

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 22.12.2021 15:30:11
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов



ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ для студентов направлений подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения

Курск 2017

УДК 656.072:553.13

Составители: Л. П. Кузнецова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили, транспортные системы и процессы» Б.А. Семенихин

Грузоведение: методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ для студентов направлений подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения/ Юго-Зап. Гос. ун-т; сост.: Л.П. Кузнецова Курск, 2017. 24 с.: ил. 1, табл. 7, Библиогр.: 4.: с. 24.

Представлены методики определение объема груза при перевозке, выбор материалов и расчет амортизирующих прокладок, расчет технологической схемы механизированной перегрузки грузов, расчет основных характеристик и показателей работы склада.

Каждая глава содержит перечень основных уравнений и символов, задачи с решениями и многовариантные задачи. Решение подобных задач помогает усвоить и глубже понять теоретические положения курса.

Предназначены для студентов направлений подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов и 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л . Уч.-изд.л . Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

	стр
ВВЕДЕНИЕ	4
Практическая работа №1. Определение объема груза при перевозке	5
Самостоятельная работа 1	7
Практическая работа №2. Выбор материалов и расчет амортизирующих прокладок	8
Самостоятельная работа 2	11
Практическая работа №3. Расчет технологической схемы механизированной перегрузки грузов	12
Самостоятельная работа 3	15
Практическая работа №4. Расчет основных характеристик и показателей работы склада	16
Самостоятельная работа 4	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	24

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по курсу «Грузоведение». Отражены разделы программы теоретической части дисциплины: определение объема груза при перевозке, выбор материалов и расчет амортизирующих прокладок, расчет технологической схемы механизированной перегрузки грузов, расчет основных характеристик и показателей работы склада.

В каждом разделе приведены примеры с подробным объяснением хода решения типовой задачи.

При изучении курса в высших учебных заведениях большое значение имеет приобретение навыков в решении задач, что является одним из критериев прочного усвоения курса.

Практическая работа №1

Определение объема груза при перевозке

Перевозки навалочных грузов в больших объемах выполняются в строительстве, при разработке полезных ископаемых и в сельском хозяйстве.

Для перевозки навалочных грузов наиболее рационально использовать самосвалы или самосвальные автопоезда, которые обеспечивают быструю разгрузку. Тип самосвала должен соответствовать особенностям перевозимого груза. Объем навалочного груза, который может быть перевезен в АТС, необходимо рассчитывать по формуле (1), учитывающей объем «шапки», образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$$V_{\Gamma} = V_{\kappa} + (b_{\kappa}/2)^3 \operatorname{tg} \alpha_{\text{дв}}, \quad (1)$$

где V_{κ} - геометрический объем кузова;

b_{κ} - ширина кузова;

$\alpha_{\text{дв}}$ - угол естественного откоса груза в движении.

Максимальная масса перевозимого груза составит:

$$Q_{\Gamma} = V_{\Gamma} \rho, \quad (2)$$

где ρ — плотность груза, т/м³.

Если $Q_{\Gamma} > q_{\text{н}}$, то объем кузова не может быть использован полностью и в самосвал необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности (3) объемом:

$$V_{\Gamma} = q_{\text{н}}/\rho, \quad (3)$$

где $q_{\text{н}}$ — номинальная грузоподъемность ПС, т.

Если $Q_{\Gamma} < q_{\text{н}}$, то объем кузова недостаточен для полной загрузки данного ПС. Степень использования грузоподъемности будет определяться соотношением массы груза и номинальной грузоподъемности АТС (4):

$$N = Q_{\Gamma}/q_{\text{н}}, \quad (4)$$

Необходимые справочные сведения по навалочным грузам приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики основных навалочных грузов

Наименование	Плотность, т/м ³	Угол откоса	
		в движении	в покое
Глина сухая	1,8	40	40
Глина сырая	2,0	20	25
Гравий	1,7	30	45
Земля	1,6	17	27
Зерно	0,6	28	35
Картофель	0,6	20	28
Песок	1,6	30	33
Торф	0,5	40	45
Уголь	0,8	30	45
Шлак	0,7	35	50
Щебень	1,8	35	45

Пример 1. Определить, какой объем навалочного груза может быть перевезен на автотранспортном средстве, если известен характер груза.

Решение: Выбираем согласно своему варианту наименование груза и тип АТС из таблицы 2. Груз – торф; АТС - МАЗ-504; $V_k = 40,6 \text{ м}^3$; $b_k = 2,37 \text{ м}$; $q_n = 13,25 \text{ т}$.

