

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
6-05-1042-01 «Транспортная логистика»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 339.138 (075)
ББК 65.290-2я7
Г24

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»
«19» апреля 2024 г., протокол № 17

Составитель канд. техн. наук, доц. Т. В. Пузанова

Рецензент О. А. Пономарева

В методических рекомендациях приведены задания к практическим занятиям по дисциплине «Грузоведение».

Учебное издание

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Ответственный за выпуск

М. Н. Гриневич

Корректор

И. В. Голубцова

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать

. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Печать трафаретная. Усл. печ. л.

. Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования

«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Расчет основных параметров груза.....	5
2 Выбор транспортной тары. Расчет прочности транспортной тары	13
3 Выбор транспортного средства.....	19
4 Определение параметров складов	21
5 Определение параметров погрузочно-разгрузочных пунктов.....	26
6 Определение массы и потерь грузов при перевозках.....	29
Список литературы.....	32
Приложение А. Варианты индивидуальных заданий.....	33

Введение

Целью изучения дисциплины является познание теории и практики назначения, использования и особенностей перевозки, упаковки и складирования всех основных видов грузов.

В данных методических рекомендациях изложены основные теоретические, практические и методические вопросы, касающиеся свойств грузов и их влияния на технологию и организацию погрузочно-разгрузочных процессов и транспортирование различных видов грузов. Основное внимание уделено транспортным характеристикам грузов как совокупности их свойств, определяющих условия и технику перевозки, погрузки и хранения. К ним относятся объемно-массовые характеристики, режимы хранения, физико-химические свойства, особенности упаковки и тары, а также некоторые товарные свойства.

Свойства грузов и их транспортные характеристики связаны с технологией перевозки. В последние годы форма предъявления грузов к перевозке в значительной степени повлияла на специализацию транспорта, в связи с чем определяются новые требования к конструкции транспорта и перегрузочной техники.

В ходе практической работы должны быть изучены действующие в Республике Беларусь нормативно-правовые акты, ГОСТы, СНИПы. Проверить сроки действия нормативно-технических правил и стандартов можно на сайте Национального фонда технических нормативно-правовых актов Республики Беларусь Государственного комитета по стандартизации РБ (электронный адрес: www.tnpra.by).

1 Расчет основных параметров груза

Задача 1. Партия зернового груза имеет относительную влажность 13 %. Нормируемая относительная влажность – 14 %. Определить нормируемую массу груза.

Задача 2. На автомобиле КАМАЗ-5320 перевозится партия груза массой 8 т, который имеет относительную влажность 14 %. Определить изменение массы при изменении относительной влажности до 25 %.

Задача 3. Груз после перевозки подвергся сушке для определения абсолютной и относительной влажности. Результаты измерений занесли в таблицу. Рассчитать абсолютную и относительную влажности и недостающие значения таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Вид груза	Масса до просушки, кг	Масса после просушки, кг	Абсолютная влажность, %	Относительная влажность, %
Ячмень	84,3	80,5	?	?
Пшеница	58,8	?	10,5	?
Гречиха	23,4	?	?	8,5
Овес	?	40,1	12,2	?
Рис	?	?	36,6	?
Семена подсолнуха	?	64,2	?	13,2

Задача 4. На станцию прибыл груз (песок) массой 4,5 т. Относительная влажность – 28,2 %. Возможно ли перевезти эту партию груза автомобилем грузоподъемностью 3,5 т? Если да, то какой должна быть относительная влажность.

Задача 5. Определить массу груза до просушки, если известно, что абсолютная влажность груза составляет 28 %; масса жидкости – 3 т.

Методические указания к задачам 1–5

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

Относительной влажностью груза $W_{отн}$, %, называется отношение содержащейся в грузе массы жидкости $M_{ж}$, кг, к массе влажного груза $M_{вг}$, кг, которая определяется по формуле

$$W_{отн} = \frac{M_{ж}}{M_{вг}}. \quad (1.1)$$

В свою очередь масса влажного груза – это сумма массы жидкости и массы сухого груза $M_{сг}$:

$$M_{вг} = M_{ж} + M_{сг}. \quad (1.2)$$

Абсолютная влажность груза $W_{абс}$, % – это отношение массы жидкости к массе сухого груза:

$$W_{абс} = \frac{M_{ж}}{M_{сг}}. \quad (1.3)$$

Для перевода относительной влажности в абсолютную и наоборот можно использовать формулы

$$W_{отн} = \frac{100 \cdot W_{абс}}{(W_{абс} + 100)}; \quad (1.4)$$

$$W_{абс} = \frac{100 \cdot W_{отн}}{(100 - W_{отн})}. \quad (1.5)$$

Зная нормированные и фактические значения относительной и абсолютной влажности груза, можно рассчитать нормируемую массу груза M_n :

$$M_n = \frac{M_{ф}(100 - W_{отн.ф})}{(100 - W_{отн.н})}; \quad (1.6)$$

$$M_n = \frac{M_{ф}(100 + W_{абс.ф})}{(100 + W_{абс.н})}, \quad (1.7)$$

где M_n – нормируемая масса груза, кг;

$W_{отн.ф}$, $W_{абс.ф}$ – соответственно фактическая относительная и абсолютная влажность груза, %;

$W_{отн.н}$, $W_{абс.н}$ – соответственно нормируемая относительная и абсолютная влажность груза, %.

Задача 6. Рассчитать плотность древесины бука при влажности 15 % и 90 %. Базисная плотность составляет 530 кг/м³. Коэффициент объемной усушки равен 0,47.

Задача 7. Удельный объем тарно-штучных грузов – 13 м³; суммарный объем грузовых мест – 10 м³; геометрический объем штабеля груза – 8 м³. Определить удельный объем штабеля.

Задача 8. Определить удельный объем и удельный погрузочный объем штучного груза, перевозимого в бортовом автомобиле. Вид груза задан в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Исходные данные

Вид груза	Тара	Размер, мм	Масса брутто грузового места, кг
Минеральная вода	Ящик	600 × 400 × 300	10
Томатная паста	Барабан	Радиус 100, высота 700	28
Калийное удобрение	Мешок	800 × 535 × 156	14
Рубероид	–	Радиус 140, высота 185	7

Задача 9. Рассчитать массу, погрузочный объем лесоматериалов и количество полуприцепов для их перевозки по данным таблицы 1.3, учитывая, что грузоподъемность одного прицепа составляет 8 т, габаритные размеры прицепа 3000 × 1840 × 1000 мм.

Таблица 1.3 – Исходные данные

Вид груза	Удельная масса, т/м ³	Площадь торцов, м ²	Количество бревен (пакетов)	Длина леса, мм	Параметры пакета, мм	Коэффициент полндревесности
Ель бревна	0,71	3,8	520	2500	–	0,71
Сосна бревна	0,75	4,5	780	3000	–	0,69
Дрова ольхи пакеты	0,81	–	405	–	730 × 600	0,65
Чурбаки липы пакеты	0,71	–	980	–	840 × 500	0,6
Дрова березы навалом	0,9	–	3 прицепа	0,25	–	0,8
Дрова сосны навалом	0,75	–	2 прицепа	0,75	–	0,73

Методические указания к задачам 6–9

Для решения ряда задач необходимо знать плотность древесины ρ_w , кг/м³ определенной влажности. При влажности древесины меньше предела насыщения клеточных стенок (30 %) она может быть рассчитана по формуле

$$\rho_w = \frac{\rho_{\delta} \cdot (100 + W)}{100 - k_v \cdot (30 - W)}, \quad (1.8)$$

где k_v – коэффициент объемной усушки древесины;

ρ_{δ} – базисная плотность, кг/м³.

