

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-27 01 01 «Экономика и организация производства
(по направлениям)»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 658.56
ББК 65.011
Р27

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства» «05» мая 2020 г.,
протокол № 16

Составитель канд. техн. наук, доц. Е. Н. Антонова

Рецензент канд. экон. наук, доц. И. В. Ивановская

Методические рекомендации предназначены к проведению практических занятий для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)» по дисциплине «Рациональное использование производственных ресурсов». Содержат краткие теоретические положения, задания, примеры решения задач и вопросы для контроля.

Учебно-методическое издание

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

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, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

1 Показатели использования материальных ресурсов.....	4
2 Нормирование расхода металла в литейном производстве.....	9
3 Нормирование расхода металла при сварочных работах	12
4 Раскрой полосового и листового проката.....	13
5 Нормирование расхода металлов при производстве поковок и штамповок.....	16
6 Нормирование расхода сортового металлопроката при механической обработке.....	18
7 Нормирование расхода цветных металлов при гальванических покрытиях.....	23
8 Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности	25
9 Нормирование расхода лесоматериалов	30
10 Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов.....	37
11 Нормирование материалов в строительстве.....	40
12 Анализ использования материальных ресурсов.....	43
Список литературы.....	48

1 Показатели использования материальных ресурсов

Материальные ресурсы – термин, которым обозначают предметы труда, используемые в основных и вспомогательных процессах производства.

Предметы труда включают различные виды сырья, основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов, готовых и комплектующих изделий.

Состав нормы расхода – перечень учитываемых в ней элементов расхода материальных ресурсов, которые называются *нормообразующими*, к ним относятся: полезный расход, отходы, потери.

Полезный расход (чистый вес) – нормообразующий элемент, характеризующий количество данного вида материальных ресурсов, которое вещественно входит в состав произведенной единицы продукции. Измеряют в единицах массы, длины, площади, объема.

Совокупность отношений величин нормообразующих элементов к норме расхода, выраженных в долях единицы или процентах, называют *структурой нормы расхода*.

$$S = \left(\frac{q_0}{H} \cdot \frac{Q_0}{H} \cdot \frac{Q_n}{H} \right), \quad (1.1)$$

где q_0 – полезный расход материального ресурса;

Q_0 – трудноустраняемые технологические отходы;

Q_n – трудноустраняемые технологические потери;

H – норма расхода материального ресурса.

Объектом нормирования расхода материальных ресурсов является вид изготавливаемой продукции или выполняемой работы, на производство которой определяется норма расхода.

Сумма нормообразующих элементов называется *составом нормы*, а их соотношение в общей величине нормы, принимаемой за 100 %, – *структурой*.

$$H_p = q_{\text{ч}} + \sum_{k=1}^n q_{1\text{отх}} + \sum_{i=1}^n q_{2\text{пот}}, \quad (1.2)$$

где $q_{\text{ч}}$ – чистая масса или полезный расход;

$\sum_{k=1}^n q_{1\text{отх}}$ – суммарные технологические отходы;

$\sum_{i=1}^n q_{2\text{пот}}$ – прочие организационно-технические потери;

H_p – величина нормы расхода.

Первый и основной элемент нормы – это чистая масса изделия, которая определяется количеством материальных ресурсов, вещественно входящих в готовое изделие, составляющим основную массу изделия и характеризующим его конструкционную материалоемкость. Обозначение – чистая масса, полезный расход, чистая площадь деталей.

Отходы – это остатки исходных материалов, которые нельзя использовать для изготовления тех деталей, при производстве которых они возникли.

По характеру возможного их применения отходы делятся на:

– *используемые (возвратные)* – это остатки материальных ресурсов, которые могут найти применение либо на данном предприятии, либо могут быть реализованы для дальнейшего использования другим предприятием или населением;

– *неиспользуемые (безвозвратные)* – отходы, которые не годятся для производственного потребления в качестве исходного материала, но могут найти применение как вторичные ресурсы (стружка, металлолом, макулатура).

Потери – та часть материала, которая не может быть использована на данном этапе технического развития производства. К ним относятся потери металла на угар, на травление, потери лесоматериалов в связи с припусками на усушку.

Кроме показателей материалоемкости применяют **ряд показателей степени их использования**. К этим показателям относят: коэффициент использования, расходный коэффициент, выход продукта, коэффициент извлечения, коэффициент раскроя и норма естественной убыли.

Для характеристики уровня полезного использования материальных ресурсов в обрабатывающем производстве используют **относительный показатель – коэффициент использования** $K_{и}$ производственных ресурсов на производство конкретной продукции, который вычисляют по формуле

$$K_{и} = q_{ч} / H_{р}, \quad (1.3)$$

где $q_{ч}$ – чистая масса или полезный расход;

$H_{р}$ – величина нормы расхода.

Коэффициент использования меньше единицы на величину учтенных в норме потерь и отходов. Он должен стремиться к единице за счет систематического снижения потерь и отходов, выраженных в долях от нормы.

Коэффициент потерь $K_{пот}$ рассчитывается отношением величины отходов к норме расхода. Он меньше единицы и должен стремиться к нулю.

$$K_{пот} = q_{отх} / H_{р}. \quad (1.4)$$

Фактический расходный коэффициент $K_{р}$ рассчитывается делением удельного (фактического) расхода на чистую массу (полезный расход), т. е. является обратной величиной коэффициента использования:

$$K_{р} = 1 / K_{и}. \quad (1.5)$$

Выход продукта – это отношение количества произведенной продукции (полуфабриката) к количеству фактически израсходованных сырья и материалов. Выход продукта $B_{п}$ рассчитывают по формуле

$$B_{п} = M_{ч} / M_{с}, \quad (1.6)$$

где $M_{\text{ч}}$ – чистая масса произведенной продукции;

$M_{\text{с}}$ – масса израсходованного конкретного вида сырья или материала.

Коэффициент извлечения продукта из исходного сырья характеризует степень использования полезного вещества, содержащегося в соответствующем виде исходного сырья. Он определяется отношением массы извлеченного полезного вещества к его массе, содержащейся в исходном сырье. Коэффициент извлечения $K_{\text{из}}$ находят по формуле

$$K_{\text{из}} = M_{\text{в}} / M_{\text{в.с}}, \quad (1.7)$$

где $M_{\text{в}}$ – масса извлеченного полезного вещества;

$M_{\text{в.с}}$ – масса полезного вещества в исходном сырье.

Коэффициент раскроя является разновидностью коэффициента использования и определяется отношением массы (площади, длины, объема) произведенных заготовок к массе (площади, длине, объему) исходной заготовки раскраиваемого материала. Коэффициент раскроя $K_{\text{рс}}$ рассчитывают по формуле

$$K_{\text{рс}} = \frac{\sum m_{\text{заг}} n_{\text{заг}}}{M_{\text{исх.заг}}}, \quad (1.8)$$

где $m_{\text{заг}}$ – масса (площадь, длина, объем) заготовки;

$n_{\text{заг}}$ – количество индивидуальных заготовок данного наименования;

$M_{\text{исх.заг}}$ – масса (площадь, длина, объем) исходной заготовки раскраиваемого материала.

Коэффициент раскроя характеризует степень полезного использования листовых, полосовых, рулонных материалов главным образом в заготовительном производстве, поэтому на практике достаточно часто применяется в отношении конкретного раскраиваемого материала и определенной технологии производства.

Норма естественной убыли – это предельно допустимая величина потерь продукции от естественной убыли при принятии необходимых защитных мер и соблюдении правил транспортировки и хранения, учитывающая фактическое расстояние (время) транспортировки и длительность хранения. Нормы естественной убыли измеряются в процентах от массы продукции или товара.

Естественная убыль – потери (уменьшение массы продукции или товара при сохранении качества в пределах требований нормативных документов), следствие изменения физико-химических свойств, воздействия метеорологических факторов и несовершенства существующих средств защиты продукции и товаров от потерь при транспортировке и хранении.

Пример – Величина чистого (полезного) расхода в производстве изделия равна 8 кг, отходы составляют 30 % от этого расхода. Определить норму расхода, коэффициент использования и расходный коэффициент при изготовлении изделия.

Решение

Определяем технологические отходы $q_{\text{отх}}$, которые по условию задачи составляют 30 % от чистого (полезного) расхода $q_{\text{ч}}$.

$$q_{\text{отх}} = 0,3 \cdot q_{\text{ч}}; q_{\text{отх}} = 0,3 \cdot 8 = 2,4 \text{ т.}$$

Норму расхода рассчитываем по формуле (1.2):

$$H_p = 8 + 2,4 = 10,4 \text{ т.}$$

Коэффициент использования $K_{\text{и}}$ производственных ресурсов рассчитываем по формуле (1.3):

$$K_{\text{и}} = 8 / 10,4 = 0,769.$$

Расходный коэффициент $K_p = 1 / K_{\text{и}}; K_p = 1 / 0,769 = 1,3$.

Задачи

1 На 1 т металлопроката расходуется 1128 кг черного металла. Определить расходный коэффициент и $K_{\text{и}}$.

2 Величина полезного расхода при изготовлении детали – 8,5 кг, а отходы (включая потери) составляют 4 кг. Определить коэффициент расхода материала, коэффициент использования, коэффициент потерь.

3 Определить, на каком предприятии рациональнее используются материальные ресурсы при изготовлении аналогичных деталей с одинаковыми нормами расхода, равными 1,5 кг, если известно: отходы на первом предприятии составляют 0,5 кг; расходный коэффициент на втором предприятии равен 1,25.

4 Полезный расход материала на деталь равен 20 кг. Отходы составляют 30 % от полезного расхода. Определить норму расхода материала, $K_{\text{и}}$, расходный коэффициент.

5 Два предприятия выпускают одинаковое количество автопокрышек, общий расход резины на производство автопокрышек на предприятии № 1 – 1150 т. При этом потери резины составляют 15 % от чистого расхода. На другом предприятии общий расход резины ниже на 50 т, а чистый – меньше на 3 % по сравнению с соответствующими показателями первого предприятия. Сравнить коэффициенты потерь резины на этих предприятиях.

6 Общий расход металла на производство партии деталей – 500 т. При этом потери составляют 20 % общего расхода. В результате мероприятий по модернизации производства абсолютная величина потерь металла снизится на 20 т (объем производства и чистый расход металла на одно изделие не уменьшались). Сравнить коэффициенты использования металла до и после модернизации.

7 Производство может быть осуществлено двумя технологиями: при первой чистый расход электроэнергии составляет 800 кВт·ч, потери электроэнергии 25 % чистого расхода; другая технология предполагает увеличение чистого и общего расхода электроэнергии на 100 кВт·ч по сравнению с первой. Какая технология выгоднее с точки зрения сокращения потерь?

8 На изготовление партии изделий общий расход технической ткани 1200 м². При этом потери составляют 20 % чистого расхода. После обновления оборудования общий расход ткани снизился на 10 %, а чистый расход – на 5 %. Определить, насколько изменится $K_{и}$ технической ткани после модернизации оборудования.

9 Материальные затраты на производство изделия составляют 60 р., себестоимость равна 85 р. Определить материалоемкость изделия и дать характеристику применения этого показателя на отраслевом уровне.

10 Два предприятия выпускают одинаковое количество автопокрышек. Общий расход резины на производство автопокрышек на предприятии № 1 – 2150 т. При этом потери резины составляют 12 % от чистого расхода. На другом предприятии общий расход резины ниже на 70 т, а чистый – меньше на 6 % по сравнению с соответствующими показателями первого предприятия. Сравнить коэффициенты потерь резины на этих предприятиях.

11 Два предприятия выпускают одинаковое количество автоприцепов. Общий расход металла для производства автоприцепов на первом предприятии – 1640 т. При этом потери металла составляют 15 % от общего расхода. На втором предприятии общий расход ниже на 5 %, а чистый – меньше на 45 т по сравнению с показателями первого предприятия. Сравнить коэффициенты потерь предприятий.