По таблице 1 определяем плотность груза и угол его естественного откоса груза в движении при погрузке с «шапкой»:

$$\alpha_{\text{дв}} = 40^0; \rho = 0,5 \text{ т/м}^3.$$

С учетом размеров кузова определяем возможный объем груза по формуле (1):

$$V_{\Gamma} = V_k + (b_k/2)^3 \text{tg} \alpha_{\text{дв}} = 40,6 + (2,37/2)^3 \text{tg} 40^0 = 41,996 \text{ м}^3.$$

Максимальная масса перевозимого груза согласно формуле (2) равна:

$$Q_{\Gamma} = V_{\Gamma} \rho = 41,996 \cdot 0,5 = 20,998 \text{ т}.$$

Поскольку $Q_{\Gamma} > q_n$, то объем кузова не может быть использован полностью и в самосвал необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности (3) объемом

$$V_{\Gamma} = q_n / \rho = 13,25 / 0,5 = 26,5 \text{ м}^3.$$

Если $Q_{\Gamma} < q_n$, то необходим расчет степени использования грузоподъемности по формуле (4).

Ответ: $V_{\Gamma} = 26,5 \text{ м}^3$.

Самостоятельная работа 1

Определить, какой объем навалочного груза может быть перевезен на автотранспортном средстве, если известен характер груза.

Таблица 2 - Исходные данные для расчета

№ в	Параметры				
	Груз	АТС	$V_{к}, м^3$	$b_{к}, м$	$q_{н}, т$
1	Глина сухая	Татра-815S3	8,9	2,3	15,3
2	Глина сырая	Газ - 52	14,5	2,2	2,0
3	Гравий	Газ – 53А	14,2	2,2	3,25
4	Земля	Газ – 51	10,0	2,2	2,0
5	Зерно	УАЗ-451М	4,0	1,6	0,6
6	Картофель	ЗИЛ-130	10,0	2,08	3,5
7	Песок	ИАПЗ-754В	10,0	2,1	2,5
8	Торф	Урал-377С	40,0	2,37	13,5
9	Уголь	Урал-377С	40,0	2,37	13,5
10	Шлак	ЗИЛ-164Н	40,0	2,35	6,0
11	щебень	КАЗ-606	34,0	2,42	7,0
12	Глина сухая	МАЗ-200В	41,0	2,35	12,0
13	Глина сырая	КАЗ-608	29,0	2,37	7,5
14	Гравий	РАФ-977Д	7,3	1,64	1,0
15	Земля	Газ - 52	14,5	2,2	2,0
16	Зерно	Газ – 53А	14,2	2,2	3,25
17	Картофель	Газ – 51	10,0	2,2	2,0
18	Песок	УАЗ-451М	4,0	1,6	0,6
19	Торф	ЗИЛ-130	10,0	2,08	3,5
20	Песок	МАЗ-504	40,6	2,37	13,25
21	Шлак	МАЗ-200В	41,0	2,35	12,0
22	щебень	КАЗ-608	29,0	2,37	7,5
23	Картофель	ИАПЗ-754В	10,0	2,1	2,5
24	Уголь	КАЗ-606	34,0	2,42	7,0
25	Торф	МАЗ-504	40,6	2,37	13,25
26	Глина сухая	УАЗ-451М	4,0	1,6	0,6
27	Глина сырая	ИАПЗ-754В	10,0	2,1	2,5
28	Гравий	УАЗ-451М	4,0	1,6	0,6
29	Земля	МАЗ-504	40,6	2,37	13,25
30	Зерно	МАЗ-200В	41,0	2,35	12,0

Практическая работа №2

Выбор материалов и расчет амортизирующих прокладок

В процессе транспортирования и выполнения погрузочно-разгрузочных и складских работ упакованные изделия подвергаются различным динамическим нагрузкам, которые могут достигать значительных величин. Наиболее опасен удар при падении в результате неосторожного выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Высота падения упакованного изделия зависит от способа выполнения грузовых работ: при ручной установке в штабель или переноске – это 900 мм (один человек несет груз массой до 40 кг), или 750мм (два человека несут груз массой до 100 кг). При использовании электропогрузчика высота падения принимается 450мм.