Удельным объемом $V_{уд}$, м³/т, называется объем единицы массы груза. Удельный объем для тарно-штучных грузов можно определить по формуле

$$V_{y\partial} = \frac{\sum V_i}{\sum m_i}, \quad (1.9)$$

где $\sum V_i$ – суммарный объем грузовых мест (ГМ), м³;

$\sum m_i$ – суммарная масса брутто ГМ, т.

Объем штабеля тарно-штучных грузов превышает сумму отдельных объемов ГМ из-за наличия зазоров. Приращение объема штабеля оценивается коэффициентом укладки

$$K_y = \frac{V_{um}}{V_i}, \quad (1.10)$$

где V_{um} – внешний объем штабеля по обмеру, м³.

Удельный объем штабеля можно определить по формуле

$$V_{um} = K_y \cdot V_{y\partial}. \quad (1.11)$$

Расчёт объема для грузов цилиндрической формы ведется по формуле

$$V_{ц} = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad (1.12)$$

где r – радиус основания, мм;

h – высота, мм.

Расчёт объема для грузов конусной формы ведется по формуле

$$V_{к} = \pi \cdot r^2 \cdot h / 3. \quad (1.13)$$

Удельный погрузочный объем показывает, какой объем кузова подвижного состава V_k занимает 1 т груза:

$$V_{y\partial n} = \frac{\sum V_k}{\sum m_i} \quad \text{или} \quad V_{y\partial n} = K_z \cdot V_{y\partial}, \quad (1.14)$$

где K_z – коэффициент заполнения кузова.

Для разных видов штучных грузов и схем их укладки значения коэффициента заполнения следующие:

- ящики, кипы: 0,61...0,95;
- бревна, бруски, дрова: 0,68...0,98;
- бочки, рулоны: 0,39...0,68;
- мешки, кули: 0,6...0,85.

При предъявлении к перевозке круглого леса погрузочный объем рассчитывается как

$$V_{n(кл)} = S \cdot L \cdot N \cdot K_y, \quad (1.15)$$

где S – средняя площадь торцов, м^2 ;

L – длина, м ;

N – количество лесоматериалов, ед.;

K_y – коэффициент укладки (полнодревесности).

Погрузочный объем пиленного леса и других лесоматериалов

$$V_{n(пл)} = V_{шт} \cdot N_{шт} \cdot K_y, \quad (1.16)$$

где $V_{шт}$ – объем штабеля (пакета), м^3 ;

$N_{шт}$ – количество штабелей (пакетов) лесоматериалов, ед.

Масса перевозки лесоматериалов

$$M_{л} = V_n \cdot \rho_{уд}, \quad (1.17)$$

где $\rho_{уд}$ – удельная масса древесины, т/м^3 . Характеризует массу единицы объема груза с учетом суммарного объема внутренних пор и капилляров.

Задача 10. Определить объемную массу груза, если известно, что объем груза без суммарного объема пустот между отдельными его частицами составляет 47 м^3 . Объем этого же груза измельченный – 23 м^3 . Плотность груза – 8 кг/м^3 . Геометрический объем штабеля груза – 50 м^3 .

Задача 11. Определить объемную массу гравия и фактический объем его перевозки, учитывая относительную влажность 15% и ее увеличение на 7% в процессе погрузки и перевозки. Коэффициент скважистости равен $0,73$. Коэффициент пористости – $0,3$. Груз перевозится самосвалом с размерами кузова $7850 \times 2580 \times 1660 \text{ мм}$.

Задача 12. Установленная объемная масса каменного угля составляет $0,92 \text{ т/м}^3$. В момент установления объемной массы относительная влажность составляла 4% , зольность – 10% . Химический анализ в день погрузки показал, что относительная влажность составляет 2% , зольность – 13% . Рассчитать объемную массу угля в вагоне с учетом откорректированной величины объемной массы. Объем груза в вагоне составляет 72 м^3 .

Задача 13. Рассчитать объемную массу грузов в кузове автомобиля и объем его перевозки карьерным самосвалом с параметрами кузова $8090 \times 4110 \times 4390 \text{ мм}$ по данным таблицы 1.4.

Задача 14. Определить, какой объем каменного угля, щебня и глины может быть перевезен в самосвальном автопоезде в составе седельного тягача МАЗ-64228 и полуприцепа МАЗ-9506 номинальной грузоподъемностью 24 т с учетом «шапки» и параметрами грузового места $6800 \times 2300 \times 1000 \text{ мм}$.

Таблица 1.4 – Исходные данные

Вид груза	Коэффициент			Относительная влажность, %		Зольность, %		Фракционность, %	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	первичная	фактическая	первичная	фактическая	первичная	фактическая
Каменный уголь	0,005	0,01	—	5	8	10	15	8	7
Кокс	0,005	—	0,02	6	9	—	—	8	15
Железная руда	0,02	—	—	10	15	—	—	4	6
Песок	0,015	—	—	12	22	1	2	3	5

Задача 15. Определить удельный объем сыпучего груза, если известно, что коэффициент пористости равен 0,7. Плотность груза – 1400 кг/м³. Геометрический объем штабеля груза – 64 м³, а объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами равен 60 м³. Определить возможность перевозки груза автомобилем с размерами кузова 5380 × 1830 × 800 мм.

Задача 16. Определить объемную массу грузов с учетом изменения влажности и возможность перевозки всей партии самосвалом с параметрами кузова 7850 × 2580 × 1660 мм грузоподъемностью 20 т по данным таблицы 1.5.

Таблица 1.5 – Исходные данные

Вид груза	Абсолютная влажность, %		Партия груза, т
	при хранении	при погрузке	
Каменный уголь	6	10	
Гравий	12	18	
Щебень	8	15	
Песок	10	23	
Глина	18	26	

Задача 17. Рассчитать массу загрузки речного песка в вагон грузоподъемностью 70 т с размерами 12700 × 2878 × 1000 мм при объемной массе 1,6 т/м³ и коэффициенте уплотнения 1,15 при влажности 2 %. По данным таблицы 1.6 рассчитать предельно допустимую влажность.

Задача 18. Плотность груза – 10 кг/м³. Геометрический объем штабеля груза – 52 м³. Определить объемную массу груза, если известно, что объем груза без суммарного объема пустот между отдельными его частицами – 50 м³. Объем этого груза измельченного составляет 26 м³.

Таблица 1.6 – Исходные данные

Влажность, %	Объемная (насыпная) масса, т/м ³	Масса груза в вагоне, т
2	1,6	
3	1,61	
4	1,63	
5	1,647	
6	1,66	
7	1,67	
8	1,69	
9	1,7	
10	1,72	
12	1,75	
14	1,78	
16	1,81	
18	1,85	
20	1,88	

Методические указания к задачам 10–18

Удельная масса ρ_{yd} , т/м³, характеризует массу единицы объема груза с учетом суммарного объема внутренних пор и капилляров:

$$\rho_{yd} = \rho \cdot (1 - E_n), \quad (1.18)$$

где ρ – плотность груза, т/м³;

E_n – коэффициент пористости.

Удельную массу используют при расчетах массы лесоматериалов и железобетонных изделий.

Объемная масса ρ_{yd} , т/м³, характеризует массу единицы объема груза с учетом скважистости и пористости вещества:

$$\rho_{yd} = \rho \cdot (1 - E_n) \cdot (1 - E_c), \quad (1.19)$$

где E_c – коэффициент скважистости.