Контрольные вопросы

- 1 Что понимается под материальными ресурсами?
- 2 Что такое состав нормы расхода?
- 3 Что такое норма расхода материального ресурса?
- 4 Что такое полезный расход, как он рассчитывается?
- 5 Что такое потери и отходы, как они подразделяются?
- 6 Что такое коэффициент использования $K_{и}$, как он рассчитывается?
- 7 Как рассчитать коэффициент потерь $K_{пот}$ и коэффициент расхода?
- 8 Что такое выход продукта и коэффициент извлечения?

2 Нормирование расхода металла в литейном производстве

Металлическая шихта – это набор ресурсных компонентов, необходимых для получения определенной марки металлов, последовательно загружаемых в плавильную печь.

Основные материалы, входящие в состав металлической шихты: литейный и предельный доменный чугун; лом чугуна и стальной; чугунная и стальная брикетированная стружка; возврат собственного производства (литники, скрап, прибыли, бракованные отливки); топливно-литейный кокс; термоантрацит; антрацит; природный газ.

Особенности нормирования расхода шихтовых материалов вытекают из особенностей двухстадийного литейного состава: получение жидкого металла и разливка металлов по формам.

Сумма всех компонентов шихты называется металлозавалкой.

Масса металлозавалки

$$q_m = q_{\Gamma} + q_{\text{в.о.}} + q_{\text{б.п.}}, \quad (2.1)$$

где q_m – масса металлозавалки, т;

q_{Γ} – масса годного литья, т;

$q_{\text{в.о.}}$ – масса возвратных отходов, т;

$q_{\text{б.п.}}$ – масса безвозвратных потерь, т.

Важнейшими технико-экономическими показателями литейного производства являются:

– выход годного литья

$$B\Gamma = \pm \frac{q_{\Gamma}}{q_m} \cdot 100 \%; \quad (2.2)$$

– показатель возвратных отходов

$$L = \pm \frac{q_{\text{в.о.}}}{q_m} \cdot 100 \%; \quad (2.3)$$

– показатель безвозвратных потерь

$$Y = \pm \frac{q_{\text{б.п.}}}{q_m} \cdot 100 \%; \quad (2.4)$$

$$M = B\Gamma + L + Y = 100 \%. \quad (2.5)$$

Масса металлической шихты может быть вычислена по формуле

$$q_{\text{ш.м}} = \frac{100 \cdot (q_{\Gamma} + q_{\text{в.о.}})}{100 - (Y + B)}, \quad (2.6)$$

где q_{Γ} – масса годных отливок, т;
 $q_{\text{в.о.}}$ – масса возвратных отходов, т;
 $У$ – угар, %;
 $Б$ – брак, %.

$$q_{\text{ш.м.}} = q_{\text{м}} \cdot x_{\text{к}} / 100, \quad (2.7)$$

где $q_{\text{ш.м}}$ – норма расхода шихтового материала, т;
 $q_{\text{м}}$ – масса металлозавалки, т;
 $x_{\text{к}}$ – процент участия компонента в шихте, %.

Пример – Определить норму расхода компонента А металлической части шихты, если известно, что этот компонент в металлозавалке составляет 5 %, а выход годного – не более 80 %, масса отливки составляет 5,8 кг.

Решение

Массу металлозавалки выразим из формулы (2.2):

$$q_{\text{м}} = \pm \frac{q_{\Gamma}}{B\Gamma} \cdot 100 \% = \frac{5,8}{80} \cdot 100 \% = 7,25 \text{ кг.}$$

Норма расхода компонента А металлической части шихты составляет 5 % от массы металлозавалки и определяется по формуле (2.7):

$$q_{\text{ш.м.}} = 7,25 \cdot 5 / 100 = 0,362 \text{ кг.}$$

Задачи

1 Рассчитать массу металлозавалки на одну плавку металла для получения группы литых деталей заданного химического состава из чугуна. Выход годного $q_{\Gamma} = 2000$ кг; масса литников, прибылей, сплесков, сливов и т. д. $q_{\text{в.о.}} = 660$ кг; масса нормируемого брака $Б = 4$ %; масса потерь на угар $У = 3$ % и др. Составить обобщенную (в буквенных выражениях) формулу структуры нормы расхода, подставить в формулу конкретные проценты нормообразующих элементов, т. е. составить баланс металла; назвать элементы в терминологии состава технологических отходов и потерь.

2 Определить норму расхода шихтовых материалов (металлозавалку) на отливку коленчатого вала из серого чугуна при литье в землю – $q_{\text{м}}$. Масса детали после механической обработки (полезный расход, чистая масса) $q_{\text{д}} = 22$ кг; масса припусков на эту операцию $q_{\text{пр}} = 8$ % от массы отливки; возвратные отходы на литники и прибыли 30 % от массы отливки; литейный брак 4 % от массы выхода годного литья и массы литников и прибылей годных отливок; потери на угар 3 % от выхода годного литья, массы литников и прибылей годного литья и нормируемого брака. Отметить особенность использования формулы определения нормы расхода по отношению к выбранному объекту производства (измерителю нормы).

3 Разработанные на предприятии организационно-технические мероприятия по экономии в литейном цехе: уменьшение массы литников и прибылей годных деталей за счет меньшего количества литниковых систем для изготовления того же количества деталей в одной форме; уменьшение литейного брака за счет передачи опыта более квалифицированных заливщиков менее квалифицированным; уменьшение массы угара за счет более точного соблюдения технологии плавки и разливки при переходе на государственную приемку обеспечило экономию металла по нормируемым величинам – возвратным отходам, браку и угару соответственно на 5 %, до 2,8 % и до 2,7 % по сравнению с данными задачи 2.

4 Рассчитать экономию металла от замены литья в землю корковым литьем. Масса детали (см. данные задачи 2) остается прежней. Масса литников и прибылей уменьшилась до 12 % от массы отливки, припуски на механическую обработку – до 5 %, потери на угар – до 2,5 % и литейный брак – до 1 % соответственно данным указанной задачи. Сравнить структуры балансов металла до и после внедрения мероприятия и определить, какая структура баланса лучше.

5 Рассчитать возврат собственного производства литейного цеха на деталь Б в процентах от металлозавалки и в массе при известном выходе годного литья $B = 77 \%$, потерях на угар $U = 5 \%$ и массе отливки $q_{отл} = 3,3$ кг.

6 Рассчитать массу металлозавалки в вагранке для получения 16 литых заготовок чугунных рам среднего развеса при общей массе отливок $q_{г} = 1030$ кг, массе литников и прибылей годных отливок $q_{в.о} = 180$ кг, нормируемых браке и угаре 4,1 и 3,9 % соответственно. В рецептуру шихты входит передельный коксовый чугун в пропорции 22 % к массе металлозавалки. Определить абсолютную экономию этого компонента на партию из 12 отливок и массу металлозавалки, нормируемую со 2-го полугодия, при внедрении мероприятия по уменьшению стенок чугунной рамы (в черном весе) на 7 %.

Контрольные вопросы

1 Дайте определения понятий «отливка», «шихта», «металлозавалка», используемых в литейном производстве.

2 Какие материальные ресурсы входят в состав металлозавалки при производстве литых заготовок?

3 Перечислите основные виды литья и охарактеризуйте каждый из них.

4 Определите порядок расчета норм расхода металла в литейном производстве.

3 Нормирование расхода металла при сварочных работах

Расчет норм расхода сварочной проволоки на деталь сводится к определению массы наплавленного металла и суммы потерь и отходов металла при сварке

$$H_p = L_{\text{шва}} \left(G_1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{100} \cdot G_1 \right), \quad (3.1)$$

где $L_{\text{шва}}$ – общая длина сварочного шва на деталь, м;
 G_1 – масса 1 п. м сварочного шва (табличное значение), кг;
 α_1 – потери сварочной проволоки (электродов) на разбрызгивание и угар, %;
 α_2 – потери сварочной проволоки на огарки, %;
 α_3 – концевые отходы при изготовлении стержней из бухты, %.

Общая длина шва может быть установлена по чертежам деталей и узлов свариваемого изделия.

Масса 1 п. м может определяться по нормативам, установленным в зависимости от типа и толщины свариваемых деталей. Если нет нормативов, то масса металла, идущего на шов, рассчитывается по следующей схеме:

1) по чертежу определяется площадь сечения шва, при этом учитывается, что действительная площадь сечения шва несколько превышает теоретическую, подсчитанную по чертежу, так как в местах сварки наплавляется больше металла для усиления шва и поэтому вводится поправочный коэффициент $1,03 < \varphi < 1,07$:

$$S_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot \varphi;$$

2) по чертежу определяется длина шва $l_{\text{шва}}$;

3) определяется объем шва

$$V_{\text{шва}} = S_{\text{ш}} \cdot l_{\text{шва}}; \quad (3.2)$$

4) определяется масса металла шва исходя из объема шва и плотности металла шва. Для тонких голых и тонко покрытых электродов $\rho = 7,5 \text{ г/см}^3$; для толсто покрытых – $7,8 \text{ г/см}^3$. Размер потерь на угар и разбрызгивание зависит от марки электрода и режима сварки. Они меньше всего у голых электродов (8...15 %) и больше – у толсто покрытых (до 25 % для покрытых электродов).

В условиях единичного и мелкосерийного производств определение норм расхода сварочной проволоки (электродов) на деталь или изделие (в килограммах) проводят укрупненно по следующей формуле:

$$H_{\text{дет}} = L_{\text{п}} \cdot G_1 \cdot K_c, \quad (3.3)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки (электродов) на угар, разбрызгивание, огарки, при резке проволоки.

Пример – Определить норму расхода сварочной проволоки при сварке двух деталей для единичного производства. Известно, что длина сварочного шва составляет 25 м, масса одного сварочного шва – 1,5 кг, потери на разбрызгивание, угар и огарки $K_c = 1,29$. Предприятие сварочные электроды закупает со стороны.

Решение

Норму расхода сварочной проволоки рассчитаем по формуле (3.3):

$$H_{\text{дет}} = 25 \cdot 1,5 \cdot 1,29 = 48,385 \text{ м.}$$

Задачи

1 Сравнить нормы расхода сварочной проволоки при двух методах сварки. При первом методе масса сварочного шва составляет 15 кг. Потери сварочной проволоки на разбрызгивание и угар $\alpha_1 = 16 \%$, на огарки $\alpha_2 = 10 \%$, концевые отходы при изготовлении стержней из бухты $\alpha_3 = 1,3 \%$. При втором методе масса сварочного шва равна 20 кг, потери $\alpha_1 = 19 \%$, $\alpha_2 = 8 \%$, $\alpha_3 = 1,2 \%$ соответственно показателям по первому методу. Длина сварочного шва составляет 200 м.

2 Определить норму расхода сварочной проволоки при сварке двух деталей. Известно, что длина сварочного шва составляет 30 м, масса одного сварочного шва – 1,3 кг, потери на разбрызгивание, угар и огарки $K_c = 1,1$. Предприятие сварочные электроды закупает со стороны.

3 Определить норму расхода сварочной проволоки в условиях единичного и мелкосерийного производства, если известно, что длина сварочного шва – 10 м, вес сварочного шва – 1,2 кг и коэффициент, учитывающий потери сварочной проволоки на угар, разбрызгивание и огарки, $K_c = 1,1$.

Контрольные вопросы

1 Что является основой нормирования расхода материалов для всех видов сварочных работ?

2 К чему сводится расчет норм расхода сварочной проволоки на деталь?

3 Как определяется общая длина сварочного шва?

4 Определите порядок расчета норм расхода металлов при ручной электродуговой сварке стали.

4 Раскрой полосового и листового проката

Раскрой листового металлопроката осуществляется индивидуальным, групповым или совместным методом.

Индивидуальный раскрой заключается в том, что на листах (полосах) определенного размера раскраиваются заготовки одной конфигурации и геометрических размеров.

