

Электронный учебно-методический комплекс

Практический раздел

Г Р У З О В Е Д Е Н И Е

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Составитель Пильгун Т.В

МИНСК 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 1	3
Составление транспортной характеристики грузов	3
Практическая работа №2	5
Условия перевозки штучных грузов и выбор вида тары	5
Практическая работа № 3	9
Расчет потребного количества многооборотной тары	9
Практическая работа № 4	14
Выбор и расчет параметров амортизирующих материалов для упаковки грузов	14
Практическая работа №5	20
Расчет прочности картонной тары	20
Практическая работа № 6	24
Формирование транспортного пакета для перевозки тарно- штучных грузов	24
Практическая работа № 7	31
Использование грузоподъемности подвижного состава при перевозке тарно-штучных, навалочных и насыпных грузов	31
Практическая работа № 8	38
Организация погрузочно-разгрузочных и складских работ в пунктах взаимодействия видов транспорта	38
Практическая работа № 9	43
Проверка устойчивости и расчет крепления груза с плоской опорой в кузове автомобиля	43
Практическая работа № 10	53
Проверка устойчивости и расчет крепления груза с плоской опорой на открытом железнодорожном подвижном составе	53
Практическая работа № 11	65
Перевозка опасных грузов автомобильным транспортом	65
Практическая работа №12	71
Принципы работы холодильной машины для сохранности скоропортящихся грузов, расчет теоретического цикла	71
ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ	73

На практических занятиях предусматривается выполнение практических работ 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 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 практической работы:

1. Изучить классификацию грузов, методы классификации и кодирования, составить транспортную характеристику заданного груза, указать основные свойства, влияющие на условия перевозки и хранения грузов, используя лекционные материалы, [1, 3, 4, 8]:

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

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

2. На основании [1] описать условия перевозки заданных грузов в том числе:

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

2.2. Предельные сроки транспортирования (для скоропортящихся);

2.3. Обеспечение температурного режима при перевозке;

2.4. 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 электронными версии указанных документов, а также электронные ресурсы: 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.

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 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°C , и ниже 0°C ;

при организации перевозки необходимо руководствоваться гл. 16 и Приложением 10 к [1];

необходимо соблюдение температурных режимов при междугородных автомобильных перевозках: при погрузке и при перевозке в рефрижераторе должна соблюдаться температура $+8^{\circ}\text{C} - +10^{\circ}\text{C}$.

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 [1]) совместная перевозка с некоторыми другими продуктами.

Литература для выполнения практической работы №1

1.Правила автомобильных перевозок грузов /Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2008г. №970.

Практическая работа №2

Условия перевозки штучных грузов и выбор вида тары

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

Задачи практической работы:

1. Прочитать лекционный материал и теоретическую часть настоящей практической работы.

2. Ответить на контрольные задания в режиме семинарского занятия.

3. Для заданного 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: аппаратура осветительная.

Решение.

Используя справочники [1, прил.2] и [2], а также цифровые источники определяем, что для перевозки аппаратуры осветительной применяются ящики в соответствии со стандартом ГОСТ 16536-84 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
15	Табачные изделия, лак битумный	16	Рыба копченая, проволока
17	Фарфоровые изделия, чай	18	Продукция лакокрасочная, обувь
19	Радиаторы, швейные изд.	20	Огнетушитель, молотки
21	Домкраты, майонез	22	Нитки, краскопульт
23	Трубы металлические, концентраты пищевые	24	Кинопроекторы, подшипники из цветных металлов
25	Электродвигатель, парфюмерно-косметические изд.	26	Галантерейные изделия, проволока
27	Теплоизоляционные материалы, стекло оконное	28	Товары народного потреб., 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

Литература для выполнения практической работы №2

1. Транспортная тара: справочник/А.И.Телегин [и др.]-М: Транспорт,1989.
2. Упаковка грузов: справочник / Н.В. Акимов [и др.]. – М. : Транспорт, 1992.

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 практической работы

Решить задачу 1.

Определить потребность в автомобильных контейнерах χ_k , если известно, что их перевозка осуществляется с привлечением одного из автомобилей, приведенных в исходных данных. В соответствии с исходными данными заданы: масса брутто контейнера; коэффициент пробега $\beta_c = 0,5$; время пребывания автомобиля на маршруте T_m ; время на погрузку t_p и разгрузку t_r одного контейнера одинаково и равно 10 мин; суточный объем перевозок $Q_{сут}$; длина ездки с грузом $l_{c.г}$; техническая скорость V_T км/ч.

Решить задачу 2.

Определить общее количество поддонов $\chi_{пп}$, 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 на/с транспортного средства 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 (мм.), масса брутто одного поддона 0,75т. 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 $l_{c.г}$ (км); техническая скорость V_T (км/ч).

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 (для номеров 1–3 с добавлением

нуля четвертой цифрой). По первой цифре шифра выбирается $Q_{\text{сут}}$, по второй цифре – тип контейнеров и размеры $L \times B$ поддонов, по третьей цифре – $T_{\text{м}}$, по четвертой цифре – $l_{\text{е.г}}$, по первой цифре – $V_{\text{т}}$.

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 внутризаводских 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 ПС для перевозки грузов определяется по формуле:

$$\chi_k = n_k \left[A_{\text{э}} + n_k (t_{\text{п}} + t_{\text{р}}) / I_{\text{а}} \right],$$

где n_k — количество контейнеров на одном автомобиле;

$A_{\text{э}}$ — количество автомобилей для освоения дневного объема перевозок $Q_{\text{сут}}$;

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

$I_{\text{а}}$ — интервал движения автомобилей, мин.

Количество контейнеров, которое необходимо иметь (от общего $\chi_{\text{к}}$): в пункте погрузки $\chi_{\text{к.п}} = n_{\text{к}}^2 (t_{\text{п}} / I_{\text{а}})$

в пункте разгрузки $\chi_{\text{к.р}} = n_{\text{к}}^2 (t_{\text{р}} / I_{\text{а}})$

Интервал движения автомобилей рассчитывается исходя из времени оборота $t_{\text{о}}$ на маршруте:

$$I_{\text{а}} = t_{\text{о}} / A_{\text{э}},$$

$$A_{\text{э}} = Q_{\text{сут}} \cdot t_{\text{о}} / (T_{\text{м}} \cdot q_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot z_{\text{е}}),$$

где $T_{\text{м}}$ — время пребывания автомобиля на маршруте, ч;

$q_{\text{н}}$ — грузоподъемность полуприцепа, т;

γ — коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

$z_{\text{е}}$ — число ездов автомобиля за время пребывания на маршруте.

Время оборота $t_{\text{о}}$ автомобиля на маршруте определяется:

$$t_{\text{о}} = 2l_{\text{е.г}} / V_{\text{т}} + t_{\text{п-р}},$$

где $l_{\text{е.г}}$ — длина ездки с грузом;

$V_{\text{т}}$ — техническая скорость автомобиля, км/ч;

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

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

$$z_{\text{е}} = \frac{T_{\text{м}} \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta_{\text{с}}}{l_{\text{е.г}} + V_{\text{т}} \cdot \beta_{\text{с}} \cdot t_{\text{п-р}}},$$

где $\beta_{\text{с}}$ — коэффициент использования пробега.

Пример решения задачи 1

Исходные данные: контейнер УК-3; $T_{\text{м}} = 10$ ч.; $Q_{\text{сут}} = 380$ т.; $l_{\text{е.г}} = 40$ км.; $V_{\text{т}} = 32$ км/ч., $\beta_{\text{с}} = 0,5$.

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 43114 грузоподъемностью 6,1 тонн. С учетом размеров в кузове размещается 2 контейнера. Определим коэффициент использования грузоподъемности автомобиля γ . 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, грузоподъемность автомобиля нетто составляет 5,5 тонн. Поэтому коэффициент использования грузоподъемности $\gamma = 4,8 / 5,5 = 0,87$.

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

Потребное количество автомобилей

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

Интервал движения автомобилей

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

Общее количество контейнеров, обеспечивающих бесперебойную работу ПС:

$$\chi_k = 2 \cdot (7 + 2(10+10)/23,7) = 16 \text{ контейнеров.}$$

Количество контейнеров, которое необходимо иметь: в пункте погрузки

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

в пункте разгрузки аналогичный расчет ~ 2 контейнера.

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

Таблица 3.1 – Исходные данные для задачи 1

Цифра шифра	$Q_{\text{суг}}$ тонн	Тип контейнера (для задачи 1)	L x B (для задачи 2)	T_m	$l_{\text{с.г}}$	V_T
1	2	3		4	5	6
0	400	УК-3	1000x900	12	45	60
1	450	УУК-3	1000x800	9	20	70
2	500	УК-5	1100x900	8	25	85
3	480	УУК-5	900x900	9	30	80
4	300	КМ-5	800x800	10	35	75
5	600	УУКП-6.3	1200x600	12	15	55
6	390	УУК-10	1100x700	11	40	60
7	490	НР 5-1	1200x400	10	47	75
8	550	МК-5	800x600	9	28	60
9	590	УУК-5	1000x400	8	34	60

Таблица 3.2 – Технические характеристики контейнеров

Тип контейнера	Вес брутто, т.	Наружные размеры, м			Полезный объем, м ³	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
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

Таблица 3.3 – 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	4800x2320	МАЗ 9380-040	15,0	8800x2500
КамАЗ-4308	5,5	5200x2420	МАЗ 93971	20,1	11465x2500
КамАЗ-65117	14,0	7800x2480	ОДАЗ 885	7,5	6080x2200
КамАЗ-43118	10,0	6100x2320	ОДАЗ 93571	11,4	7800x2420
КамАЗ-4326	3,3	4800x2320	ГКБ 9385	20,5	10170x2320

Практическая работа № 4

Выбор и расчет параметров амортизирующих материалов для упаковки грузов

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

Задача практической работы.

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.

Справочно (из ГОСТ 8.127-74 «Измерение параметров ударного движения. Термины и определения):

Ударное движение - 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 движения;

Ударное ускорение – ускорение рассматриваемой точки при ударном движении;

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

– безударных – уровень максимальной амплитуды ударного ускорения принят $9,8$ или 10 м/с^2 ($1g$)

– незначительный – то же от 10 до 40 м/с^2 ($1g - 4g$)

– малозначительный – от 40 до 70 м/с^2 ($4g - 7g$)

– заметный от 70 до 100 м/с^2 ($7g - 10g$)

– высокий свыше 400 м/с^2 ($40g$)

Результатом испытания амортизационного материала является характеристика ударозащитных свойств, представленная в виде кривой зависимости ударной перегрузки (K) от статического давления на образец (P) (рисунок 1).