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

$$E_c = \frac{V_{um} - V_{gp}}{V_{um}}, \quad (1.20)$$

где V_{um} – геометрический объем штабеля груза, м³;

V_{gp} – объем груза без учета суммарного объема пустот между отдельными его частицами, м³.

$$E_n = \frac{V_\kappa}{V_{ep}}, \quad (1.21)$$

где V_κ – суммарный объем внутренних пор и капилляров, м³.

Изменение влажности, гранулометрического состава, содержания золы приводит к изменению объемной массы груза, которую следует рассчитывать по формуле

$$\rho_o = \rho_o^{cp} \cdot a(W_1 - W_0) + b(A_1 - A_0) + c(T_1 - T_0), \quad (1.22)$$

где ρ_o^{cp} – средняя расчётная величина объемной массы груза, т/м³;

W_1, A_1, T_1 – фактическое содержание соответственно влаги, золы и мелких фракций в массе груза, %;

W_0, A_0, T_0 – первичное содержание соответственно влаги, золы и мелких фракций в массе груза, %;

a, b, c – коэффициенты, учитывающие изменение плотности груза при изменении соответствующих характеристик груза на 1 %.

Объемную массу насыпных и навалочных грузов при изменении влажности определяют следующим образом:

$$\rho_o = \frac{\rho_o^{cp} \cdot (100 + W_1)}{(100 + W_0)}. \quad (1.23)$$

Удельным объемом $V_{y\partial}$, м³/т, называется объем единицы массы груза. Для насыпных и навалочных грузов удельный объем – это величина, обратная объемной массе, а для жидкостей – величина, обратная плотности продукта.

Объем навалочного груза V_{ep} , м³, который может быть перевезен автомобилем, необходимо рассчитывать по формуле, учитывающей объем «шапки», образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$$V_{ep} = V_\kappa + \left(\frac{b_\kappa}{2} \right)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\partial\partial}, \quad (1.24)$$

где V_κ – геометрический объем кузова, м³;

b_κ – ширина кузова, м;

$\alpha_{\partial\partial}$ – угол естественного откоса груза в движении.

Максимальная масса перевозимого груза Q_{ep} , т, составит

$$Q_{ep} = V_{ep} \cdot \rho_o, \quad (1.25)$$

где ρ_o – объемная масса (плотность) груза, т/м³.

Если $Q_{ep} > q_n$ – объем кузова не может быть использован полностью, и в погрузочное средство (ПС) необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности объемом

$$V_{\text{сп}} = \frac{q_n}{\rho_o}. \quad (1.26)$$

Если $Q_{\text{сп}} < q_n$ – объем кузова недостаточен для полной загрузки данного ПС. Степень использования грузоподъемности будет определяться соотношением массы груза и номинальной грузоподъемности ПС.

При определении массы груза по обмеру расчет выполняется по формуле

$$Q_{\text{сп}} = K_y \cdot \rho \cdot L_{\text{вн}} \cdot B_{\text{вн}} \cdot H, \quad (1.27)$$

где K_y – коэффициент уплотнения (для речного песка K_y должен быть не более 1,15);

ρ – плотность груза, т/м³ (для речного песка составляет в среднем 1,6 т/м³);

$L_{\text{вн}}, B_{\text{вн}}$ – внутренняя длина и ширина вагона соответственно, м;

H – средняя высота груза в вагоне, м.

Задания для самостоятельной работы по теме 1

1 Изучить классификацию грузов, методы классификации и кодирования, составить транспортную характеристику заданного груза (приложение А); указать основные свойства, влияющие на условия перевозки и хранения грузов.

2 Определить номенклатурные коды ТНВЭД и ЕТСНГ с указанием раздела, товарной группы, товарной позиции, ГНГ. Для определения кодов ТНВЭД, ЕТСНГ, ГНГ рекомендуется использовать электронные версии указанных документов, а также электронные ресурсы:

– http://issa.ru/tnvd/tnvd_36.html;

– <http://www.tks.ru/db/tnved/tree>;

– <https://www.railwagonlocation.com/ru/etodes.php> и др.

При описании признаков необходимо руководствоваться нормативной литературой и дать ссылки на нее.

2 Выбор транспортной тары. Расчет прочности транспортной тары

Задача 1. Определить высоту складирования картонных коробок массой 28 кг, размерами 400 × 300 × 200 мм. Толщина картона – 2,4 мм; марка картона – ТЗ; продолжительность хранения в штабеле – 28 сут.

Задача 2. Определить марку картона для изготовления транспортной картонной тары с параметрами 500 × 400 × 400 мм для перевозки груза массой 15 кг. Расчетная высота складирования – 300 см; срок хранения – 25 сут; толщина картона – 0,35 см.

Задача 3. Определить максимальную высоту штабелирования при перевозке груза в картонных коробках, если масса коробки – 12 кг; размеры (длина,

ширина, высота) соответственно $400 \times 300 \times 200$ мм; марка картона – П2; толщина картона – 2,4 мм; продолжительность хранения в штабеле – 20 дн.

Задача 4. Определить массу груза и сжимающее усилие на барабан, если толщина дна барабана – 4 мм, крышки и стенки – 3 мм. Наружный диаметр барабана – 320 мм. Плотность груза – 720 кг/м^3 . Барабаны находятся в штабелях 10 сут; высота штабеля – 3 м.

Задача 5. Определить сжимающее усилие, действующее на картонный барабан, в зависимости от массы перевозимого груза, если толщина дна барабана – 5 мм; толщина крыши и стенок – 3,5 мм; наружная высота – 400 мм; наружный диаметр – 280 мм; плотность груза – 740 кг/м^3 ; продолжительность хранения в штабеле – 7 дн.; высота штабеля – 8 ярусов.

Методические указания к задачам 1–5

Для изготовления картонных ящиков используется гофрированный картон следующих типов:

Т – трехслойный (два слоя плоских, один гофрированный);

П – пятислойный (три слоя плоских, два гофрированных);

Д – двухслойный (один плоский и один гофрированный).

Гофрированные слои отличаются высотой гофр ($h = 1,1 \dots 5,5$ мм) и их шагом ($l = 3 \dots 9$ мм), что влияет на прочность картона. Предельная масса упакованной в картонную тару продукции не должна превышать 40 кг, оптимальная масса груза составляет от 15 до 20 кг.

На тару в процессе обращения действуют статические нагрузки при штабелировании и динамические и вибрационные нагрузки, возникающие при движении транспортных средств, а также при выполнении перегрузочных операций, формировании и расформировании транспортных пакетов и т. п.

Статическое сжимающее усилие P_{cm} , Н, которое должна выдерживать тара, находящаяся в нижнем ряду штабеля, определяется по формуле

$$P_{cm} = \frac{g \cdot Q \cdot (H - h)}{h}, \quad (2.1)$$

где Q – масса тары с грузом, кг;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H – высота складирования (для деревянной тары – не более 6 м; для картонной – не более 3 м), м;

h – высота единицы тары, м.

Для того чтобы картонная 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. При расчете сжимающих усилий, которые должна выдерживать картонная тара при штабелировании, учитывается коэффициент запаса прочности K_3 , который

зависит от продолжительности хранения груза (менее 30 сут – 1,6; от 30 до 100 – 1,65; свыше 100 – 1,85).

Тогда усилие сжатия определяется следующим образом:

$$P_{сж} = \frac{K_3 \cdot g \cdot Q \cdot (H - h)}{h}. \quad (2.2)$$

С другой стороны, сопротивление сжатия картонной тары зависит от параметров ящика и прочности гофрированного картона на торцевое сжатие:

$$P_{сж}^{сопр} = 2,55 \cdot P_m \sqrt{\delta \cdot Z}, \quad (2.3)$$

где P_m – торцевая жесткость, Н/мм;

δ – толщина картона, мм;

Z – периметр ящика, мм.