При *групповом раскрое* исходный материал раскраивается на групповые заготовки, включающие сразу несколько индивидуальных заготовок деталей различной конфигурации и геометрических размеров.

Совместный раскрой включает различные варианты (сочетания) индивидуального и группового раскроя. Комплектность деталей достигается путем комбинации различных вариантов раскроя исходного листа с наименьшими отходами и потерями от раскроя.

В условиях многономенклатурного производства наиболее рациональным является совместный метод раскроя.

При нормировании листового металлопроката, применяемого для изготовления деталей методом холодной штамповки, различают заготовительные и технологические отходы.

Заготовительные отходы и потери связаны с раскроем материала и разделением его на полосы, групповые или индивидуальные заготовки.

Технологические отходы и потери при холодной штамповке из листа определяются наличием перемычек между деталями и расходом металла на прижимные фланцы при вытяжке. Объем технологических отходов и потерь зависит от толщины и прочности исходного материала, стойкости режущих кромок штампа, типа зажима, необходимости последующей зачистки деталей.

В общем случае ***норма расхода при раскрое из листового материала***

$$H_p = M_{л} \cdot K_p, \quad (4.1)$$

где $M_{л}$ – масса раскраиваемого листа (полосы), которая определяется произведением площади листа на удельную массу единицы площади (данные из ГОСТа на материалы);

K_p – коэффициент расхода.

Расчет поддетальных норм расхода листового металлопроката при холодной штамповке осуществляют в определенной последовательности.

Выбирают оптимальный вариант раскроя с учетом минимума технологических отходов: припусков на обработку, перемычки, образующиеся при штамповке, на некрatность размеров листа.

При *индивидуальном раскрое листового материала на одноименные детали* (заготовки одинакового размера) норму расхода на одну деталь рассчитывают по формуле

$$H_{д} = M_{л} / n_{д}, \quad (4.2)$$

где $n_{д}$ – число индивидуальных заготовок деталей, получаемых из раскраиваемого листа (полосы), определяемое в соответствии с картой технологического раскроя.

При *групповом и совместном раскрое* норму раскроя на одну деталь определяют по формуле

$$H_{д} = M_{д} / K_{и}, \quad (4.3)$$

где $M_{д}$ – масса готовой детали согласно конструкторской спецификации (чертежу, акту взвешивания);

$K_{и}$ – коэффициент использования материала,

$$K_{и} = (M_{д1} \cdot n_{д1} + M_{д2} \cdot n_{д2} + \dots + M_{дn} \cdot n_{дn}) / M_{л}, \quad (4.4)$$

где $M_{д1}, M_{д2}, M_{дn}$ – масса готовых деталей;

$n_{д1}, n_{д2}, n_{дn}$ – число готовых деталей, получаемых из одного листа (полосы).

Пример – Определить норму расхода сырья для изготовления одного листа площадью $0,8 \times 1,4$ м и толщиной $0,005$ м при известном суммарном расходном коэффициенте $1,4$. Плотность стали $\rho = 7800$ кг/м³.

Решение

1 Для расчета нормы расхода листа определим массу листа

$$M_{л} = V \cdot \rho = S \cdot b \cdot \rho = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 0,005 \cdot 7800 = 43,68 \text{ кг},$$

где V – объем листа, м³;

S, b – площадь и толщина листа соответственно.

2 Норму расхода листа рассчитываем по формуле (4.1):

$$H_p = 43,68 \cdot 1,4 = 61,152 \text{ кг}.$$

Задачи

1 Определить норму расхода сырья для изготовления одного листа площадью $0,9 \times 1,2$ м и толщиной $0,004$ м при известном суммарном расходном коэффициенте $1,3$. Плотность стали $\rho = 7800$ кг/м³.

2 Из заготовки площадью $0,8 \times 1,4$ м и толщиной $0,005$ м изготавливаются щитки для приборов массой $2,5$ кг в количестве 12 шт. Определить коэффициент использования материала и норму расхода металла при групповом раскрое на изготовление одной детали из заказываемого листа. Плотность стали $\rho = 7800$ кг/м³.

3 Определить норму расхода электротехнической стали на изготовление комплектов прокладок размером 21×350 мм каждая, толщиной $1,2$ мм, выкраиваемых из листа размером 850×1260 мм; также рассчитать коэффициенты использования материала при раскрое для двух вариантов. В первом варианте раскроя на комплект деталей необходимо получить 120 шт., во втором – 140 шт. Плотность материала – 7650 кг/м³.

Контрольные вопросы

1 В чем суть методики определения норм расхода листового металлопроката при индивидуальном и групповом раскрое?

2 Что относится к заготовительным отходам и потерям?

3 Как определяются технологические отходы и потери при холодной штамповке из листа?

5 Нормирование расхода металлов при производстве поковок и штамповок

Ковка – это способ обработки металла в горячем или холодном состоянии, при котором в результате многократного ударного воздействия заготовка приобретает заданную форму и размеры.

Штамповка – способ обработки металлов давлением в горячем или холодном состоянии, при котором формы и размеры изделия определяются конфигурацией инструмента – штампа.

Облой – это часть металла, которая после заполнения полости штампа под давлением выходит в специальную канавку, образуя заусенец. При дальнейшей обработке облой удаляют в специальном обрезном штампе на прессе.

Технологические отходы включают: облой поковки; просечку в поковках, имеющих отверстия и штампуемых на молотах; угар и окалину поковки при нагреве заготовок под ковку. Технологические отходы вместе с массой поковки или штамповки составляют *массу технологической заготовки*. Заготовительные отходы при изготовлении заготовок из сортового проката включают массу отходов прутка (штанги) на некратность при использовании стандартного сортового проката, концевые отходы на зажим при резке последней заготовки и некоторые другие отходы.

Заготовительные отходы вместе с массой технологической заготовки образуют *массу исходной заготовки* для получения поковки или штамповки. Таким образом, на изделия крупносерийного и серийного производства *норма расхода металла на изготовление поковки (штамповки) H_{Π}* может быть определена по следующей формуле:

$$H_{\Pi} = q_{\text{пок}} + q_{\text{o}} + q_{\text{y}} + A, \quad (5.1)$$

где $q_{\text{пок}}$ – масса поковки (штамповки);

q_{o} – масса отходов при ковке или штамповке;

q_{y} – потери металла на угар при нагреве заготовок под ковку или штамповку;

A – отходы металла при раскросе исходного прутка (штанги) на заготовки.

При штамповке на молотах и прессах объем технологической заготовки $V_{\text{заг}}$, требуемой для изготовления поковки методом штамповки, складывается из объема металла, расходуемого на поковку, отходы при штамповке и угар:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{пок}} + V_{\text{y}} + V_{\text{обл}}, \quad (5.2)$$

где $V_{\text{пок}}$ – объем поковки;

$V_{\text{обл}}$ – объем металла, идущего в отходы при штамповке (на облой);

V_{y} – объем металла на угар при нагреве заготовки.

При укрупненном нормировании объем металла на внешний облой определяют по формуле

$$V_{\text{обл}} = P_{\Pi} \cdot S_{\text{обл.к}} \cdot K_3, \quad (5.3)$$

где $S_{\text{обл.к}}$ – площадь сечения облойной канавки, мм^2 ;

$P_{\text{п}}$ – периметр поковки по плоскости разъема штампов;

K_3 – коэффициент заполнения металлом облойной канавки.

Из общего количества отходов при штамповке (около 25 %) 20 % уходит в облой (заусенец). Потери на облой устанавливаются исходя из расчета объема облойной канавки.

Потери на угар

$$V_y = (V_{\text{пок}} + V_{\text{обл}} \cdot a) / 100, \quad (5.4)$$

где a – потери металла на угар при нагреве заготовки, зависящие от типа нагревательной печи, выраженные в процентах к массе заготовки (этот показатель определяют по нормативным данным).

Потери на угар принимаются в следующих размерах: при нагреве в плазменных печах – 2,5 %; электронагреве (индукционные печи) – 0,3...0,5 %; нагрев в безокислительной среде – 0,1 %.

Объем поковки определяется размерами готовой детали по чертежу с учетом допусков и припусков на механическую обработку. Припуски даются в линейном измерении и зависят от геометрической формы детали, диаметров, способа обработки и вида производства.

Конечной стадией расчета является определение самой нормы расхода металла в виде суммы полученных составляющих. Масса рассчитывается исходя из объема и плотности поковки. Плотность металла принимать при расчетах $7,8 \text{ г/см}^3$.

Пример – Определить объем облоя и массу отходов при штамповке цилиндрической заготовки для механической обработки при условии, что периметр облойной канавки $P_{\text{п}} = 105 \text{ мм}$, площадь ее сечения $S_{\text{обл.к}} = 25 \text{ мм}^2$, коэффициент заполнения объема облойной канавки $K_3 = 0,85$, плотность стали $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$.

Решение

1 Объем облоя рассчитаем по формуле (5.3):

$$V_{\text{обл}} = 105 \cdot 25 \cdot 0,85 = 2231,25 \text{ мм}^3 = 2231,25 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3.$$

2 Масса отходов: $q_o = V_{\text{обл}} \cdot \rho = 2231,25 \cdot 10^{-9} \cdot 7800 = 0,017 \text{ кг}$.

Задачи

1 Определить объем облоя при штамповке цилиндрической заготовки детали для механической обработки при условии, что периметр облойной канавки $P_{\text{п}} = 125 \text{ мм}$, площадь ее сечения $S_{\text{обл.к}} = 15 \text{ мм}^2$, коэффициент заполнения объема облойной канавки $K_3 = 0,85$.

2 Определить норму расхода металла на штамповку детали на горизонтально-ковочной машине тремя технологиями при массе выхода годного после штамповки (т. е. заготовки для последующей механической обработки) $q_{шт} = 3,45$ кг, периметре облойной канавки $P_{п} = 126$ мм, площади сечения облойной канавки $S_{обл.к} = 14$ мм², коэффициенте ее заполнения $K_3 = 0,82$, отходы при резке исходной заготовки (отрезка проката) $A = 0,35$ кг и нормируемых потерях на угар: при двукратном нагреве в плазменных печах 2,5 % от объема нагреваемого металла; при электронагреве в индукционных печах 0,5 %; при нагреве в безокислительной среде 0,1 %.

3 Определить массу возвратных отходов металла при штамповке (на облой) при массе годного после штамповки $q_{пок} = 9,5$ кг, норме расхода металла на штамповку $H_{п} = 12$ кг и массе угара $q_y = 0,36$ кг, отходы при резке исходной заготовки $A = 0,3$ кг.

4 До внедрения новой технологии штамповки масса отходов и потерь металла в год составляла $q_{оп} = 125$ т или 18 % от массы всех заготовок для механической обработки после штамповки за этот период. После внедрения новой технологии коэффициент полезного использования металла увеличился на 14 %. Определить годовую экономию металла по указанным данным.

Контрольные вопросы

1 В чем суть методики нормирования расхода металла на изготовление деталей при ковке и штамповке?

2 Что входит в понятие «отходы и потери» в кузнечно-штамповочном производстве? Как их определяют?

3 Дать определениековки и штамповки.

4 Что такое облой?

6 Нормирование расхода сортового металлопроката при механической обработке

Определение нормы расхода сортового металлопроката состоит в расчете массы исходной заготовки для получения готовой детали, которая складывается из массы готовой детали по чертежу, а также технологических и заготовительных отходов, образующихся в процессе резки металла на заготовки и их обработки.

Технологические отходы при обработке деталей резанием включают припуск на механическую обработку заготовок по сечению детали и припуск на подрезку торцевой поверхности. Масса готовой детали и указанных отходов образует массу *технологической заготовки*.