Для защиты изделий от ударных нагрузок используются различные амортизирующие материалы: гофрированный картон, пенополистирол, пенополиуретан, велофлекс и др. Основной динамической характеристикой амортизирующих материалов является зависимость «ударное ускорение – статическая нагрузка». Кривая, выражающая эту зависимость, имеет вогнутую форму с ярко выраженным минимумом и описывается выражением

$$K = a_0/p + a_1H/h + a_2(H/h)^2P, \quad (5)$$

где K – ударное ускорение (пиковая ударная нагрузка); доли g ;

P – статистическое давление изделия на прокладку, H/cm^2 ;

H – высота падения изделия в упаковке, см;

h – толщина амортизирующей прокладки, см;

a_0, a_2 – размерные постоянные величины, характеризующие ударо-защитные свойства материала, cm^2/H ; H/cm^2 ;

a_1 – коэффициент амортизации.

Выбор амортизационного материала определяется условием

$$K_{min} \leq K_{доп}, \quad (6)$$

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

$K_{доп}$ – допустимая перегрузка, выдерживаемая изделием без повреждений, доли g . $K_{доп} = a_{II}/g$

После дифференцирования приведенного выше выражения, и соответствующих преобразований получены следующие расчетные формулы для определения параметров амортизирующих прокладок:

$$h = \frac{CH}{K_{\text{доп}}}; \quad (7)$$

$$S_{\text{ПР}} = C_1 Q K_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где Q – масса изделия, кг;

C – обобщенный коэффициент амортизации;

C_1 – размерная постоянная величина, $\text{см}^2/\text{Н}$, характеризующая свойства выбранного материала.

Значения величин C и C_1 для некоторых амортизирующих материалов приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Коэффициенты амортизации C и C_1

Материал	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Значения коэффициентов	
		C	C_1
Пенополиуретан	33	2,25	7,82
	43	3,02	2,49
	50	3,54	1,28
Пенополистирол	23	2,83	0,24
Латексная губка	132	5,09	2,38
	162	3,19	2,88
	207	5,15	0,54
Картон	№1	2,50	1,93
	№2	3,37	0,60

Полученная площадь прокладки $S_{\text{ПР}}$ сравнивается с площадью опирания груза S .

Если $S/2 < S_{\text{ПР}} \cdot S$, прокладку изготавливают площадью $S_{\text{ПР}}$ и располагают ее под центром тяжести груза;

если $S < S_{\text{ПР}}$, то следует увеличить площадь опоры изделия или выбрать другой материал и повторить расчет.

По проведенным расчетам конструируют прокладки, производят упаковку изделия и ударные испытания порядком установленным стандартами.

Пример 2. Изделие массой 2,5кг выдерживает без повреждения пиковое ударное ускорение $a_{\Pi} = 24g$. Необходимо определить площадь и толщину прокладки из пенополиуретана плотностью 43кг/м^3 . Прокладка должна обеспечивать сохранность изделия при падении с высоты 90см. Опорная площадь изделия 225см^2 .

Решение. Последовательно определяем следующие величины:
допустимая ударная перегрузка;

$$K_{\text{доп}} = a_{\Pi}/g = 24;$$

толщина прокладки:

$$h = CH/K_{\text{доп}} = 3,02 \cdot 90 / 24 = 11,3\text{см};$$

площадь прокладки:

$$S_{\text{пр}} = C_1 \cdot Q \cdot K_{\text{доп}} = 2,49 \cdot 2,5 \cdot 24 = 149,4\text{см}^2.$$

В данном случае рассчитанная площадь прокладки меньше опорной поверхности изделия ($149,4 < 225$), следовательно, прокладку надо сделать площадью 225см^2 с вырезами.

Самостоятельная работа 2

Изделие массой m кг выдерживает без повреждения пиковое ударное ускорение $a_{П}$. Необходимо определить площадь и толщину прокладки из амортизационного материала плотностью ρ кг/м³. Прокладка должна обеспечивать сохранность изделия при падении с высоты 100см, 50см. Опорная площадь изделия 300 см².