Торцевая жесткость зависит от марки картона, а толщина практически равна толщине гофра (в среднем от 1,4 до 3 мм). Значения торцевой жесткости картонной тары приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Торцевая жесткость картона

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

Сопоставляя формулы (2.2) и (2.3) и зная размеры коробки, можно определить максимальную высоту складирования в процессе транспортировки и хранения, а также на основе оптимальной высоты штабелирования – толщину и марку картона.

При расчете прочности картонного барабана сжимающее усилие, которое он должен выдерживать, определяют по формуле

$$P_{сж.б} = \frac{K_3 \cdot g \cdot Q \cdot (H - h_n)}{h_n}, \quad (2.4)$$

где h_n – наружная высота барабана, м;

Q – масса груза (без учета массы барабана), кг.

Масса груза, находящегося в барабане, определяется с учетом объемной массы данного груза и внутреннего объема тары:

$$Q = 0,25\pi \cdot d_{\epsilon}^2 \cdot h_{\epsilon} \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где d_{ϵ} – внутренний диаметр барабана, м;

h_{ϵ} – внутренняя высота барабана, м;

ρ – плотность (объемная масса) груза, кг/м³.

Подставляя формулу (2.4) в формулу (2.5), учитывая, что $H \gg h_n$ и $h_v \approx h_n$, получим

$$P_{сж.б} = 0,25 \cdot K_3 \cdot g \cdot \pi \cdot d_v^2 \cdot \rho \cdot H. \quad (2.6)$$

Сопротивление сжатия картонного барабана зависит от жесткости, числа слоев картона и диаметра барабана, поэтому $P_{сж.б}$ барабана можно увеличить за счет увеличения числа слоев картона, образующих стенки барабана, или используя марку картона, обладающего повышенной прочностью.

Задача 6. Определить целесообразность использования многооборотной тары и максимально допустимые транспортные расходы на перевозку в возвратной многооборотной таре. Ящики неразборные с линейными параметрами $430 \times 350 \times 350$ мм. Стоимость разовой тары – 1500 у. е./ящ. Стоимость многооборотной тары – 3200 у. е./ящ. Число оборотов равно 3. Коэффициент, учитывающий расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при возврате тары, – 1,09. Коэффициент, учитывающий уменьшение объемов порожней тары при применении разборной или складывающейся тары, – 0,6. Погрузочный объем вагона – 120 м^3 .

Методические указания к задаче 6

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

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

$$\Delta C = C_p \cdot \frac{C_{мн} \cdot (1 + 0,09n) \cdot k_{np}}{n}, \quad (2.7)$$

где $C_p, C_{мн}$ – стоимость изготовления соответственно разовой и многооборотной тары, у. е.;

0,09 – коэффициент, учитывающий стоимость ремонтов многооборотной тары в процессе эксплуатации;

n – плановое число оборотов многооборотной тары;

k_{np} – коэффициент, учитывающий расходы на выполнение погрузочно-разгрузочных работ при возврате тары.

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

Общее число ящиков, размещаемое в вагоне,

$$M_m = \frac{V_E}{V_{ящ}} \cdot k_y, \quad (2.8)$$

где V_E – внутренний объем вагона, м³;

$V_{ящ}$ – объем ящика, м²;

k_y – коэффициент укладки, $k_y = 0,6 \dots 0,8$.

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

$$C_{дон} = \frac{\Delta C \cdot M_m}{k_{ск}}, \quad (2.9)$$

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

Далее устанавливается дальность возможного возврата многооборотной тары с учетом общей массы тары в вагоне при перевозке повагонной отправкой. Общая масса тары в вагоне

$$Q_m = M_m \cdot m_{ящ}, \quad (2.10)$$

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

Задача 7. Рассчитать количество грузов в пакете, толщину термоусадочной плёнки для скрепления пакета, состоящего из ящиков параметрами $400 \times 200 \times 310$ мм. Масса ящика – 60 кг; ускорение в долях составляет 2,2; коэффициент трения между грузом и поддоном – 0,35. Необходимо разместить ящики на стандартном поддоне размерами 800×1200 мм.

Методические указания к задаче 7

Количество ярусов находится из условия, что высота пакета ($H_{пак}$) $\leq 1200 \dots 1300$ мм.

Масса пакета

$$M_{пак} = n \cdot m_{ящ}, \quad (2.11)$$

где n – количество ящиков в пакете.

Высота пакета

$$H_{пак} = h_{под} + n_{яр} \cdot h_{ящ}, \quad (2.12)$$

где $h_{под}$ – высота поддона, мм;

$h_{ящ}$ – высота ящика, мм.

Вес пакета

$$Q_{\text{пак}} = g \cdot M_{\text{пак}}, \quad (2.13)$$

где g – ускорение силы тяжести, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Толщина плёнки рассчитывается как

$$\delta = \frac{Q_{\text{пак}} \cdot (K_{\text{пр}} - \mu)}{2 \cdot \sigma \cdot H_{\text{пак}}}, \quad (2.14)$$

где $K_{\text{пр}}$ – ускорение в долях g ;

μ – коэффициент трения между грузом и поддоном;

σ – предел текучести плёнки при растяжении, Н/см^2 .

Предел текучести выбираем по таблицы 2.2. Исходя из толщины одного слоя термоусадочной пленки находим количество слоев пленки для закрепления расчётного пакета.

Таблица 2.2 – Параметры термоусадочной плёнки

Толщина слоя термоусадочной плёнки, мм	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15
Предел текучести плёнки при растяжении σ , Н/см^2	900	950	1000	1100	1500

Задания для самостоятельной работы по теме 2

1 Определить класс заданных грузов (приложение А), физико-механические, физико-химические, биохимические свойства грузов и их влияние на условия перевозки.

2 Описать условия перевозки заданных грузов, в том числе:

- описать груза с перечислением и характеристикой видов упаковки;
- дать характеристику маркировке, нанесенной на первичную упаковку;
- определить виды тары, требуемые в соответствии с ГОСТом для перевозки и хранения;
- определить необходимость принятия особых мер с учетом свойств груза при перевозке автотранспортом;
- определить предельные сроки транспортирования (для скоропортящихся); обеспечение температурного режима при перевозке;
- определить необходимость санитарно-ветеринарного надзора, сопровождения груза проводниками грузовладельцев.

Рекомендуемые источники.

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

2 Правила по обеспечению безопасной перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 08.12.2010 г. № 61.

3 Выбор транспортного средства

Задача 1. Определить возможный объем перевозки и удельную грузовместимость тарно-штучного груза на авто КАМАЗ-5320. Габаритные размеры грузового места $600 \times 400 \times 228$ мм. Масса – 30 кг. Внутренние размеры кузова $5200 \times 2320 \times 500$ мм.

Задача 2. Определить коэффициент использования грузоподъемности и грузовместимости крытого четырехосного вагона при перевозке 60 т хлопка. Грузоподъемность вагона – 62 т. Грузовместимость вагона – $90,2 \text{ м}^3$. Удельный погрузочный объем хлопка – $5 \text{ м}^3/\text{т}$.

Задача 3. Определить экономию при перевозке 4 300 т цемента, удельный погрузочный объем которого – $1,4 \text{ м}^3/\text{т}$ в результате лучшего использования грузоподъемности вагона, если известно, что сначала коэффициент использования грузоподъемности составлял 0,8, а после усовершенствования условий – 1. Определить коэффициент использования грузовместимости в обоих случаях.