Заготовительные отходы при изготовлении деталей из сортового проката включают: припуск на зажимной конец прутка при отрезке или обработке, припуск на прорезы при отрезке заготовок из прутка, припуск на некрайность прутка. Заготовительные отходы вместе с массой технологической заготовки со-

ставляют *массу исходной заготовки* при получении готовой детали. Следовательно, в общем виде масса исходной заготовки из сортового металлопроката при механической обработке деталей, которая представляет собой *норму расхода металла на деталь* $H_{\text{дет}}$, определяется по формуле

$$H_{\text{дет}} = q_{\text{дет}} + q_{\text{прип}} + q_{\text{торц}} + q_{\text{з.о}}, \quad (6.1)$$

где $q_{\text{дет}}$ – масса готовой детали, определяемая по чертежу;

$q_{\text{прип}}$ – масса металла на припуск при механической обработке заготовки;

$q_{\text{торц}}$ – масса отходов на подрезку торцевой поверхности;

$q_{\text{з.о}}$ – масса заготовительных отходов на зажимной конец прутка, припуск при отрезке заготовок, некрайность прутка.

В условиях крупносерийного и массового производства расчет норм расхода металла на детали, изготавливаемые из проката или труб немерной длины при условии их разрезки на единичные заготовки, осуществляют по указанным выше элементам норм. Последовательность расчета и сам расчет проводят поэтапно. Сначала определяют диаметр заготовки с учетом припуска на обработку. Исходя из диаметра заготовки, устанавливают среднюю длину прутка. Далее определяют количество заготовок, которое может быть получено из прутка: рассчитывают длину одной заготовки и величину концевых отходов. Затем находят массу прутка и массу, приходящуюся на одну исходную заготовку. Расчет заканчивается определением коэффициента использования металла.

Диаметр заготовки $d_{\text{заг}}$ определяют по формуле

$$d_{\text{заг}} = d_{\text{дет}} + \Delta_d, \quad (6.2)$$

где $d_{\text{дет}}$ – диаметр детали, мм;

Δ_d – межоперационный припуск на механическую обработку детали по сечению, мм.

Диаметр детали устанавливают по наибольшему ее предельному размеру по чертежу. Этот расчетный размер с учетом припусков на обработку приводят к ближайшему размеру прутка по ГОСТу, который и будет определять номинальный размер прутка.

Выбирают длину L исходного материала – прутка. При заказе сортового металлопроката нормальной (немерной) длины расчетным путем устанавливают среднюю длину прутка $L_{\text{ср}}$ по формуле

$$L_{\text{ср}} = (L_{\text{min}} + 3L_{\text{max}}) / 4, \quad (6.3)$$

где L_{min} , L_{max} – наименьшая и наибольшая длина исходного материала соответственно, которая может быть установлена по ГОСТу.

Расчетные длины прутков могут быть определены также по соответствующим нормативам. При этом количество заготовок, которое может быть получено из одного прутка, зависит от длины одной заготовки и величины концевых отходов металла.

Длина одной заготовки

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{дет}} + 2\Delta l, \quad (6.4)$$

где $l_{\text{дет}}$ – длина детали, мм;

$2\Delta l$ – припуск на подрезку торцевой поверхности (два торца детали), мм.

Поскольку полностью избежать концевых отходов нельзя, их наличие также должно быть учтено при расчете *подетальной нормы расхода металла*. Соответственно число деталей n в прутке определяют по формуле

$$n = (L_{\text{ср}} - A_{\text{зж}}) / (l_{\text{заг}} + P_{\text{р}}), \quad (6.5)$$

где $L_{\text{ср}}$ – средняя длина прутка, мм;

$l_{\text{заг}}$ – длина заготовки, мм;

$A_{\text{зж}}$ – длина концевого отхода на зажим заготовки, мм;

$P_{\text{р}}$ – припуск на отрезку индивидуальной заготовки, мм.

Первая составляющая концевых отходов – это зажимной конец для зажима прутка в патронах станка. Размеры зажимных концов определяют в зависимости от размеров зажимных патронов и зажимных штанг, как правило, по действующим нормативам. Их величина колеблется в пределах 30...65 мм при зажиме в патроне и цанге токарных и револьверных станков и 45...200 мм при обработке заготовок на автоматах.

Вторая составляющая концевых отходов – это припуск на отрезку заготовок из прутка. Этот вид отходов принимают во внимание во всех случаях, когда резка заготовок производится на пилах горячей и холодной резки, приводными или ручными ножовками, огневой резкой, резцом на станке; размеры пропила или прореза определяют в зависимости от способа резки и размера сечения металла по действующим нормативам.

При применении сортового металлопроката немерной длины может оказаться, что число заготовок, полученных из прутка, не укладывается в него по длине целое число раз: получаем остаток, длина которого меньше длины одной заготовки (*остаток по некрatности*). Этот остаток также является составной частью суммарной величины концевого отхода и должен быть учтен при определении нормы расхода металла, необходимого для изготовления деталей из прутка. При этом если *остаток по некрatности может быть использован* в производстве для изготовления деталей меньшей длины, масса прутка должна быть снижена на соответствующую массу остатка по некрatности. Для определения длины остатка по некрatности $P_{\text{н}}$ используют формулу

$$P_{\text{н}} = L_{\text{ср}} - [A_{\text{зж}} + (l_{\text{заг}} + P_{\text{р}})n], \quad (6.6)$$

где n – число деталей в прутке.

Тогда масса остатка по некрatности

$$q_{\text{н}} = q_{\text{п.м}} \cdot P_{\text{н}} / 1000, \quad (6.7)$$

где $q_{п.м}$ – масса 1 п. м прутка, кг.

На основании этих исходных данных определяют норму расхода металла. Если остаток по неkratности может быть использован в производстве для изготовления деталей меньшей длины, то норму расхода металла на деталь рассчитывают по формуле

$$H_{дет} = (q_{ср} - q_n) / n, \quad (6.8)$$

где $q_{ср}$ – масса прутка средней длины, кг;

$$q_{ср} = q_{п.м} \cdot L_{ср} / 1000. \quad (6.9)$$

При условии, что *использование* в основном и вспомогательном производстве *остатка по неkratности невозможно*, расчет нормы расхода металла на деталь осуществляют по формуле

$$H_{дет} = q_{ср} / n = q_{п.м} \cdot L_{ср} / (1000n). \quad (6.10)$$

При расчете норм расхода металла из мерного и кратного проката в качестве конечного отхода учитывают только половину плюсового допуска по длине, который при поставке металла немерной длины учтен в остатке по не kratности. В этом случае норму расхода сортового металлопроката на деталь рассчитывают по следующей формуле:

$$H_{дет} = (q_{мер.д} - 0,5\Delta) / n, \quad (6.11)$$

где $q_{мер.д}$ – масса прутка мерной или кратной длины, кг;

Δ – масса плюсового допуска, кг.

Для изделий мелкосерийного и единичного производства расчет нормы расхода сортового металлопроката на деталь рекомендуют осуществлять упрощенным способом с помощью укрупненного коэффициента отходов и потерь металла.

$$H_{дет} = q_{заг} \cdot K_{з.отх}, \quad (6.12)$$

где $K_{з.отх}$ – коэффициент заготовительных отходов и потерь;

$q_{заг}$ – масса технологической заготовки, кг;

$$q_{заг} = q_{п.м} \cdot l_{заг} / 1000. \quad (6.13)$$

При этом значение коэффициента заготовительных отходов и потерь рассчитывают по соответствующим нормативам.

Пример – Определить число деталей в прутке при резке сортового металлопроката мерной длины. Средняя длина прутка $L_{ср} = 6$ м, длина детали $L_{дет} = 140$ мм, длина конечного отхода на зажим заготовки $A_{зж} = 40$ мм, припуск на подрезку торцевой поверхности $\Delta l = 2,5$ мм, припуск на отрезку индивидуальной заготовки $P_p = 4$ мм.

Решение

1 Длину одной заготовки определим по формуле (6.4):

$$l_{\text{заг}} = 140 + 2 \cdot 2,5 = 145 \text{ мм.}$$

2 Число деталей в прутке рассчитаем по формуле (6.5):

$$N = (6000 - 40) / (145 + 4) = 40 \text{ шт.}$$

Задачи

1 Определить норму расхода сортового металлопроката по массе на раскрой исходного прутка мерной длины со средней длиной $L_{\text{ср}} = 6$ м и на механическую обработку заготовок после резки на дисковых пилах для изготовления детали цилиндрической формы с конечными размерами: длина детали $L_{\text{дет}} = 140$ мм, диаметр $d_{\text{дет}} = 30$ мм, масса плюсового допуска $\Delta = 0,017$ кг, длина концевого отхода на зажим заготовки $A_{\text{заж}} = 40$ мм, припуск на подрезку торцевой поверхности $\Delta l = 2,5$ мм, припуск на отрезку индивидуальной заготовки $P_p = 4$ мм, межоперационный припуск $\Delta_d = 6$ мм, плотность металла $\rho = 7850$ кг/м³.

2 Определить экономию сортового проката на программу выпуска изделий Б из 10 тыс. шт., в каждое из которых входит комплект из четырех деталей с размерами, принятыми в задаче 1, если известно, что при изготовлении данных деталей оказалось эффективным ввести третью операцию — штамповку заготовки после раскроя; за счет этого коэффициент использования материала при механической обработке штамповки повышается до 0,92, коэффициент использования материала при раскрое остается тем же, масса готовой детали 0,64 кг.

3 Определить норму расхода в общем виде сортового металлопроката круглого сечения из стали горячекатаной обыкновенного качества диаметром 36 мм при заказе партии прутков нормальных (торговых) размеров или без указания длин. Масса заготовки для механической обработки $q_{\text{заг}} = 1,97$ кг, длина заготовки $l_{\text{за}} = 246$ мм; длина дефектного конца прутка $L_{\text{дк}} = 20$ мм (так как деталь по условию требует торцовки); длина зажима прутка при разрезке на заготовки $A_{\text{заж}} = 30$ мм. Детали выкраиваются без предварительной резки на мерные заготовки. $P_p = 4$ мм, $L_{\text{ср}} = 6$ м, $\rho = 7800$ кг/м³.

4 Используя исходные данные задачи 3 определить норму расхода металлопроката для двух условий: концевые отходы используются и не используются для изготовления короткомерных заготовок для других деталей.

Контрольные вопросы

1 Определите порядок расчета норм расхода сортового проката при механической обработке.

2 Что включают в себя технологические отходы?

3 Что включают в себя заготовительные отходы?

7 Нормирование расхода цветных металлов при гальванических покрытиях

В различных отраслях промышленности находят широкое применение защитные гальванические покрытия металлами и сплавами. Эти покрытия обладают повышенной коррозионной стойкостью, твердостью, декоративными качествами, жаропрочными свойствами и др.

Теоретически необходимое количество металла для получения заданной толщины покрытия определяется по формуле

$$m_T = (S \cdot \delta \cdot \rho) / 1000, \quad (7.1)$$

где m_T – теоретически необходимое количество металла, кг;

S – площадь обрабатываемой поверхности (годовая производственная программа), м²;

δ – толщина покрытия, мкм;

ρ – плотность осаждаемого металла (для меди $\rho = 9,5$ г/см³, никеля – 9,4 г/см³, кадмия – 9,2 г/см³, цинка – 7,4 г/см³, свинца – 12 г/см³, олова – 7,6 г/см³).

Практически необходимое количество металла

$$m_{\text{п}} = m_T \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (7.2)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий сложность геометрической формы детали, а также технические условия на приемку покрытий. Для деталей простой формы $k_1 = 1$. Для деталей сложного профиля при назначении толщины покрытия по выпуклым участкам $k_1 = 0,7 \dots 0,95$, а при назначении толщины покрытия по углубленным участкам $k_1 = 1,1 \dots 1,3$;

k_2 – коэффициент, учитывающий непроизводительные потери анодов (потери на покрытие неизолированных частей подвесок, на шламообразование и переплавку анодов). Максимальное значение $k_2 = 1,15$.