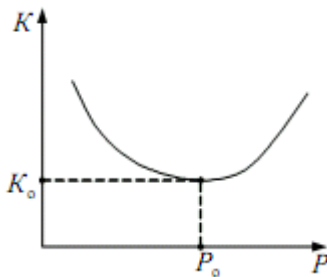


Рисунок 1 – Зависимость ударной перегрузки K от статической нагрузки на образец изделия.

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, доли g ;

P - статическое давление изделия на тару, кгс/см²;

H - высота падения изделия, см;

h - толщина амортизирующей прокладки, см;

a_0, a_1, a_2 - 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 получено ряд зависимостей, которые используются для расчетов и выбора амортизирующих материалов.

Допустимая ударная перегрузка:

$$K_0 = a_n / g,$$

где a_n - пиковое ударное ускорение, м/с²,

g - ускорение свободного падения м/с²;

Статическое давление изделия на тару, кгс/см² :

$$P = Q / S,$$

где Q – масса изделия, кг

S – площадь изделия, подвергаемая воздействию, см^2 ;

Постоянная размерная величина амортизации

$$C_1 = S / (Q \cdot K_0)$$

Оптимальная толщина прокладки амортизирующего материала:

$$h = C \cdot H / a_{\text{п}}$$

Площадь прокладки амортизирующего материала:

$$S_0 = C_1 \cdot Q \cdot K_0$$

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 20g (прочитать написанное косым шрифтом в теоретической части).

Статическое давление необходимо рассчитать как на дно и крышку ящика, так и на боковые стороны. Для дальнейших расчетов амортизационной прокладки принять максимальное значение.

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 (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 изготавливают 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_n , доли 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, кг/м ³	Значение	
		обобщенного коэффициента амортизации C	постоянной размерной величины 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 прочности картонной тары

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

Задачи практической работы.

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

2. Определить количество барабанов в штабеле по высоте если известны: высота барабана h_n (мм), наружный диаметр барабана d_n (мм), толщина дна барабана 4 мм, крышки и стенки — 3 мм, плотность груза ρ_0 (т/м³), жесткость картона по кольцу μ (Н/мм), коэффициент жесткости клеевого слоя $K_{кл} = 1,1$, количество слоев картона n , время хранения барабанов в штабеле согласно таблице 1 (суток).

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

запаса 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 небольших 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

$$P_{сж} = K_3 q Q (H - h) / h$$

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

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

где H – высота штабелирования, мм.;

h – высота коробки, мм.;

q – ускорение свободного падения, м/с²;

P_T – торцевая жёсткость, 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	Марка картона	P_T
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

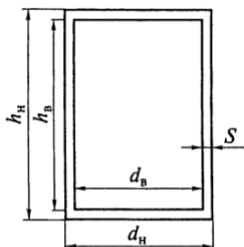


Рисунок 5.1. Картонный барабан
 h_b, h_n - внутренняя и наружная
 высота барабана соответственно;
 d_b, d_n — внутренний и
 наружный диаметры барабана;
 S — толщина стенки барабана

Сжимающие усилия (Н/мм), которые должен выдерживать барабан, рассчитывают по формуле:

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

где h_n — наружная высота барабана, мм;

Q — масса груза (массой тары пренебрегают), кг.

Массу груза в барабане определяют по формуле:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d_b^2 \cdot h_b \cdot \rho_0 ,$$

(5.4)

где d_b — внутренний диаметр барабана, м;

h_b — внутренняя высота барабана, м;

ρ_0 — объемная масса груза (плотность), кг/м³.

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:

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

Сопротивление сжатию барабана определяется по формуле (Н/мм)

$$P_{сж.б}^{сопр} = K_{кл} \cdot \pi \cdot d_b \cdot \mu \cdot n ,$$

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

μ — 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 1, коэффициент запаса K_z – с учетом сроков хранения груза.

Задача 2. 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	400x300x200	2,0	T0	28
1	30	500x400x250	2,5	T1	35
2	35	200x100x200	2,9	T2	-
3	30	500x300x150	3,0	T3	100
4	31	400x400x150	2,4	T4	140
5	29	250x250x100	3,0	П1	150
6	30	300x400x200	1,5	П2	200
7	25	350x450x250	2,9	П3	-
8	20	400x200x200	3,2	T2	60
9	15	300x100x250	2,8	T3	90

Таблица 5.3 – Исходные данные для задачи 2

Цифры шифра	Диаметр d_n , мм.	Плотность груза ρ_0 (т/м ³),	Жесткость картона, μ (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 практической работы: выполнение расчетов по выбору поддонов для укладки тарно-штучных грузов и параметров термоусадочной пленки для скрепления.

Задачи практической работы:

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

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 (таблица 6.1) и ГОСТ 9078-84 (таблица 6.2).

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): по первой цифре шифра из строки «длина ящика», по второй цифре шифра соответственно «ширина ящика», по третьей цифре – «высота ящика», по четвертой цифре – «масса ящика», по первой цифре – «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 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.

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 внутризаводских 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 × B, мм	Высота h, мм	Масса, кг
П2 - однонастильный двухзаходный П4 - однонастильный четырехзаходный 2П4 - двухнастильный четырехзаходный 2ПО4 - двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле	1200x800; 1200x1000	150	25
2ПВ2 - двухнастильный двухзаходный с выступами	1600x1200; 1800x1200	180	30

Отдельные грузовые единицы в облегчённой упаковке укладываются на поддоне в плотный штабель, а затем скрепляются полимерными термоусадочными или растягивающимися плёнками для стабилизации пакета и предупреждения развала в процессе перевозок и перегрузок. Пакет в термоусадочной плёнке для получения её необходимого натяжения и стабилизации пакета должен пройти специальную тепловую обработку. Крепление пакета на поддоне полимерной растягивающейся плёнкой производится путём ротационного обёртывания, которое может выполняться способом прямой или спиральной навивки (рисунок 6.1).

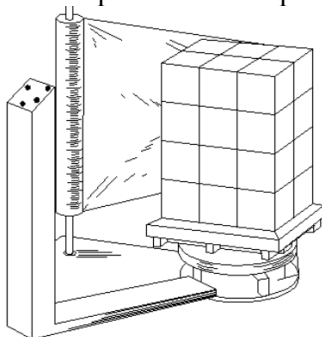


Рисунок 6.1– Ротационное обертывание способом прямой навивки пленки

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 (рисунок 6.2).

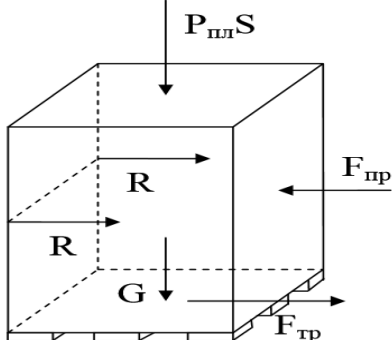


Рисунок 6.2– Силы, действующие на пакет, скрепленный термоусадочной пленкой

Определим силы, действующие на пакет и термоусадочную пленку:

Статическая сжимающая сила (Н):

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

Продольная инерционная сила, стремящаяся сдвинуть пакет относительно поддона (Н):

$$F_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}} ,$$

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

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

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 (Н):

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

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:

$$F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} - 2R = 0$$

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

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

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/см²;

δ – суммарная толщина слоев пленки, см.

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

Таким образом, минимально необходимая толщина пленки рассчитается по формуле:

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

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

По следующим формулам рассчитывается необходимый расход пленки для скрепления пакета:

$$q_p = L_p \cdot B_p \cdot n_{\text{сл}} \cdot m,$$

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

$n_{\text{сл}}$ - количество слоев

m – масса пленки, кг/м².

Указанные величины определяются следующим образом:

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

- ширина: $B_p = H_{\text{пак}} + z + l_1$;

- масса: $m = q_{\text{п}} \cdot \delta_{\text{н}} \cdot 10^{-3}$,

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_{Π} – объемная масса пленки ($q_{\Pi} = 350$ кг/м³).

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

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

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 решения задачи.

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 (таблица 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 30 ящиков.

Масса пакета с учетом массы поддона (25 кг) $G_{\text{пак}} = 925$ кг.

Высота поддона с пакетом $H_{\text{пак}} = h_{\text{под}} + n_{\text{я}} \cdot h_{\text{ящ}} = 150 + 2 \times 310 = 770$ мм.

С учетом выкладок, изложенных в теоретической части, выполним расчеты:

Статическая сжимающая сила: $Q_{\text{пак}} = g \cdot G_{\text{пак}} = 9065$ Н;

Минимально необходимая толщина пленки:

$\delta = (\alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пак}} - \mu \cdot Q_{\text{пак}}) / 2[\sigma] \cdot H_{\text{пак}} = 9065 (1,5 - 0,35) / 2 \cdot 1500 \cdot 770 = 0,045$ см или 0,45 мм

На основании параметров термоусадочных пленок (таблица 6.3) определяем, что для закрепления расчетного пакета целесообразно

использовать пленку нормативной толщиной $\delta_{\text{н}} = 0,15\text{мм}$ в 3 слоя ($0,45\text{ мм} / 0,15\text{ мм} = 3\text{ слоя}$).

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 ²	900	950	1000	1100	1500

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

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

по ширине: $B_p = H_{\text{пак}} + z + l_1 = 0,77 + 0,02 + 0,01 = 0,8\text{м};$

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 μ 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 практической работы

Задача 1. Заданы габаритные размеры и масса грузового места (ГМ). Внутренние габаритные размеры кузова автомобиля составляют 5200 x 2320 x 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.

Задача 2. Определить, какой объем заданных грузов может быть перевезен в самосвальном автопоезде в составе седельного тягача МАЗ-64228 и полуприцепа МАЗ-9506 размером 6800 x 2300 x 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, $q_{\phi}(т)$, удельная объемная грузоподъемность q_v ($т/м^3$) и удельная грузовместимость q_{BM} ($т/м^3$), которые определяются:

$$q_{\phi} = a \cdot b \cdot (h \pm h_1) \cdot \rho_0,$$

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;

ρ_0 — объемная масса (плотность) груза, $т/м^3$.

$$q_v = q_n / V_k,$$

где q_n — номинальная (полезная) грузоподъемность ПС, т;

V_k — полный объем кузова, $м^3$.

Удельная грузовместимость определяет количество груза, которое может быть загружено в $1 м^3$ емкости кузова:

$$q_{BM} = q_{\phi} / V_k.$$

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 ($0,4...0,5 \text{ т/м}^3$) 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 $q_{\text{вм}}$, обеспечено полное использование грузоподъемности данного ПС.

При перевозке грузов, для которых $q_{\text{вм}} < q_v$ вместимость ПС может быть использована полностью, а грузоподъемность — не полностью; при перевозке грузов, обеспечивающих $q_{\text{вм}} > q_v$ используется полностью грузоподъемность ПС при неполном использовании вместимости кузова. Для первого условия ПС будет работать с недогрузом 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 грузовместимости γ . Коэффициент грузовместимости определяется для конкретного вида груза и его упаковки и рассчитывается по формуле:

$$\gamma = V_k \cdot \eta \cdot \rho_0 / q_n$$

где η — 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 погрузки бортовой платформы вровень с бортами или кузова фургона на его полную высоту, $\eta = 1$.

