой навивки пленки

Параметры пленки и ее расход определяются в зависимости от действующих в процессе перевозки инерционных сил, фракционных свойств грузовых мест пакета и характеристики пленки. Толщина пленки, обеспечивающая устойчивость пакета от развала и сдвига по поддону, определяется на основе уравнения сил, действующих на пакет (рис. 6.2).

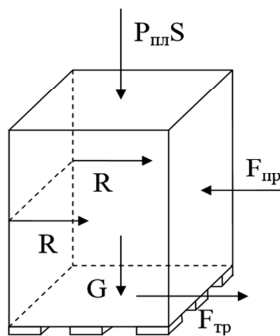


Рис. 6.2. Силы, действующие на пакет, скрепленный термоусадочной пленкой

Определим силы, действующие на пакет и термоусадочную пленку.

Статическая сжимающая сила:

$$Q_{\text{пак}} = g \cdot G_{\text{пак}}, \quad (6.1)$$

где  $G_{\text{пак}}$  – общая масса пакета с поддоном.

Продольная инерционная сила, стремящаяся сдвинуть пакет относительно поддона:

$$F_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}}, \quad (6.2)$$

где  $\alpha_{\text{пр}}$  – ускорение в долях  $g$  (для автотранспорта равное 1,5).

Пленка давит на пакет сверху, с учетом верхней плоскости  $S$  возникает сила  $P_{\text{пл}} \cdot S$ , ее величина зависит от свойств пленки.

Сила трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot (Q_{\text{пак}} + P_{\text{пл}} \cdot S), \quad (6.3)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$P_{\text{пл}}$  – сила давления пленки;

$S$  – площадь верхней плоскости пакета.

Вдоль задней и передней стенок действуют силы натяжения пленки, равные по величине и противоположные, поэтому их можно не учитывать. С боковых сторон также действуют силы натяжения пленки  $R$ .

Уравнение сил, действующих на пакет, и обеспечение его неподвижности имеет вид:

$$F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} - 2R = 0. \quad (6.4)$$

Если продольная инерционная сила превышает силу трения  $F_{\text{пр}} > F_{\text{тр}}$ , то пакет будет сдвигаться относительно поддона, непогашенное усилие  $R$  будет передаваться пленке, которая может рваться на вертикальных гранях пакета.

Из уравнения следует:

$$R = (F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}) / 2 = (\alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}} - \mu \cdot (Q_{\text{пак}} + P_{\text{пл}} \cdot S)) / 2. \quad (6.5)$$

Для погашения силы  $R$  должна обеспечиваться достаточная толщина пленки, т. е.

$$R \leq [\sigma] \delta H_{\text{пак}},$$

где  $[\sigma]$  – предел текучести пленки при растяжении, Н/см<sup>2</sup>;

$\delta$  – суммарная толщина слоев пленки, см;

$H_{\text{пак}}$  – высота транспортного пакета, см.

Расчет толщины пленки производится для наихудших условий, т. е.  $P_{\text{пл}} \cdot S = 0$ .

Таким образом, минимально необходимая толщина пленки рассчитывается по формуле:

$$\delta = (\alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}} - \mu \cdot Q_{\text{пак}}) / (2[\sigma] \cdot H_{\text{пак}}). \quad (6.6)$$

Полученное значение  $\delta$  следует сравнить с нормативной толщиной пленки  $\delta_{\text{н}}$ , сделать вывод и рассчитать сколько надо слоев растягивающейся пленки навить на пакет.

По следующей формуле рассчитывается необходимый расход пленки для скрепления пакета:

$$q_p = L_p \cdot B_p \cdot n_{\text{сл}} \cdot m, \quad (6.7)$$

где  $L_p$ ,  $B_p$  – длина и ширина заготовки пленки, м;

$n_{\text{сл}}$  – количество слоев;

$m$  – масса пленки, кг/м<sup>2</sup>.

Указанные величины определяются следующим образом:

$$\text{– длина: } L_p = 2(L_{\text{под}} + B_{\text{под}} + l_1); \quad (6.8)$$

$$\text{– ширина: } B_p = H_{\text{пак}} + z + l_1; \quad (6.9)$$

$$\text{– масса: } m = q_{\text{п}} \cdot \delta_{\text{н}} \cdot 10^{-3}, \quad (6.10)$$

где  $L_{\text{под}}$ ,  $B_{\text{под}}$  – длина и ширина транспортного пакета с учетом поддона, м;

$l_1$  – припуск на швы, м ( $l_1 = 0,01$  м);

$z$  – припуск для скрепления груза с поддоном, м ( $z = 0,02$  м);

$q_{\text{п}}$  – объемная масса пленки ( $q_{\text{п}} = 350$  кг/м<sup>3</sup>).

Для расчета количества упаковок в транспортном пакете может быть применима формула:

$$n = e(L/l) \cdot e(B/b) \cdot e(H/h), \quad (6.11)$$

где  $L$ ,  $B$ ,  $H$  – длина, ширина и высота транспортного пакета;

$l$ ,  $b$ ,  $h$  – длина, ширина и высота одной упаковки;

$e$  – оператор Антье, который показывает, что частное от деления должно быть целым числом.

*Пример.* Заданы размеры ящиков с грузом  $400 \times 200 \times 310$  мм, масса ящика 30 кг, коэффициент трения между ящиками и поддоном  $\mu = 0,35$ .

*Решение.* Для размещения ящиков выбираем поддон размером  $1200 \times 1000 \times 150$  мм. При размещении на поддоне в длину 3 ящика по 400 мм, в ширину 5 ящиков по 200 мм получаем в одном слое 15 ящиков. Площадь поддона используется на 100 %. Учитывая допустимую высоту пакета 1350 мм (табл. 6.1) на поддоне может быть уложено 3 слоя. В этом случае масса пакета составит более 1,35 т. Однако для выбранных поддонов нормами предусматривается не более 1,25 т, поэтому ящики укладываются в 2 слоя. Итого на поддоне размещается 30 ящиков.

Масса пакета с учетом массы поддона (25 кг):

$$G_{\text{пак}} = 925 \text{ кг.}$$

Высота поддона с пакетом:

$$H_{\text{пак}} = h_{\text{под}} + n_{\text{сл}} \cdot h_{\text{ящ}}.$$

Следовательно

$$H_{\text{пак}} = 150 + 2 \times 310 = 770 \text{ мм.}$$

С учетом данных, изложенных в теоретической части, выполним расчеты.

Статическая сжимающая сила:

$$Q_{\text{пак}} = g \cdot G_{\text{пак}} ;$$

$$Q_{\text{пак}} = 9,8 \cdot 925 = 9065 \text{ Н.}$$

Минимально необходимая толщина пленки:

$$\delta = (\alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}} - \mu \cdot Q_{\text{пак}}) / (2[\sigma] \cdot H_{\text{пак}}),$$

$$\delta = 9065 (1,5 - 0,35) / (2 \cdot 1500 \cdot 77,0) = 0,045 \text{ см} = 0,45 \text{ мм.}$$

На основании параметров термоусадочных пленок (табл. 6.3) определяем, что для закрепления расчетного пакета целесообразно использовать пленку нормативной толщиной  $\delta_{\text{н}} = 0,15$  мм в 3 слоя ( $0,45 \text{ мм} / 0,15 \text{ мм} = 3$  слоя).

Таблица 6.3

Параметры термоусадочной пленки

Толщина термоусадочной пленки $\delta_{\text{н}}$ , мм	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
Предел текучести пленки при растяжении $[\sigma]$ , Н/см <sup>2</sup>	900	950	1000	1100	1500

Рассчитаем необходимый расход пленки для скрепления пакета и поддона. По длине на один слой обертывания необходимо:

$$L_{\text{р}} = 2(L_{\text{под}} + B_{\text{под}} + l_1) = 2(1,2 + 1,0 + 0,01) = 4,42 \text{ м};$$

по ширине:

$$B_{\text{р}} = H_{\text{пак}} + z + l_1 = 0,77 + 0,02 + 0,01 = 0,8 \text{ м};$$

масса:

$$m = q_{\text{п}} \cdot \delta \cdot 10^{-3} = 350 \cdot 0,15 \cdot 10^{-3} = 0,052 \text{ кг/м}^2.$$

Расход пленки на скрепление пакета с поддоном:

$$q_p = L_p \cdot B_p \cdot n_{\text{сл}} \cdot m = 4,42 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 0,052 = 0,55 \text{ кг.}$$

Таблица 6.4

Исходные данные для расчета параметров термоусадочной пленки

Исходные данные	Цифры шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина ящика, мм	300	400	350	340	450	200	240	400	350	240
Ширина ящика, мм	200	250	350	200	230	400	200	380	220	150
Высота ящика, мм	385	380	290	250	290	380	280	390	450	300
Масса ящика, кг	30	45	50	55	35	40	45	60	25	35
Коэффициент трения $\mu$ между грузом и поддоном	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,68	0,34	0,34	0,41	0,29

### Практическая работа № 7

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ТАРНО-ШТУЧНЫХ, НАВАЛОЧНЫХ И НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

*Цель работы:* приобретение навыков выполнения расчетов по эффективному использованию грузоподъемности и грузовместимости подвижного состава (ПС) при проектировании перевозки тарно-штучных и навалочных, насыпных грузов.

*Задачи:*

1. Заданы габаритные размеры и масса грузового места (ГМ). Внутренние габаритные размеры кузова автомобиля составляют  $5200 \times 2320 \times 500$  мм. Определить объем перевозки тарно-штучного груза на автомобиле и коэффициент использования объема кузова при максимально возможном использовании грузоподъемности. Оцените целесообразность наращивания бортов (примерная рекомендуемая высота надставных бортов для автомобиля составляет 355 и 500 мм), а так же использования автомобиля грузоподъемностью 3, 5, 8 тонн.

2. Определить, какой объем заданных грузов может быть перевезен в самосвальном автопоезде в составе седельного тягача МАЗ-64228 и полуприцепа МАЗ-9506 размером  $6800 \times 2300 \times 1000$  мм, с номинальной грузоподъемностью  $q_n = 24$  т.

*Исходные данные.*

Для решения задач выбираются исходные данные из таблицы 7.1 (для задачи 1) и таблицы 7.2 (для задачи 2) по цифрам шифра, полученного умножением номера фамилии студента из журнала на число 326. Для задачи 1 по второй цифре шифра из колонки 2 выбирается тарно-штучный груз, по третьей цифре шифра соответственно для ящиков из колонки 3 и 4, для бочек из колонки 5 и 6.

Для задачи 2 по второй цифре шифра из колонок 2, 3, 4 выбираются данные для груза 1 по третьей цифре шифра из колонок 5, 6, 7 выбираются данные для груза 2.

*Теоретическая часть.*

Использование грузоподъемности при перевозке тарно-штучных грузов.

Грузовместимостью ПС называется наибольшее количество груза, которое может одновременно перевозиться ПС, исходя из его максимально допустимой полной массы и размеров кузова. Грузовместимость оценивается параметрами: фактическая грузоподъемность  $q_{\text{ф}}$  (т), удельная объемная грузоподъемность  $q_v$  (т/м<sup>3</sup>) и удельная грузовместимость  $q_{\text{вм}}$  (т/м<sup>3</sup>), которые определяются по формулам:

$$q_{\text{ф}} = a \cdot b \cdot (h \pm h_1) \cdot \rho_o, \quad (7.1)$$

$$q_v = q_n / V_k, \quad (7.2)$$

$$q_{\text{вм}} = q_{\text{ф}} / V_k. \quad (7.3)$$

где  $a, b, h$  – внутренние габаритные размеры кузова: длина, ширина, высота, м;

$h_1$  – расстояние от верхнего края борта платформы до уровня погрузки груза, м;

$\rho_o$  – объемная масса (плотность) груза, т/м<sup>3</sup>;



$q_n$  – номинальная (полезная) грузоподъемность ПС, т;

$V_k$  – полный объем кузова, м<sup>3</sup>.