Норма расхода растворимых анодов $H_{\text{ра}}$, г/(м²·мкм), на 1 м² поверхности покрытия и 1 мкм его толщины определяется по формуле

$$H_{\text{ра}} = \frac{m_{\text{уд}}}{\delta} \left(1 + \frac{a_{\text{шл}} + a_{\text{отх}}}{100} \right), \quad (7.3)$$

где $m_{\text{уд}}$ – удельная масса покрытия, г/м², которая при толщине покрытия 1 мкм численно равна плотности металла покрытия;

δ – толщина покрытия, $\delta = 1$ мкм;

$a_{\text{шл}}$ – потери анодов на образование шлама, %;

$a_{\text{отх}}$ – потери анодов за счет угара при переплавке, %.

Потери анодов на образование шлама и переплавку составляют по 3 %.

Масса анодов для выполнения годовой программы

$$m_{\text{а.год}} = H_{\text{р.а}} \cdot P_{\text{год}} \cdot \delta, \quad (7.4)$$

где $P_{\text{год}}$ – годовая программа по данному виду покрытия, м^2 ;
 δ – толщина покрытия, мкм .

Пример – Определить практически необходимое количество металла и норму расхода растворимых анодов из меди для покрытия изделия площадью $0,84 \text{ м}^2$ простой формы, толщина покрытия 5 мкм .

Решение

Теоретически необходимое количество металла рассчитаем по формуле (7.1):

$$m_{\text{т}} = (0,84 \cdot 5 \cdot 9,5) / 1000 = 0,039 \text{ кг.}$$

Практически необходимое количество металла определим по формуле (7.2):

$$m_{\text{п}} = 0,039 \cdot 1 \cdot 1,15 = 0,044 \text{ кг.}$$

Тогда норма расхода растворимых анодов по формуле (7.3) составит

$$H_{\text{ра}} = \frac{9,5}{1} \left(1 + \frac{3+3}{100} \right) = 10,07 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{мкм}).$$

Задачи

1 Определить практически необходимое количество металла, норму расхода растворимых анодов из цинка для покрытия изделия площадью $1,2 \text{ м}^2$ для детали сложного профиля при назначении толщины покрытия по выпуклым участкам 10 мкм .

2 Рассчитать массу никелевых анодов для выполнения годовой программы 250 м^2 для покрытия изделия площадью $1,4 \text{ м}^2$ сложного профиля при назначении толщины покрытия по выпуклым участкам 14 мкм .

3 Определить практически необходимое количество металла и массусвинцовых анодов для выполнения годовой программы 428 м^2 для покрытия изделия площадью $2,2 \text{ м}^2$ сложного профиля при назначении толщины покрытия по углубленным участкам 5 мкм .

Контрольные вопросы

- 1 Для каких целей используются гальванические покрытия?
- 2 Какими свойствами обладают гальванические покрытия?
- 3 Какие материалы могут применяться для гальванических покрытий?
- 4 В каких единицах измерения устанавливается норма расхода цветных металлов при гальванических процессах?

8 Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности

Важной особенностью нормирования расхода сырья и продуктов химической промышленности является отсутствие деления материалов на основные и вспомогательные. Нормированию подлежит расход химических продуктов или полупродуктов и исходных химических реагентов (сырья).

Любое химическое уравнение состоит из сырья и продуктов.

В общем виде уравнение материального баланса любого химического производства имеет следующий вид:

$$M_o + M_{в.м} = Ц + Б + B_{отх} + O_o + O_{в.м} + П_o + П_{в.м}, \quad (8.1)$$

где M_o – масса основных материалов, участвующих в химическом процессе;

$M_{в.м}$ – масса вспомогательных материалов данного процесса;

$Ц$ – масса целевого продукта химического производства;

$Б$ – масса побочных продуктов, образующихся в соответствии с технологическим регламентом;

$B_{отх}$ – остатки основных и вспомогательных материалов, не потерявшие своих первоначальных свойств и возвращаемые в производство без дополнительной переработки;

O_o – масса невозвратных отходов основных материалов;

$O_{в.м}$ – масса невозвратных отходов вспомогательных материалов;

$П_o, П_{в.м}$ – масса потерь основных и вспомогательных материалов соответственно.

При использовании расчетного метода норма расхода выражается следующей зависимостью:

$$H = T + O + П, \quad (8.2)$$

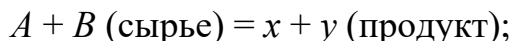
где T – теоретический расход материалов, который устанавливают согласно стехиометрическим уравнениям химических реакций без учета технологических отходов и потерь в конкретном производстве;

$O, П$ – масса технологических отходов и потерь химических материалов соответственно, которые зависят от применяемой технологии и характеристик используемого оборудования.

Норма расхода химических материалов *расчетным методом* определяется в два этапа: на первом этапе вычисляют теоретический расход материалов, на втором этапе – норму расхода.

Метод нормирования в химических производствах основан на определении стехиометрических соотношений (соотношение молекулярных весов сырья) сырья и готового продукта, полученного в результате химической реакции. Основным моментом расчетного метода нормирования является закон сохранения массы вещества, вступившего в химическое взаимодействие.

Теоретический расход сырья и других компонентов – это то их количество, которое должно быть израсходовано в точном соответствии с расчетом по уравнениям химических реакций:



$$M(A) + M(B) = M(x) + M(y). \quad (8.3)$$

Теоретический расход исходных химических материалов при 100- процентной концентрации на получение 1000 кг целевого продукта определяют из соотношения молекулярных масс согласно стехиометрическим уравнениям:

$$T_A = 1000 M_A / M_{ц}; T_B = 1000 M_B / M_{ц}, \quad (8.4)$$

где T_A, T_B – теоретический расход исходных материалов А и В;

$M_A, M_B, M_{ц}$ – молекулярные массы исходных материалов А, В и целевого продукта соответственно.

Однако в производстве не используют идеально чистые вещества. Степень чистоты оценивают содержанием (или концентрацией) вещества в сырье и материале. С учетом этого теоретический расход исходного сырья на получение 1 000 кг целевого продукта определяют по формулам:

$$T_A = (1000 M_A \cdot P_{ц}) / (M_{ц} \cdot P_A); T_B = (1000 M_B \cdot P_{ц}) / (M_{ц} \cdot P_B), \quad (8.5)$$

где P_A, P_B – содержание чистого вещества в исходных материалах А и В;

$P_{ц}$ – содержание чистого вещества в целевом продукте.

Норму расхода рассчитывают с учетом суммарного количества расходов и потерь, которые определяют экспериментальным путем как процент от теоретического расхода химического сырья и материала и выражают посредством **коэффициента отходов и потерь** по формуле

$$K_{п} = (O + П) / T. \quad (8.6)$$

Соответственно **норма расхода исходного вещества** H_A , кг, на производство 1000 кг целевого продукта может быть выражена следующим образом:

$$H_A = \frac{M_A \cdot P_{ц}}{M_{ц} \cdot P_A} (1 + K_{п}) \cdot 1000. \quad (8.7)$$

Норма расхода лакокрасочных материалов на одну деталь определяется в рабочей и исходной вязкости:

$$H_p = S \cdot n \cdot H_y, \quad (8.8)$$

где S – поверхность окраски, м²;

n – количество одинаковых по толщине слоев окраски поверхности;

H_y – норматив удельного расхода для окрашивания 1 м² поверхности одним слоем, г/м².

При использовании расчетного метода определения *норматива удельного расхода лакокрасочного материала* H_y , г/м², его вычисляют по формуле

$$H_y = \frac{100 \cdot t \cdot \rho}{d(1 - K_n)}, \quad (8.9)$$

где t – толщина сухой пленки, мкм;

ρ – плотность сухой пленки, г/см³;

d – сухой остаток лакокрасочных материалов в рабочей вязкости, %;

K_n – коэффициент потерь лакокрасочного материала;

$(1 - K_n)$ – полезная часть расхода лакокрасочного материала.

Таким образом норматив расхода H_y учитывает физико-технические особенности, плотность и сухой остаток. Эти показатели зависят от конкретной марки материала, толщины слоя и способа нанесения его на поверхность.

Толщина определяется как средняя величина из замера в точках, расположенных в шахматном порядке. На площадь, равную 1 м² – в 10 точках, на площадь менее 1 м² – в 5 точках.

Объемный вес сухой пленки определяется на основе лабораторных данных. На пластинку из фторопласта наносят слой материала не менее 40 мкм, высушивают, снимают с пластины пленку и вырезают прямоугольник фиксированного размера, измеряют толщину и взвешивают.

Специфицированные и сводные нормы разрабатываются в *исходной вязкости*, то есть с учетом разведения лакокрасочных материалов растворителем.

$$H_{исх} = 100 H_{раб} / (100 + B), \quad (8.10)$$

где B – процент разведения данного материала растворителем.

Отношение массы растворителя к массе лакокрасочного материала в состоянии исходной вязкости называют *степенью разведения* B и рассчитывают в процентах:

$$B = (M_p / M_{исх}) \cdot 100 \%. \quad (8.11)$$

Разница между сводными нормами расхода в рабочей и исходной вязкости – это *норма расхода растворителя* в граммах на изделие.

$$H_{р. раств.} = H_{раб} - H_{исх}. \quad (8.12)$$

Процент разведения берется по карте технологического процесса или в отчетных данных за прошлый год.

Для установления прогрессивного норматива расхода лакокрасочного материала необходимо провести анализ расхода, определенного опытным путем. Анализ выполняют в следующем порядке: сначала определяют *полезный расход лакокрасочных материалов* T , г/м², по формуле

$$T = (100 \cdot t \cdot \rho) / d. \quad (8.13)$$

Затем рассчитывают технологические отходы и потери Π , %, по формуле

$$\Pi = (N_0 - T) / 100 \%, \quad (8.14)$$

где N_0 – расход лакокрасочных материалов на 1 м² окрашиваемой поверхности, определенный опытным путем (с коэффициентом 1,01, учитывающим организационные потери).

Пример – Определить норму расхода кальцинированной соды (Na₂CO₃) на производство 1 т фтористого натрия (2NaF), используя уравнение этой химической реакции в стехиометрическом виде (в количественных соотношениях молекулярных весов). Содержание полезного вещества в этих химических реагентах соответственно равно 95 и 80 %. Молекулярные массы: Na – 23; C – 12; H – 1; F – 19; O – 16. Величина нормируемых потерь и отходов составляет 2 % от теоретического веса исходного продукта. Уравнение химической реакции: 2HF + Na₂CO₃ = 2NaF + H₂CO₃.

Решение

1 Молекулярные массы исходного материала M_A (Na₂CO₃) и целевого продукта $M_{Ц}$ (2NaF) вычислим, суммируя молекулярные массы составляющих их элементов с учетом количества молекул в веществе:

$$M_A = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106; \quad M_{Ц} = 23 \cdot 19 = 42.$$

2 Теоретический расход исходного сырья на получение 1000 кг целевого продукта определим по формуле (8.5):

$$T_A = (1000 \cdot 106 \cdot 0,8) / (42 \cdot 0,95) = 2125,3 \text{ кг.}$$

3 Величина нормируемых отходов и потерь

$$O + \Pi = 0,02 \cdot T_A = 0,02 \cdot 2125,3 = 42,5 \text{ кг.}$$

4 Коэффициент отходов и потерь рассчитаем по формуле (8.6):

$$K_{п} = 42,5 / 2125,3 = 0,02.$$

5 Норма расхода исходного вещества на производство 1000 кг целевого продукта согласно полученным расчетам и формуле (8.7) составит

$$H_A = 2125,3(1 + 0,02) = 2167,8 \text{ кг.}$$

Задачи

1 Определить норму расхода кальцинированной соды (Na_2CO_3) на производство 1 т фтористого натрия (2NaF), используя уравнение этой химической реакции в стехиометрическом виде (в количественных соотношениях молекулярных весов). Содержание полезного вещества в этих химических реагентах соответственно равно 95 и 80 %. Молекулярные массы: Na – 23; C – 12; H – 1; F – 19; O – 16. Величина нормируемых потерь 2 % от теоретического веса исходного продукта.