Задача 4. В течение 10 дн. три автомобиля грузоподъемностью по 4 т каждый выполнили по 20 рейсов. За это время они перевезли 200 т груза. Определить коэффициент использования грузоподъемности автомобилей.

Задача 5. Найти коэффициенты использования грузоподъемности каждого из автомобилей и средний коэффициент использования их грузоподъемности, если известно, что в течение 7 дн. два автомобиля грузоподъемностью 3,5 и 4,5 т перевезли соответственно 30 и 100 т груза, делая в день по четыре рейса каждый.

Задача 6. Определить, на сколько меньше рейсов нужно совершить автомобилю грузоподъемностью 5 т, если при перевозке 60 т груза коэффициент использования грузоподъемности увеличился с 0,7 до 1,0.

Задача 7. Определить коэффициент использования грузовместимости и грузоподъемности автомобиля КАМАЗ-5320. К перевозке предъявляется бумага в рулонах формата 84 см (диаметр – 106 см; масса рулона – 550 кг). Внутренние размеры кузова $5200 \times 2320 \times 500$ мм.

Задача 8. На промышленное предприятие под погрузку буры технической и кислоты бензойной (в таре) подано 30 крытых вагонов, в том числе с объемом кузова 90 м^3 – 15; 106 м^3 – 9; 120 м^3 – 6. Техническая норма загрузки вагонов кислотой соответственно составляет 37, 43 и 49 т, а бурой – 63 и 64 т. Требуется рационально распределить вагоны под погрузку при условии, что под каждый груз выделяется по 15 вагонов.

Методические указания к задачам 2–8

Грузовместимостью подвижного состава называется наибольшее количество груза, которое может единовременно перевозиться передвижным составом исходя из его максимально допустимой полной массы и размеров кузова. Грузовместимость оценивается следующими параметрами: фактической грузоподъемностью и коэффициентом грузовместимости.

Фактическая грузоподъемность q_{ϕ} , т, определяется по формуле

$$q_{\phi} = a \cdot b \cdot (h + h_1) \cdot \rho_o, \quad (3.1)$$

где a , b , h – внутренние габаритные размеры кузова: длина, ширина, высота, м;
 h_1 – расстояние от верхнего края платформы до уровня погрузки груза, м;
 ρ_o – объёмная масса (плотность) груза, т/м³.

Удельная объёмная грузоподъемность (т/м³) регламентируется при проектировании подвижного состава, является отношением полезной грузоподъемности к внутреннему объёму кузова и определяется отношением номинальной грузоподъемности к полному объёму кузова:

$$q_v = \frac{q_n}{V_{\kappa}}, \quad (3.2)$$

где q_n – номинальная грузоподъемность подвижного состава, т;
 V_{κ} – полный объём кузова, м³.

Коэффициент грузовместимости определяется для конкретного вида груза и его упаковки и рассчитывается по формуле

$$\gamma = \frac{V_{\kappa} \eta \rho_o}{q_n}, \quad (3.3)$$

где V_{κ} – внутренний геометрический объём кузова передвижного средства, м³;
 η – коэффициент использования объёма кузова при данном виде груза (характеризуется коэффициентом укладки).

Коэффициент грузовместимости показывает, какая часть грузоподъемности подвижного состава может быть использована при перевозке данного груза.

Задача 9. В автомобиле грузоподъемностью 12 т и внутренним размером кузова 7370 × 2060 × 1840 мм по заказу торговой компании единовременно перевезено восемь различных товаров, грузовые характеристики которых приведены в таблице 3.1. Все товары упакованы в коробки из гофрированного картона. Всего в автомобиль погружено 1250 коробок. Общая плата за пользование автомобилем составила 10 000 р. Определить затраты на доставку различных товаров автомобильным транспортом в случае их совместной перевозки.

Таблица 3.1 – Размер заказа и характеристики доставленных товаров

Наименование	Размер заказа, количество коробок	Параметр коробок			
		Масса, кг	Высота, см	Ширина, см	Длина, см
Сухарики-гренки «Емеля» бекон	200	3,75	21	29	38
Сахар-песок фасованный по 0,9 кг	50	18,9	15	36	40
Кетчуп «Болгарский» 540 г	200	7,38	21	21	49
Уксус «Балтимор» яблочный 6%	100	6,47	21	22	34
Безалкогольный напиток «Бианка»	100	7,57	33	17	26
Вода Новотерская целебная, 1,5 л	100	9,57	34	18	28
Рис длинный 0,9 кг	200	18,9	15	36	40
Попкорн соленый	300	1,10	30	31	38

Задача 10. Экспедитор предлагает на определенном направлении перевозки тарифную ставку 80 долл. Расчетная единица массы – 1 т; расчетная единица объема – 5 м³. Клиент намерен отправить 700 ящиков с грузом. Масса брутто одного ящика составляет 12 кг, а его размеры по длине, ширине и высоте составляют 0,5 × 0,3 × 0,3 м. Рассчитать стоимость перевозки и наиболее выгодный подход к установлению цены со стороны экспедитора.

4 Определение параметров складов

Задача 1. Определить вместимость склада и его площадь по грузам А, Б, В, а также общую площадь по данным таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Показатель	Значение		
	А	Б	В
1 Коэффициент складировемости	0,8	0,85	0,9
2 Среднесуточный грузопоток, т	200	250	300
3 Коэффициент неравномерности суточного прибытия грузов	1,2	1,2	1,2
4 Срок хранения груза на складе, сут	2	2	3
5 Коэффициент, учитывающий площадь складских проездов	2,0	2,0	1,9
6.Допустимая высота укладки груза в штабеля, м	0,5	0,5	0,5
7 Объемная масса груза, т/м ³	60	70	80

Задача 2. Определить площади приемоотправочных, сортировочных, комплектовочных экспедиторских площадок склада, а также общую площадь экспедиторских площадок исходя из данных таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Исходные данные

Показатель	Значение		
	П	С	К
1 Коэффициент поступления грузов на площадку	1,5	1,3	1,4
2 Среднесуточное поступление или отпуск грузов, т/сут	400	500	600
3 Срок хранения груза на складе, сут	1	1,5	2
4 Допустимая высота укладки груза в штабель, м	1	0,5	1
5 Объемная масса груза, т/м ³	100	150	200

Задача 3. По данным таблицы 4.2 определить требуемую интенсивность операций по разгрузке (погрузке) подвижного состава, складированию и отгрузке со склада по следующим исходным данным: масса подачи партии – 20 т; число вагонов (транспортных единиц) в подаче – 10; продолжительность работы склада за сутки по приёму груза – 12 ч; суточный объём отгрузки со склада – 30 т; суточная продолжительность потребления груза со склада – 12 ч; простой подвижного состава под разгрузкой в течение суток составляет 2 ч. Масса подачи партии на складирование равна массе подачи на разгрузку.

Методические рекомендации к задачам 1–3

Необходимая площадь склада

$$F_{np} = \sum_{i=1}^n K_{np.i} \frac{K_{ск.i} \cdot Q_{p.c.i} \cdot T_{xp.i}}{P_i}, \quad (4.1)$$

где $K_{np.i}$ – коэффициент, учитывающий площадь складских проездов;

$K_{ск.i}$ – коэффициент складировуемости i -го вида груза;

$Q_{p.c.i}$ – расчетный суточный грузопоток i -го вида груза;

$T_{xp.i}$ – срок хранения груза на складе i -го вида груза, сут;

n – номенклатура хранимых на складе грузов.

Удельная нагрузка на 1 м² полезной площади склада i -го вида груза, т,

$$P_i = h_i \cdot \gamma_i, \quad (4.2)$$

где h_i – допустимая высота укладки i -го вида груза в штабель, м;

γ_i – объемная масса i -го вида груза, т/м³.