Таблица 4 - Исходные данные для расчета

№ в	m, кг	$a_{П}$	Материал	ρ кг/м ³	№ в	m, кг	$a_{П}$	Материал	ρ кг/м ³
1	3,0	25	Пенополиуретан	33	16	4,5	59	Картон	№2
2	2,0	17	Пенополистирол	23	17	3,4	28	Пенополиуретан	43
3	3,1	30	Латексная губка	132	18	2,3	24	Пенополистирол	23
4	4,2	60	Картон	№1	19	4,2	31	Латексная губка	162
5	5,3	24	Пенополиуретан	43	20	5,1	58	Картон	№1
6	4,4	18	Пенополистирол	23	21	3,0	29	Пенополиуретан	50
7	3,5	32	Латексная губка	162	22	2,9	22	Пенополистирол	23
8	2,6	61	Картон	№2	23	4,8	30	Латексная губка	207
9	1,7	26	Пенополиуретан	50	24	5,7	62	Картон	№2
10	2,8	20	Пенополистирол	23	25	6,6	26	Пенополиуретан	33
11	3,9	34	Латексная губка	207	26	5,5	19	Пенополистирол	23
12	4,9	66	Картон	№1	27	4,4	29	Латексная губка	132
13	5,8	27	Пенополиуретан	33	28	3,3	59	Картон	№1
14	6,7	21	Пенополистирол	23	29	6,2	28	Пенополиуретан	43
15	5,6	32	Латексная губка	132	30	7,4	20	Пенополистирол	23

Практическая работа №3

Расчет технологической схемы механизированной перегрузки грузов

С одноэтажного склада оборудованного рамой для отправки груза на автотранспорт отгрузить материальные ценности в пакетах. Формирование пакета производится на складе на поддон размером 800 x 1200 мм грузоподъемностью 1 т. Затем с помощью авто - или электропогрузчика загружается на автотранспорт.

Произвести расчёт технологической схемы механизированной перегрузки грузов.

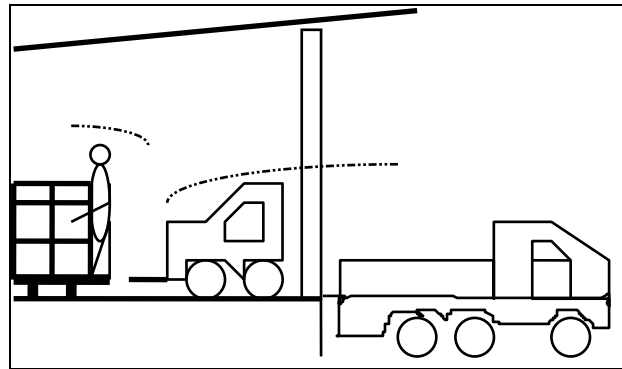


Рисунок 1 - Схема механизации погрузки и выгрузки тарноштучных грузов

Краткое описание технологического процесса

Автомобиль подъезжает задним бортом к раме склада, уровень днища кузова совпадает с уровнем подъездной рамы склада. Груз пакетируется двумя вспомогательными рабочими в штабеля ящиками. Уложенный пакет автопогрузчиком захватывается с поддона и перевозится в кузов автомобиля, где укладывается самим автопогрузчиком. Для переработки груза за сутки применяются бортовые грузовые автомобили, вспомогательные рабочие. В период перегрузки вспомогательные рабочие пакетируют новый штабель.

Исходные данные:

Среднесуточная масса перегружаемого груза $G_{гр}$, т

Масса пакета $G_{п}$, т

Время рабочего цикла $T_{ц}$, с

Затраты труда на укладку 1т груза в пакеты $ЗT_{фп}$, чел-мин

Продолжительность работы склада t_p , ч

Решение:

1. Производительность подъёмно-транспортных машин:

$$Q_{T(ч)} = 3600 \cdot G_{п} / T_{ц}, \quad (8)$$

$$Q_{T(ч)} = 3600 \cdot 0,7 / 250 = 10,08, \text{ (т/ч)},$$

где $G_{п}$ - масса пакета, т;

$T_{ц}$ - время рабочего цикла подъёмно-транспортных машин, сек.

2. Количество подъёмно-транспортных машин по выбранной технологической схеме.

$$N_{м} = G_{гр} / Q_{т} \cdot t_p \cdot k_{в}, \quad (9)$$

$$N_{м} = 207 / 10,08 \cdot 7 \cdot 0,6 = 4,8 = 5,$$

где $G_{гр}$ - среднесуточная масса отгружаемого груза, т;

$Q_{т}$ - техническая производительность подъёмно-транспортных машин, т/ч;

t_p - продолжительность работы объекта по данной схеме, ч;

$k_{в}$ - коэффициент использования подъёмно-транспортных машин по времени; $k_{в} = 0,6 \dots 0,9$

3. Определение потребного количества рабочих:

Технологический процесс по выполнению погрузочно-разгрузочных работ состоит из *основных* и *вспомогательных* операций.

К **основным** операциям относятся такие, которые входят в процесс подъёма и перемещения грузов:

- захват и подъём;
- перемещение и укладка в штабель;
- взятие груза из штабеля и подача его на транспортное средство.