Уравнение химической реакции: $2\text{HF} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{CO}_3$.

2 Определить норму расхода сульфата натрия на плав 1 т сернистого натрия, получаемого восстановлением углем в нагревательных печах по схеме химической реакции: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{CO}_2$.

Плав сернистого натрия содержит 65 % основного вещества, а сульфат натрия – 95 %. (Na – 23; C – 12; S – 32,4; O – 16). Нормируемые потери – 18 % от теоретического веса.

3 Учитывая формулу химической реакции: $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2$, вычислить норму расхода оксида бария при производстве щелочи, если содержание основного вещества в готовом продукте – 87 %, а в исходном сырье – 90 %. Процент отходов и потерь равен 9 %. (Ba – 137,3; H – 1; O – 16).

4 Используя схему химической реакции: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$, вычислить норму расхода серной кислоты при производстве сульфата натрия, если содержание основного вещества в готовом продукте – 75 %, а в исходном сырье – 87 %. Процент отходов и потерь – 8 %. (Na – 23; Cl – 35,4; H – 1; S – 32,4; O – 16).

5 Определить расчетным методом норматив удельного расхода грунтовки в исходной вязкости, сухой остаток принят 60 %. Окраске методом безвоздушного распыления подвергаются пассажирские вагоны. Плотность покрытия – $1,65 \text{ г/см}^3$, толщина покрытия – 20 мкм, коэффициент потерь 0,32.

6 Определить расчетным методом нормативы расхода эмали с исходной вязкостью и растворителя. Окрашиваются методом струйного облива с последующей выдержкой в парах растворителя деревянные строительные изделия с исходными данными: плотность покрытия – $1,65 \text{ г/см}^3$; толщина пленки – 35 мкм; сухой остаток с рабочей вязкостью – 51,4 %; коэффициент потерь – 0,1. Лакокрасочный материал (ЛКМ) доводится до рабочей вязкости разведением в растворителе при процентном разведении 7, а также путем корректировки вязкости в процессе окрашивания при принятом проценте корректировки 50.

7 Определить норму расхода ЛКМ на окраску двух сторон детали холодильника методом распыления вручную при площади окраски $0,84 \text{ м}^2$. Количество слоев окраски – 2, норматив расхода ЛКМ в рабочей вязкости – 118 г/м^2 .

8 Определить норму расхода ЛКМ на окраску 10 деталей. Из них детали 1–4 окрашиваются методом пневматического распыления по первой группе сложности; детали 5–7 – безвоздушным распылением также по первой группе

сложности, а детали 8–10 – окунанием по второй группе сложности. Количество слоев окраски – 3. Норма расхода ЛКМ в рабочей вязкости – 117 г/м².

Площадь окрашиваемых деталей: 1 – 0,1 м²; 2 – 0,16 м²; 3 – 0,19 м²; 4 – 0,21 м²; 5 – 0,23 м²; 6 – 0,3 м²; 7 – 0,4 м²; 8 – 0,5 м²; 9 – 0,6 м²; 10 – 0,7 м².

Контрольные вопросы

1 Приведите основные положения методов определения норм расхода в химическом производстве.

2 В чем суть методики расчета норм расхода сырья в производстве пластических масс?

3 Покажите последовательность и порядок нормирования расхода лакокрасочных материалов.

9 Нормирование расхода лесоматериалов

Нормы расхода древесных материалов рассчитываются более точно, чем нормы расхода древесного сырья.

При установлении размеров кратных заготовок по длине, ширине и толщине ширину пропила принимают равной 4 мм.

В общем виде *норму расхода лесоматериалов* $H_{л}$ определяют по следующей формуле:

$$H_{л} = P_{п} + \sum q_{т} + \sum q_{б}, \quad (9.1)$$

где $P_{п}$ – полезный расход лесоматериалов;

$\sum q_{т}$ – технологические отходы;

$\sum q_{б}$ – безвозвратные потери.

Норма расхода необрезного пиловочного материала $H_{н}$ находится по следующей формуле:

$$H_{н} = (1,25 \sum_{i=1}^8 H_{вi} \cdot P_i) 100, \quad (9.2)$$

где i – размерно-качественная группа, $i = 1, 2, \dots, 8$;

P_i – удельный вес бревен каждой размерно-качественной группы в общем объеме сырья, %;

$H_{вi}$ – нормативы выхода пиломатериалов из сырья каждой размерно-качественной группы (сорт и диаметр бревна, обрезные и необрезные), %;

1,25 – коэффициент перевода необрезных пиломатериалов в обрезные.

Частная (первичная) норма расхода $H_{п}$, м³, на изготовление единицы пиломатериала рассчитывается по следующей формуле:

$$H_{п} = (b \cdot l \cdot h) / (K_{н} \cdot 10^9), \quad (9.3)$$

где b, l, h – ширина, длина и толщина пиломатериала соответственно, мм;

10^9 – переводной (мм³ в м³) коэффициент;

$K_{и}$ – коэффициент использования пиломатериалов,

$$K_{и} = \frac{100 - \sum (q_{т} - q_{с})}{100}. \quad (9.4)$$

Нормы расхода пиловочного сырья подразделяют на индивидуальные и групповые.

Индивидуальные специфицированные нормы расхода пиловочного сырья $H_{д}$, м³, по определенной породе древесины вычисляют по следующей формуле:

$$H_{д} = P \cdot 100 / B, \quad (9.5)$$

где P – полезный расход пиловочника при изготовлении 1 м³ пиломатериалов, $P = 1$ м³;

B – посортный выход пиломатериалов из пиловочного сырья известного размерно-качественного состава, %;

$100 / B$ – расходный коэффициент, который учитывает все отходы и потери пиловочного сырья в процессе изготовления пиломатериалов (опилки, горбыли, торцы, рейки).

Посортный выход пиломатериалов B , %, рассчитывают с помощью выражения

$$B = \sum_{i=1}^k \frac{N_i \cdot Y_i}{100}, \quad (9.6)$$

где N_i – нормативы выхода пиломатериалов из пиловочного сырья каждой размерно-качественной группы, $i = 1, 2, \dots, k$;

Y_i – доля бревен каждой размерно-качественной группы в общем объеме пиловочного сырья в соответствии с существующими ГОСТами;

K – число размерно-качественных групп пиловочного сырья.

Индивидуальные нормы расхода пиловочника в сводном виде $H_{св}$ по деревообрабатывающему предприятию рассчитывают (в кубических метрах) на 1 м³ обезличенных (всех сортаментов и пород) пиломатериалов по формуле

$$H_{св} = \left(\sum_{n=1}^m \Pi_{д} \cdot H_{д} \right) / \sum_{n=1}^m \Pi_{д}, \quad (9.7)$$

где $\Pi_{д}$ – объем производства пиломатериалов по каждой породе древесины, м³;

$H_{д}$ – индивидуальная специфицированная норма расхода пиловочного сырья по определенной породе древесины, м³/м³;

n – определенная порода древесины, $n = 1, 2, \dots, m$;

m – число пород пиловочного сырья, из которого производятся пиломатериалы.

Методика расчета норм расхода пиломатериалов при механической обработке древесины. Процесс изготовления детали (изделия) из пиломатериалов состоит из трех последовательно выполняемых операций:

- 1) раскрой доски в целях получения заготовки;
- 2) обработка заготовки в целях получения габаритных размеров деталей;

3) окончательная обработка детали (придание контура, прорезка пазов, сверление отверстий и другие технологические операции).

Черновая заготовка детали из древесины – отрезок доски (бруска или бруса, рейки), предназначенный для одной или нескольких деталей и включающий необходимые технологические припуски на обработку, а также отклонения по ширине и толщине, являющиеся следствием некрайности размеров заготовки размерам исходного пиломатериала. *Чистовой* называют заготовку с размерами, равными номинальным габаритным размерам детали по толщине, ширине и длине.

Норма расхода пиломатериалов на деталь $H_{дет}$, у которой допускаемые дефекты древесины соответствуют допускаемым дефектам на детали, определяется по формуле

$$H_{дет} = V_{заг} \cdot K_1, \quad (9.8)$$

где $V_{заг}$ – объем заготовки на одну деталь;

K_1 – коэффициент, учитывающий потери от скрытых дефектов древесины и потери при настройке деревообрабатывающего станка.

Объем заготовки является нормативной величиной и находится по специальным таблицам. Расчет объема заготовки проводят по формуле

$$V_{заг} = (l \cdot b \cdot h) / (10^9 \cdot t \cdot c), \quad (9.9)$$

где b, h, l – ширина, толщина, длина заготовки соответственно, мм;

t – число деталей по длине заготовки, шт.;

c – число деталей по ширине заготовки, шт.

В зависимости от размеров детали черновая заготовка может быть рассчитана на получение из нее одной или нескольких деталей. Равная по длине нескольким деталям заготовка выгодна тем, что припуски по длине будут распределяться не на одну, а на несколько деталей.

Ширина черновой заготовки рассчитывается по формуле

$$S_{заг} = c \cdot (b_{дет} + \Delta_1) + (c - 1) \cdot \beta_1, \quad (9.10)$$

где $b_{дет}$ – ширина детали по чертежу, мм;

Δ_1 – припуск на строгание для получения чистовых размеров детали (определяется по ГОСТу), мм;

β_1 – припуск для продольной распиловки заготовки, мм.

Размер черновой заготовки по толщине определяется следующим образом:

$$h_{заг\ ч} = h_{дет} + \Delta_2, \quad (9.11)$$

где $h_{дет}$ – толщина детали по чертежу, мм;

Δ_2 – припуск на строгание по толщине (определяется по ГОСТу), мм.

Длина черновой заготовки определяется следующим образом:

$$L_{\text{загч}} = t \cdot l_{\text{дет}} + (t - 1) \cdot \beta_2 + \beta_3, \quad (9.12)$$

где $l_{\text{дет}}$ – длина детали по чертежу, мм;
 t – число деталей по длине заготовки, шт.;
 β_2 – припуск на поперечный пропи́л заготовки, мм;
 β_3 – припуск на торцевание заготовки, мм.

При заказе *обрезных пиломатериалов нормальной длины* норма расхода определяется по формуле

$$H_{\text{дет}} = (V_{\text{загч}} + V_{\text{проп}}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (9.13)$$

где $V_{\text{загч}}$ – объем черновой заготовки, м³;
 $V_{\text{проп}}$ – объем потерь пиломатериалов на пропи́лы, м³;
 K_1 – коэффициент, учитывающий потери от скрытых дефектов древесины и потери при настройке деревообрабатывающих станков;
 K_2 – коэффициент, учитывающий *отходы и потери от неkratности* габаритных размеров заготовки размерам исходного пиломатериала, который рассчитывают по формуле

$$K_2 = l_{\text{ср}} \cdot b_{\text{ср}} / [(l_{\text{ср}} - \Delta l) / b_{\text{ср}} - 0,5b_{\text{min}}], \quad (9.14)$$

где $l_{\text{ср}}$, $b_{\text{ср}}$ – средний размер необрезного пиломатериала по длине и ширине соответственно;

Δl – концевой отход по неkratности,

$$\Delta l = l_1^2 + (l_2 - l_1)^2 + \dots + (l_{z-1} - l_z)^2, \quad (9.15)$$

где l_1, l_2, \dots, l_z – размеры заготовок по длине, причем $l_1 < l_2 < \dots < l_z$;

z – число заготовок;

b_{min} – ширина минимальной заготовки на одну деталь, $b_{\text{min}} = b_{\text{ср}} / z$.

Объем потерь пиломатериалов на пропи́л определяют следующим образом:

$$V_{\text{проп}} = (b \cdot h \cdot \beta_2) / (t^2 \cdot 10^9). \quad (9.16)$$

Номинальные размеры пиломатериалов по толщине и ширине устанавливают, как правило, для древесины влажностью 15 %. Пиломатериалы из древесины с большей влажностью должны иметь припуск на усушку.