Удельная грузовместимость определяет количество груза, которое может быть загружено в 1 м<sup>3</sup> емкости кузова.

Грузовместимость оценивается применительно к тем видам грузов, для перевозки которых данный ПС предназначен.

Основным параметром, характеризующим каждый вид груза, является его объемная масса.

Значение удельной объемной грузоподъемности ПС показывает, что при перевозке грузов более тяжеловесных, т. е. имеющих более высокую объемную массу, чем удельная объемная грузоподъемность ПС, его полезная грузоподъемность может использоваться полностью. При перевозке же грузов с меньшей объемной массой, т. е. для данного ПС легковесных, его грузоподъемность не может использоваться полностью, он будет работать с недогрузкой – с пониженной производительностью.

В случае открытой бортовой платформы недогрузка может быть устранена или уменьшена путем увеличения высоты бортов или погрузки груза выше их уровня. Возвышение груза над бортом ПС не должно превышать 1/3 его высоты. У ПС с бортовой платформой малой грузоподъемности, на котором преимущественно перевозятся легковесные грузы, удельная объемная грузоподъемность имеет меньшие значения (0,4–0,5 т/м<sup>3</sup>) по сравнению с ПС большой грузоподъемности.

Таким образом, подбор ПС для перевозки грузов производят с учетом соотношения удельной объемной грузоподъемности и удельной грузовместимости.

В случае, если значение удельной объемной грузоподъемности  $q_v$  соответствует удельной грузовместимости  $q_{BM}$ , обеспечено полное использование грузоподъемности данного ПС.

При перевозке грузов, для которых  $q_{BM} < q_v$ , вместимость ПС может быть использована полностью, а грузоподъемность – не полностью; при перевозке грузов, обеспечивающих  $q_{BM} > q_v$ , полностью используется грузоподъемность ПС при неполном использовании вместимости кузова. Для первого условия ПС будет работать с недогрузкой и пониженной производительностью. В случае

открытой бортовой платформы недогруз может быть устранен или уменьшен путем увеличения высоты бортов или погрузки груза выше их уровня.

Степень возможного использования полезной грузоподъемности ПС при перевозке грузов с разным объемным весом и другими особенностями характеризует коэффициент грузместимости  $\gamma$ . Коэффициент грузместимости определяется для конкретного вида груза и его упаковки и рассчитывается по формуле:

$$\gamma = V_k \cdot \eta \cdot \rho_0 / q_n, \quad (7.4)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования объема кузова данным грузом, равный отношению фактически используемого объема кузова при данном виде груза и его упаковки к его полному геометрическому объему. В случае возможности полного использования объема кузова, например при погрузке бортовой платформы вровень с бортами или кузова фургона на его полную высоту,  $\eta = 1$ .

*Удельный объем основных форм груза рассчитывается: для параллелепипеда  $V = a \cdot b \cdot h$ ; для цилиндра  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ .*

Фактически возможная грузоподъемность ПС при перевозке грузов с различной объемной массой, т. е. его грузместимость, может оцениваться графическим методом.

На рисунке 7.1 изображены характеристики грузместимости (ломаные линии) для ПС грузоподъемностью 3 т ( $q_v = 0,6 \text{ т/м}^3$ ), грузоподъемностью 5 т ( $q_v = 0,75 \text{ т/м}^3$ ) и грузоподъемностью 8 т ( $q_v = 1 \text{ т/м}^3$ ).

По заданному значению объемной массы груза по характеристике грузместимости ПС определяется количество данного груза в тоннах, которое фактически может поместиться в кузове ПС. Так, при перевозке груза с объемным весом  $0,7 \text{ т/м}^3$  размеры кузова ПС № 1 позволяют поместить в нем 3 т (полное использование грузместимости при перевозке данного вида груза), ПС № 2 – 4,5 т (вместо 5 т), а ПС № 3 – 6 т (вместо 8 т).

При укладке тарно-штучных грузов в несколько ярусов превышение уровня бортов ПС определяется условием обеспечения устойчивого положения груза во время перевозки.



Рис. 7.1. График использования ПС разной грузоподъемности:  
 1)  $q_n = 3$  т,  $q_\phi = 3$  т; 2)  $q_n = 5$  т,  $q_\phi = 4,5$  т; 3)  $q_n = 8$  т,  $q_\phi = 6$  т

### Использование грузоподъемности ПС при перевозке навалочных, насыпных грузов.

Объем навалочного или насыпного груза  $V_\Gamma$ , который может быть перевезен ПС, необходимо рассчитывать по формуле, учитывающей объем «шапки», образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$$V_\Gamma = V_k + (b_k / 2)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{дв}}, \quad (7.5)$$

где  $b_k$  – ширина кузова, м;

$\alpha_{\text{дв}}$  – угол естественного откоса груза в движении, град.

Максимальная масса перевозимого груза, т, составит:

$$Q_\Gamma = V_\Gamma \cdot \rho_0. \quad (7.6)$$

Если  $Q_\Gamma > q_n$  объем кузова не может быть использован полностью и в ПС необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности объемом  $V_\Gamma = q_n / \rho_0$ .

Если  $Q_\Gamma < q_n$ , объем кузова недостаточен для полного использования грузоподъемности загрузки данного ПС. Степень использования грузоподъемности будет определяться соотношением массы груза и номинальной грузоподъемности ПС.

*Пример 1.* Перевозка тарно-штучного груза с габаритными размерами (длина, ширина, высота) соответственно 600, 400, 228 мм, массой грузового места – 30 кг.

*Решение.* Возможны два варианта укладки груза. В первом варианте по ширине кузова груз укладывается в два ряда: три единицы стороной 600 мм и одна единица стороной 400 мм. В этом случае количество ящиков составляет:

$$N_{\text{я}}(1) = (13 \cdot 3 + 8 \cdot 1) 2 = 94.$$

Во втором варианте: по ширине кузова одна единица укладывается стороной 600 мм и четыре единицы – стороной 400 мм. Количество ящиков:

$$N_{\text{я}}(2) = (13 \cdot 1 + 8 \cdot 4) 2 = 90.$$

Принимается первый вариант укладки. Масса перевозимого груза составит:

$$Q_{\text{г}} = N_{\text{я}} \cdot m_{\text{я}} = 94 \cdot 30 = 2820 \text{ кг.}$$

Удельная объемная грузоподъемность:

$$q_{\text{вм}} = 2,82 / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,47 \text{ т/м}^3.$$

На графике использования грузоподъемности автомобиля при разной объемной грузоподъемности (рис. 7.1) видно, что для перевозки груза в два ряда потребуются автомобиль грузоподъемностью 3 тонны, причем полностью грузоподъемность использована не будет.

Определим коэффициент использования объема кузова:

$$\eta = (0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,228 \cdot 94) / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,85.$$

Рассчитаем целесообразность увеличения количества рядов, изменяя способ наращивания бортов и выбора автомобиля соответствующей грузоподъемности.

При укладке в три ряда:

$$N_{\text{я}} = (13 \cdot 1 + 8 \cdot 4)3 = 135;$$

$$Q_{\Gamma} = 135 \cdot 30 = 4050 \text{ кг};$$

$$q_{\text{вм}} = 4,05 / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,67 \text{ т/м}^3.$$

При укладке в четыре ряда:

$$N_{\text{я}} = (13 \cdot 1 + 8 \cdot 4)4 = 180;$$

$$Q_{\Gamma} = 180 \cdot 30 = 5400 \text{ кг};$$

$$q_{\text{вм}} = 5,4 / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,89 \text{ т/м}^3.$$

Из графика на рисунке 7.1 очевидно, что целесообразна укладка груза в четыре ряда и использование для перевозки автомобиля грузоподъемностью 5 тонн. Вместе с тем масса  $Q_{\Gamma}$  больше грузоподъемности на 640 кг, что составляет 22 ящика. Таким образом, в четвертом ряду должно размещаться  $47 - 22 = 25$  ящиков. Всего – ящиков 166, массой 4980 т. При этой массе грузоподъемность  $q_{\text{вм}}$  составит  $0,83 \text{ т/м}^3$ .

Высота четырех рядов составит 912 мм (превышение высоты кузова на 412 мм.) При установлении надставного борта высотой 355 мм, превышение над верхним краем борта кузова составит 57 мм, что составит 25 % высоты грузового места. Очевидно, что укладка с таким превышением обеспечит устойчивое положение груза во время перевозки и в то же время позволит максимально использовать грузоподъемность автомобиля. Коэффициент использования объема с надставным бортом:

$$\eta = (0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,228 \cdot (141 + 25)) / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,855) = 0,88.$$

Коэффициент использования грузоподъемности автомобиля 100 %.

Пример 2. Заданы виды грузов при погрузке самосвала с «шапкой»: каменный уголь ( $\rho_y = 0,8 \text{ т/м}^3$ ,  $\alpha_{\text{дв}} = 35^\circ$ ) и щебень ( $\rho_{\text{щ}} = 1,8 \text{ т/м}^3$ ,  $\alpha_{\text{дв}} = 40^\circ$ ).

Решение. С учетом размеров кузова определяем возможный объем угля:

$$V_r = 6,8 \cdot 2,3 \cdot 1,0 + (2,3 / 2)^3 \cdot \text{tg}35^\circ = 16,7 \text{ м}^3.$$

Масса этого объема угля составит:  $Q_y = 16,7 \cdot 0,8 = 13,36 \text{ т}$ .

Поскольку  $Q_y < q_n = 24 \text{ т}$ , данным автомобилем может быть перевезено  $16,7 \text{ м}^3$  каменного угля.

Для щебня. Возможный объем груза и его масса:

$$V_{\text{щ}} = 15,64 + 1,27 = 16,91 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{щ}} = 16,91 \cdot 1,8 = 30,44 \text{ т}.$$

Номинальная грузоподъемность превышена ( $Q_{\text{щ}} > q_n$ ), поэтому может быть перевезен только объем  $V_{\text{щ}} = q_n / \rho_{\text{щ}} = 24 / 1,8 = 13,33 \text{ м}^3$ .

Таблица 7.1

Характеристики грузовых мест (ГМ)

Цифра шифра	Название ГМ	Ящики		Бочки	
		Размеры* $L \times B \times H$	Масса 1 ГМ, кг	Размеры* $\emptyset \times H$	Масса 1 ГМ, кг
1	2	3	4	5	6
0	Ящики	590 × 400 × 148	15	290 × 350	15
1	Бочки	590 × 450 × 250	15	334 × 420	25
2	Ящики	530 × 400 × 200	25	414 × 540	50
3	Бочки	590 × 400 × 284	35	515 × 675	100
4	Ящики	900 × 400 × 284	45	800 × 400	140
5	Ящики	900 × 400 × 200	40	613 × 710	150
6	Бочки	590 × 398 × 398	40	670 × 770	200
7	Бочки	900 × 300 × 398	35	800 × 600	225
8	Ящики	590 × 300 × 284	30	254 × 252	8
9	Бочки	530 × 300 × 250	30	414 × 540	50

\* $L$  – длина,  $B$  – ширина,  $H$  – высота,  $\emptyset$  – диаметр.