К **вспомогательным** операциям относятся:

- формирование пакетов вручную;
- застропка и отстропка груза;
- крепление и раскрепление;
- направление и оттяжка грузов при подъёме и укладке.

$$P_{общ.} = P_{мех.} + P_{всп.}, \quad (10)$$

$$P_{общ.} = 5 + 2 = 7 \text{ (чел.)},$$

где $P_{мех.}$ - количество механизаторов, по количеству подъёмно-транспортных машин, чел;

$P_{всп.}$ - количество вспомогательных рабочих, необходимых для формирования пакетов, чел.

$$P_{всп.} = 60 \cdot G_{п} \cdot 3T_{фп} / T_{ц}, \quad (11)$$

$$P_{\text{всп.}} = 60 \cdot 0,7 \cdot 7 / 250 = 1,17 = 2, \text{ (чел.)},$$

где $ZT_{\text{фп}}$ - затраты труда необходимые на укладку (формирование) 1 т груза в пакеты, чел-мин;

4. Расчёт основных показателей эффективности технологических схем механизации погрузочно-разгрузочных работ.

4.1. Часовая производительность по схеме:

$$Q_{\text{час}} = N_{\text{м}} \cdot Q_{\text{т}} \cdot k_{\text{в}}, \quad (12)$$

$$Q_{\text{час}} = 5 \cdot 10,08 \cdot 0,6 = 30,24 \text{ (т/ч)}$$

4.2. Затраты труда на 1 т перерабатываемого груза:

$$ZT = P_{\text{общ}} / Q_{\text{час}}, \quad (13)$$

$$ZT = 7 / 30,24 = 0,23, \text{ (чел-час/ т)}$$

4.3. Выработка на одного человека состава бригады:

$$B = Q_{\text{час}} / P_{\text{общ}}, \quad (14)$$

$$B = 30,24 / 7 = 4,32, \text{ (т/ чел-час)}$$

4.4. Уровень механизации:

$$Y_{\text{м}} = [\Sigma A_{\text{м}} / (\Sigma A_{\text{м}} + \Sigma A_{\text{р}})] \cdot 100, \quad (15)$$

$$Y_{\text{м}} = [270 / (270 + 270)] \cdot 100 = 50 \%$$

где $\Sigma A_{\text{м}}$ - суммарный объём механизированных работ выполненных по схеме, тонно-операций;

$\Sigma A_{\text{р}}$ - суммарный объём работ вручную выполненных по схеме, тонно-операций.

$$A_{\text{м}} = G_{\text{гр}} \cdot k_{\text{м}}, \quad (16)$$

$$A_{\text{м}} = 270 \cdot 1 = 270, \text{ (т-оп.)};$$

$$A_{\text{р}} = G_{\text{гр}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (17)$$

$$A_{\text{р}} = 270 \cdot 1 = 270, \text{ (т-оп.)},$$

где $k_{\text{м}}$; $k_{\text{р}}$ - коэффициенты соответственно механизированных и ручных работ, $k_{\text{р}} = 1$; $k_{\text{м}} = 1$

Самостоятельная работа 3

С одноэтажного склада оборудованного рамой для отправки груза на автотранспорт отгрузить материальные ценности в пакетах. Формирование пакета производится на складе на поддон размером 800 x 1200 мм грузоподъемностью 1 т. Затем с помощью авто - или электропогрузчика загружается на автотранспорт. Продолжительность работы склада $t_p = 7$ ч

Произвести расчёт технологической схемы механизированной перегрузки грузов.

Таблица 5 - Исходные данные для расчета

№ в	G _{гр} , т	G _п , т	T _ц , с	ЗТ _{фп} , чел- мин	№ в	G _{гр} , т	G _п , т	T _ц , с	ЗТ _{фп} , чел- мин
1	209	0,6	260	7	16	327	0,8	260	8
2	368	0,8	340	8	17	308	0,9	430	7
3	609	0,7	250	7	18	619	0,6	260	8
4	516	0,8	460	8	19	426	0,9	350	7
5	425	0,9	530	7	20	202	0,8	240	8
6	734	0,6	660	8	21	321	0,7	450	7
7	421	0,9	350	7	22	304	0,8	260	8
8	552	0,8	240	8	23	615	0,9	330	7
9	613	0,7	550	7	24	306	0,6	260	8
10	346	0,8	460	8	25	228	0,9	450	7
11	215	0,9	230	7	26	515	0,7	420	8
12	202	0,6	360	8	27	600	0,9	280	7
13	530	0,9	250	7	28	389	0,9	340	8
14	561	0,8	540	8	29	456	0,8	350	7
15	354	0,7	350	7	30	578	0,6	560	8

Практическая работа №4

Расчет основных характеристик и показателей работы склада

Рассчитать основные характеристики и показатели работы склада:

- 1) склада для хранения материалов в штабелях;
- 2) склада для хранения товаров широкого потребления.