Удельный объем основных форм груза рассчитывается по формулам: 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 грузовместимость, может оцениваться графическим методом.

На рисунке 7.1 изображены характеристики грузовместимости (ломанные линии) для ПС грузоподъемностью 3 т ($q_v = 0,6$ т/м³), грузоподъемностью 5 т ($q_v = 0,75$ т/м³) и грузоподъемностью 8 т ($q_v = 1$ т/м³).



Рисунок 7.1— График использования ПС разной грузовместимости: 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.

По заданному значению объемной массы груза по характеристике грузовместимости ПС определяется количество данного груза в тоннах, которое фактически может поместиться в кузове ПС. Так, при перевозке груза с объемным весом 0,7 т/м³ размеры кузова ПС №1 позволяют поместить в нем 3 т (полное использование грузовместимости 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.

Использование грузоподъемности ПС при перевозке навалочных, насыпных грузов.

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

$$V_{\Gamma} = V_{\kappa} + (b_{\kappa} / 2)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{дв}}$$

где b_{κ} — ширина кузова, м;

$\alpha_{\text{дв}}$ — угол естественного откоса груза в движении, °.

Максимальная масса перевозимого груза, т, составит:

$$Q_{\Gamma} = V_{\Gamma} \cdot \rho_0.$$

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

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

Пример решения задачи 1.

Перевозка тарно-штучного груза с габаритными размерами (длина, ширина, высота) соответственно 600, 400, 228 мм, массой ГМ 30 кг.

Возможны два варианта укладки груза.

Первый вариант: 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

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

Второй вариант: по ширине кузова одна единица 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

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

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 (рисунок 7.2) видно, что для перевозки груза в два ряда потребуется 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 применяя способ наращивания бортов и выбора автомобиля соответствующей грузоподъемности.

$$\text{При укладке в три ряда } N_{\text{я}} = (13 \cdot 1 + 8 \cdot 4)3 = 141,$$

$$Q_{\Gamma} = 141 \cdot 30 = 4230 \text{ кг},$$

$$q_{\text{вм}} = 4,23 / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,7 \text{ т/м}^3.$$

$$\text{При укладке в четыре ряда } N_{\text{я}} = (13 \cdot 1 + 8 \cdot 4)4 = 188,$$

$$Q_{\Gamma} = 188 \cdot 30 = 5640 \text{ кг},$$

$$q_{\text{вм}} = 5,64 / (5,2 \cdot 2,32 \cdot 0,5) = 0,9 \text{ т/м}^3.$$

Из графика на рисунке 7.2 очевидно, что целесообразна укладка груза в четыре ряда и использование для перевозки автомобиля грузоподъемностью 5 тонн. Вместе с тем масса Q_{Γ} 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 т/м³.

Высота четырех рядов составит 912 мм. (превышение высоты кузова на 412 мм.) При установлении надставного борта высотой 355мм, превышение над верхним краем борта кузова составит 57мм, 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 решения задачи 2.

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

С учетом размеров кузова определяем возможный объем угля:

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

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 м³ каменного угля.

Для щебня. Возможный объем груза и его масса:

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

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

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

Таблица 7.1 – Характеристики грузовых мест

Цифра шифра	Название ГМ	Ящики		Бочки	
		Размеры* $L \times B \times H$	Масса 1ГМ, кг	Размеры* $\varnothing \times H$	Масса 1ГМ, кг
1	2	3	4	5	6
0	ящики	590x400x148	15	290x350	15
1	бочки	590x450x250	15	334x420	25
2	ящики	530x400x200	25	414x540	50
3	бочки	590x400x284	35	515x675	100
4	ящики	900x400x284	45	800x400	140
5	ящики	900x400x200	40	613x710	150
6	бочки	590x398x398	40	670x770	200
7	бочки	900x300x398	35	800x600	225

8	ящики	590х300х284	30	254х252	8
9	бочки	530х300х250	30	414х540	50

**L*-длина, *B*-ширина, *H*-высота, *Ø*-диаметр

Таблица 7.2 – Характеристики навалочного и насыпного груза

Цифра шифра	Груз 1			Груз 2		
	Название	Плотность ρ_0 , т/м ³	Угол откоса, °	Название	Плотность ρ_0 , т/м ³	Угол откоса, °
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	Гранулирован- ный 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	гранулирован- ный 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 практической работы:

1. Определить площадь, необходимую для складирования контейнеров.

Условие задачи. Контейнерный терминал обслуживает козловой кран. Контейнеры прибывают на терминал посредством

железнодорожного транспорта. После расформирования составов платформы с контейнерами подаются под разгрузку непрерывно в течение суток. Разгрузка контейнеров производится по двум вариантам: 1-ый вариант – вагон – автомобиль (прямой) в течение времени T_c ; 2-ой – вагон – контейнерная площадка. Исходные данные представлены в таблице Б.1 Приложения. Технологическая схема перегрузки груза приведена на рисунке 8.1.

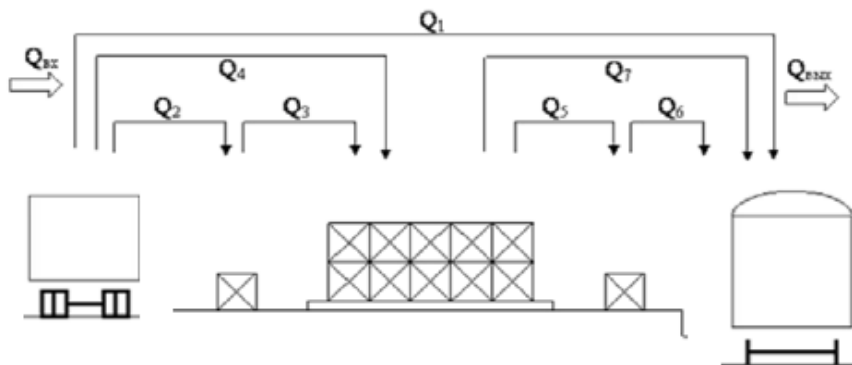


Рисунок 8.1– Технологическая схема перегрузки груза с одного вида транспорта на другой через склад.

2. Составить плановый план-график доставки, погрузки-разгрузки и перегрузки кирпича на поддонах с использованием накопительной площадки.

Условие задачи. Открытый склад имеет подъездные автомобильные и железнодорожные пути. Поддоны с кирпичом (1200x800) 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- данные столбца по второй цифре шифра из таблицы Б.1; для решения задачи 2 – данные столбца 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, подаваемых на разгрузку за время работы системы железнодорожного транспорта:

$$N_{\text{ваг}} = \frac{T_{\text{с.ж}} \cdot k_{\text{н}}}{N_{\text{кон}}^{\text{1ваг}} \cdot \tau_{\text{пв}}},$$

где $T_{\text{с.ж}}$ – время работы системы железнодорожного транспорта, ч;

$k_{\text{н}}$ – 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, поступающих под грузовые операции на контейнерную площадку за время работы системы железнодорожного транспорта:

$$N_{\text{кон}}^{\text{общ}} = N_{\text{ваг}} \cdot N_{\text{кон}}^{\text{1ваг}}.$$

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

4. Определить количество ездов автомобилей за время работы системы, используя модель малой системы:

$$z_{\text{е}}^{\text{общ}} = \frac{T_{\text{с.а}} \cdot N_{\text{авт}}}{\frac{l_{\text{е.г}}}{\beta \cdot V_{\text{т}}} + t_{\text{п-п}}},$$

где $T_{с.а}$ - время работы системы автомобильного транспорта, ч.;

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

V_T - расчетная скорость движения автомобиля, км/ч. (принять 37 км/ч.)

$l_{е.г}$ - длина ездки с грузом, км;

β - 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.

5. Определить количество контейнеров, перевозимых автомобилями за время работы системы:

$$N_{кон}^{авт} = z_c^{общ} \cdot N_{кон}^{1авт},$$

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

6. Определить количество контейнеров, под которое требуется складская площадка:

$$N_{кон}^{скл} = N_{кон}^{общ} - N_{кон}^{авт}.$$

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

7. Определить площадь контейнерной площадки, необходимой для хранения контейнеров, не вывозимых с контейнерной площадки за время работы системы:

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

где $S_{1кон}$ - площадь одного контейнера, м²;

$L_{кон}, B_{кон}$ - соответственно длина и ширина контейнера, м;

Рекомендации по решению задачи 2.

Задача выполняется в следующей последовательности:

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

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

3. Определение количества 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. Составление календарного плана-график доставки, погрузки-разгрузки и перегрузки кирпича на поддонах с использованием накопительной площадки, который представить в виде таблицы (пример в таблице Б.4 Приложения). 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 - пользоваться данными задачи 1.

Время начала выполнения погрузочно-разгрузочных работ на автомобиль 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. В таких случаях студенты самостоятельно могут уменьшить количество вагонов для вывоза груза.

Практическая работа № 9

Проверка устойчивости и расчет крепления груза с плоской опорой в кузове автомобиля

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

Задачи практической 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 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

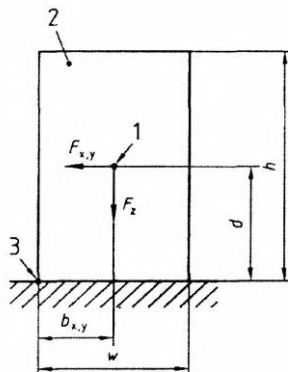
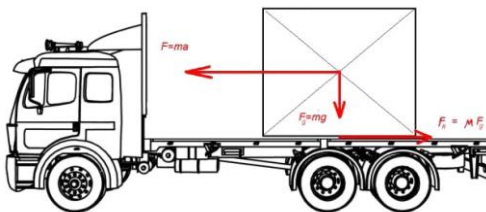
При расчет крепления грузов на АТС руководствуются европейским стандартом EN 12195-1 “Устройства крепления груза на автомобилях. Часть 1: расчет сил крепления”, на основе которого разработаны правила Республики Беларусь.

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 по схеме согласно рисунку 9.1: 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).



а)

б)

Рисунок 9.1 – Схема сил, действующих на незакрепленный груз: 1 - центр тяжести, 2 - груз, 3 – ребро опрокидывания

Сила тяжести $F_g = m \cdot g$, где m - масса груза, g - ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$).

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

Сила трения $F_{\text{тр}} = \mu \cdot F_{\text{оп}}$, где μ - 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 μ 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 $F_{оп}$ 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 : $F_{оп} = F_g + F_T$

Это и есть основная задача средства крепления – увеличить силу прижима и, как следствие, силу реакции опоры и соответственно 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), 0,6 веса груза в направлении вбок, если существует риск опрокидывания груза. Величина этих сил во время движения автомобильного транспортного средства определяется согласно рисунку 9.2.