Таблица 7.2

## Характеристики навалочного и насыпного груза

Цифра шифра	Груз 1			Груз 2		
	Название	Плотность $\rho_0$ , т/м <sup>3</sup>	Угол откоса, град.	Название	Плотность $\rho_0$ , т/м <sup>3</sup>	Угол откоса, град.
1	2	3	4	5	6	7
0	Торф	0,55	39	Земля	1,60	39
1	Строительный камень	0,75	37	Антрацит	1,95	39
2	Известь	0,98	36	Песок	1,80	40
3	Гранулированный шлак	0,88	34	Щебень	2,00	41
4	Земля	1,15	39	Глина	2,22	38
5	Мел	1,05	31	Гравий	1,90	39
6	Бурый уголь	0,85	35	Гранулированный шлак	1,53	36
7	Песок	1,4	35	Руда	2,50	36
8	Гравий	1,5	35	Кокс	1,95	31
9	Щебень	1,2	36	Белая глина	2,10	42

## Практическая работа № 8

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ В ПУНКТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

*Цель работы:* освоение принципов расчета складских площадей, составления календарного плана-графика доставки, погрузки, разгрузки и перегрузки грузов с использованием накопительной площадки.

*Задачи:*

1. Определить площадь, необходимую для складирования контейнеров. Контейнерный терминал обслуживает козловой кран. Контейнеры прибывают на терминал по железной дороге. После расформирования составов платформы с контейнерами подаются под разгрузку непрерывно в течение суток. Разгрузка контейнеров

производится по двум вариантам: вагон – автомобиль в течение времени  $T_c = 24$  ч и вагон – контейнерная площадка. Технологическая схема перегрузки груза с одного вида транспорта на другой через склад приведена на рисунке 8.1.

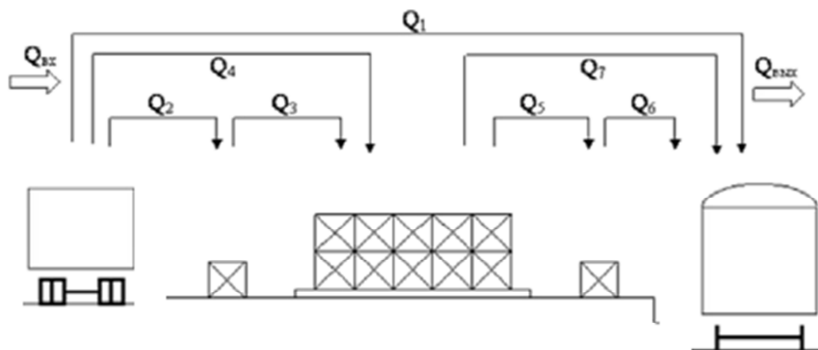


Рис. 8.1. Технологическая схема перегрузки груза с автомобиля в железнодорожный вагон через склад

2. Составить плановый план-график доставки, погрузки-разгрузки и перегрузки кирпича на поддонах с использованием накопительной площадки. Открытый склад имеет подъездные автомобильные и железнодорожные пути. Поддоны с кирпичом ( $1200 \times 800$ ) доставляются на открытый склад автомобильным транспортом, выгружаются на накопительную площадку, затем вывозятся железнодорожными вагонами. Вес поддона с кирпичом 900 кг. На один поддон размещается 360 штук кирпича. Разгрузка автомобилей и погрузка в крытые вагоны (60 тонн в вагон) производится вилочными погрузчиками.

*Исходные данные.*

Выбираются из приложения Б по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326: для решения задачи 1 – по второй цифре шифра из таблицы Б.1; для решения задачи 2 – по третьей цифре шифра из таблицы Б.2.

Технические характеристики вагонов-платформ, автомобилей и приведены в таблицах Б.5 – Б.7 соответственно. Нормы времени на погрузку-разгрузку приведены в таблице Б.8 и Б.9 (для применения в задачах соответственно 1 и 2).



*Рекомендации по решению задачи 1.*

Определение площади, необходимой для складирования контейнеров выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется количество вагонов  $N_{\text{ваг}}$ , подаваемых на разгрузку за время работы системы:

$$N_{\text{ваг}} = \frac{T_c \cdot k_n}{N_{\text{кон}}^{\text{1ваг}} \cdot \tau_{\text{пв}}}, \quad (8.1)$$

где  $T_c$  – время работы системы, ч;

$k_n$  – коэффициент неравномерности, учитывающий время подачи и уборки вагонов;

$N_{\text{кон}}^{\text{1ваг}}$  – количество контейнеров, размещаемых на одной железнодорожной платформе (рассчитывается на основе исходных данных);

$\tau_{\text{пв}}$  – норма времени на погрузку-разгрузку одного контейнера, ч.

2. Определяется количество контейнеров  $N_{\text{кон}}^{\text{общ}}$ , поступающих под грузовые операции на контейнерную площадку за время работы системы:

$$N_{\text{кон}}^{\text{общ}} = N_{\text{ваг}} \cdot N_{\text{кон}}^{\text{1ваг}}. \quad (8.2)$$

3. Определяется количество контейнеров, размещаемых на одном автомобиле, учитывая длину и ширину пола кузова, длину и ширину контейнера и грузоподъемность автомобиля.

4. Определяется количество ездов автомобилей за время работы системы  $z_e^{\text{общ}}$ , используя модель малой системы:

$$z_e^{\text{общ}} = \frac{T_{\text{с.а}} \cdot N_{\text{авт}}}{\frac{l_{\text{е.г}}}{\beta \cdot V_{\text{т}}} + t_{\text{п-р}}}, \quad (8.3)$$

где  $T_{\text{с.а}}$  – время работы систем автомобильного транспорта, ч;

$N_{\text{авт}}$  – количество автомобилей, работающих в системе автомобиль-вагон (задано);

$V_T$  – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч (принять 37 км/ч);

$l_{e,r}$  – длина ездки с грузом, км;

$\beta$  – коэффициент использования пробега автомобиля (без обратной загрузки, принять 0,5);

$t_{п-р}$  – время простоя автомобиля под погрузкой-разгрузкой за одну ездку, ч. Определяется с учетом норм погрузки и разгрузки одного контейнера и количества контейнеров на автомобиле. В настоящей практической работе принять  $t_{п-р} = \tau_{пв}$ .

5. Определяется количество контейнеров  $N_{кон}^{авт}$ , перевозимых автомобилями за время работы системы:

$$N_{кон}^{авт} = z_e^{общ} \cdot N_{кон}^{1авт}, \quad (8.4)$$

где  $N_{кон}^{1авт}$  – количество контейнеров, размещаемых на одном автомобиле, ед.

6. Определяется количество контейнеров  $N_{кон}^{скл}$ , под которое требуется складская площадка:

$$N_{кон}^{скл} = N_{кон}^{общ} - N_{кон}^{авт}. \quad (8.5)$$

В случае если  $N_{кон}^{авт} \geq N_{кон}^{общ}$ , необходимо уменьшить количество автомобилей  $N_{авт}$  от заданного значения на 1.

7. Определяется площадь контейнерной площадки  $S_{кон}^{скл}$ , необходимая для хранения контейнеров, не вывозимых с контейнерной площадки за время работы системы:

$$S_{кон}^{скл} = (S_{1кон} + (L_{кон} + B_{кон}) \cdot 0,1) \cdot N_{кон}^{скл}, \quad (8.6)$$

где  $S_{1кон}$  – площадь одного контейнера, м<sup>2</sup>;

$L_{кон}$ ,  $B_{кон}$  – соответственно длина и ширина контейнера, м.

### *Рекомендации по решению задачи 2.*

Задача решается в следующей последовательности:

1. Определяется количество поддонов, размещаемых на автомобиле (перебором вариантов компоновки размещения поддонов в кузове с учетом грузоподъемности автомобиля).

2. Определяется количество ездов всех автомобилей за время работы системы в каждые сутки (модель малой системы) и количество поддонов, доставляемых всеми автомобилями в пункт перевалки.

3. Определяется количество поддонов, оставшихся на накопительной площадке в каждые сутки (разность между объемом доставки автомобильным транспортом и объемом отправки вагонами).

Данный расчет и показатели посуточного подвоза-вывоза кирпича на поддонах свести в таблицу (пример приведен в таблице Б.3).

4. Составляется календарный план-график доставки, погрузки-разгрузки и перегрузки кирпича на поддонах с использованием накопительной площадки, который необходимо представить в виде таблицы (пример в таблице Б.4). При составлении графика необходимо учесть, что в первый день первая грузовая операция в пункте перевалки начинается после выполнения погрузки в пункте отправления и движения с грузом до пункта перевалки, а во второй и последующие дни в 8:00 – с погрузки накопительной площадки (при наличии груза на накопительной площадке). Разгрузка кирпича на поддонах с автомобиля на накопительную площадку осуществляется после полной загрузки и отправки вагонов согласно плану отправки.

При решении задачи 2 для показателей «количество автомобилей», «расстояние автоперевозки», «время работы системы» следует пользоваться данными задачи 1.

Время начала работы системы для всех вариантов – 8.00.

При расчетах и составлении календарного плана-графика могут иметь место случаи, когда объем груза подвозимый автомобилями значительно меньше для его вывоза заданным количеством вагонов или наоборот – значительно больше, что влечет накопление больших запасов на складе. В таких случаях студенты самостоятельно могут уменьшить или увеличить количество вагонов для вывоза груза.

## Практическая работа № 9

### ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ И РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА С ПЛОСКОЙ ОПОРОЙ В КУЗОВЕ АВТОМОБИЛЯ

*Цель работы:* приобретение навыков выполнения расчетов по проверке условий устойчивости и креплению груза, размещенного на автотранспортном средстве (АТС).

*Задачи работы:*

1. Выполнить проверку устойчивости на АТС груза параллелепипедной формы с заданными параметрами (длина, ширина, высота, масса) с центром тяжести в центре;
2. Рассчитать параметры крепления груза на АТС способом прижатия с использованием растяжек.
3. Проверить достаточность крепления груза при условии неустойчивости.

*Исходные данные.*

Выбор исходных данных осуществляется из таблицы 9.3 по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326 (для номеров 1–3 с добавлением нуля четвертой цифрой): длина груза – по первой цифре шифра, ширина – по второй, высота – по третьей, масса груза – по четвертой цифре шифра.

*Теоретическая часть.*

При расчете крепления грузов на АТС руководствуются европейским стандартом EN 12195-1 «Устройства крепления груза на автомобилях. Часть 1: расчет сил крепления», на основе которого, как правило, разрабатываются национальные стандарты по креплению.

#### 1. Проверка устойчивости груза.

Грузы, перевозимые АТС, закрепляются в кузове независимо от расстояния перевозки. Выбор средств крепления зависит от типа и состава груза.

При определении способов крепления груза и выборе средств крепления учитываются следующие силы, действующие на груз: продольные горизонтальные инерционные силы в направлении движения, против направления движения (возникают при резком торможении и разгоне) (ось  $x$ ); поперечные горизонтальные силы, возникающие при движении АТС на поворотах и закруглениях дороги (ось  $y$ );

вертикальные силы, возникающие при колебаниях движущегося АТС (ось  $z$ ); сила трения; сила тяжести (вес груза) (рис. 9.1 и 9.2).