Норма расхода листовых лесоматериалов вычисляется на основании карт раскроя по формуле

$$H_{\text{дет}} = V_{\text{загч}} / K_{\text{раскр}}, \quad (9.17)$$

где $V_{\text{загч}}$ – объем черновой заготовки, м³;

$K_{\text{раскр}}$ – коэффициент раскроя.

Последовательность определения норм расхода следующая:

- 1) определяют полезно используемую площадь детали или чистой объем детали;
- 2) с помощью коэффициента производственных потерь рассчитывают площадь заготовки или ее объем;
- 3) по карте раскроя учитывают расходный коэффициент (коэффициент раскроя) по всему количеству изготавливаемых деталей из листа;
- 4) рассчитывают норму расхода листового лесоматериала на каждую деталь.

Методика расчета норм расхода пиломатериалов мерных и кратных размеров. Кратный размер пиломатериала по длине L_k , м, рассчитывают следующим образом:

$$L_k = l_{\text{заг}} \cdot n_{\text{заг}} + l_{\text{т}} + p + \Delta, \quad (9.18)$$

где $l_{\text{заг}}$ – длина индивидуальной заготовки, м;

$n_{\text{заг}}$ – число заготовок, выкраиваемых из расчетной длины, шт.;

$l_{\text{т}}$ – припуск на удаление трещин по торцам с двух сторон, м;

p – припуск на распиловку (пропил), который определяется расчетным путем в зависимости от толщины пропила (принимается в расчет 5 мм) и числа пропилов $(n + 1)$, т. е. $p = 0,005(n + 1)$, м;

Δ – допускаемое отклонение по длине, принимается в расчет 25 мм, или 0,025 м.

При использовании мерных размеров пиломатериалов для изготовления деталей возможны два варианта определения нормы расхода:

- 1) требования по качеству поверхности изделий не высоки, используют норму расхода пиломатериала на индивидуальную заготовку

$$H_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot K_1, \quad (9.19)$$

где $V_{\text{заг}}$ – объем индивидуальной заготовки с учетом припусков на обработку;

K_1 – расходный коэффициент, учитывающий потери от скрытых дефектов в процессе обработки пиломатериала в зависимости от сорта и размера;

- 2) к качеству поверхности детали предъявляют высокие требования, соответственно норма расхода составит:

$$H_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot K_2, \quad (9.20)$$

где K_2 – расходный коэффициент, учитывающий затраты, связанные с удалением скрытых дефектов (сучков, трещин, расслоений). Для тонких досок лиственных пород при длине заготовки 100 см $K_2 = 1,3$, для толстых досок при длине заготовки 2 м – $K_2 = 2,0$.

Методика расчета норм расхода пиломатериалов нормальных длин.

При расчете норм расхода пиломатериалов нормальных длин возможны два варианта определения расхода пиломатериалов в зависимости от поставки обрезных и необрезных досок введением *расходного коэффициента потерь по кратности* K_n .

При поставке **обрезных досок** расчет коэффициента потерь по некрatности проводят из соотношения длин:

$$K_{\text{н.обр}} = \frac{L_{\text{ср}}}{L_{\text{ср}} - (0,5l_{\text{заг}} + l_{\text{т}})}, \quad (9.21)$$

где $L_{\text{ср}}$ – средняя длина доски, м;

$l_{\text{заг}}$ – длина заготовки, м;

$l_{\text{т}}$ – припуск на удаление трещин по торцам с двух сторон, м.

При поставке **необрезных досок** коэффициент потерь по некрatности рассчитывают из соотношения площадей:

$$K_{\text{н.необр}} = \frac{L_{\text{ср}} B_{\text{ср}}}{[L_{\text{ср}} - (0,5l_{\text{заг}} + l_{\text{т}})](B_{\text{ср}} - 0,5b_{\text{заг}})}, \quad (9.22)$$

где $B_{\text{ср}}$ – средняя ширина необрезной доски, м;

$0,5b_{\text{заг}}$ – припуск на торцовку, м.

Таким образом, норму расхода на заготовку рассчитывают по следующей формуле:

$$H_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_{\text{н}}. \quad (9.23)$$

Пример – Определить коэффициент использования пиловочника и норму расхода лесоматериалов на деталь, все отходы и потери его обработки: опилки – 6 %, неделовые горбыли – 21 %, торцовка – 3,2 %, строгание – 2,8 %, усушка – 1 %.

Решение

1 Безвозвратные потери (усушка) q_6 по условию составляют 1 %. Суммарные технологические отходы $q_{\text{т}}$ составят $q_{\text{т}} = 6 + 21 + 3,2 + 2,8 = 33$ %.

2 Коэффициент использования пиловочника определим по формуле (9.4):

$$K_{\text{и}} = \frac{100 - \sum(33 - 1)}{100} = 0,68.$$

Задачи

1 Рассчитать индивидуальную норму расхода пиловочного сырья хвойных пород при одновременном выпуске необрезных и обрезных пиломатериалов, приняв норматив выхода необрезных пиломатериалов 61,2 %, а коэффициент перевода необрезных в обрезные – 1,25. Отходы составляют 42 %. Удельный вес бревен 41 % каждой размерно-качественной группы.

2 Определить норму расхода пиловочника на изготовление черновой заготовки объемом 600 м³ из строганных досок при нормированных отходах на

опилки – 3,5 %, неделовые горбыли и рейки – 24 %, на торцовку – 2,2 %, при строгании – 1,8 %, потери на распил и сушку – 1,6 %.

3 Определить коэффициент использования пиловочника и норму расхода лесоматериалов на деталь, если известны объем детали 550 м^3 , все отходы и потери его обработки: опилки – 5 %, неделовые горбыли – 16 %, торцовка – 1,2 %, строгание – 2,8 %, усушка – 1 %.

4 Рассчитать частную норму расхода пиловочника на изготовление единицы пиломатериала, за которую принят брус габаритами $4,2 \times 0,8 \times 0,05 \text{ м}$ при коэффициенте использования материала на раскрой, равном 0,65.

5 Определить норму расхода обрезных и необрезных досок, поставляемых по заказу нормальных длин на раскрой детали с габаритами $500 \times 60 \times 40 \text{ мм}$, средняя расчетная длина обрезных досок – 6,2 м, необрезных – 6,6 м. Средняя ширина необрезной доски – 270 мм. Длина отходов на обрезку торца – 1,033 м. Расходный коэффициент $K_1 = 1,2$.

6 Определить норму расхода обрезных досок на изготовление детали $500 \times 60 \times 40 \text{ мм}$, если известна средняя длина заказанной доски – 4,75 м, длина торцевых отходов на обе стороны доски – 1,033 м, расходный коэффициент механической обработки древесины $K_2 = 1,08$, отходы и потери на пропили при разрезке исходного материала на заготовки – $0,000096 \text{ м}^3$ на деталь.

7 Определить норму расхода пиломатериалов на изготовление ящика из нестроганой тары, если его внутренние размеры $324 \times 274 \times 200 \text{ мм}$. Расходный коэффициент механической обработки – 1,18. Исходные данные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Исходные данные для решения задачи 7

Наименование детали	Количество деталей	Размер деталей, мм		
		Длина	Ширина	Высота
Доски дна и крышки	6	362	100	16
Доски боковых стенок	4	400	100	16
Доски торцевых стенок	4	268	100	19
Планки торцевые	4	200	50	19

Контрольные вопросы

1 Назовите основные методы определения норм расхода лесоматериалов и поясните их сущность.

2 От чего зависит норма расхода необрезного пиловочного материала?

3 Как определяется норма расходов пиломатериалов на изделие?

4 Как определяются индивидуальные специфицированные нормы расхода пиловочного сырья?

10 Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов

К основным энергопотребляющим процессам и видам работ относятся механическая и термическая обработка деталей, гальванопокрытие, производство сварочных работ, выплавка металлов, выработка сжатого воздуха, привод подъемно-транспортного оборудования, сушка, мойка, окраска изделий, водоснабжение, освещение, вентиляция, зарядка аккумуляторных батарей.

При механической обработке деталей норма расхода электроэнергии на 1 ч работы станка i -й группы взаимозаменяемого оборудования определяется по формуле

$$H_{pi} = k_n \cdot N_{cp}, \quad (10.1)$$

где k_n – коэффициент использования мощности оборудования (находится в зависимости от режима работы оборудования расчетным путем);

N_{cp} – средняя установленная мощность электродвигателей станка,

$$N_{cp} = \frac{\sum N_i}{p_i}, \quad (10.2)$$

где $\sum N_i$ – суммарная мощность электродвигателей станка, кВт;

p_i – число станков i -й группы, шт.

Норма расхода топлива на отопление любого жилого здания находится по формуле

$$H_p = \frac{V_{зд.} \cdot P_{уд.} \cdot t_n (T_{вн.} - T_{нар.})}{\mathcal{E}_i}, \quad (10.3)$$

где $V_{зд.}$ – объем здания, м³;

$P_{уд.}$ – удельный расход, ккал/кг;

t_n – количество дней отопительного сезона, дн.;

$T_{вн.}$ – внутренняя температура, $T_{вн.} = 18$ °С;

$T_{нар.}$ – наружная температура, °С;

\mathcal{E}_i – калорийный эквивалент.

Норма расхода электроэнергии *на выплавку стали* – при производстве литья электроэнергия расходуется на расплавление металла в электрических печах и для привода технологических агрегатов, установленных на участках.

Для 1 т годного литья

$$H_p = P_{пол.} + P_{распл.} + P_{разл.}, \quad (10.4)$$

где $P_{пол.}$ – полезный расход, т;

$P_{распл.}$ – потери на расплав, т;

$P_{разл.}$ – потери при разливке, т.

$$P_{пол.} = N \cdot t_{пл.} \cdot КПД, \quad (10.5)$$

где N – номинальная мощность печи, кВт;

$t_{пл.}$ – время плавки, ч;

КПД – коэффициент полезного действия электроустановки.

$$P_{распл.} = N \cdot t_{пл.}(1 - КПД); \quad (10.6)$$

$$P_{разл.} = N_{пхх} \cdot t_p \cdot K_{и}, \quad (10.7)$$

где $N_{пхх}$ – мощность печи на холостом ходу, кВт;

t_p – время на разливку, ч;

$K_{и}$ – коэффициент использования мощности печи при разливке.

Так как установка счетчиков электроэнергии на отдельных технологических агрегатах нецелесообразна, норма расхода электрической энергии на все виды работ, кроме выплавки стали, может быть установлена суммарно.

Расчет норм расхода топлива в котельных установках. Котельные установки служат для приготовления пара, используемого для различных производственных и хозяйственных процессов. При этом работа котельных установок и самих котлов характеризуется паропроизводительностью, параметрами пара, вырабатываемого котлом, коэффициентом полезного действия агрегата, надежностью и безопасностью в эксплуатации.

Норму расхода топлива на 1 т стандартного пара H , кг/т, определяют по формуле

$$H = n \cdot 1000 / 7000, \quad (10.8)$$

где n – расход натурального топлива на производство 1 т стандартного пара, ккал/кг;

$$n = 640 / \alpha, \quad (10.9)$$

640 – теплосодержание стандартного пара (количество теплоты, которое необходимо получить стандартному пару от 1 кг жидкости), ккал;

α – коэффициент полезного действия котельного агрегата.

Окончательно норма расхода H , кг/т усл. т., в расчете на приготовление 1 т стандартного пара находится из отношения

$$H = 640 \cdot 1000 / 7000 \alpha = 91,4 / \alpha. \quad (10.10)$$

Сжатый воздух. Норму расхода сжатого воздуха на привод пневмомолотков, пневматических приспособлений станков и других поршневых пневмомеханизмов можно рассчитать, зная диаметр цилиндра, ход поршня и количество ходов поршня для изготовления изделия или выполнения операций.