Таким образом инерционные силы определяются:

$$F_{x,y,z} = c_{x,y,z} \cdot F_g$$

где F_z – вертикальная сила, которая 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

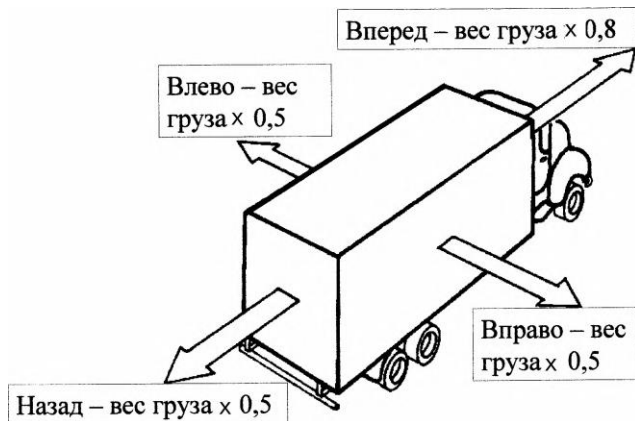


Рисунок 9.2 – Силы, действующие на груз во время движения.

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 другое); растяжные (ремни, тросы и другое); распорные (деревянные устройства, бруски, упоры и другое); фрикционные (противоскользящие маты и другое).

Известны способы крепления грузов: схема крепления 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.

Требованиями для обеспечения крепления груза при перевозке являются:

- 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° .

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. 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 м/с^2 в направлении действия силы, 1 деканьютон равен 10 ньютонам, таким образом: $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ ньютонов}$ (точно) примерно 10 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) направлении.

Условие устойчивости груза:

$$F_z \cdot b_{x,y} > F_{x,y} \cdot d ; b_{x,y} > \frac{F_{x,y}}{F_z} \cdot d, \quad (9.1)$$

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 :

$$b_{x,y} > \frac{C_{x,y}}{C_z} \cdot d . \quad (9.2)$$

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

2. Расчеты крепления груза способом прижатия

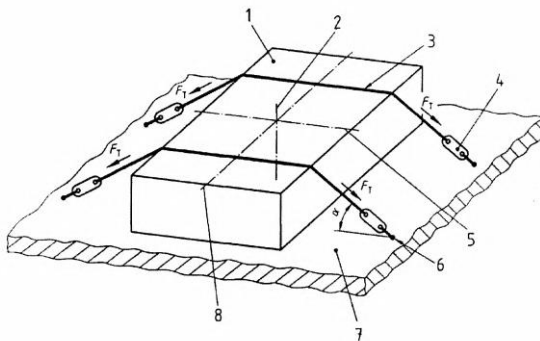


Рисунок 9.3 – Схема крепления груза к платформе способом прижатия: 1 - груз, 2 - вертикальная ось, 3 - средство для крепления, 4 - элемент для натяжения, 5 - поперечная ось, 6 - точка крепления, 7 - платформа, 8 - продольная ось

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

$$F_{F_z} + F_{F_T} > F_{x,y} \quad (9.3)$$

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

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

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

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

Исходя из неравенства равновесия количество средств крепления определяется по следующей формуле: $n \geq \frac{(c_{xy} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{k \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}$, (9.4)

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

$$F_T = \frac{(c_{xy} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{n \cdot k \cdot \mu \cdot \sin \alpha} \quad (9.5)$$

где 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);

α – вертикальный угол между платформой и средством крепления.

Исследования показали, что прижимные ремни наиболее эффективны при вертикальном угле 75 - 90°. Для достижения равного прижимного усилия при вертикальном угле 30° требуется вдвое больше прижимных креплений, чем при угле 90°. Величина силы предварительного натяжения каждого средства крепления должна удовлетворять следующему соотношению:

$$0,1LC < F_T < 0,5LC, \quad (9.6)$$

где LC - рабочая нагрузка на средство крепления, ограниченная его прочностью или прочностью приспособления для крепления (скобы, проушины и другое). 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
ABT 100	500	1000
ABT 1500	1500	2500
ABT 2000	2000	4800

АВТ 3500	3500	5000
АВТ 4300	4300	6000
АВТ 7000	7000	10000

3. Проверка достаточности крепления груза при условии неустойчивости.

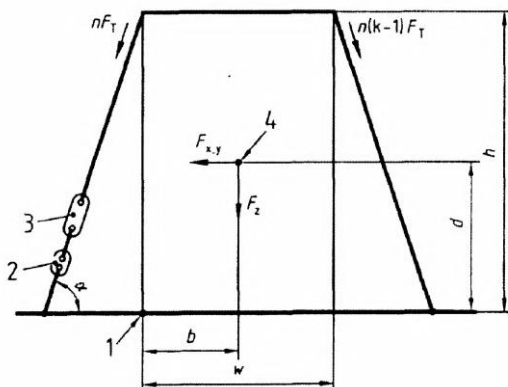


Рисунок 9.4 – Схема крепления груза к платформе для предотвращения опрокидывания и скольжения: 1 - ребро опрокидывания, 2 - указатель силы предварительного натяжения, 3 - устройство для натяжения, 4 - центр тяжести груза.

Критерий против опрокидывания определяется неравенством:

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

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

$$n \cdot F_T \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot g \cdot (c_{x,y} \cdot h - c_z \cdot \omega)}{(k-1) \cdot \omega \cdot \sin \alpha - (2-k) \cdot h \cdot \cos \alpha}, \quad (9.7)$$

где h и ω – высота и ширина груза.

4. Крепление растяжками.

При креплении растяжками два идентичных средства крепления натягиваются под одинаковым вертикальным углом α симметрично к аксиальному направлению движения груза. В этом случае в обоих

средствах крепления возникают идентичные удерживающие силы F , схема действия которых приведена согласно рисунку 9.5.

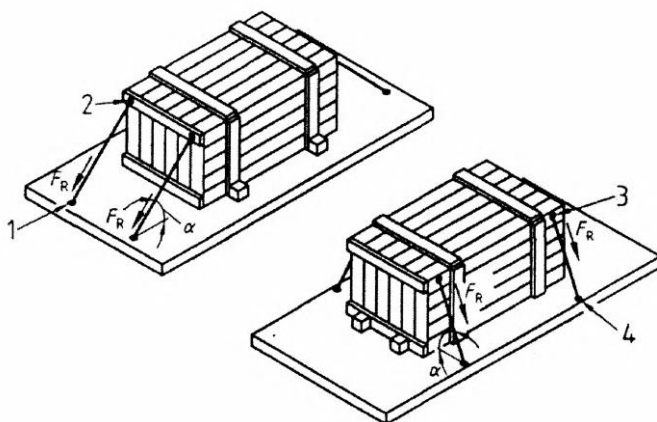


Рисунок 9.5 – Схема действия сил при креплении груза растяжками: 1-4 - точки крепления.

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

$$2F_{R_{x,y}} + F_{F_z} + F_{F_t} = F_{x,y}$$

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

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

$$LC = F_R = \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{2(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha)}. \quad (9.8)$$

По рабочей нагрузке выбирается средство крепления растяжками.

Примеры решения задач для груза параллелепипедной формы массой 2000 кг. Размеры груза: длина груза L - 4,5 м.; ширина w - 1,1м.; высота h - 2,4м.

1. Проверка условия устойчивости груза (9.1).

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

$2000 \cdot 9,8 \cdot 2,25 > 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 1,2$; $44100 > 18816$, следовательно в продольном направлении условие устойчивости выполняется.

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

$2000 \cdot 9,8 \cdot 0,55 > 2000 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \cdot 1,2$; $10780 > 11760$. Условие не выполняется, из чего следует, что необходимо выполнить проверку достаточности крепления груза.

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

Рассчитаем количество крепёжных 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):

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

$8856 > 2565$. Условие выполняется, следовательно четырех ремней достаточно для обеспечения устойчивости груза в поперечном направлении.

Рассчитаем количество крепёжных ремней в продольном направлении

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

$$F_{T(x)} = \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1) \cdot 2000 \cdot 9,8}{9 \cdot 1,5 \cdot 0,3 \cdot \sin 80} = 9800 / 3,98 = 2462 \text{ (Н)}$$

Проверка достаточности крепления:

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

$22158 > 21036$ – условие выполняется.

3. Расчет крепления растяжками.

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

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

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

Таблица 9.3 – Исходные данные

Цифры шифра	Параметры груза			
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м.	Масса, тыс.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

Проверка устойчивости и расчет крепления груза с плоской опорой на открытом железнодорожном подвижном составе

Цель практической работы: приобретение навыков выполнения расчетов по проверке условий устойчивости и креплению груза, размещенного в открытом железнодорожном подвижном составе.

Задачи практической работы:

1. Выполнить проверку устойчивости заданного груза на открытом подвижном составе;
2. Рассчитать параметры крепления груза.

Теоретическая часть

1. Проверка устойчивости груза в вагоне.

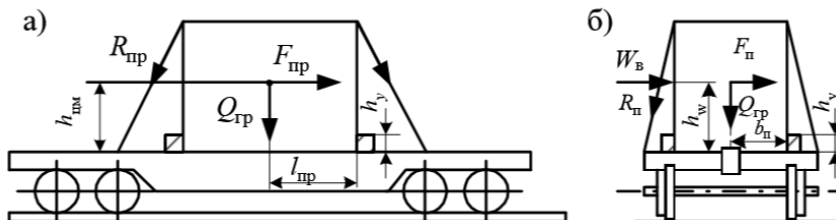


Рисунок 10.1 – Силы, действующие на груз в: а) продольном направлении, б) поперечном направлении.

На груз, размещенный в вагоне действуют продольные, поперечные и вертикальные инерционные силы, сила давления ветра и силы трения, которые при перевозке достигают максимальных значений, причем одновременно. Поэтому они учитываются в расчетах размещения и крепления груза на площадках открытого подвижного состава в двух сочетаниях (таблица 10.1).

Таблица 10.1 – Сочетание сил.

Сочетание сил	Наименование сил				
1. Соответствует троганию с места и торможению при малых скоростях движения	Продольная инерционная	Трения	–	–	–
2. Соответствует движению с наибольшей допускаемой скоростью	–	Трения	Поперечная инерционная	Вертикальная инерционная	Ветровая нагрузка

Точкой приложения продольных, поперечных и вертикальных инерционных сил является центр тяжести (ЦТ) груза, точкой приложения равнодействующей силы ветра – геометрический центр площади наветренной поверхности.

Проверка условия устойчивости груза от поступательных перемещений в продольном направлении:

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} > F_{\text{пр}}, \quad (10.1)$$

где $F_{\text{пр}}$ - величина продольной инерционной силы

$F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ - величина силы трения, препятствующей перемещению груза в продольном направлении.