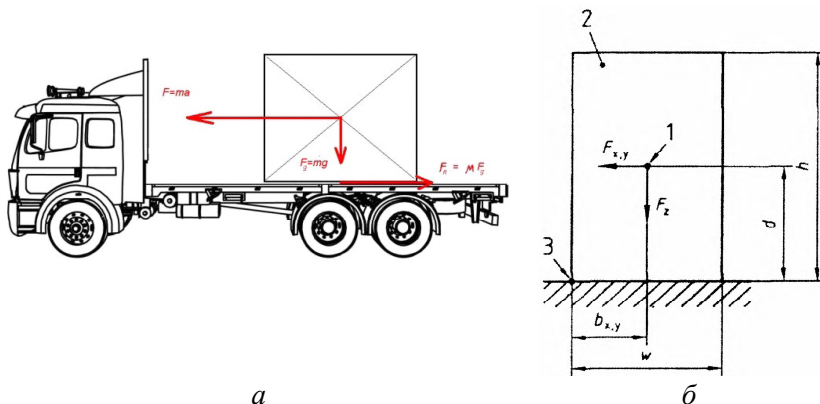


Рис. 9.1. Схема сил, действующих на незакрепленный груз:  
1 – центр тяжести; 2 – груз; 3 – ребро опрокидывания

Сила тяжести  $F_g$ :

$$F_g = m \cdot g,$$

где  $m$  – масса груза;

$g$  – ускорение свободного падения ( $9,8 \text{ м/с}^2$ ).

Сила инерции  $F_{и}$ :

$$F_{и} = m \cdot a,$$

где  $a$  – ускорение, которое возникает в продольном, поперечном, вертикальном направлениях и измеряется в единицах ускорения силы тяжести, которые могут возникать в ходе транспортных операций: направленное вперед –  $0,8 g$ , направленное назад –  $0,5 g$ , влево, вправо –  $0,5 g$ . Значения  $0,8$  и  $0,5$  являются коэффициентами ускорения инерционных сил.

Сила трения  $F_{тр}$ :

$$F_{тр} = \mu \cdot F_{оп},$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$F_{\text{оп}}$  – сила реакции опоры. Когда груз ничем не прижат, сила реакции опоры равна весу груза  $F_g$ .

Смещение груза происходит, когда сила инерции больше силы трения. Коэффициент  $\mu$  принимается равным: для трения дерева по дереву – 0,45; стали по дереву – 0,4; стали по стали – 0,3; железобетона по дереву – 0,55.

Исходя из этого, имеется два решения задачи крепления груза:

- увеличение силы трения;
- использование системы креплений, компенсирующей смещающую инерционную силу.

Чтобы увеличить силу реакции опоры  $F_{\text{оп}}$  без увеличения массы, необходимо дополнительное прижатие груза к платформе АТС. Когда появляется дополнительная прижимающая сила  $F_T$ , сила реакции опоры равна сумме веса  $F_g$  и дополнительной прижимающей силы  $F_T$ :  $F_{\text{оп}} = F_g + F_T$ .

Это и есть основная задача средства крепления – увеличить силу прижима и, как следствие, силу реакции опоры и силу трения.

Схема крепления груза должна выдерживать силу, равную не менее 0,8 веса груза в направлении вперед и 0,5 веса груза в обратном направлении и в стороны (влево, вправо), если существует риск опрокидывания груза. Величина этих сил во время движения автомобильного транспортного средства определяется согласно рисунку 9.2.

Таким образом, инерционные силы определяются:

$$F_{x,y,z} = c_{x,y,z} \cdot F_g, \quad (9.1)$$

где  $F_z$  – вертикальная сила, представляет сумму сил, включающую силу тяжести груза и силу инерции, которая действует на груз вследствие движения автомобильного транспортного средства в направлении вертикальной оси (ось  $z$ ) АТС;

$F_x$  – сила, действующая вдоль оси автотранспортного средства или продольная сила;

$F_y$  – поперечная сила;

$c_x$ ,  $c_y$ ,  $c_z$  – коэффициенты ускорения инерционных сил, значения которых приведены в таблице 9.1.

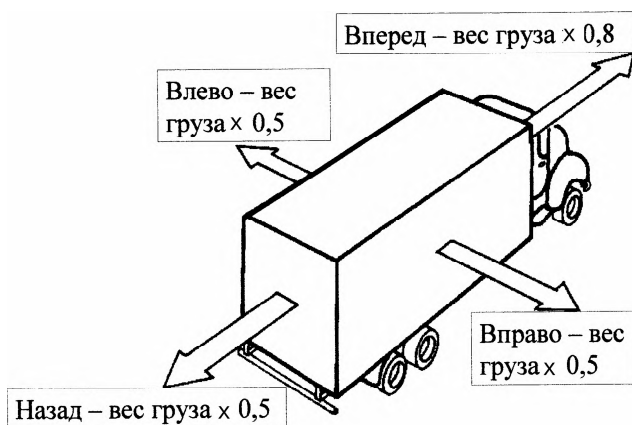


Рис. 9.2. Силы, действующие на груз во время движения

Таблица 9.1

### Коэффициенты ускорения инерционных сил

Направление действия сил	Коэффициент ускорения				
	Продольного $c_x$		Поперечного $c_y$		Вертикального снизу $c_z$
	вперед	назад	только скольжение	скольжение и опрокидывание	
Продольное	0,8	0,5	–	–	1,0
Поперечное	–	–	0,5	0,7	1,0

Средства крепления грузов подразделяются на: прижимные (ремни, цепи, тросы и др.); растяжные (ремни, тросы и др.); распорные (деревянные устройства, бруски, упоры и др.); фрикционные (противоскользкие маты и др.).

Известны способы крепления грузов: крепление груза способом блокировки; крепление груза к платформе способом прижатия; крепление растяжками.

Для устойчивости груза необходимо использовать не менее двух крепежных ремней при креплении к платформе, при креплении растяжками – не менее двух пар крепежных ремней в продольном и поперечном направлении.

Требования для обеспечения крепления груза при перевозке:

- сумма сил в каждом направлении должна быть равна нулю;
- сумма моментов в каждой плоскости должна быть равна нулю;
- при расчете прижимной силы крепления груза необходимо учитывать значение вертикального угла, который образуют средства крепления с полом платформы кузова;
- средства крепления (растяжки), которые предотвращают движение груза, должны находиться максимально близко к полу платформы кузова и угол между средством крепления и поверхностью платформы кузова должен быть не более  $60^\circ$ .

Средства крепления характеризуются рабочей нагрузкой и достигаемой силой натяжения (прочность на разрыв).

При определении необходимого количества средств крепления (ремней), прижимающая сила стяжного ремня определяется исходя из силы предварительного натяжения ремня **STF** – силы натяжения, передаваемой от натяжного элемента ремню. Данная сила характеризуется как сила, остающаяся на ремне после отпуска натяжного элемента. Характеристика прижимающего ремня – максимальная рабочая нагрузкой **LC** (Loading Capacity) – максимальная допустимая сила, которая может быть многократно приложена к ремню без последующих его деформаций.

Единицей измерения STF и LC является даН (деканьютон). ДаН используется практически во всех документах и расчетах, относящихся к теме крепления грузов.

Единица измерения сил в современном варианте метрической системы СИ – ньютон (Н или N), однако ранее использовался килограмм-сила (кгс). Килограмм-сила удобна тем, что вес получается численно равным массе, поэтому человеку легко представить, например, что такое сила 5 кгс.

В системе СИ 1 ньютон равен силе, сообщаемой телу массой 1 кг ускорение  $1 \text{ м/с}^2$  в направлении действия силы; 1 деканьютон равен 10 ньютонам, таким образом:  $1 \text{ кгс} = 9,80665 \approx 10 \text{ Н}$  или 1 деканьютон.



При расчете сил, действующих на груз, согласно рисунку 9.1, б необходимо определить устойчивость груза в продольном (ось  $x$ ) и в поперечном (ось  $y$ ) направлениях.

Условие устойчивости груза:

$$F_z \cdot b_{x,y} > F_{x,y} \cdot d;$$

$$b_{x,y} > \frac{F_{x,y}}{F_z} \cdot d, \quad (9.2)$$

где  $d$  – высота центра тяжести груза;

$b_{x,y}$  – расстояние от ребра опрокидывания до центра тяжести соответственно по осям  $x$  и  $y$ ;

Условие устойчивости можно также записать:

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} \cdot d. \quad (9.3)$$

При выполнении условия устойчивости груз считается устойчивым, то есть при выборе метода крепления не учитывается сила опрокидывания груза.

## 2. Расчеты крепления груза способом прижатия.

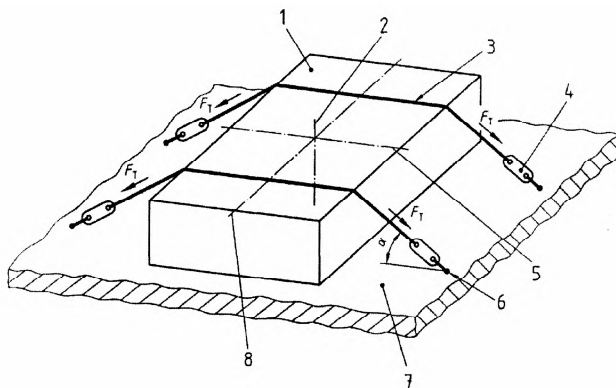


Рис. 9.3. Схема крепления груза к платформе способом прижатия:  
 1 – груз; 2 – вертикальная ось; 3 – средство для крепления; 4 – элемент для натяжения;  
 5 – поперечная ось; 6 – точка крепления; 7 – платформа; 8 – продольная ось

При креплении груза способом прижатия равновесие сил в продольном и поперечном направлении определяется исходя из равенства:

$$F_{F_z} + F_{F_T} > F_{x,y}, \quad (9.4)$$

где  $F_{F_z}$  – сила трения вследствие действия вертикальной силы  $F_z$ ;

$F_{F_T}$  – сила трения вследствие действия силы предварительного натяжения  $F_T$ .

$$F_{F_z} = \mu \cdot c_z \cdot m \cdot g;$$

$$F_{F_T} = \mu \cdot n \cdot k \cdot \sin \alpha,$$

где  $n$  – количество средств крепления;

$k$  – коэффициент передачи. При расчете сил крепления груза к платформе коэффициент передачи  $k = 1,5$  при использовании одного приспособления предварительного натяжения и  $k = 2$  при использовании двух приспособлений предварительного натяжения (например ремни и дополнительно блокировка: распорные, фрикционные системы);

$\alpha$  – вертикальный угол между платформой и средством крепления.

Исходя из неравенства равновесия, количество средств крепления определяется по следующей формуле:

$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{k \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}. \quad (9.5)$$

Сила предварительного натяжения выбранного средства крепления  $F_T$  рассчитывается по следующей формуле:

$$F_T = \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{n \cdot k \cdot \mu \cdot \sin \alpha}. \quad (9.6)$$

Исследования показали, что прижимные ремни наиболее эффективны при вертикальном угле 75–90°. Для достижения равного

прижимного усилия при вертикальном угле  $30^\circ$  требуется вдвое больше прижимных креплений, чем при угле  $90^\circ$ .

Величина силы предварительного натяжения каждого средства крепления должна удовлетворять следующему соотношению:

$$0,1LC < F_T < 0,5LC, \quad (9.7)$$

где  $LC$  – рабочая нагрузка на средство крепления, ограниченная его прочностью или прочностью приспособления для крепления (скобы, проушины и др.).