Таблица 6 - Исходные данные для расчета

<i>Показатель</i>	<i>Числовое значение</i>
Расчетная емкость склада, Е, т	3000
Плановый грузооборот, Q, т/год	100000
Использование емкости склада, а	0,4
Эксплуатационная нагрузка на пол складского помещения, т/м ²	2,31
Коэффициент заполнения объема стеллажа	0,64

Расчет оптимальной площади

Полезная площадь склада

Основной функцией любого склада является хранение продукции. Для выполнения этой функции служит зона хранения, где располагается складское оборудование, в котором хранится продукция. Та часть зоны хранения, которая непосредственно занята складским оборудованием, носит название *полезной площади* склада.

Существуют различные методики расчета полезной площади склада. Выбор методики зависит от типа склада и вида хранимой продукции, а также конструктивных особенностей и используемых на складе технологий. Расчет производится по удельным нагрузкам (при хранении материалов в штабелях) или по объемным измерителям (при хранении в стеллажах).

Пример 4.1 Емкость склада для хранения материалов в штабелях составляет 3000 т. Эксплуатационная нагрузка на пол складского помещения составляет 2,31 т/м². Тогда полезная площадь склада может быть определена по формуле:

$$S_{пол} = \frac{E \cdot K_{пр}}{\sigma_э}, \quad (18)$$

$$S_{пол} = \frac{3000 \cdot 1,55}{2,31} = 2013 \text{ м}^2.$$

где E – емкость склада, т;

$\sigma_э$ – эксплуатационная нагрузка на пол склада, т/м²;

$K_{пр}$ – коэффициент учитывающий площадь складских проездов 1,3 ... 1,55.

Пример 4.2 Емкость склада для хранения товаров широкого потребления составляет 3000 т. Средняя плотность груза составляет 0,5 т/м³. Хранение грузов производится на стеллажах марки СТ-2М-П. Размеры стеллажа составляют 4120×1705×4000 мм. Коэффициент заполнения объем стеллажа при хранении груза в поддонах составляет 0,64. Тогда полезная площадь склада, занятая под стеллажи, рассчитывается по формуле (24):

$$S_{пол} = \frac{E}{H_y \cdot \rho \cdot \beta}, \quad (19)$$

$$S_{пол} = \frac{3000}{4 \cdot 0,5 \cdot 0,64} = 2343,8 \text{ м}^2.$$

где H_y – высота укладки груза, м;

ρ – средняя плотность груза, т/м³;

β – коэффициент заполнения объем стеллажа (плотность укладки).

Общая площадь склада

Под *общей площадью склада* следует понимать основные производственные помещения, включая участки приемки и комплектования, отправочную и приемочную экспедицию, а также площадь проходов и проездов между стеллажами и другим складским оборудованием. В каждом конкретном случае размер общей площади склада определяется конкретной планировкой складских помещений.

Общая площадь склада определяется по формуле (20):

$$S_{общ} = S_{пол} + S_{пр} + S_{компл} + S_{сл} + S_{пэ} + S_{оэ}, \quad (20)$$

где $S_{пол}$ – полезная площадь, т. е. площадь, занятая непосредственно под хранимой продукцией (стеллажами, штабелями и дру-

гими приспособлениями для хранения продукции), м²;

$S_{пр}$ – площадь участка приемки, м²;

$S_{компл}$ – площадь участка комплектования, м²;

$S_{сл}$ – площадь рабочих мест, т. е. площадь в помещениях складов, отведенная для рабочих мест складских работников, м²;

$S_{пэ}$ – площадь приемочной экспедиции, м²;

$S_{оэ}$ – площадь отправочной экспедиции, м².

При приближенных расчетах общую площадь склада $S_{общ}$, можно определять в зависимости от полезной площади $S_{пол}$ через коэффициент использования, формула (21):

$$S_{общ} = \frac{S_{пол}}{a}, \quad (21)$$

$$S_{общ} = \frac{2013}{0,4} = 5033 \text{ м}^2.$$

где a – коэффициент использования площади склада (удельный вес полезной площади склада); в зависимости от вида хранимого товара находится в пределах 0,3...0,6.