Величина продольной инерционной силы вычисляется:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} F_g, \quad (10.2)$$

где F_g - сила тяжести грузового места, кН;

$a_{\text{пр}}$ - удельное значение продольной инерционной силы, Н/кН веса груза.

$$\text{Сила тяжести грузового места: } F_g = m_{\text{тр}} \cdot g \quad (10.3)$$

Величина $a_{\text{пр}}$ зависит от типа крепления груза и массы брутто

При перевозке груза с опорой на один вагон

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{(a_{22} - a_{94}) \cdot F_g}{720}, \quad (10.4)$$

где a_{22}, a_{94} - удельное значение продольной инерционной силы (принять соответственно 1200 и 970 н/кН).

Величина силы трения, препятствующей перемещению груза в продольном направлении, при перевозке груза с опорой на один вагон определяется из выражения

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \mu \cdot F_g, \quad (10.5)$$

где μ - коэффициент трения скольжения груза по полу, подкладкам, другим грузам. Принимается равным для трения дерева по дереву - 0,45; стали по дереву - 0,4; стали по стали - 0,3; железобетона по дереву - 0,55;

Проверка условия устойчивости груза от поступательных перемещений в поперечном направлении.

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} > 1,25 \cdot (F_{\text{п}} + W), \quad (10.6)$$

где W - ветровая нагрузка на боковую поверхность груза, подверженную действию ветра (наветренная сторона);

F_{Π} - величина поперечной горизонтальной инерционной силы зависит от скорости движения, способа размещения груза в вагоне.

$$W = 500 \cdot k \cdot S_{\text{гр}}, \quad (10.7)$$

где $S_{\text{гр}}$ – площадь проекции наветренной поверхности груза на вертикальную плоскость, проходящую через продольную ось, м^2 .

k - аэродинамический коэффициент, учитывающий степень обтекаемости груза воздухом (для плоских поверхностей $k=1$)

В расчетах крепления груза действие ветра учитывается только в направлении поперек пути. При этом ветровая нагрузка принимается нормальной к поверхности груза и определяется из расчета давления ветра 500 Н/м^2 .

$$F_{\Pi} = a_{\Pi} \cdot F_g, \quad (10.8)$$

где a_n – удельная величина поперечной инерционной силы, Н/кН . С опорой на один вагон и расположением ЦТ груза в поперечной вертикальной плоскости, проходящей через середину вагона, принимается 280 н/кН при скорости движения 90 км/ч и 330 н/кН при скорости 100 км/ч .

Величина силы трения, препятствующей перемещению груза в поперечном направлении, при перевозке груза с опорой на один вагон с учетом вертикальной инерционной силы определяется из выражения

$$F_{\text{тр}}^{\Pi} = \mu \cdot F_g \cdot (1000 - a_{\text{в}}); \quad (10.9)$$

где $a_{\text{в}}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы,

Н/кН , вычисляется: при скорости 90 км/ч :

$$a_{\text{в}} = 200 + k \cdot l_{\text{см}} + \frac{19000}{F_g}; \quad (10.10)$$

при скорости 100 км/ч :

$$a_{\text{в}} = 250 + k \cdot l_{\text{см}} + \frac{21400}{F_g}, \quad (10.11)$$

где k - коэффициент, учитывающий способ расположения груза, принимается равным 5 при опоре на один вагон;

$l_{\text{см}}$ - смещение ЦТ груза в продольном направлении от вертикальной плоскости, в которой лежит поперечная ось вагона (отрицательное значение принимается по модулю)

$$l_{\text{см}} = \frac{l_{\text{гр}}}{2} - l_{\text{цм}}. \quad (10.12)$$

Условия устойчивости груза от опрокидывания груза вдоль и поперек вагона определяются соотношением опрокидывающего и восстанавливающего моментов сил, которые определяются по расчетным схемам с учетом коэффициента запаса устойчивости, который принимается равным 1,25.

Условие устойчивости груза от опрокидывания вдоль вагона выполняется, если фактический коэффициент устойчивости от опрокидывания вдоль вагона

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{F_g \cdot l_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} \cdot (h_{\text{цт}} - h_y)} \geq 1,25; \quad (10.13)$$

поперек вагона

$$\eta_{\text{п}} = \frac{(F_g - F_B) \cdot B_n}{F_n \cdot (h_{\text{цт}} - h_y) + W \cdot (h_w - h_y)} \geq 1,25 \quad (10.14)$$

где F_B – вертикальная инерционная сила;

$l_{\text{пр}}, B_n$ – кратчайшее расстояние от проекции ЦТ груза на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания соответственно вдоль и поперек вагона, м;

$h_{\text{цт}}$ – высота ЦТ груза над полом вагона или плоскостью подкладок, м;

h_y – высота упорного бруска, м.;

h_w – высота приложения ветровой нагрузки (для практической работы принимается точка ЦТ), м.

Вертикальная инерционная сила зависит от скорости движения и определяется по формуле:

$$F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot F_g. \quad (10.15)$$

В случаях, если условия (10.1), (10.6), (10.13), (10.14) не выполняются, груз необходимо закрепить от соответствующих перемещений или опрокидывания.

2. Расчет крепления груза.

Схема крепления груза, размещенного на вагоне приведена на рисунке 10.2. Целесообразно комбинированное крепление грузов: от продольных сдвигов – растяжками, а от поперечных – брусками. Груз крепится растяжками вдоль продольного направления вагона и брусами вдоль вагона (по два с двух продольных сторон и поперек вагона (по два с двух поперечных сторон).

Величина продольного $\Delta F_{\text{пр}}$ и поперечного ΔF_n усилий, которые должны восприниматься креплением груза от поступательных перемещений:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} \quad (10.16)$$

$$\Delta F_n = 1,25 \cdot (F_n + W) - F_{\text{тр}}^n \quad (10.17)$$

Для крепления груза от продольных и поперечных перемещений используются также бруски и стойки. Упорные или распорные бруски располагают вдоль или поперек площадки вагона. Они воспринимают продольные и поперечные усилия. Максимальное усилие, удерживаемое одним бруском составляет 11 кН.

Усилия в растяжках $R_{\text{р}}^{\text{пр}}, R_{\text{р}}^{\text{п}}$ с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилия в креплении определяются: для I сочетания сил:

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}^{\text{р}}}{n_{\text{р}}^{\text{пр}} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{\text{пр}})}; \quad (10.18)$$

для II сочетания сил:

$$R_p^{\Pi} = \frac{\Delta F_{\Pi}^p}{n_p^{\Pi} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{\Pi})}; \quad (10.19)$$

где ΔF_{Π}^p , ΔF_{Π}^p - величины продольных и поперечных усилий с учетом дополнительных средств крепления (брусьев, стоек и др., определяется как разность соответственно ΔF_{Π}^p , ΔF_{Π}^p и суммарных усилий брусков, каждый из которых воспринимает нагрузку по 11кН.)

n_p^{Π} , n_p^{Π} – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении;

α – угол наклона растяжки к полу вагона;

β_{Π} , β_{Π} – соответственно углы между проекцией растяжки на горизонтальную плоскость и продольной и поперечной осями.

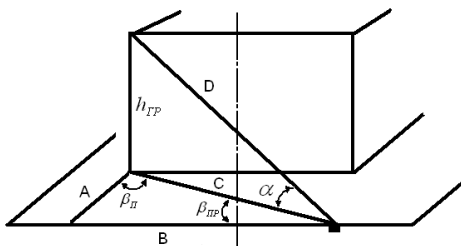


Рисунок 10.2 - Схема нахождения α , β_{Π} , β_{Π} .

$B = \frac{B_{гр}}{2} + \frac{B}{2}$	(9.20)	$D = \sqrt{h_{гр}^2 + C^2}$	(9.23)	$\sin \alpha = \frac{h_{гр}}{D}$	(9.26)
$A = \frac{l_{пл} - l_{гр}}{2}$	(9.21)	$\cos \beta_{\Pi} = \frac{A}{C}$	(9.24)	$\cos \alpha = \frac{C}{D}$	(9.27)
$C = \sqrt{A^2 + B^2}$	(9.22)	$\cos \beta_{\Pi} = \frac{B}{C}$	(9.25)		

где $B_{гр}$, $l_{гр}$ – ширина и длина груза;

B – разность ширины внутренней площадки вагона и ширины груза;

$l_{пл}$ – длина внутренней площадки.

Количество нитей проволоки в растяжке определяется по большему усилию $R_p^{пр}, R_p^п$. Если растяжка предназначена для работы только в одном направлении, ее рассчитывают для условий действия сил только первого или только второго сочетания.

Диаметр и количество нитей в каждой растяжке принимаются в соответствии с таблицей 2.

Таблица 10.2 – Допускаемые усилия в растяжках.

Кол- во нитей	Допускаемые усилия, кН, на растяжку из проволоки диаметром, мм								
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
2	2,7	3,5	4,3	5,3	6,2	7,3	8,5	9,7	11,0
3	4,2	5,3	6,5	7,8	9,4	11,0	12,7	14,7	16,5
4	5,5	7,1	8,6	10,5	12,4	14,7	17,0	19,5	22,0
5	6,8	8,8	10,8	13,1	15,5	18,3	21,5	24,4	27,5
6	8,4	10,7	12,9	15,8	18,7	22,0	25,2	29,2	33,0
7	9,7	12,2	15,1	18,5	21,8	25,6	29,9	34,2	38,5
8	11,0	14,0	17,2	21,0	24,8	29,4	34,0	39,0	44,0

Бруски к полу крепятся гвоздями, болтами и т. д. Количество гвоздей для крепления бруска определяется из выражений:

при расположении бруска вдоль вагона:

$$n_{тв}^{пр} = \frac{\Delta F_{п}^{бр}}{n_{б}^{пр} \cdot R_{гв}}; \quad (10.28)$$

при расположении поперек вагона:

$$n_{тв}^п = \frac{\Delta F_{пр}^{бр}}{n_{б}^п \cdot R_{гв}} \quad (10.29)$$

где $n_{б}^{пр}$, $n_{б}^п$ – количество брусков, одновременно работающих в продольном и поперечном направлениях;

$R_{гв}$ – допустимое усилие на один гвоздь (принимается по таблице 10.3), кН.

Таблица 10.3 – Характеристика гвоздей.

Диаметр гвоздя, мм	Длина гвоздя, мм	Допустимая нагрузка $R_{ГВ}$ на гвоздь при толщине деталей 40 мм и более, кН
5	120-150	0,75
6	150-200	1,08
8	250	1,92

Исходные данные

Выбор исходных данных осуществляется студентами из таблицы 10.4 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 строк 1 и 5, по второй цифре шифра из строк 2 и 6, по третьей цифре – из строк 3 и 7, по четвертой цифре – из строк 4 и 8. Для всех вариантов принимается внутренняя длина вагона – 12м., ширина – 2,87м.