Некоторые марки ремней с характеристиками нагрузки и натяжения приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Примеры средств крепления (ремней)

Марка ремня	Рабочая нагрузка $LC$ , даН	Сила натяжения $STF$ , даН
АВТ 100	500	1000
АВТ 1500	1500	2500
АВТ 2000	2000	4800
АВТ 3500	3500	5000
АВТ 4300	4300	6000
АВТ 7000	7000	10000

### 3. Проверка достаточности крепления груза при условии неустойчивости.

Критерий против опрокидывания определяется неравенством:

$$n \cdot F_T \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{(F_{x,y} \cdot h - F_z \cdot w)}{(k-1) \cdot w \cdot \sin \alpha - (2-k) \cdot h \cdot \cos \alpha}. \quad (9.8)$$

Заменив  $F_{x,y,z}$  приведенными выше выражениями, получим:

$$n \cdot F_T \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot g \cdot (c_{x,y} \cdot h - c_z \cdot w)}{(k-1) \cdot w \cdot \sin \alpha - (2-k) \cdot h \cdot \cos \alpha}, \quad (9.9)$$

где  $h$  и  $w$  – высота и ширина груза.

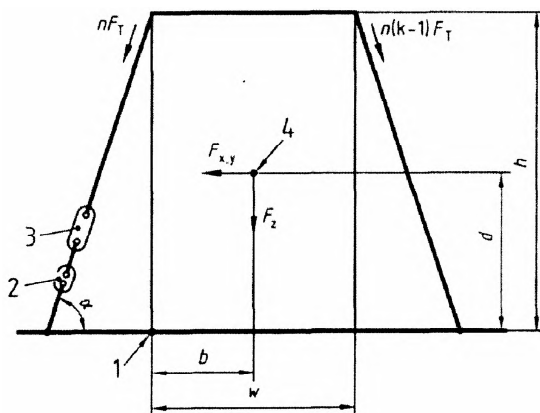


Рис. 9.4. Схема крепления груза к платформе для предотвращения опрокидывания и скольжения:  
 1 – ребро опрокидывания; 2 – указатель силы предварительного натяжения;  
 3 – устройство для натяжения; 4 – центр тяжести груза

#### 4. Крепление растяжками.

При креплении растяжками два идентичных средства крепления натягиваются под одинаковым вертикальным углом  $\alpha$  симметрично к аксиальному направлению движения груза. В этом случае в обоих средствах крепления возникают идентичные удерживающие силы  $F$ , схема действия которых приведена на рисунке 9.5.

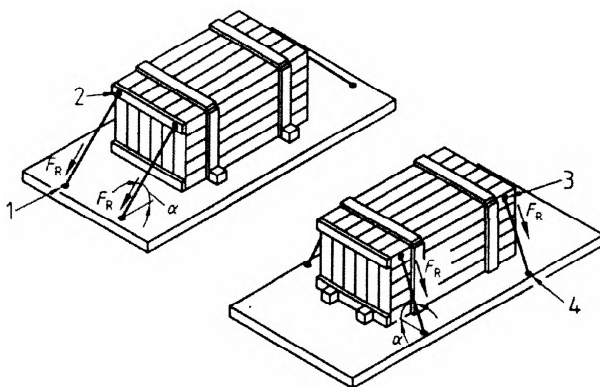


Рис. 9.5. Схема действия сил при креплении груза растяжками:  
 1–4 – точки крепления

Равновесие сил в продольном и поперечном направлении с двумя парами симметрично расположенных средств крепления определяется следующими уравнениями:

$$2F_{F_{R_{x,y}}} + F_{F_z} + F_{F_T} = F_{x,y}; \quad (9.10)$$

$$2 \cos \alpha \cdot F_R + \mu(m \cdot g \cdot c_z + 2 \sin \alpha \cdot F_R) = m \cdot c_{x,y} \cdot g. \quad (9.11)$$

Преобразованием формул получена зависимость для расчета рабочей нагрузки на средство крепления:

$$LC = F_R = \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{2(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha)}. \quad (9.12)$$

По рабочей нагрузке выбирается средство крепления растяжками.

*Пример.* Груз параллелепипедной формы массой 2000 кг, размеры груза: длина  $L - 4,5$  м; ширина  $w - 1,1$  м; высота  $h - 2,4$  м.

1. Проверка условия устойчивости груза по формуле (9.2).

Проверим условие устойчивости в продольном направлении (по оси  $x$ ), учитывая, что  $b_x = L / 2$ .

$$2000 \cdot 9,8 \cdot 2,25 > 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 1,2;$$

$$44\ 100 > 18\ 816,$$

Следовательно, в продольном направлении условие устойчивости выполняется.

Проверка условия устойчивости в поперечном направлении (по оси  $y$ ).

$$2000 \cdot 9,8 \cdot 0,55 > 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \cdot 1,2;$$

$$10\ 780 > 11\ 760.$$

Условие не выполняется, из чего следует, что необходимо выполнить проверку достаточности крепления груза.

## 2. Расчет крепления способом прижатия (9.4), (9.5).

Рассчитаем количество крепежных ремней в поперечном направлении (при этом выберем ремни марки АВТ с  $LC = 1500$  и  $STF = 2500$ ):

$$n_y \geq \frac{(0,5 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{1,5 \cdot 0,3 \cdot \sin 80 \cdot 2500} = 3920 / 1107,9 = 3,54 \text{ ремня.}$$

Количество требуемых средств крепления в поперечном направлении к платформе автомобиля  $n = 4$ , каждое с рабочей нагрузкой  $LC = 1500$  даН.

Определение минимальной силы предварительного натяжения:

$$F_{T(y)} = \frac{(0,5 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{4 \cdot 1,5 \cdot 0,3 \cdot \sin 80} = 3920 / 1,77 = 2214 \text{ Н.}$$

Проверка достаточности крепления груза в поперечном направлении (9.7):

$$4 \cdot 2214 \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{2000 \cdot 9,8 \cdot (0,5 \cdot 2,4 - 1 \cdot 1,1)}{(1,5 - 1) \cdot 1,1 \cdot \sin 80 - (2 - 1,5) \cdot 2,4 \cdot \cos 80};$$

$$8856 > 2565.$$

Условие выполняется, следовательно четырех ремней достаточно для обеспечения устойчивости груза в поперечном направлении.

Рассчитаем количество крепежных ремней в продольном направлении:

$$n_x \geq \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{1,5 \cdot 0,3 \cdot \sin 80 \cdot 2500} = 9800 / 1107,9 = 8,84 \approx 9 \text{ ремней;}$$

$$F_{T(x)} = \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{9 \cdot 1,5 \cdot 0,3 \cdot \sin \alpha} = 9800 / 3,98 = 2462 \text{ Н.}$$

Проверка достаточности крепления:

$$9 \cdot 2462 \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{2000 \cdot 9,8 \cdot (0,8 \cdot 2,4 - 1 \cdot 1,1)}{(1,5 - 1) \cdot 1,1 \cdot \sin 80 - (2 - 1,5) \cdot 2,4 \cdot \cos 80} = 21036;$$

22158 > 21036 – условие выполняется.

### 3. Расчет крепления растяжками.

Рассчитаем необходимые рабочие нагрузки при креплении груза двумя парами симметрично расположенных растяжек в продольном направлении:

$$LC = F_{\text{пр}} = \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{2(\cos 60 + 0,3 \cdot \sin 60)} = 6449 \text{ Н};$$

$$LC = F_{\text{попр}} = \frac{(0,5 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{2(\cos 60 + 0,3 \cdot \sin 60)} = 2577 \text{ Н}.$$

По полученным рабочим нагрузкам подбираются соответствующие растяжки.

Таблица 9.3

#### Исходные данные

Цифры шифра	Параметры груза			
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Масса, т
1	2	3	4	5
0	4,5	1,6	1,5	2,2
1	4,0	1,6	1,8	1,8
2	3,8	1,4	2,0	1,5
3	3,0	2,0	2,2	2,0
4	5,0	1,2	1,9	1,6
5	4,0	1,4	1,8	1,9
6	3,5	1,8	2,0	2,0
7	4,0	2,4	1,6	2,1
8	4,8	1,9	1,9	2,3
9	4,5	2,0	2,0	2,0

## Практическая работа № 10

### ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

*Цель работы:* закрепление знаний в области перевозок опасных грузов автомобильным транспортом; ознакомление с основными нормативными документами, регламентирующими перевозку опасных грузов.

*Задачи работы.* Для заданного опасного груза определить и описать требования, обеспечивающие условия безопасной перевозки данного груза:

1. Определить № ООН заданного опасного груза, установить класс опасности и дать характеристику установленному классу.

2. Определить классификационный код опасного груза и дать его описание.

3. Установить и охарактеризовать группу упаковки опасного груза.

4. Изобразить графически знак опасности груза и дать его описание.

5. Описать специальные положения, ограниченные и освобожденные количества, требования инструкции по упаковке.

6. Определить транспортное средство для перевозки опасного груза и дать ему характеристику.

7. Определить транспортную категорию, к которой отнесено вещество или изделие и дать ее описание.

8. Установить идентификационный номер опасности и произвести его расшифровку.

9. Составить и изобразить информационную табличку для перевозки заданного опасного груза

*Исходные данные.*

Выбираются из таблицы 9.2 по номеру фамилии в журнале.

*Пример.*

В таблице 9.1 приводится последовательность выполнения пунктов задания на примере опасного груза «нитробензол».

Основным источником для выполнения данной практической работы является Европейское соглашение о международной дорож-



ной перевозке грузов [6] (далее – ДОПОГ). Актуальность изучения данного источника обусловлена тем, что в транспортных и транспортно-экспедиционных организациях основным требованием к работникам, связанным с организацией и перевозками опасных грузов является знание требований ДОПОГ. Поэтому обращение именно к ДОПОГ, а не поиск информации в интернете, в том числе в паспорте безопасности веществ, позволит обучающимся ознакомиться с международными правилами, изложенными в ДОПОГ.

Особенностью ДОПОГ является табличная форма представления требований (предписаний) по каждому конкретному опасному веществу и изделию. Вся информация сведена в два приложения:

1. Таблица А «Перечень опасных грузов» (п. 3.2.1 к ДОПОГ, том I);
2. Таблица В «Предписания, касающиеся транспортного оборудования и перевозок», которое излагает требования к конструкции, оборудованию и движению автотранспортного средства, перевозящего опасные грузы.

В первую очередь по алфавитному указателю веществ и изделий, приведенному в пункте 3.2.2 ДОПОГ (том I) необходимо определить номер ООН для заданного груза. Затем по номеру ООН в таблице А пункта 3.2.1 ДОПОГ находится соответствующая строка, которая посвящена данному веществу или изделию. Таблица А состоит из 20-ти колонок и включает максимальный набор требований. Каждая колонка посвящена отдельному вопросу. Прежде чем приступить к поиску информации по заданному опасному грузу, рекомендуется ознакомиться с пояснительными примечаниями по каждой колонке. Пояснительные примечания находятся в начале п. 3.2.1 перед таблицей А ДОПОГ. Также следует обратить внимание на пункты ДОПОГ, которые приведены под названием колонок в «шапке» таблицы А и относят к разъяснительным текстам ДОПОГ с расширенной информацией по вопросу. Фрагмент таблицы А приведен на рисунке 10.1.

Пункты задания выполняются последовательно, информация вносится в таблицу формы 10.1, а описательная часть – в приложение к таблице 10.1 по образцу.