Вместимость склада

$$V_{ск} = \sum_{i=1}^n K_{ск.i} \cdot Q_{p.c.i} \cdot T_{xp.i}. \quad (4.3)$$

Расчетный суточный грузопоток

$$Q_{p.c.i} = Q_{г.i} \cdot K_{н.i}, \quad (4.4)$$

где $K_{n.i}$ – коэффициент неравномерности суточного прибытия i -го вида груза;
 $Q_{c.i}$ – среднесуточный грузопоток i -го вида груза, т.

Площадь экспедиторских площадок (приемоотправочных, сортировочных, комплектовочных)

$$F_{\text{э}} = \sum_{i=1}^n \frac{K_{n.i} \cdot Q_{c.i} \cdot T_{xp.i}}{P_i}, \quad (4.5)$$

где $K_{n.i}$ – коэффициент поступления (отпуска) i -го вида груза;
 $Q_{c.i}$ – среднесуточное поступление (отпуск) i -го вида груза.

Интенсивность операций по разгрузке или погрузке подвижного состава

$$q_{\text{раз}} = \frac{Q_n}{t_p \cdot n_{\text{под}}}, \quad (4.6)$$

где Q_n – масса подачи (партии), т;

$n_{\text{под}}$ – число вагонов (транспортных единиц) в подаче;

t_p – простой подвижного состава под разгрузкой в течение суток, ч.

Интенсивность операций по складированию

$$q_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{скл}}}{T_{\text{скл}}}, \quad (4.7)$$

где $Q_{\text{скл}}$ – масса подачи (партии) на складирование, т;

$T_{\text{скл}}$ – продолжительность работы склада за сутки по приёму груза, ч.

Интенсивность грузовых операций по отгрузке со склада

$$q_{\text{отг}} = \frac{Q_{\text{отг}}}{T}, \quad (4.8)$$

где $Q_{\text{отг}}$ – суточный объём отгрузки со склада, т;

T – суточная продолжительность потребления груза со склада, ч.

Задача 4. Рассчитать суточный грузопоток по прибытию и по отправке при следующих данных: среднее суточное поступление грузов на склад – 12 вагонов, максимальное – 15; средний вес груза в одном вагоне – 100 т; среднесуточный отпуск грузов со склада – 60 автопоездов, максимальный – 72; средний вес груза в одном автопоезде – 18 т.

Задача 5. Найти площадь комплектовочно-отпускной экспедиции склада при следующих данных: годовой грузооборот по отпуску продукции – 80300 т; продолжительность хранения на отпускной экспедиции – 2 сут; нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 1,5 т; среднесуточный отпуск грузов со склада – 5 вагонов, максимальный – 6.

Задача 6. Рассчитать все площади закрытого склада: общую, полезную, вспомогательную, служебную, приемочной и отправочной экспедиции при следующих данных. Среднее суточное поступление грузов на склад – 547 т, максимальное – 812. Вместимость ящика – 45 кг; длина ящика – 600 мм; ширина – 400 мм. Средний срок хранения груза – 8 сут. Продолжительность хранения на приемочной экспедиции – 2 сут. Продолжительность хранения на отправочной экспедиции – 1,2 сут. Нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения составляет 1,8 т. Среднесуточный отпуск составляет 476 т, максимальный – 634 т. Вспомогательная площадь состоит из трех проездов шириной 3 м и длиной 38 м, трех коридоров шириной 3 м и длиной 15 м. На складе в смену работают 6 чел.

Задача 7. В закрытом складе оптовой базы хранятся инструменты в ящиках на стандартных поддонах при следующих условиях.

- 1 Вес ящика – 50 кг, ширина – 40 см, длина – 60 см, высота – 40 см.
 - 2 Размер поддона 80 × 1200 мм, грузоподъемность – до 1,5 т.
 - 3 Количество рабочих суток в году – 320.
 - 4 Годовой грузооборот на складе – 6400 т.
 - 5 Нагрузка на 1 м² площади склада в основной зоне хранения – 2 т.
 - 6 Продолжительность хранения груза – 6 сут.
 - 7 Продолжительность хранения груза на приемочно-отправочной площадке – 1 сут.
 - 8 Коэффициент неравномерного поступления грузов на склад – 1,2.
 - 9 Количество работников склада – 3 чел.
 - 10 Коэффициент использования площади склада – 0,6.
- Рассчитать все площади склада.

Методические рекомендации к задачам 4–7

Общая площадь на складе $S_{общ}$ рассчитывается по формуле

$$S_{общ} = S_{пол} + S_n + S_o + S_{всп} + S_{сл}, \quad (4.9)$$

где $S_{пол}$ – полезная площадь, занимаемая хранимыми материалами;

S_n – площадь приемочной экспедиции;

S_o – площадь отправочной экспедиции;

$S_{всп}$ – вспомогательная площадь, занятая транспортными проездами, противопожарными и технологическими проходами между оборудованием и складом;

$S_{сл}$ – служебная площадь.

Полезная площадь $S_{пол}$ рассчитывается по формуле

$$S_{пол} = \frac{q_{сум} \cdot t_{хр}}{p}, \quad (4.10)$$

где $q_{\text{сут}}$ – среднесуточное поступление материалов на склад с учетом неравномерности этого процесса, т / сут;

$t_{\text{хр}}$ – средняя продолжительность хранения материалов на складе, сут;

p – допустимая или средняя нагрузка на 1 м² пола склада, зависящая от специализации склада, т/м².

Среднесуточное поступление (отправка) материалов на складе $q_{\text{сут.н(о)}}$ рассчитывают по формуле

$$q_{\text{сут.н(о)}} = \frac{Q_{\text{год.н(о)}} \cdot K_n}{T_{\text{н(о)}}}, \quad (4.11)$$

где $Q_{\text{год.н(о)}}$ – годовой грузооборот склада, т;

K_n – коэффициент неравномерности поступления (отпуска) материалов на склад;

$T_{\text{н(о)}}$ – количество дней работы склада в году при поставках (отпуске) товаров (железнодорожным транспортом $T_n = 365$ дн.).

Коэффициент неравномерности K_n поступления (отпуска) материалов со склада

$$K_n = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{cp}}} \geq 1, \quad (4.12)$$

где Q_{max} , Q_{cp} – максимальный и средний запасы материалов в фиксированный период времени соответственно (т, м, м³ или шт.).

В проектных расчетах коэффициент неравномерности поступления материалов на склад принимается равным 1,1...1,3.

Полезная площадь определяется в соответствии со схемой планировки склада как сумма площадей, занятых штабелями, стеллажами и другими единицами оборудования для хранения.

Площадь приемочной экспедиции S_n при ежедневном поступлении грузов

$$S_n = \frac{Q_{\text{год.н}} \cdot t_{\text{хр.н}} \cdot K_{\text{н.н}}}{T_n \cdot p_n}, \quad (4.13)$$

где $Q_{\text{год.н}}$ – годовой грузооборот склада по приемке грузов;

$t_{\text{хр.н}}$ – продолжительность хранения материалов на приемочной экспедиции;

$K_{\text{н.н}}$ – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад;

p_n – средняя нагрузка на пол склада в экспедиции приемки, т / м².

Площадь отправочной экспедиции S_o определяется по формуле

$$S_o = \frac{Q_{\text{год.о}} \cdot t_{\text{хр.о}} \cdot K_{\text{н.о}}}{T_o \cdot p_o}, \quad (4.14)$$

где $Q_{\text{год.о}}$ – годовой грузооборот склада по отпуску грузов;

$t_{\text{хр.о}}$ – продолжительность хранения материалов на отправочной экспедиции;

$K_{н.о}$ – коэффициент неравномерности отпуска материалов со склада;

P_o – средняя нагрузка на пол склада в экспедиции отправки, т/м².