Пример решения задачи.

К перевозке предъявлен груз с плоской опорой с параметрами:

длина $l_{гр} = 8,8$ м; ширина 2,0 м; высота $h_{гр} = 3,0$ м.

Расположение ЦМ от края груза по длине - 5,0 м, ширине - 1,0 м.

Высота ЦМ над опорной поверхностью 1,5 м.

Масса груза $m_{гр} = 25,5$ т;

Ширина вагона:

- внутренняя ширина 2,55 м;
- внутренняя длина 12 м;
- заданная расчётная скорость – 100 км/ч.

1. Проверка устойчивости груза от поступательных перемещений вдоль вагона по формуле (10.1).

Рассчитаем продольную инерционную силу $F_{пр}$ по формуле (10.2)

$$\text{Сила тяжести груза } F_g = m_{гр} \cdot g = 25,5 \cdot 10 = 255 \text{ кН;}$$

$$a_{\text{пр}} = 1200 - \frac{(1200 - 970) \cdot 255}{720} = 1119 \text{ Н/кН}$$

$$F_{\text{пр}} = 1119 \cdot 255 = 285345 \text{ Н} = 285,35 \text{ кН}.$$

Величина силы трения $F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ определится по формуле (10.5)

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 0,45 \cdot 255 = 114,75$$

Так как $114,75 < 285,35 \text{ кН}$, то $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} < F_{\text{пр}}$ условие устойчивости (10.1) в продольном направлении не обеспечивается.

2. Проверка устойчивости груза от поступательных перемещений поперек вагона – формула (10.6).

Ветровая нагрузка на боковую поверхность груза (10.7)

$$W = 500 \cdot 1 \cdot 8,8 \cdot 3,0 = 13,2 \text{ кН},$$

где $8,8 \cdot 3,0 = S_{\text{гр}}$ – площадь поверхности наветренной стороны груза.

Поперечная инерционная сила (10.8):

$$F_n = 330,0 \cdot 255 = 84,15 \text{ кН}$$

Определим величина силы трения, препятствующей перемещению груза в поперечном направлении $F_{\text{тр}}^{\text{п}}$ (10.9).

Смещение центра тяжести в продольном направлении от вертикальной плоскости в которой лежит поперечная ось (10.12):

$$l_{\text{см}} = \frac{8800}{2} - 5000 = |-600| = 0,6 \text{ м};$$

$$a_{\text{в}} = 250 + 5 \cdot 0,6 + \frac{21400}{255} = 336,92 \text{ н/кН (формула (10.11));}$$

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 0,45 \cdot 255 \cdot (1000 - 336,92) = 76,088 \text{ кН}$$

Проверим условие (10.6): $F_{\text{тр}}^{\text{п}} > 1,25 \cdot (F_{\text{п}} + W)$:

$$76,088 < 1,25 \cdot (84,15 + 13,2)$$

Так как $76,088 < 121,69 \text{ кН}$, то в поперечном направлении груз не устойчив.

3. Проверка устойчивости груза от опрокидывания вдоль вагона по условию (10.13).

Кратчайшее расстояние от проекции ЦТ на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания вдоль вагона $l_{\text{пр}} = 8,8 - 5 = 3,8$ м., поперек вагона $B_{\text{п}} = 1$ м, т.к. ширина размещения ЦТ равна половине ширины груза.

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{255 \cdot 3,8}{285,35 \cdot (1,5 - 0)} = 2,26 > 1,25.$$

Поперек вагона по условию (10.14).

Определим вертикальную инерционную нагрузку по формуле (10.15)

$$F_{\text{в}} = 336,92 \cdot 255 = 85,91 \text{ кН}$$

$$\eta_n = \frac{(255 - 85,91) \cdot 1}{84,15 \cdot (1,5 - 0) + 13,2 \cdot (1,5 - 0)} = 1,16 < 1,25.$$

Таким образом устойчивость груза от опрокидывания в продольном направлении обеспечивается. Устойчивость груза от опрокидывания поперёк вагона не обеспечивается.

4. Расчёт параметров крепления груза.

Определим величины продольного $\Delta F_{\text{пр}}$ и поперечного $\Delta F_{\text{п}}$ усилий, которые должны воспринимать креплением груза от поступательных перемещений – формулы (10.16) и (10.17).

$$\Delta F_{\text{пр}} = 285,35 - 114,75 = 170,6 \text{ кН};$$

$$\Delta F_n = 1,25 \cdot (84,15 + 13,2) - 76,088 = 45,6 \text{ кН}.$$

Для определения усилий в растяжках, которые крепят груз вдоль и поперек $R_{\text{р}}^{\text{пр}}$, $R_{\text{р}}^{\text{п}}$ (формулы (10.18) и (10.19)) определим углы наклона растяжек пользуясь рисунком 10.2. и формулами (10.20) – (10.27).

$$A = (12 - 8,8) / 2 = 1,6 \text{ м. (исходя из длины кузова и длины груза);}$$

$$B = 1,28 \text{ м с учетом крепления по продольной оси груза;}$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2} = 2,04\text{м}; D = \sqrt{h_{\text{тр}}^2 + C^2} = 3,62; \cos \beta_{\Pi} = \frac{A}{C} = 0,78;$$

$$\cos \beta_{\text{пр}} = \frac{B}{C} = 0,63;$$

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{тр}}}{D} = 0,83; \cos \alpha = \frac{C}{D} = 0,56.$$

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{170,6 - 44}{4 \cdot (0,45 \cdot 0,83 + 0,56 \cdot 0,63)} = 43,5 \text{ кН};$$

При расчете $R_{\text{р}}^{\text{пр}}$ учтены две пары продольных растяжек (всего 4), крепящих груз в начале и конце вагона, и по два упорных деревянных бруса, расположенных поперечно вагона с двух сторон (всего 4). Каждый брус воспринимает нагрузку 11 кН.

$$R_{\text{р}}^{\text{п}} = \frac{45,6 - 22}{2 \cdot (0,45 \cdot 0,83 + 0,56 \cdot 0,78)} = 14,56 \text{ кН}.$$

При расчете $R_{\text{р}}^{\text{п}}$ учтены две растяжки в поперечном направлении и по одному упорному брусу с двух сторон от груза в продольном направлении.

Выбор параметров растяжки (таблица 10.2) производим по наибольшему усилию в растяжке, которое возникает при продольной инерционной силе 43,5 кН. При таком креплении выбираются растяжки из проволоки диаметром 8 мм в 8 нитей.

Если в расчетах получена максимальная нагрузка на растяжки, превышающая допустимых значений таблицы 10.2, целесообразно добавить дополнительные бруссы или дополнительную растяжку и пересчитать $R_{\text{р}}^{\text{пр}}$.

Усилие $\Delta F_{\Pi}^{\text{бр}}$, которое должны воспринимать гвозди, вбиваемые в упорные бруссы, крепящие груз от перемещения вдоль вагона будет равно: $170,6 - 44 = 126,6$, а потребное число гвоздей длиной 250 мм и толщиной 8 мм (таблица 10.3) для крепления

брусков к полу вагона с двух сторон (10.28): $n_{\text{ГВ}}^{\text{пр}} = \frac{126,6}{4 \cdot 1,92} = 17$

гвоздей.

Для брусков, крепящих груз от поперечного перемещения груза (по одному с двух сторон) потребуется (10.29):

$$n_{\text{ГВ}}^{\text{пр}} = \frac{45,6 - 22}{2 \cdot 1,92} = 6 \text{ гвоздей.}$$

Таблица 10.4 – Исходные данные.

	Показатели	Номер варианта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Параметры груза:										
1	длина, м	8,5	8,0	8,8	9,6	10,5	11,2	12,0	11,8	9,4	11,0
2	ширина, м	2,6	2,4	2,0	2,7	2,4	2,5	1,8	2,6	1,9	2,5
3	высота, м	2,5	2,8	3,0	2,8	2,4	2,5	2,3	2,0	1,9	3,1
	Расположение ЦМ от края груза:										
	по длине от										
4	переднего борта, м	6,0	3,5	5,0	4,5	6,7	5,8	6,5	5,2	4,1	5,7
5	по ширине, м	1,0	1,1	1,5	1,45	1,4	1,2	1,2	1,3	0,95	0,75
	Высота ЦМ груза над опорной										
6	поверхностью	1,5	1,4	1,5	2,0	1,7	1,9	1,8	1,3	1,1	2,0
7	Масса груза, т	22	16	25	18	20	23	15	24	19	22
8	Скорость движения, км/ч.	90	100	90	100	90	100	90	100	90	100

Практическая работа № 11

Перевозка опасных грузов автомобильным транспортом

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

Задачи практической 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 11.2 по номеру фамилии в журнале.

Пример выполнения практической работы.

В таблице 11.1 приводится последовательность выполнения пунктов задания на примере опасного груза «нитробензол».

Основным источником для выполнения данной практической работы является Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов автомобильным транспортом ADR (ДОПОГ), разработанным Европейской экономической комиссией ООН, подписанный в Женеве 30 сентября 1957 г. (с изменениями и дополнениями).

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. Знание ДОПОГ является важным для дальнейшей профессиональной работы в транспортных компаниях, которые перевозят опасные грузы

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. 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 11.1.

№ ООН	Наименование и описание	Класс	Классификационный код	Группа упаковки	Знак опасности	Спец. пометки	Ограничения и исключения по количеству		Тара			Переносная система и контейнер для массовых грузов	
									Использование по упаковке	Спец. пометки по упаковке	Показатели по совместимости упаковки	Использование	Спец. пометки
	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 7.3.2	4.2.5.3
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)	(10)	(11)
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		
0005	ПАТРОНЫ ДЛЯ ОРУДИЯ с разрывным зарядом	1	1.1F		1		0	E0	P130		MP23		

Рисунок 11.1- Фрагмент начала таблицы А

Пункты задания выполняются последовательно, информация вносится в таблицу формы 11.1, а описательная часть – в приложение к таблице 11.1 по образцу.

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 нитробензола - 6.1. Далее по ссылке в заголовке этой же колонке на пункт 2.2. находим этот пункт в ДОПОГ, читаем информацию и записываем основополагающую характеристику вещества в примечание 1) после таблицы 11.1. 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 найдено изображение знака опасности и его описание, приведено в примечании к таблице 11.1.

Таблица 11.1– Пример выполнения задания

Действие	Номер колонки в таблице А ДОПОГ	Информативная запись в колонке
1. По номеру ООН заданного опасного груза, установить класс опасности и дать характеристику установленному классу.	Колонка 3а	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) *
5. Описать специальные положения, ограниченные и освобожденные количества, требования инструкции по упаковке	Колонка 6 Колонка 7а Колонка 7b Колонка 8	279; 100 мл E4 P001 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 20	60 8)*
9. Составить и изобразить информационную табличку для перевозки данного опасного груза		9)*

*Примечание. Описание по пунктам :

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, ТО - токсичные вещества окисляющие, ТС -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).