№ ООН	Наименование и описание	Класс	Классификационный код	Группа упаковки	Значимость	Спец. условия	Ограничения и особые условия		Тара			Перевозная система и шифр для опасных грузов	
							3.4.6	3.5.1.2	4.1.4	С спец. условиями по упаковке	Полностью по собственн. упаковке	4.2.5.2	С спец. условиями
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)	(10)	(11)
	3.1.2	2.2	2.2	2.1.1.3	5.2.2	3.3	3.4.6	3.5.1.2	4.1.4	4.1.4	4.1.10	4.2.5.2	4.2.5.3
0004	АММОНИЯ ПИКРАТ сухой или с массовой долей воды менее 10%	1	1.1D		1		0	E0	P112(a) P112(b) P112(c)	PP26	MP20	7.3.2	
0005	ПАТРОНЫ ДЛЯ ОРУДИЯ с ртутьем зарядом	1	1.1F		1		0	E0	P130		MP23		


Рис. 10.1. Фрагмент начала таблицы А

Например, в данном примере во исполнение первого пункта задания для заданного вещества нитробензола определен номер ООН 1662. По колонке 3 из таблицы А определен класс опасности нитробензола – 6.1. Далее по ссылке на пункт 2.2 в заголовке этой же колонки находим этот пункт в ДОПОГ, читаем информацию и записываем основополагающую характеристику вещества в примечание 1 после таблицы 10.1. По второму пункту задания определяется классификационный шифр Т1. Применительно к нитробензолу характеристика класса и классификационного шифра является объединенной для этих факторов, потому и описывается в п. 2.2 ДОПОГ. Выполняя задание 4, в п. 5.2.2 ДОПОГ найдено изображение знака опасности, его описание приведено в примечании к таблице 10.1.

Таблица 10.1

### Пример выполнения задания

Действие	Номер колонки в таблице А	Информативная запись в колонке
1. По номеру ООН заданного опасного груза, установить класс опасности и дать характеристику установленному классу	Колонка 3a	Нитробензол 1662 Класс 6.1 1) *
2. Определить классификационный код опасного груза и дать его описание	Колонка 3b	Т1 2) *
3. Установить и охарактеризовать группу упаковки опасного груза	Колонка 4	II 3)*
4. Изобразить графически знак опасности груза и дать его описание	Колонка 5	6.1 4)*

Действие	Номер колонки в таблице А	Информативная запись в колонке
5. Описать специальные положения, ограниченные и освобожденные количества, требования инструкции по упаковке	Колонки: 6, 7а, 7б, 8	279; 100 мл Е4 Р001 IBC02 5)*
6. Определить транспортное средство для перевозки опасного груза в цистернах и дать ему характеристику	Колонка 14	АТ 6)*
7. Определить транспортную категорию, к которой отнесено вещество или изделие и дать ее описание	Колонка 15	2/D/E 7)*
8. Установить идентификационный номер опасности и произвести его расшифровку	Колонка 29	60 8)*
9. Составить и изобразить информационную табличку для перевозки данного опасного груза		9)*
<p>*Примечание. Описание по пунктам:</p> <p>1) Нитробензол относится к классу 6.1 (токсичные вещества). К опасным грузам класса 6.1 относятся вещества, о которых известно по опыту или в отношении которых можно предположить исходя из результатов экспериментов, проведенных на животных, что они могут при однократном или непродолжительном воздействии и в относительно малых количествах причинить вред здоровью человека. Вещества класса 6.1 подразделяются на токсичные вещества: Т – без дополнительной опасности; TF – легковоспламеняющиеся; TS – самонагревающиеся, твердые; TW – выделяющие легковоспламеняющиеся газы при контакте с водой; TO – токсичные вещества окисляющие; TC – токсичные вещества коррозионные; TFC – токсичные вещества легковоспламеняющиеся, коррозионные; TFW – токсичные вещества легковоспламеняющиеся, выделяющие газы при соприкосновении с водой (п. 2.2.61.1.1 ДОПОГ).</p> <p>2) Классификационный код нитробензола Т1, поэтому данное вещество является органическим жидким токсичным веществом без дополнительной опасности (п. 2.2.61.1.2 ДОПОГ).</p> <p>3) Группа упаковки II: вещество со средней степенью опасности (п. 2.1.1.3).</p> <p>4) Символ (череп и скрещенные кости): черный, фон белый, цифра «6» в нижнем углу (ДОПОГ, том II, п. 5.2.2 стр. 279).</p> <div data-bbox="207 1300 319 1422" style="text-align: center;">  <p>(№ 6.1)</p> </div>		

5) Код 279 означает, что вещество относится к данному классу или группе упаковки на основе имеющегося опыта, а не на основе строгого применения классификационных критериев, установленных в ДОПОГ (п. 3.3 ДОПОГ, том II) в отношении специальных положений).

Запись 100 мл в колонке 7а означает, что под освобождение от требований ДОПОГ попадает перевозка данного груза в ограниченном количестве 100 мл для внутренней тары, помещенной в соответствующую наружную тару (п. 3.4 ДОПОГ, том II).

E4 означает, что данный опасный груз может перевозиться в освобожденных количествах, которые не подпадают под действие требований ДОПОГ, при объеме 500 мл на наружную тару при смешанной упаковке (п. 3.5.1.2 ДОПОГ, том II). Код P001 означает, что допускается перевозка в комбинированной таре с максимальным объемом до 400 л, в одиночной таре: барабаны, канистры, соответственно не более 450 л, 60 л.

IBC02 – для внутренней тары возможно использование металлических, жестких пластмассовых, стеклянных (п. 4.1.4 ДОПОГ, том II).

6) так как в колонке 14 предписано использование транспортного средства АТ, могут использоваться транспортные средства АТ, кроме FL (п. 9.1.1.2 ДОПОГ). Что означают транспортные средства FL, ОХ можно прочесть в указанном пункте 9.1.1.2. АТ означает, что транспортное средство предназначено для перевозки опасных грузов во встроенных цистернах либо съемных цистернах вместимостью более 1 м<sup>3</sup> либо контейнерах-цистернах, либо переносных контейнерах вместимостью более 3 м<sup>3</sup> (п. 9.1.1.2 ДОПОГ).

7) Так как в колонке 15 указана транспортная категория 2, допускается максимальный объем перевозки на транспортную единицу 333 л данного опасного груза (1.1.3.6 ДОПОГ, том I). Если перевозка осуществляется в цистерне, запрещен проезд через туннели типов D и E. При прочих перевозках запрещен проезд через тоннель типа E (п. 8.6 ДОПОГ, Том II).

8) Идентификационный номер опасности 60 означает, что перевозится токсичное или слабotoксичное вещество (п. 5.3.2.3 ДОПОГ, том II).

9) Информационная табличка оранжевого цвета, в верхней части – число 60, под чертой указывается код ООН – 1662.

Вывод. Данная информация используется для описания условий безопасной перевозки заданного опасного груза «нитробензол» участниками транспортного процесса.

Таблица 10.2

### Исходные данные

№	Название опасного груза	№	Название опасного груза
1	Диметилсульфид	4	Кислота муравьиная
2	Мезитилоксид	5	Азот охлажденный жидкий
3	Дихлорсилан	6	Анизол

Окончание табл. 10.2

№	Название опасного груза	№	Название опасного груза
7	Кислота тринитробензойная	20	Пропан
8	Бария хлорат	21	Кислород сжатый
9	Этилацетилен стабилизиров.	22	Этилен
10	Кислота пикриновая	23	Кальция нитрат
11	Железа нитрат	24	Серебра пикрат
12	Кислота хлорная с долей > 50 %	25	Свинца нитрат
13	Радиоактивный материал, упаковка А. Особого вида, делящ.	26	Порох в брикетах увлажненный (воды не менее 25 %)
14	Сера	27	Мины с разрывным зарядом
15	Сероводород	28	Ангидрид уксусный
16	Селитра чилийская	29	Октаны
17	Бутилен	30	Бериллия-нитрат
18	Бензотрихлорид	31	Циркония нитрат
19	Газ сжиженный токсичный окисляющий	32	Эфир этиловый

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ И ЗАЧЕТУ

№	Вопросы и задание	Варианты ответов (в случае пустой ячейки – необходимо написать)
1	Когда товар становится грузом?	а) когда предъявлен к перевозке б) когда выписаны документы в) когда получена оплата г) когда погружен на транспортное средство
2	Принцип систематизации в классификации товаров или грузов означает:	а) установление определенной последовательности однородных, взаимосвязанных товаров, процессов или услуг б) классификацию, обобщение и кодирование в) достижение наиболее оптимального результата при производстве, упаковке, хранении, реализации и потреблении (эксплуатации) товаров г) соблюдение требований, установленных нормативными документами или запросами потребителей
3	Отметьте функции товара из перечисленных.	а) маркетинговая б) коммерческая в) товароведческая г) распределительная д) рекламная
4	Что является объектом классификации товаров?	а) ассортимент б) услуги в) товары г) свойства товаров д) коды товаров
5	Дайте определение понятию «классификация».	
6	Назовите признаки классификации товаров.	а) ассортиментные б) торговые в) систематизированные г) теологические д) технологические

7	Какой вид классификации из перечисленных неверный?	а) товарная б) торговая в) потребительская г) транспортная д) тарифная
8	Как называется метод классификации, предусматривающий последовательное разделение множества на подчиненные группировки?	
9	Как называется метод классификации, предусматривающий разделение множества на независимые группировки?	
10	Какие методы кодирования не верные из перечисленных?	а) порядковый б) ассортиментный в) серийно-порядковый г) последовательный д) комбинированный
11	Продолжите фразу: «Качество груза – это ...»	
12	Какие показатели качества подлежат обязательной сертификации?	
13	Перечислите, какие свойства грузов определяют технические условия перевозок?	
14	Продолжите фразу: «Транспортная характеристика груза определяет ...».	
15	При решении каких логистических задач вы будете учитывать транспортные характеристики грузов?	
16	Груз, приведенный в транспортное состояние – это означает:	а) груз, подготовленный для групповой отправки б) груз, предъявленный к перевозке по одной накладной в) груз, доставленный к месту погрузки на транспортное средство г) груз, упакованный и маркированный в соответствии с требованиями стандартов и условиями перевозки

17	Какие грузы относят к категории специальных грузов?	
18	Продолжите фразу: «На качество грузов оказывают влияние внешние факторы: ...».	
19	Назовите основные группы транспортной классификации грузов из перечисленных.	а) генеральные б) сверхтяжеловесные, крупногабаритные и громоздкие грузы в) опасные грузы г) массовые д) наливные е) специальные ж) тяжеловесные грузы, масса одного грузового места которых превышает 500 кг, но не превышает грузоподъемности подвижного состава
20	По объемной массе $\rho_0$ (или плотности) грузы подразделяют на:	
21	По возможности совместного хранения и транспортирования грузы подразделяют на 3 группы:	
22	Какие свойства грузов из перечисленных относят к химическим?	а) самонагревание б) брожение в) автолиз г) окисление д) коррозия
23	В категорию «генеральные» входят грузы:	а) тарно-штучные б) контейнерные в) длинносоставные г) массовые д) рутинные
24	Назовите факторы, воздействующие на груз из перечисленных.	а) биохимические б) влияние внешней среды в) механическое воздействие на груз при движении и погрузочно-разгрузочных работах г) собственные свойства груза