Площади участков приемки и комплектования

Эти площади рассчитывают на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м² площади на участках приемки и комплектования. В общем случае в проектных расчетах исходят из необходимости размещения на каждом квадратном метре участков приемки и комплектования 1 м³ продукции.

Площадь зон приемки и комплектования товаров, определяют по формулам (22) и (23):

$$S_{пр} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A_2 \cdot t_{пр}}{(365 \cdot \sigma_{эп}) + S_в}, \quad (22)$$

$$S_{пр} = \frac{100000 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1}{(365 \cdot 2,31 \cdot 0,25) + 8} = 616 \text{ м}^2,$$

$$S_{компл} = \frac{Q \cdot K_n \cdot A_3 \cdot t_{км}}{254 \cdot \sigma_{эп}}, \quad (23)$$

$$S_{компл} = \frac{100000 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1}{254 \cdot 0,25 \cdot 2,31} = 920 \text{ м}^2,$$

где Q – годовое поступление продукции, т;

K_n – коэффициент неравномерности поступления продукции

на склад, $K_H = 1,2...1,5$;

A_2 – доля продукции, проходящей через участок приемки склада, %;

$t_{пр}$ – число дней нахождения продукции на участке приемки;

254 – число рабочих дней в году;

365 – число дней в году;

$\sigma_{эр}$ – расчетная нагрузка на 1 м^2 площади, принимается равной 0,25 средней нагрузки на 1 м^2 площади склада, т/м^2 ;

S_B – площадь, необходимая для взвешивания, сортировки и т. д., м^2 ; $S_B \approx 5...10 \text{ м}^2$;

A_3 – доля продукции, подлежащей комплектованию на складе, %;

$t_{км}$ – число дней нахождения продукции на участке комплектования;

На складах с большим объемом работ зоны экспедиций приемки и отправки товара устраивают отдельно, а с малым объемом работ – вместе. Размер отпускной площадки рассчитывается аналогичным образом. При расчетах следует изначально заложить некоторый излишек площади на участке приемки, так как со временем на складе, как правило, появляется необходимость в более интенсивной обработке поступающей продукции. Минимальная площадь зоны приемки должна размещать такое количество продукции, какое может прибыть в течение нерабочих дней.

Минимальный размер площади приемочной экспедиции определяется по формуле (24):

$$S_{нэ} = \frac{Q \cdot K_H \cdot t_{нэ}}{365 \cdot \sigma_{эу}}, \quad (24)$$

$$S_{нэ} = \frac{100000 \cdot 1,5 \cdot 1}{365 \cdot 2,31 \cdot 1,5} = 119 \text{ м}^2,$$

где Q – годовое поступление продукции, т;

$t_{нэ}$ – число дней, в течение которых продукция будет находиться в приемочной экспедиции;

K_H – коэффициент неравномерности поступления продукции на склад, $K_H = 1,2...1,5$;

$\sigma_{эу}$ – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м^2 в экспедиционных помещениях, принимается равным 1,5 средней нагрузки на 1 м^2 площади склада, т/м^2 .

Минимальная площадь отправочной экспедиции должна позволить выполнять работы по комплектованию и хранению усредненного количества отгрузочных партий. Ее определяют по формуле (25):

$$S_{\text{оэ}} = \frac{Q \cdot K_{\text{н}} \cdot t_{\text{оэ}}}{254 \cdot \sigma_{\text{эу}}}, \quad (25)$$

$$S_{\text{оэ}} = \frac{100000 \cdot 1,5 \cdot 1}{254 \cdot 2,31 \cdot 1,5} = 170 \text{ м}^2,$$

где $t_{\text{оэ}}$ – число дней, в течение которых продукция будет находиться в отправочной экспедиции.

Расчет площади служебных помещений

Площадь служебного помещения склада рассчитывается в зависимости от числа работающих. При штате склада до трех работников площадь конторы определяется исходя из того, что на каждого человека приходится по 5 м²; от 3 до 5 человек – по 4 м²; при штате более пяти работников – по 3,25 м². Рабочее место заведующего складом (площадь 12 м²) рекомендуется расположить вблизи участка комплектования так, чтобы была возможность максимального обзора складского помещения. Если на складе планируется проверять качество хранящейся продукции, то рабочие места отвечающего за это персонала рекомендуется оборудовать вблизи участка приемки, но в стороне от основных грузопотоков.