2) Классификационный код нитробензола Т1, поэтому данное вещество является органическим жидким токсичным веществом без дополнительной опасности. Информацию необходимо искать в п.2.2 ДОПОГ (точнее-п.2.2.61.1.2.ДОПОГ).

3) Группа упаковки II: вещество со средней степенью опасности (п.2.1.1.3).

4)



(№ 6.1)

Символ (череп и скрещенные кости):черный, фон белый, цифра «6» в нижнем углу (ДОПОГ, том II, п.5.2.2.стр. 279)

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 400л., в одиночной таре: барабаны, канистры, соответственно не более 450л., 60л., *IBC02* – для внутренней тары возможно использование металлических, жестких пластмассовых, стеклянных, (п.4.1.4 ДОПОГ, том II).

б) 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 1м³ либо контейнерах-цистернах, либо переносных контейнерах вместимостью более 3м³ (п.9.1.1.2 ДОПОГ).

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

8) Идентификационный номер опасности - 60 (расшифровка идентификационного номера опасности приводится в п. 5.3.2.3. ДОПОГ, том. II). 60 означает, что перевозится токсичное или слаботоксичное вещество.

9) Информационная табличка оранжевого цвета, в верхней части цифры 60, под чертой указывается код ООН- 1662

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

Таблица 11.2 – Исходные данные

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

Практическая работа №12

Принципы работы холодильной машины для сохранности скоропортящихся грузов, расчет теоретического цикла

Цель практической работы: ознакомление с принципами работы и расчетами теоретического цикла холодильных машин, используемых при перевозке скоропортящихся грузов.

Задачи практической работы

1. Ознакомиться с принципами работы холодильной машины.
2. Выполнить расчет теоретического цикла холодильной машины.

Теоретическая часть, касающаяся принципов работы холодильной машины приведена в теме 10.2 теоретической части настоящего ЭУМК.

Порядок выполнения работы

Требуется выполнить расчёт теоретического цикла работы холодильной машины.

Исходные данные:

хладагент:

холодопроизводительность машины Q_0 (кКал/ч) (1кКал – 4,184кДж.);

температура кипения хладагента в испарителе t_0 (°C);

температура конденсации хладагента t_k (°C);

температура хладагента перед регулирующим вентилем $t_{и}$ (°C).

Значения исходных данных выбираются из таблицы 12.1 по цифрам четырехзначного шифра, полученного умножением номера фамилии студента в журнале на число 326: хладагент - по первой цифре шифра; Q_0 – по второй цифре шифра, t_0 - по третьей цифре шифра; t_k - по четвертой цифре шифра; $t_{и}$ – по первой цифре шифра. Параметры насыщенных паров хладагента приведены в Приложении В.

Таблица 12.1 – Значения исходных данных

Цифра шифра	хладагент	Q_0	t_0	t_k	$t_{и}$
0	аммиак	85000	-30	30	20
1	хладон 12	100000	-15	40	18
2	хладон 22	116000	-25	35	25
3	хладон 12	90000	-30	45	15
4	хладон 22	120000	-22	50	10
5	аммиак	100000	-18	35	18
6	аммиак	90000	-15	46	20
7	хладон 12	110000	-20	45	22
8	хладон 22	200000	-25	38	18
0	аммиак	150000	-16	30	15

ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Приложение А

Исходные данные к практической работе 1

Вариант	Наименование груза	Вариант	Наименование груза
1	Зола, мука злаковая, лес крепежный, рыба живая, масло растительное, молоко свежее	2	Инструменты музыкальные, субпродукты, инвентарь спортивный, арбузы (бахчевые), изделия бетонные (плиты), телята живые
3	Изделия трикотажные, торф топливный, колодки тормозные, яйца куриные, бумага, рельсы, изделия глиняные	4	Дичь, жмыхи, изделия железобетонные, клей, кварц природный, кислород в бутылках
5	Дрожжи, одежда, хлопок-сырец, пилы, вал коленчатый, сухофрукты	6	Сажа, свекла, велосипеды, стеклобой, табачные изделия, сахар
7	Изоляторы, изделия кондитерские, песок, доломит, сено, инвентарь сельскохозяйств.	8	Икра рыб, колбасы копченые, сода, жом, пшеница, бумага в рулонах
9	Ржаная мука, бензин автомобильный, сахар, сера, спирт этиловый, субпродукты мороженые	10	Вещи домашние, вода минеральная, обувь, бумага в рулонах, инструмент алмазный, овес
11	Мука кормовая, мясо медведей, нефть сырая, цемент, глина, плиты керамзитовые	12	Битум нефтяной твердый, двери деревянные, глина, концентраты пищевые, дрова, бананы
13	Вино виноградное, рейки паркетные, копыта (отходы), масло животное, сталь, рожь	14	Волокно стеклянное, галантерея, говядина, гравий, сено, вулканит (порошок)
15	Канаты стальные, каучук натуральный, картофель, дрова, консервы, лен-волокно	16	Асбестовый картон, изделия колбасные, соль поваренная, рыба живая, книги, кирпич силикатный

17	Масло сливочное, щебень, ткань, этернит (черепица), шпалы, ядохимикаты	18	Коляски к мотоциклам, ракушка строительная, мясо свежее, рыба сушеная, каменный уголь, пакля
19	Капуста, сахар в мешках, макулатура, кролики живые, мука доломитовая, свекла	20	Отруби, нефть, мороженое, медикаменты в бутылках, кора дубильная, обувь
21	Хлопок-сырец, пшеница, цемент в мешках, опилки, птица битая, рыба охлажденная	22	Грибы сушеные, книги всякие, колодки тормозные, кирпич, камеры холодильные, дыни
23	Лес пиленный, ацетон, вата минеральная, сланцы горючие, мед, шлаки гранулированные	24	Кварц природный, блоки деревянные оконные, бобы, листы асбестовые, лом черных металлов, нитроэмали
25	Прокат черных металлов, редька, котлы паровые, рога, пшеница, резинотехнические изделия	26	Обои, овес, пиво в бутылках, полистирол, асбест, баллоны для газа
27	Уголь каменный, аммиак жидкий, асфальт, молотки слесарные, бензонасосы, стекло ветровое	28	Комбикорм, банки стеклянные, рассада зеленая, табак, тросы стальные, жмыхи
29	Песок, доломит, сено, сельдь копченая, столы деревянные, молоко свежее	30	Битум нефтяной, вещи домашние, краски, слитки стальные, трубы асбестоцементные, апельсины
31	Шифер, мясо свежее, материалы абразивные, лен-волокно, кора дубильная, чай	32	Фитинги, хлеб печеный, шерсть пресованная, рыба охлажденная, мастика, известь негашеная
33	Огнетушители, асфальт, изделия меховые, овощи маринованные, опилки деревянные, мясо диких животных	34	Животные мелкие, снег слежавшийся, деготь, бахчевые культуры, галантерея, пергамин кровельный

Таблица Б1

Таблица Б2

Таблица Б2

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: кол-во ваг.	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2
Кол-во тонн	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 Б3

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

Суточный завоз груза на открытый склад					Погрузка в вагоны		Остаток груза на складе, т	Объем отправки с нарастанием	
Сутки	№ авто	Кол-во ездов	Кол-во тонн	Всего за смену	Кол-во ваг	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 и авто						3,0	240	96
	1	5	67,5	121,5	2	120			
	2	4	54						
3	Погрузка с накопительной площадки						4,5	360	144
	1	5	67,5	121,5	2	120			
	2	4	54						
4	Погрузка с накопительной площадки						6,0	480	192
	1	5	67,5	121,5	2	120			
	2	4	54						
5	Погрузка с накопительной площадки							575	230
	1	5	70	89	2	95			
	2	2	19						
итого		43	575	575	10	575		575	230

Таблица Б4

Пример календарного план – графика 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					
8.20	9.11	8.00	8.06
9.15	10.06				
...	...				
...					

Таблица Б5

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 Б6

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	4800х2320	МАЗ 9380-040	15,0	8800х2500
КамАЗ-4308	5,5	5200х2420	МАЗ 93971	20,1	11465х2500
КамАЗ-65117	14,0	7800х2480	ОДАЗ 885	7,5	6080х2200
КамАЗ-43118	10,0	6100х2320	ОДАЗ 93571	11,4	7800х2420
КамАЗ-4326	3,3	4800х2320	ГКБ 9385	20,5	10170х2320

*Если размеры контейнеров превышают размеры кузова заданного автомобиля, студент может самостоятельно подобрать соответствующую марку автомобиля или полуприцепа.

Таблица Б7

Технические характеристики контейнеров

Тип контейнера	Вес брутто, т.	Наружные габариты, м			Полезный объем, м ³	Макс. 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 Б8

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 Б9

Нормы времени простоя бортовых автомобилей при погрузке и разгрузке кранами, погрузчиками и другими аналогичными механизмами грузов упакованных и без упаковки, 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.	Грузоподъемность автомобиля, т.	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	3,00
Свыше 3,0 до 5,0	3,95	Свыше 10,0 до 15,0	3,41	Свыше 20,0	2,77

Приложение В

Таблица В1 – Параметры насыщенных паров хладагентов
Аммиак

Температура, °C	Давление, МПа	Удельный объем		Энтальпия, кДж/кг		Энтропия, кДж/(кгK)	
		жидкости, л/кг	пара, м³/кг	жидкости	пара	жидкости	пара
50	2,03	1,78	0,064	659	1712	4,99	8,25
48	1,93	1,77	0,067	650	1712	4,96	8,27
46	1,83	1,76	0,071	639	1712	4,92	8,29
44	1,74	1,75	0,075	629	1712	4,89	8,31
42	1,64	1,74	0,079	618	1711	4,86	8,33
40	1,56	1,73	0,083	609	1711	4,83	8,35
39	1,51	1,72	0,086	604	1711	4,82	8,36
38	1,47	1,72	0,088	599	1710	4,80	8,37
37	1,43	1,71	0,091	593	1710	4,79	8,38
36	1,39	1,71	0,093	588	1709	4,77	8,39
35	1,35	1,70	0,096	583	1709	4,75	8,40
34	1,31	1,70	0,099	579	1708	4,74	8,41
33	1,27	1,69	0,101	574	1708	4,72	8,42
32	1,24	1,69	0,104	569	1707	4,71	8,43
31	1,21	1,68	0,108	564	1707	4,69	8,45
30	1,17	1,68	0,111	560	1706	4,68	8,46
29	1,13	1,68	0,114	555	1706	4,66	8,47
28	1,10	1,67	0,117	551	1705	4,64	8,48
27	1,07	1,67	0,121	546	1705	4,63	8,49
26	1,03	1,66	0,125	541	1704	4,61	8,50
25	1,00	1,66	0,128	536	1704	4,60	8,51
24	0,97	1,65	0,132	531	1703	4,58	8,52
23	0,94	1,65	0,136	526	1702	4,56	8,53
22	0,91	1,65	0,141	522	1702	4,55	8,55
21	0,88	1,64	0,145	517	1701	4,53	8,56
20	0,85	1,64	0,149	512	1700	4,52	8,57
18	0,80	1,63	0,159	502	1699	4,48	8,59
16	0,75	1,62	0,169	492	1697	4,45	8,61
14	0,71	1,62	0,181	483	1696	4,42	8,64
12	0,66	1,61	0,193	474	1694	4,39	8,66
10	0,62	1,60	0,206	465	1692	4,35	8,69
8	0,57	1,59	0,220	455	1689	4,32	8,71
6	0,54	1,59	0,235	446	1687	4,28	8,74
4	0,50	1,58	0,252	437	1685	4,25	8,76