25	По назначению упаковочные материалы классифицируют на:	а) изолирующие б) поглощающие в) фиксирующие г) амортизирующие д) защищающие
26	Назовите примеры изолирующих материалов.	
27	Назовите не менее 5 примеров амортизирующих материалов.	
28	Перечислите 3 метода испытания амортизирующих материалов.	
29	Назовите, от каких видов коррозии следует защищать грузы при перевозке и хранении.	
30	Абсолютная влажность – это ...	а) количество воздуха, содержащегося в 1 м <sup>3</sup> водяного пара б) количество водяного пара, содержащегося в 1 м <sup>3</sup> воздуха
31	Плотность жидкого груза – это ...	а) количество груза, которое может быть загружено в 1 м <sup>3</sup> емкости кузова б) масса однородного вещества в единице объема груза в) масса единицы объема с учетом внутренних пространств в грузе
32	Какая характеристика груза оценивается как масса единицы объема груза с учетом скавжистости и пористости?	а) плотность б) объемная масса в) удельный объем г) удельная масса
33	Напишите формулу для определения плотности жидкого груза.	
34	Методы определения качества:	а) органолептический б) лабораторный в) натурный г) комплексный д) все из приведенных
35	Относительная влажность – это ...	а) отношение абсолютной влажности воздуха к его насыщенности при той же температуре

		б) максимальное количество воды, которое может содержаться в 1 м <sup>3</sup> воздуха при определенной температуре и атмосферном давлении без (до) образования конденсата
36	Дайте определение понятию «насыщенность».	
37	Механическое воздействие на груз проявляется в виде:	а) статических нагрузок б) инерционных нагрузок в) сил тяжести г) сил трения е) динамических нагрузок
38	Процессы, происходящие в грузах: автолиз, дыхание, созревание и прорастание, гниение, брожение и плесневение являются результатом проявления свойств... .	а) биохимических; б) химических в) бактериальных г) физических д) природно-химических
39	Влияние какого фактора является причиной процессов, перечисленных в предыдущем пункте?	
40	Исходя из определения понятия «упаковка», напишите две основные функции, которые она выполняет.	
41	Назовите элементы упаковки.	
42	По назначению упаковка подразделяется на:	а) потребительскую б) складскую в) транспортную г) производственную д) тара-оборудование е) закупочную
43	Средства консервации применяются при перевозке:	а) овощей и фруктов б) металлоизделий в) скоропортящихся г) опасных д) лесных

44	Исходя из функциональных признаков, какое название вида тары из перечисленных ошибочное?	а) потребительскую б) групповая в) складская г) тара-оборудование д) транспортную
45	Напишите не менее 5 примеров транспортной тары.	
46	С позиции грузования к числу логистических операций относятся:	
47	«Наибольшее количество груза, которое может одновременно перевозиться ПС, исходя из его максимально допустимой полной массы и размеров кузова» – это ...	а) грузоподъемность б) грузовместимость в) удельная объемная грузовместимость г) удельная объемная грузоподъемность
48	Единица измерения удельной объемной грузоподъемности:	а) тонна б) т/м <sup>3</sup> в) м <sup>3</sup>
49	Напишите формулу для определения фактической грузоподъемности ПС.	$q_{\phi} =$
50	Напишите формулу для определения удельной объемной грузоподъемности.	$q_V =$
51	Напишите формулу для определения удельной грузовместимости.	$q_{\text{вм}} = q_V$
52	Поставьте знак < или > для условия: «вместимость ПС может быть использована полностью, а грузоподъемность – не полностью».	$q_{\text{вм}} =$
53	Коэффициент грузовместимости определяется по формуле: $\gamma = V_{\text{к}} \cdot \eta \cdot \rho_0 / q_{\text{н}}$ . Назовите обозначения в этой формуле.	
54	Если $\gamma > 1$ , как будет использоваться грузоподъемность ПС?	1. полностью 2. не полностью 3. частично 4. менее 50 %

55	<p>Объем навалочного груза в кузове автомобиля определяется по формуле:</p> $V_{\Gamma} = V_{\kappa} + (b_{\kappa} / 2)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{дв}}.$ <p>Назовите обозначения в этой формуле.</p>	
56	<p>Напишите формулу для расчета максимально возможной массы насыпного груза в кузове автомобиля.</p>	$Q_{\Gamma} =$
57	<p>Если максимально возможная масса насыпного груза в кузове <math>Q_{\Gamma} &gt; q_{\text{н}}</math>, что необходимо рассчитать для обеспечения допустимой загрузки кузова? Напишите формулу</p>	
58	<p>Назовите размеры универсального грузового модуля, лежащего в основе системы унификации тары по типоразмерам:</p>	<p>а) <math>800 \times 1200</math> мм  б) <math>600 \times 400</math> мм  в) <math>1000 \times 1200</math> мм  г) <math>200 \times 400</math> мм</p>
59	<p>Грузовместимость ПС – это ... .</p>	<p>а) максимальное количество груза, которое может быть перевезено одновременно исходя из технических параметров ТС (размеры кузова и грузоподъемность)  б) отношение номинальной грузоподъемности к объему кузова  в) максимальный объем груза, который можно загрузить в кузов ТС  г) отношение фактической грузоподъемности к объему кузова</p>
60	<p>Каким основным показателем характеризуется свойство сыпучести?</p>	<p>а) величиной угла естественного откоса  б) объемной массой  в) плотностью  г) скважистостью</p>
61	<p>Что определяет гранулометрический состав груза?</p>	<p>а) выбор способа погрузки-разгрузки  б) совместимость грузов при перевозке  в) выбор транспортного средства  г) выбор подвижного состава</p>

62	К какому свойству груза имеет отношение классификация: «крупнокусковые, мелкокусковые, мелкозернистые, порошкообразные, пылевидные и т. д.»?	
63	Назовите физико-химические свойства грузов, на которые оказывает влияние гранулометрический состав груза.	
64	Каким коэффициентом оценивается наличие внутренних пор и капилляров в массе груза?	
65	Каким коэффициентом оценивается наличие свободного пространства (пустот) между частицами груза?	
66	Способность груза к уплотнению под действием разных нагрузок оценивается:	
67	Приведите примеры грузов, которые обладают свойством распыляемости.	
68	Приведите примеры грузов, которые обладают свойством абразивности.	
69	Приведите примеры грузов, которые обладают свойством самонагревания.	
70	Назовите не менее 5 характеристик опасности грузов.	
71	Маркировка обладает функциями (из приведенных):	а) информационная б) отправительская в) эмоциональная г) специальная
72	Укажите элементы структуры маркировки:	а) текст б) рисунок в) коды товаров г) информационный знак

73	Как называется маркировка в виде изображения или рисунка на транспортной таре?	а) манипуляционный знак б) транспортная этикетка в) дополнительная маркировка г) информационный знак
74	Маркировка – это ...	
75	Назовите вид маркировки, которая информирует об упаковочных материалах и их утилизации.	а) товарная б) торговая в) экологическая г) упаковочная
76	Назовите виды символики штрих-кодов.	а) радиочастотные б) акустико-магнитные в) двумерные д) линейные
77	Перечислите методы автоматической идентификации груза.	
78	Транспортная стандартная этикетка – это ...	
79	Двумерные штрих-коды классифицируются на ...	а) многострочные и матричные б) линейные и матричные в) многострочные, матричные и линейные г) многострочные, матричные, линейные и идентифицирующие
80	Перечислите, какие задачи выполняет штриховое кодирование.	
81	Как называется символика, которая выглядит вот так:  ?	
82	Как называется символика, которая выглядит вот так:  ?	
83	Как называется символика, которая выглядит вот так:  ?	

84	На какие группы делятся устройства пломбирования?	
85	Какие функции выполняют индикаторы контроля груза в пути?	
86	Какие индикаторы применяются для перевозки скоропортящихся грузов?	
87	Транспортный пакет – это ...	
88	Назовите определяющие признаки контейнера из перечисленных:	а) рымные узлы б) стропы в) фитинговые углы г) упоры фитинговые
89	На какие категории подразделяются контейнеры по массе брутто? Укажите допустимые весовые нормы для категорий.	
90	Перечислите специализированные контейнеры для перевозки скоропортящихся грузов.	
91	Назовите основные технические характеристики контейнеров из перечисленных:	а) коэффициент исп. грузоподъемности б) коэффициент исп. грузовместимости в) коэффициент исп. в грузе в состоянии г) коэффициент тары
92	Коэффициент тары – это отношение ...	
93	Назовите элемент комбинированной тары, предназначенной для транспортировки опасных грузов.	а) внутренняя тара б) промежуточная тара в) индивидуальная упаковка г) комбинированная упаковка
94	ДОПОГ расшифровывается как:	а) допустимые к перевозке опасные грузы б) дорожная перевозка опасных грузов в) дополнения к правилам перевозки опасных грузов
95	Какой главный идентификатор имеют все опасные грузы?	а) код ADR б) код ООН в) код ДОПОГ г) код ABC

96	Система СИО включает в себя:	<ul style="list-style-type: none"> <li>а) информационную таблицу</li> <li>б) спец. маркировку автомобиля</li> <li>в) аварийную карточку</li> <li>г) информационную карточку</li> <li>д) манипуляционные знаки</li> <li>е) идентификационный код ООН</li> </ul>
97	Что означает фраза «освобожденные в ограниченных количествах» при перевозке опасных грузов?	
98	Назовите, какой атрибут перевозки ОГ изображен и что означают группы цифр: <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div>	
99	Как называется класс опасности груза, который маркируется таким знаком?	
100	Как называется класс опасности груза, который маркируется таким знаком?	
101	Как следует понимать обозначение «LQ» по отношению к грузу при перевозке опасных грузов?	



102	Приведите примеры (5 названий) средств пакетирования.	
103	Кроме плоских поддонов, какие еще существуют поддоны?	
104	Назовите группы из перечисленных, на которые классифицируются скоропортящиеся грузы по режиму перевозки:	а) вентилируемые б) охлаждаемые в) замороженные г) проветриваемые д) рефрижераторные
105	Как называются грузы, погруженные на АТС, которые превышают нормативные ограничения по габаритам и массе?	
106	Какие силы действуют на груз, способствующие его перемещению?	а) тяжести б) трения в) инерции г) опоры
107	Сила инерции в продольном направлении вперед определяется по формуле: $F_x = 0,8 \cdot F_G$ . Назовите обозначения в этой формуле. Как определить $F_G$ ?	$0,8 -$ $F_G -$ $F_G =$
108	Если по документам принят к перевозке груз массой 3 тонны, какое значение $F_G$ принимается к расчету и в каких единицах измерения?	
109	$F_x - F_{тр} = \dots$ Какой параметр рассчитывается по данной формуле?	а) сила тяжести б) сила крепления в) сила инерции г) сила опоры
110	Назовите четыре способа крепления груза на АТС.	
111	Какие инерционные силы, кроме поперечных, продольных, вертикальных, могут вызывать неустойчивость груза на АТС и требуют дополнительного крепления?	