Вспомогательная площадь $S_{всп}$ рассчитывается по формуле

$$S_{всп} = \sum_1^n A_i \cdot B_i, \quad (4.15)$$

где A_i – длина коридоров, проездов;

B_i – ширина коридоров, проездов;

n – количество коридоров, проездов.

При максимальном числе работников на складе в смену служебная площадь $S_{сл}$ составляет

$$S_{сл} = H_ч \cdot n_p, \quad (4.16)$$

где $H_ч$ – норматив выделяемой площади на человека, м²;

n_p – количество работников на складе в смену, чел.

Площадь служебных, подсобных и бытовых помещений склада рассчитывается по нормам в зависимости от числа работающих в максимальную смену: при штате 3...5 чел. – 4 м²/чел.; более 5 чел. – 3,25 м²/чел.

5 Определение параметров погрузочно-разгрузочных пунктов

Задача 1. Рассчитать протяженность разгрузочного фронта закрытого склада при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 8 вагонов, максимальное – 12 вагонов; средний вес груза в одном вагоне – 62 т; длина вагона – 14,73 м; промежуток между вагонами – 1 м.

Задача 2. Определить длину погрузочного фронта автомобильной платформы закрытого склада при следующих данных: среднесуточный отпуск грузов со склада – 6 автомобилей, максимальный – 9 автомобилей; время погрузки одного автомобиля – 30 мин.

Задача 3. Рассчитать количество бригад (постов) разгрузки закрытого склада при следующих условиях: среднесуточное поступление грузов на склад – 10 автомобилей, максимальное – 14 автомобилей; средний вес груза в одном автомобиле – 4,5 т; продолжительность смены – 8 ч; время погрузки одного автомобиля – 45 мин.

Задача 4. Необходимо перевезти 1120 т сыпучего груза. Грузоподъемность одного вагона – 70 т. Загрузка вагонов производится на двух грузовых пунктах. Продолжительность подготовительных операций с вагоном – 0,3 ч; непосредственная загрузка вагона из бункера – 1 ч; продолжительность заключительных операций – 0,2 ч. Определить суммарное время погрузки вагонов.

Методические рекомендации к задачам

Протяженность погрузочно-разгрузочного фронта определяется исходя из годового поступления на склад и отправки со склада, а также средней грузоподъемности вагона или автотранспортного средства:

$$L = n \cdot l + (n - 1) \cdot l_1, \quad (5.1)$$

где L – длина разгрузочного фронта, м;

l – длина транспортного средства, м;

l_1 – длина промежутков между транспортными средствами, одновременно поставленными под разгрузочные работы ($l_1 = 1,0 \dots 1,5$ м для вагонов; $l_1 = 1$ м для автомобилей, установленных к разгрузочному фронту торцом; $l_1 = 2,8$ м для автомобилей, установленных вдоль разгрузочного фронта);

n – количество транспортных средств, одновременно подаваемых под разгрузку, шт.

$$n = \frac{n_{mp}}{r_{под}}, \quad (5.2)$$

где n_{mp} – число транспортных средств, подаваемых в течение суток на разгрузку;

$r_{под}$ – число подач транспортных средств в сутки.

$$n = \frac{Q \cdot K_{нер.п}}{T_n \cdot D_m}, \quad (5.3)$$

где Q – годовой грузооборот, т;

D_m – грузоподъемность одного транспортного средства, т.

Таким же способом рассчитывается длина погрузочного фронта для транспортных средств, одновременно подаваемых под отгрузку, шт.:

$$n = \frac{Q \cdot K_{нер.о}}{T_o \cdot D_m}. \quad (5.4)$$

Длина погрузочно-разгрузочного фронта автомобильной платформы может быть найдена и по формуле

$$L = n_a \cdot K_{нер.о} \cdot t \cdot 4,5, \quad (5.5)$$

где n_a – количество автомашин, поступающих и отправляемых в час;

t – время нахождения автотранспорта под погрузкой или разгрузкой;

4,5 – протяженность фронта платформы для одного автотранспортного средства при его погрузке или разгрузке с торца, м.

Длина фронта разгрузки зависит от количества и размеров транспортных средств (ТС), прибывающих на склад автомобилей или вагонов, а также от

времени, необходимого для их разгрузки.

Количество ТС, прибывающих на склад за смену, можно определить следующим образом:

$$n_{см} = \frac{Q_{ср.см} \cdot K_{нер.п}}{q_n \cdot \gamma_{исп.гр}}, \quad (5.6)$$

где $Q_{ср.см}$ – среднесменный грузооборот поступления (т/см.);

q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

$\gamma_{исп.гр}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства.

$$q_n = \frac{q_{\phi}}{\gamma_{исп.гр}}, \quad (5.7)$$

где q_{ϕ} – фактический вес груза, перевозимый автомобилем, т.

Количество транспортных средств, одновременно находящихся под разгрузкой, должно соответствовать количеству постов разгрузки – бригад (B_k):

$$B_k = \frac{n_{см}}{ПР_{ср}}, \quad (5.8)$$

где $ПР_{ср}$ – средняя производительность одного поста (бригады) в смену.

$$ПР_{ср} = \frac{T_{см}}{T_{ср.разгр}}, \quad (5.9)$$

где $T_{см}$ – время работы бригады за смену, чел.-ч/см.;

$T_{ср.разгр}$ – среднее время разгрузки транспортного средства одним постом (бригадой), чел.-ч/тс.

При этом следует отметить, что габариты транспортного средства не должны превышать по ширине 2,5 м (для рефрижераторов и изотермических кузовов допускается 2,6 м). Следовательно, расстояние между осями для мест разгрузки должно быть не менее 3,6 м.

Время погрузки одного вагона определяется по формуле

$$t = t_{подг} + t_{гр} + t_{закл}, \quad (5.10)$$

где $t_{подг}$ – продолжительность подготовительных операций с вагоном (установка люков бункера, закрытых торцевых дверей и др.) на грузовом фронте;

$t_{закл}$ – продолжительность заключительных операций (разравнивание груза, дозировка и др.) на грузовом фронте;

$t_{гр}$ – непосредственная загрузка вагона из бункера.

6 Определение массы и потерь грузов при перевозках

Задача 1. Калибровочный тип цистерны – 72. Высота налива, определенная метрштоком, – 274,6 см. Установить объем жидкости в цистерне.

Задача 2. Необходимо определить массу бензина на станциях налива и слива и величину потерь груза при перевозке с учетом нормы естественной убыли груза. Калибровочный тип цистерны – 77. Плотность груза при температуре +20 °С – 0,72 кг/дм³. Высота груза при наливе – 235 см, при сливе – 224 см. Температура груза при наливе – 32 °С, при сливе – 0 °С.

Задача 3. Стандартная масса сырой нефти, принятой к перевозке, – 0,86 т/м³. Эксплуатационный объем цистерны – 5600 л или 5,6 м³. Определить запас емкости цистерны при возможном повышении температуры груза в рейсе до 30 °С.

Методические указания к задачам 1–3

В соответствии с правилами перевозок грузов наливом в цистернах, масса этих грузов в большинстве случаев определяется путем замера объема налитого груза. Для того чтобы можно было определить объем груза, все цистерны, в зависимости от конструкции котлов и размеров их элементов (барабанов, днищ, колпаков), делятся на калибровочные типы. Для каждого типа цистерн определенной высоте (уровню) налива соответствует определенный объем (дм³ – литры), который определяется по таблицам калибровки.