Площадь вспомогательных помещений можно вывести из формулы (20):

$$S_{\text{всп}} = S_{\text{общ}} - (S_{\text{пол}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{компл}} + S_{\text{сл}} + S_{\text{пэ}} + S_{\text{оэ}}), \quad (26)$$

$$S_{\text{сл}} = 5033 - (2013 + 616 + 920 + 119 + 170) = 1195 \text{ м}^2.$$

Пропускная способность и оборот склада

Производным показателем от величин E и Q является средний срок хранения грузов, который определяется по формуле (27):

$$t_{\text{хр}} = \frac{360 \cdot E \cdot a}{Q}, \quad (27)$$

$$t_{\text{хр}} = \frac{360 \cdot 3000 \cdot 0,4}{100000} = 4,3 \text{ сут},$$

где Q - годовой грузопоток, т/год (см. исходные данные);

E – емкость склада, т;

$t_{\text{хр}}$ - нормативный срок хранения на складе грузов, сут.

Пропускная способность склада рассчитывается по формуле (28):

$$F = \frac{E}{t_{\text{хр}}}, \quad (28)$$

$$F = \frac{3000}{4,3} = 697,7 \text{ т.}$$

В рассматриваемом примере пропускная способность склада составляет около 700 т в сутки. Соответственно, складской комплекс должен обладать необходимыми ресурсами для обеспечения такой пропускной способности. Под ресурсами здесь понимаются персонал склада, складское оборудование, например, погрузчики, а также необходимые технологические площади, где будут производиться операции по приему и отпуску грузов.

Оборот склада (например, месячный оборот) определяется по формуле

$$П_0 = \frac{D}{t_{\text{хр}}}, \quad (29)$$

$$П_0 = \frac{30}{4,3} = 7,0$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде (напр., месяце), дн.

Самостоятельная работа 4

Рассчитать основные характеристики и показатели работы склада.

- 1) склада для хранения товаров широкого потребления;
- 2) склада для хранения материалов в штабелях.

Таблица 7 - Исходные данные для расчета

№ в	Емкость склада <i>E, т</i>	Плановый грузооборот, <i>Q, т/год</i>	Использование емкости склада, <i>a</i>	Нагрузка на пол, <i>т/м²</i>	Коэффициент заполнения объема стеллажа
1	2500	35000	0,32	2,19	0,61
2	1000	40000	0,33	3,28	0,62
3	3500	46000	0,44	4,37	0,73
4	4000	50000	0,45	5,06	0,84
5	4200	55000	0,56	4,55	0,75
6	2000	60000	0,57	3,64	0,66
7	1700	75000	0,60	2,75	0,57
8	3000	80000	0,60	3,66	0,68
9	5500	95000	0,44	4,87	0,79
10	1500	100000	0,43	5,06	0,80
11	2200	110000	0,36	2,83	0,79
12	2000	98000	0,37	2,74	0,68
13	3050	89000	0,58	3,65	0,87
14	4000	43000	0,59	4,56	0,76
15	1400	39000	0,47	3,47	0,65
16	4800	89000	0,36	2,76	0,74
17	3800	67000	0,55	4,85	0,83
18	3700	69000	0,60	5,94	0,92
19	2900	51000	0,52	4,73	0,81
20	2100	67000	0,41	4,62	0,73
21	5100	44000	0,32	3,53	0,64
22	4300	120000	0,44	3,44	0,75
23	2600	135000	0,53	2,39	0,86
24	2700	57000	0,34	2,58	0,77
25	4200	99000	0,55	3,65	0,68

Продолжение табл.7

26	1800	88000	0,66	4,71	0,79
27	1900	77000	0,45	2,80	0,80
28	2900	66000	0,39	3,97	0,75
29	4900	55000	0,48	4,76	0,64
30	5200	44000	0,57	3,63	0,73

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зотов, Л.Л. Грузоведение: Учеб. пособие/ Л.Л. Зотов. – СПб.; Изд-во СЗТУ, 2008
2. Пашков А.К. Пакетирование и перевозка тарно-штучных грузов/ А.К. Пашков, Ю.Н. Полярин. – М.; Транспорт, 2000. – 255 с.
3. Демянкова Т.В. Грузоведение. Учебное пособие. – М.: МИ-ИТ, 2003. – 90 с.
4. Маликов, О.Б. Склады промышленных предприятий/ О.Б. Маликов, А.Р. Малкович. – Л.; Машиностроение, 1989. – 390 с.