112	Перечислите свойства нефтепродуктов (не менее 5), которые важно учитывать при перевозке и хранении.	
113	Перечислите свойства зерновых грузов (не менее 5), которые важно учитывать при перевозке и хранении.	
114	Укрупненная грузовая единица – это . . . .	а) количество товаров, хранящееся на складе б) некоторое количество товаров в) объединенные в одно грузовое место множество первичных грузовых мест г) грузы, перевозимые по одной накладной
115	TEU – это . . . .	а) 10-тонный контейнер б) 20-футовый контейнер в) 40-футовый контейнер г) 20-тонный контейнер
116	FEU – это . . . .	а) 10-тонный контейнер б) 20-футовый контейнер в) 40-футовый контейнер г) 40-тонный контейнер
117	Фитинговый полуприцеп или фитинговая железнодорожная платформа используется для перевозки . . . .	а) транспортных пакетов б) сборных грузов в) сверхнормативных грузов г) контейнеров
118	Для увеличения коэффициента использования грузоподъемности транспортного средства рекомендуется:	а) использовать специальный подвижной состав б) рационально подбирать транспортные средства в соответствии с перевозимым грузом в) использовать прицепы и полуприцепы г) повысить квалификацию водителя
119	К какому виду контейнеров относят грузовой контейнер для штучных грузов широкой номенклатуры?	а) специализированный контейнер б) открытый контейнер в) закрытый контейнер г) универсальный
120	К какому виду грузового контейнера относят контейнер для грузов ограниченной номенклатуры или грузов отдельных видов?	а) универсальный контейнер б) специализированный контейнер в) открытый контейнер г) закрытый контейнер

## Литература

1. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Грузоведение» для специальностей 6-05-1042-01 «Транспортная логистика», 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» (профилизация «Транспорт») [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика и логистика»; сост. Т. В. Пильгун. – Минск : БНТУ, 2024.

2. Правила автомобильных перевозок грузов: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2008 г. № 970 (с изменениями и дополнениями).

3. Правила по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17. 05. 2021 № 35.

4. Пильгун, Т. В. Товароведение (Грузоведение) : учебно-методическое пособие / Т. В. Пильгун. – Минск : БНТУ, 2018. – 59 с.

5. Организация и технология доставки грузов : учебное пособие / В. А. Болотин [и др.]. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. – 69 с.

6. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). – ООН. 2010.

## Исходные данные к практической работе № 1

Вариант	Наименование груза	Вариант	Наименование груза
1	Мука злаковая, лес крепежный, рыба живая, масло растительное, молоко свежее	2	Инструменты строительные инструменты (шпатель, рубанок), субпродукты, арбузы, изделия бетонные (плиты), телята живые
3	Изделия трикотажные, торфяные брикеты, колбы термосные, яйца куриные, бумага в рулонах, рельсы	4	Мясо сырое в тушах, жмыхи, изделия столовые (окна), кварц природный, кислород в баллонах
5	Дрожжи, одежда, хлопок-сырец, пила, сухофрукты	6	Торф, свекла, велосипеды, табачные изделия, сахар
7	Изделия кондитерские, песок, доломит, сено, инвентарь сельскохозяйственный	8	Икра рыб, колбасы копченые, сода, пшеница, бумага в рулонах
9	Ржаная мука, бензин автомобильный, сахар, сера, субпродукты мороженые	10	Вещи домашние, вода минеральная, бумага в рулонах, инструмент алмазный, овес
11	Мука кормовая, мясо мороженое, нефть сырая, глина, плиты керамзитовые	12	Битум нефтяной твердый, глина, концентраты пищевые, дрова, бананы
13	Вино виноградное, рейки паркетные, масло сливочное, сталь, рожь	14	Волокно стеклянное, галантерея, говядина, гвозди, солома
15	Каучук натуральный, картофель, дрова, консервы, лен-волокно	16	Изделия колбасные, соль поваренная, рыба живая, книги, кирпич силикатный
17	Масло сливочное, щебень, ткань, цемент, шпалы	18	Раковины металлические, ракушка строительная, рыба сушеная, каменный уголь, пакля

Окончание прил. А

Вариант	Наименование груза	Вариант	Наименование груза
19	Капуста, сахар в мешках, макулатура, кролики живые, мука доломитовая	20	Отруби, нефть, мороженое, медикаменты в бутылках, обувь
21	Хлопок-сырец, пшеница, цемент в мешках, опилки, птица битая, рыба охлажденная	22	Грибы сушеные, металлолом, колодки тормозные, кирпич, дыни
23	Лес пиленый, ацетон, вата минеральная, мед, проволока в бухтах	24	Кварц природный, бобы, листы асбестовые, лом черных металлов, нитрозмали
25	Прокат стальной, редька, котлы паровые, рога, пшеница, резинотехнические изделия	26	Обои, овес, пиво в бутылках, полистирол, асбест, баллоны для газа
27	Уголь мелкий, аммиак жидкий, асфальт, молотки слесарные, бензонасосы	28	Комбикорм, банки стеклянные, рассада зеленая, табак, тросы стальные
29	Песок, доломит, сено, сельдь копченая, столы деревянные	30	Вещи домашние, краски, слитки стальные, трубы асбестоцементные, апельсины
31	Шифер, мясо свежее, материалы абразивные, лен-волокну, чай	32	Хлеб печеный, шерсть пресованная, рыба охлажденная, мастика, известь негашеная
33	Огнетушители, асфальт, изделия меховые, опилки деревянные, компьютеры	34	Животные мелкие, снег слежавшийся, бахчевые культуры, галантерея, пергамин кровельный

Исходные данные для задачи 1 к практической работе № 8

Наименование показателя	Цифры шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип контейнера	УК-3	1Д	1С	УУК-3	УК-5	1С	1С	УУК-3	КМ-5	1С
Тип платформ	13-4012	13-2114К	13-470	13-935А	13-401	13-4012	13-2114К	13-470	13-935А	13-401
Марка автомобиля	КамАЗ-43114	КамАЗ-43118	МАЗ-93971	КамАЗ-4326	КамАЗ-4308	ГКБ-9385	МАЗ-93971	ОДА3-885	МАЗ-9380-040	ГКБ-9385
Кол-во автомобилей	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2
Расстояние автоперевозки, км	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11
Время работы системы $T_{\text{в}}$ , ч	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12
Коэффициент, учитывающий подачу и уборку вагонов	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8

Таблица Б.2

Исходные данные для задачи 2 к практической работе № 8

Наименование показателя	Цифры шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем отправки, тыс. шт.	252	288	324	180	216	324	216	180	144	180
Погрузка в вагоны: вагоны	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2
тонны	120	120	180	120	120	180	120	120	180	120
Марка автомобиля	КамАЗ-65117	МАЗ-9380-040	МАЗ-93971	КамАЗ-65117	МАЗ-9380-040	ГКБ-9385	КамАЗ-65117	МАЗ-9380-040	МАЗ-9380-040	МАЗ-93971

Таблица Б.3

Пример расчета показателей подвоза груза (к практической работе № 8)

Сутки	Суточный завоз груза на открытый склад				Погрузка в вагоны		Остаток груза на складе, т	Объем отправки с нарастающим	
	№ авто	Кол-во ездов	Кол-во тонн	Всего за смену	Кол-во вагонов	Кол-во тонн		Кол-во тонн	Кол-во кирпича, тыс. шт.
1	1	5	67,5	121,5	2	120	1,5	120	48
	2	4	54						
2	Погрузка с накопительной площадки				2	120	3,0	240	96
	1	5	67,5						
	2	4	54						
	Погрузка с накопительной площадки								
3	Погрузка с накопительной площадки				2	120	4,5	360	144
	1	5	67,5						
	2	4	54						
	Погрузка с накопительной площадки								
4	Погрузка с накопительной площадки				2	120	6,0	480	192
	1	5	67,5						
	2	4	54						
	Погрузка с накопительной площадки								
5	Погрузка с накопительной площадки				2	95		575	230
	1	5	70						
	2	2	19						
	Погрузка с накопительной площадки								
Итого		43	575	575	10	575		575	230

Таблица Б.4

Календарный план-график доставки, погрузки-разгрузки и перегрузки кирпича на поддонах с использованием накопительной площадки (к практической работе № 8)

1-е сутки					
Перегрузка по прямому вар-ту		Разгрузка на площадку		Погрузка с площадки	
начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание
8.20	9.11				
9.15	10.06				
10.15	11.06				
11.15	12.06				
12.15	13.00	13.00	13.06		
2-е сутки					
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Таблица Б.5

Технические характеристики вагонов-платформ

Модель вагона-платформы	Грузо-подъемность	Размеры пола с открытыми бортами, мм		Модель вагона-платформы	Грузо-подъемность	Размеры пола с открытыми бортами, мм	
		длина	ширина			длина	ширина
13-4012	71	13300	2770	13-935А	71	18400	2930
13-2114К	73	13400	2870	13-401	70	13300	2770
13-470	60	19620	2500				



Таблица Б.6

## Технические характеристики автомобилей

Марка бортового автомобиля	Грузоподъемность автомобиля, т	Внутренние размеры, мм	Автопоезд с полуприцепом	Грузоподъемность полуприцепа, т	Внутренние размеры, мм
КамАЗ-43114	6,1	4800 × 2320	МАЗ 9380-040	15,0	8800 × 2500
КамАЗ-4308	5,5	5200 × 2420	МАЗ 93971	20,1	11 465 × 2500
КамАЗ-65117	14,0	7800 × 2480	ОДА3 885	7,5	6080 × 2200
КамАЗ-43118	10,0	6100 × 2320	ОДА3 93571	11,4	7800 × 2420
КамАЗ-4326	3,3	4800 × 2320	ГКБ 9385	20,5	10 170 × 2320

Таблица Б.7

## Технические характеристики контейнеров

Тип контейнера	Вес брутто, т	Наружные габариты, м			Полезный объем, м <sup>3</sup>	Максимальный допустимый вес к загрузке, кг
		длина	ширина	высота		
УК-3	3	2,100	1,325	2,400	5,16	2400
УУК-3	3	2,100	1,320	2,400	4,90	2400
УК-5	5	2,650	2,100	2,400	10,40	4050
УУК-5	5	2,650	2,100	2,400	10,20	3800
КМ-5	5	2,650	2,100	2,400	10,92	4050
1А(40-фут.)	30	12,192	2,438	2,438	59,42	26700
1В(30фут.)	25	9,125	2,438	2,438	44,47	22250
1С(20фут.)	20	6,050	2,438	2,438	29,50	17800
1Д(10фут.)	10	2,991	2,438	2,438	17,78	8900

Таблица Б.8

Нормы времени простоя бортовых автомобилей при погрузке и разгрузке одного контейнера

Масса контейнера, т	Нормы простоя автомобиля при погрузке или разгрузке 1 контейнера, мин	Масса контейнера, т	Нормы простоя автомобиля при погрузке или разгрузке 1 контейнера, мин
До 1,25	4,70	Свыше 15,0 до 20,0	10,0
Свыше 1,25 до 5,0	7,0	Свыше 20,0 до 30,0	12,0

Таблица Б.9

Нормы времени простоя бортовых автомобилей при погрузке и разгрузке кранами, погрузчиками и другими аналогичными механизмами грузов улакованных и без улаковки, не требующих специальных устройств для их крепления (масса груза при одновременном подъеме от 1,0 до 3,0 т)

Грузоподъемность автомобиля, т	Нормы простоя, мин	Грузоподъемность автомобиля, т	Нормы простоя, мин	Нормы простоя, мин
Свыше 3,0 до 5,0	4,70	Свыше 7,0 до 10,0	3,70	Свыше 15,0 до 20,0
Свыше 3,0 до 5,0	3,95	Свыше 10,0 до 15,0	3,41	Свыше 20,0
				3,00
				2,77

Учебное издание

## **ГРУЗОВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальностей

6-05-0718-01 «Инженерная экономика» (профилизация «Транспорт»),

6-05-1042-01 «Транспортная логистика»,

61040101 «Транспортная логистика»

С о с т а в и т е л и:

**ПИЛЬГУН** Татьяна Владимировна

**ВИЛЬДАНОВА** Луиза Анваровна

Редактор *Р. А. Ягелло*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 15.10.2024. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,05. Уч.-изд. л. 2,80. Тираж 100. Заказ 273.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.