2	0,46	1,57	0,270	428	1683	4,22	8,79
0	0,43	1,57	0,290	419	1682	4,19	8,81
-2	0,40	1,56	0,311	409	1680	4,15	8,84
-4	0,37	1,55	0,334	400	1678	4,12	8,87
-6	0,34	1,55	0,360	392	1675	4,09	8,89
-8	0,31	1,54	0,388	382	1673	4,05	8,92
-10	0,29	1,53	0,419	372	1671	4,02	8,95
-11	0,28	1,53	0,435	367	1669	4,00	8,96
-12	0,27	1,53	0,452	362	1668	3,98	8,98
-13	0,26	1,52	0,470	358	1667	3,96	8,99
-14	0,25	1,52	0,49	354	1666	3,95	9,01
-15	0,24	1,52	0,51	350	1664	3,93	9,02
-16	0,23	1,52	0,53	345	1663	3,91	9,04
-17	0,22	1,51	0,55	340	1662	3,89	9,05
-18	0,21	1,51	0,57	336	1660	3,88	9,07
-19	0,20	1,51	0,60	331	1658	3,86	9,08
-20	0,19	1,50	0,62	327	1657	3,84	9,10
-22	0,17	1,50	0,68	318	1654	3,31	9,13
-24	0,16	1,49	0,74	308	1651	3,77	9,16
-26	0,14	1,49	0,81	300	1648	3,73	9,19
-28	0,13	1,48	0,88	290	1645	3,70	9,22
-30	0,12	1,48	0,96	282	1642	3,66	9,26
-32	0,11	1,47	1,06	273	1640	3,62	9,29
-34	0,098	1,46	1,16	264	1636	3,59	9,33
-36	0,088	1,46	1,28	255	1633	3,55	9,36
-38	0,080	1,45	1,41	246	1630	3,51	9,40
-40	0,072	1,45	1,55	237	1626	3,47	9,44
-42	0,065	1,44	1,72	228	1623	3,43	9,47
-44	0,058	1,44	1,90	219	1620	3,40	9,51
-46	0,052	1,43	2,11	210	1617	3,36	9,55
-48	0,046	1,43	2,35	202	1613	3,32	9,59
-50	0,041	1,42	2,63	193	1610	3,28	9,63

Хладон-22

Температура, °C	Давление, МПа	Удельный объём		Энтальпия, кДж/кг		Энтропия, кДж/(кгК)	
		жидкости, л/кг	пара, м³/кг	жидкости	пара	жидкости	пара
-50	0,040	0,68	0,537	332	578	3,72	4,87
-48	0,042	0,69	0,483	335	579	3,73	4,87
-46	0,047	0,69	0,436	337	580	3,74	4,86
-44	0,052	0,69	0,394	339	581	3,75	4,86
-42	0,058	0,69	0,356	341	582	3,76	4,85

-40	0,065	0,70	0,323	343	583	3,77	4,84
-38	0,071	0,70	0,294	345	584	3,78	4,84
-36	0,079	0,70	0,268	347	585	3,79	4,83
-34	0,087	0,70	0,244	350	586	3,80	4,83
-32	0,096	0,71	0,223	352	586	3,81	4,82
-30	0,105	0,71	0,205	354	587	3,82	4,82
-28	0,116	0,71	0,188	356	588	3,82	4,82
-26	0,127	0,71	0,172	358	589	3,84	4,81
-24	0,138	0,73	0,159	361	590	3,85	4,81
-32	0,151	0,72	0,146	363	591	3,86	4,80
-30	0,164	0,72	0,135	365	592	3,87	4,80
-28	0,179	0,73	0,125	367	593	3,88	4,79
-26	0,194	0,73	0,115	370	594	3,88	4,79
-24	0,210	0,73	0,107	372	594	3,89	4,79
-22	0,228	0,74	0,099	374	595	3,90	4,78
-20	0,246	0,74	0,092	376	596	3,91	4,78
-18	0,265	0,74	0,085	379	597	3,92	4,78
-16	0,286	0,75	0,080	381	598	3,93	4,77
-14	0,308	0,75	0,075	384	599	3,94	4,77
-12	0,331	0,75	0,070	386	600	3,95	4,77
-10	0,356	0,76	0,065	388	600	3,96	4,76
-8	0,381	0,76	0,061	391	601	3,97	4,76
-6	0,408	0,77	0,057	393	602	3,974	4,756
-4	0,437	0,77	0,053	395	603	3,983	4,753
-2	0,467	0,77	0,050	398	603	3,991	4,750
0	0,499	0,78	0,047	400	604	4,000	4,748
2	0,532	0,78	0,044	402	605	4,009	4,745
4	0,567	0,79	0,041	405	606	4,017	4,742
6	0,603	0,79	0,039	407	606	4,026	4,739
8	0,641	0,79	0,037	410	607	4,034	4,737
10	0,681	0,80	0,035	412	608	4,043	4,734
12	0,723	0,80	0,033	414	608	4,051	4,731
14	0,767	0,81	0,031	417	609	4,059	4,729
16	0,812	0,81	0,030	419	610	4,068	4,726
18	0,860	0,82	0,027	422	610	4,076	4,724
20	0,910	0,82	0,026	424	611	4,084	4,721
22	0,961	0,83	0,025	427	612	4,093	4,719
24	1,015	0,83	0,023	429	612	4,100	4,716
26	1,071	0,84	0,022	432	613	4,109	4,714
28	1,130	0,85	0,022	434	613	4,117	4,712
30	1,190	0,85	0,020	437	614	4,126	4,710
32	1,253	0,86	0,019	439	614	4,134	4,707
34	1,319	0,86	0,018	442	615	4,142	4,704

36	1,387	0,87	0,017	444	615	4,150	4,702
38	1,457	0,87	0,016	447	615	4,158	4,699
40	1,530	0,88	0,015	450	616	4>166	4,697
42	1,606	0,89	0,014	452	616	4,174	4,694
44	1,685	0,90	0,014	455	616	4,183	4,692
46	1,766	0,91	0,013	457	617	4,191	4,689
48	1,851	0,91	0,012	460	617	4,199	4,687
50	1,938	0,92	0,012	463	617	4,207	4,684

Хладон-12

Температура, °C	Давление, МПа	Удельный объём		Энтальпия, кДж/кг		Энтропия, кДж/(кгК)	
		жидкости, л/кг	пара, м³/кг	жидкост и	пара	жидкости	пара
-50	0,039	0,65	0,383	355	529	3,82	4,60
-48	0,043	0,65	0,348	356	530	3,82	4,60
-46	0,048	0,65	0,317	358	531	3,83	4,59-
-44	0,053	0,65	0,289	360	532	3,84	4,59
-42	0,058	0,66	0,264	362	533	3,85	4,59
-40	0,064	0,66	0,242	363	534	3,86	4,59
-38	0,071	0,66	0,222	365	535	3,86	4,58
-36	0,077	0,66	0,204	367	535	3,87	4,58
-34	0,085	0,67	0,188	369	536	3,88	4,58
-32	0,092	0,67	0,173	370	537	3,89	4,58
-30	0,101	0,67	0,160	372	538	3,89	4,58
-28	0,110	0,67	0,147	374	539	3,90	4,57
-26	0,119	0,67	0,137	375	540	3,91	4,57
-24	0,129	0,68	0,127	378	541	3,92	4,57
-22	0,140	0,68	0,117	380	542	3,92	4,57
-20	0,151	0,69	0,109	381	543	3,93	4,57
-18	0,163	0,69	0,102	383	544	3,94	4,57
-16	0,176	0,69	0,095	385	544	3,94	4,57
-14	0,190	0,69	0,088	387	546	3,95	4,56
-12	0,204	0,70	0,082	389	547	3,96	4,56
-10	0,220	0,70	0,077	391	548	3,97	4,56
-8	0,236	0,70	0,072	392	548	3,97	4,56
-6	0,253	0,71	0,067	394	549	3,98	4,56
-4	0,271	0,71	0,063	396	550	3,99	4,56
-2	0,289	0,71	0,059	398	551	3,99	4,56
0	0,309	0,72	0,056	400	552	4,00	4,56
2	0,330	0,72	0,052	402	553	4,01	4,56
4	0,350	0,72	0,049	404	554	4,01	4,56
6	0,370	0,73	0,046	406	555	4,02	4,55
8	0,400	0,73	0,044	408	556	4,03	4,55

10	0,420	0,73	0,041	410	556	4,03	4,55
12	0,450	0,74	0,039	411	557	4,04	4,55
14	0,480	0,74	0,037	413	558	4,05	4,55
16	0,510	0,75	0,035	415	559	4,05	4,55
18	0,540	0,75	0,033	417	560	4,06	4,55
20	0,570	0,75	0,031	419	561	4,07	4,55
22	0,60	0,76	0,298	421	562	4,07	4,55
24	0,63	0,76	0,288	423	562	4,08	4,55
26	0,67	0,77	0,026	425	563	4,09	4,55
28	0,70	0,77	0,025	427	564	4,09	4,55
30	0,74	0,77	0,024	429	565	4,10	4,55
32	0,78	0,78	0,023	431	565	4,11	4,55
34	0,82	0,78	0,021	433	566	4,11	4,55
36	0,87	0,79	0,020	435	567	4,12	4,55
38	0,91	0,79	0,019	437	568	4,13	4,55
40	0,96	0,80	0,018	439	568	4,13	4,55
42	1,00	0,80	0,018	441	569	4,13	4,54
44	1,06	0,81	0,017	443	570	4,14	4,54
46	1,11	0,81	0,016	445	571	4,15	4,54
48	1,16	0,82	0,015	447	571	4,16	4,54
50	1,21	0,83	0,014	449	572	4,16	4,54