Для того чтобы установить массу жидкости в цистерне в килограммах, необходимо знать, кроме объема, также плотность продукта. Нормальной считается плотность нефтепродукта при температуре +20 °С. Плотность нефтепродуктов при +20 °С должна содержаться в паспортных данных на груз. Одновременно с определением плотности и высоты налива определяется температура груза.

Если имеются паспортные данные о плотности нефтепродукта при +20 °С (ρ_{20}), можно определить его фактическую плотность ρ_t при определенной температуре:

$$\rho_t = \rho_{20} + \Delta(20 - t), \quad (6.1)$$

где Δ – средняя температурная поправка, т/(м³·°С). Значение температурной поправки находится по нормативным таблицам для плотности продукта при 20 °С;

t – температура жидкости, для которой определяется плотность, °С.

Полученные значения плотности округляются до 0,0001.

Масса нефтепродукта в определенном объеме V может быть рассчитана как

$$M = \rho_t \cdot V. \quad (6.2)$$

Нормы естественной убыли нефтепродуктов в процессе перевозки, перекачки и хранения определены законодательно и определяются при помощи нормативов (для бензинов всех марок – 0,3 кг/т; для дизельного топлива – 0,2 кг/т; для нефти – 0,5 кг/т).

Потери груза, с учетом нормы естественной убыли, составляют

$$П_{гр} = M_{нал} - M_{ест.уб} - M_{сл}, \quad (6.3)$$

где $M_{нал}$ – масса жидкого груза при наливе, т;

$M_{ест.уб}$ – масса естественной убыли жидкого груза, т;

$M_{сл}$ – масса жидкого груза при сливе, т.

Задача 4. Определить сумму потери и порядок их списания с учетом установленных норм при перевозке стекла, если: размер партии – 630 м³; стоимость 1 м³ – 25 р.; норма боя стекла – 1 %; величина потерь – 5,2 м³.

Задача 5. В летний период осуществлялась перевозка лака на конденсационных смолах в автоцистерне. Было отправлено 13 м³ лака, а по прибытии с автоцистерны получателем было слито 12,95 м³. Определить величину естественной убыли груза и установить, имела ли место недостача.

Задача 6. Определить размер технологических потерь и общую сумму материальных расходов с учетом стоимости возвратных отходов (в виде отстоя) при производстве майонеза. Технологические потери связаны с транспортировкой растительного масла, используемого в процессе производства. Они составляют в норме 1,5 % от общего объема, отпущенного в производство. Количество продукта для производства – 20 т. Цена за 1 т – 25 тыс. р. Возвратные отходы – 105 кг. Цена за 1 кг возвратных отходов – 5 р. Вес готового полуфабриката – 18,5 т.

Задача 7. В вагоне железнодорожного транспорта на расстояние 500 км осуществлялась перевозка 72 т цемента влажностью 1,2 % и объёмной массой 1,2 г/см³. В вагоне имелись щели:

- ширина 0,1 см; длина 58 см;
- ширина 0,15 см; длина 44 см;
- ширина 0,2 см; длина 20 см;
- ширина 0,21 см; длина 9 см.

Определить общие потери груза и является ли убыль груза естественной.

Методические указания к задаче 7

Величину удельных потерь сыпучего груза, фракции 1,0 мм и меньше, приходящуюся на единицу длины щели, можно определить по экспериментальной зависимости

$$q_i = 298 \cdot \frac{a_i^3 \cdot \gamma^2}{\tau_0} \cdot \sqrt{\frac{S}{100}}, \quad (6.4)$$

где q_i – величина удельных потерь, приходящихся на единицу длины i -й щели, г/см;

a_i – ширина i -й щели, см;

γ – объемная масса груза, г/см³;

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу;

S – расстояние перевозки груза, км.

Величину τ_0 , в зависимости от влажности груза, можно определить по формуле

$$\tau_0 = 0,524 + 4,266 \cdot W - 0,342 \cdot W^2, \quad (6.5)$$

где W – влажность груза, %.

Зная величину удельных потерь, можно определить общие потери через щелевые отверстия, приходящиеся на один вагон:

$$P = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^n q_i \cdot L_i, \quad (6.6)$$

где P – потери, приходящиеся на один вагон, т;

n – число щелей в вагоне;

L_i – длина i -й щели.

Величину потерь необходимо сравнивать с нормой естественной убыли массы груза. Согласно Приложению 2 к Правилам выдачи грузов на железнодорожном транспорте, норма естественной убыли цемента при перевозках в крытых вагонах-хопперах, цистернах-цементовозах насыпью составляет 0,3 % от массы перевозимого груза.

Список литературы

- 1 **Олещенко, Е. М.** Основы грузоведения : учебное пособие / Е. М. Олещенко, А. Э. Горев. – Москва : Академия, 2005. – 288 с.
- 2 **Куликов, Ю. И.** Грузоведение на автомобильном транспорте : учебное пособие для вузов / Ю. И. Куликов. – Москва : Академия, 2008. – 208 с.
- 3 **Сханова, С. Э.** Основы транспортно-экспедиционного обслуживания: учебное пособие / С. Э. Сханова, О. В. Попова, А. Э. Горев. – 4-е изд., перераб. – Москва : Академия, 2011. – 432 с.
- 4 **Моисеенко, Н. С.** Товароведение непродовольственных товаров : учебник для вузов / Н. С. Моисеенко. – 5-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 379 с.
- 5 **Петрище, Ф. А.** Теоретические основы товароведения и экспертизы непродовольственных товаров : учебник для вузов / Ф. А. Петрище. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Дашков и К, 2009. – 510 с.

6 Теоретические основы товароведения : учебное пособие для вузов / Под ред. В. Е. Сыцко. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. – 208 с.

7 Товароведение, экспертиза и стандартизация : учебник / А. А. Ляшко [и др.]. – Москва : Дашков и К, 2009. – 668 с.

8 Товароведение, экспертиза и стандартизация : учебник / А. А. Ляшко [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К, 2011. – 668 с.

Приложение А (обязательное)

Варианты индивидуальных заданий

Таблица А.1 – Исходные данные к заданиям 1 и 2

Номер варианта	Наименование груза	Номер варианта	Наименование груза
1	Автозапчасти. Масло коровье	17	Дрожжи. Реактивы химические
2	Волокна химические. Металлорежущий инструмент	18	Желатин. Лампы электрические
3	Аккумуляторы железоникелевые. Мыло хозяйственное	19	Чай. Меховые изделия
4	Шины пневматические. Продукция плодовая и грибная консервированная.	20	Стекло листовое. Тюле-гардинное полотно
5	Водка. Пестициды	21	Кожгалантерейные изделия. Столярные инструменты
6	Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Ножи	22	Телевизор. Сыр
7	Вата минеральная. Обувь кожаная	23	Картофель. Табачные изделия
8	Вентилятор. Конфеты	24	Кондитерские изделия. Ковры
9	Галантерейные изделия. Средства лекарственные	25	Консервы мясные. Теплоизоляционные материалы
10	Гвозди. Рыба живая	26	Пиломатериалы. Трикотажные изделия
11	Фрукты сушеные. Парфюмерно-косметические изделия	27	Лакокрасочная продукция. Трубы металлические
12	Головные уборы. Пластмассовые изделия	28	Бензин. Фарфоровые изделия
13	Двери. Печенье	29	Мороженое. Фурнитура мебельная
14	Сахар. Кабели, провода	30	Майонез. Кофе
15	Двигатели. Концентраты пищевые	31	Кирпич. Сметана
16	Рис. Радиаторы электробытовые	32	Мука. Ферросплавы