Для некоторых струйных пневмоустройств норма расхода сжатого воздуха в единицу времени определяется в зависимости от диаметра сопла (по экспериментальным формулам). Утечки и потери сжатого воздуха в сетях и пневмоустройствах составляют 30...40 % полезного расхода.

Вода. При нормировании расхода воды нужно учитывать, что некоторые системы водоснабжения являются системами оборотного типа, в связи, с чем вода в них расходуется только на подпитку системы и периодическую смену на очистку.

Пример – Определить норму расхода угольного топлива на отопление жилого здания объемом 25000 м³. Суточный удельный расход топлива – 0,001592 кг/сут; количество дней отопительного сезона в году – 190; средняя температура наружного воздуха – минус 11,7 °С; температура воздуха внутри здания при отоплении – плюс 18 °С; используется уголь с калорийным эквивалентом 0,79.

Решение

Норму расхода угольного топлива на отопление жилого здания рассчитаем по формуле (10.3):

$$H_p = \frac{25000 \cdot 0,001592 \cdot 190(18 - (-11,7))}{0,79} = 284292,9 \text{ кг.}$$

Задачи

1 Определить норму расхода угольного топлива на отопление жилого здания объемом – 32000 м³. Суточный удельный расход топлива – 0,001492 кг/сут; количество дней отопительного сезона в году – 190; средняя температура наружного воздуха – минус 8,7 °С; температура воздуха внутри здания при отоплении – плюс 18 °С; используется уголь с калорийным эквивалентом 0,79.

2 На предприятии подлежат отоплению из центральной котельной четыре закрытых склада с объемами помещений: 20×12×4,5; 50×18×5; 30×9×4,5; 40×12×6 м. Удельные тепловые характеристики этих зданий приняты соответственно 0,421; 0,325; 0,421; 0,325 ккал/ч·м³·°С. Количество дней отопительного сезона в году – 190; средняя температура наружного воздуха – минус 7 °С; температура воздуха внутри здания при отоплении – плюс 18 °С; используется уголь с калорийным эквивалентом 0,7.

3 Определить технологическую норму расхода электроэнергии на выплавку 1 т годного литья в электродуговой сталеплавильной электропечи емкостью 6 т при следующих исходных данных: номинальная мощность печи 2600 кВт; мощность печи, используемая при холостом ходе, – 800 кВт; время одной плавки 1,6 ч, время разлива металла 1,22 ч; коэффициент полезного действия печи 0,62; коэффициент использования мощности печи при разливе металла 0,52; коэффициент выхода годного литья из 1 т жидкого металла 0,67.

4 Определить норму расхода топлива в котельной установке на 1 т вырабатываемого пара при условии, что она отапливается донецким углем при расходе топлива 889 ккал/кг или топочным мазутом при расходе топлива 914 ккал/кг. Определить коэффициент полезного действия котельного агрегата для двух вариантов топлива.

5 Определить норму расхода электроэнергии на выплавку 1 т годного литья в электропечи емкостью 9 т, если номинальная мощность печи $N_n = 3800$ кВт, мощность печи на холостом ходу $N_{пхх} = 600$ кВт, время одной плавки $T_{пл} = 2,4$ ч, время разливки 1,19 ч, КПД печи 0,71, коэффициент использования мощности при разливке металла 0,58, коэффициент выхода годного литья – 0,63.

6 Определить норму расхода электроэнергии на выплавку 1 т годного литья в электропечи емкостью 4,5 т, если номинальная мощность печи $N_n = 2600$ кВт, мощность печи на холостом ходу $N_{пхх} = 400$ кВт, время одной плавки $t_{пл} = 1,9$ ч, время разливки 1,15 ч, КПД печи 0,68, коэффициент использования мощности при разливке металла 0,59, коэффициент выхода годного литья 0,75.

Контрольные вопросы

1 Какие процессы и виды работ относятся к основным энергопотребляющим?

2 Как определяется норма расхода электроэнергии на 1 ч работы станка при механической обработке деталей?

3 Как определяется норма расхода топлива на отопление любого жилого здания?

4 От чего зависит норма расхода электроэнергии на выплавку стали?

11 Нормирование материалов в строительстве

Нормы расхода строительных материалов устанавливают на соответствующую единицу измерения продукции строительно-монтажных работ: на 1 м³ железобетона, 1 м² жилой площади, 1 м³ раствора и др. Структура нормы расхода строительных материалов характеризуется формулой

$$H = P_{ч} + O + П, \quad (11.1)$$

где $P_{ч}$ – чистый расход (чистовая норма расхода материала);

O – трудноустраняемые отходы;

$П$ – трудноустраняемые потери.

Чистовая норма расхода – минимальное количество строительных материалов, необходимое для выполнения установленного объема работ без учета отходов и потерь, т. е. количество материалов, которое непосредственно входит в состав сооружений.

Отходы – остатки строительных материалов, которые образовались в результате осуществления строительно-монтажных работ (иногда они могут быть использованы для проведения других работ).

Потери – та часть материалов, которая не может быть использована в строительном производстве и при проведении других работ, например затвердевшие остатки бетонной смеси и строительных растворов.

В зависимости от места возникновения отходы и потери строительных материалов подразделяют на следующие группы:

– *складские* – возникают в результате несоблюдения условий и технологии хранения материальных ресурсов;

– *транспортные* – образуются при перевозке материальных ресурсов и проведении погрузочно-разгрузочных работ;

– *производственные* – образуются в процессе производственного потребления и монтажа строительных конструкций и изделий.

На различных этапах планирования и организации строительства применяют **три вида норм** – производственные, сметные и сводно-плановые нормы расхода строительных материалов.

Производственные нормы расхода строительных материалов являются первичными и предназначены для производственного планирования и контроля за расходом материалов непосредственно на рабочих местах. Их разрабатывают на отдельные виды строительных работ с учетом их разновидностей: земляные (крепление траншей и котлованов); каменные, бетонные и железобетонные; монтаж сборных железобетонных конструкций; устройство деревянных конструкций и полов; кровельные и отделочные работы.

Производственные нормы устанавливают *на принятые измерители работ*: на 1 м³ кладки стен определенной толщины; на 1 м² изготавливаемых оконных блоков определенных марок, типов и размеров; на 1 м² штукатурки; на 1 п. м сварочного шва и др.

Основой при разработке производственных норм расхода строительных материалов является *элементное нормирование*, заключающееся в определении нормативного расхода материалов на элемент строительно-монтажного (производственного) процесса – рабочую операцию.

Укрупненные производственные нормы расхода строительных материалов разрабатывают на основе входящих в данный строительно-монтажный процесс элементных производственных норм.

В свою очередь производственные нормы расхода строительных материалов являются основой для разработки более укрупненных норм, каковыми являются сметные нормы.

Сметные нормы расхода строительных материалов предназначены для определения потребности в материалах и установления их стоимости. Они устанавливаются на физические измерители строительно-монтажных работ, но в отличие от производственных разрабатываются по более широкой номенклатуре материальных ресурсов и на более укрупненные измерители работ. Сметные нормы используют и при составлении проектно-сметной документации.

Сводно-плановые нормы расхода строительных материалов разрабатывают на более укрупненный, обобщающий стоимостный измеритель – сметную стоимость строительно-монтажных работ для отдельной отрасли промышленного производства. Эти нормы учитываются как расход материальных ресурсов, предусмотренный проектом, так и дополнительный расход на возведение временных зданий и сооружений, а также на работы, выполняемые за счет накладных расходов.

Сводно-плановые нормы расхода разрабатывают, как правило, по основной укрупненной номенклатуре строительных материалов (прокат черных металлов, лесоматериалы, цемент, трубы, кровельные материалы, стекло). При этом при разработке сводно-плановых норм расхода используют частные, групповые и

укрупненные нормы.

Частные (индивидуальные) нормы разрабатывают на основе проектно-стоимостной документации на определенный строительный объект.

Групповые нормы устанавливают на группу сооружений одного определенного назначения; они представляют собой средневзвешенную величину, полученную на основе частных норм.

Укрупненные нормы разрабатывают на основе частных и групповых норм с учетом удельного веса различных объектов в общем объеме строительно-монтажных работ.

При определении норм расхода строительных материалов применяют различные методики, которые носят как общий характер и используются в целом для строительства зданий и сооружений, так и частный характер и используются для определения норм расхода отдельных видов материалов.

Методика определения норм расхода материалов, изделий и конструкций для типового строительства. Особое значение в методике имеет выбор единицы измерения. Единицы измерения, как правило, подразделяют на *потребительские* и *расчетные*. Для определения норм расхода строительных материалов, изделий и конструкций в типовом строительстве важно установить расчетную единицу измерения, на которую следует разработать нормы.

В свою очередь выбор единицы измерения зависит от ряда факторов, основными из которых можно считать следующие: характер объекта строительства (тип здания); состав планов строительно-монтажных работ (серии домов и площадь); возможность агрегирования норм на различных уровнях (от объема дома до объема жилищного строительства организации); постановка планирования материально-технического снабжения (работа по часовому графику поточного строительства).

Нормы расхода материальных ресурсов разрабатывают по типам зданий (по каждой серии типовых проектов, на тысячу квадратных метров приведенной общей площади). Исходными данными для разработки норм являются *секция* (торцовая, рядовая) и *этаж* (на уровне монтажных и отделочных работ), которые представляют собой единицу измерения при разработке норм расхода строительных материалов, изделий и конструкций для типового строительства.

Задание

Ознакомиться с теоретическими положениями, составить структурную блок-схему нормы расхода строительных материалов и схему расхода для трех видов норм расхода при различных этапах планирования и организации строительства.

Контрольные вопросы

- 1 Пояснить структуру нормы расхода строительных материалов.
- 2 На какие группы подразделяют отходы и потери строительных материалов?
- 3 Что учитывают производственные нормы расхода строительных материалов?
- 4 Для чего используются укрупненные производственные нормы расхода строительных материалов?

5 Для чего предназначены сметные нормы расхода строительных материалов?

6 Когда разрабатываются сводно-плановые нормы расхода строительных материалов?

7 В чем заключается методика определения норм расхода материалов, изделий и конструкций для типового строительства?

12 Анализ использования материальных ресурсов

Различают экономические (материальные, трудовые, финансовые), природные (естественные), технические ресурсы.

Экономические ресурсы. *Материальные ресурсы* – совокупность предметов труда (вещество природы, вещь или комплекс вещей, на которые человек воздействует в процессе труда с помощью средств труда в целях приспособления их для удовлетворения потребностей общества), предназначенных для использования в процессе производства общественного продукта.

Трудовые ресурсы – часть населения страны, обладающая совокупностью физических и духовных способностей, общеобразовательными и профессиональными знаниями, необходимыми для работы в производственной и непроизводственной сферах.

Финансовые ресурсы – денежные средства, находящиеся в распоряжении государства, объединений, предприятий, организаций и учреждений. В состав финансовых ресурсов входят прибыль, амортизационные отчисления, взносы в бюджет государственного страхования, средства населения, мобилизуемые государством в финансовую систему.

Природные ресурсы – это часть естественной природы (ее объектов, процессов, условий), используемая или пригодная для использования в целях удовлетворения потребностей общества. Природные ресурсы включают солнечную энергию, энергию приливов и отливов, внутреннее тепло Земли, земельные, растительного и животного происхождения, водные, лесные ресурсы, атмосферный воздух, минеральные (топливно-энергетические) ресурсы.

Природные ресурсы подразделяют на *практически неисчерпаемые и исчерпаемые* (возобновляемые и невозобновляемые).

Особое место занимают *энергетические ресурсы* – носители энергии (солнечная, водная, минеральная, земная). Энергетические ресурсы классифицируют:

– по видам (уголь, нефть и нефтепродукты, торф, газ, гидроэнергия, электроэнергия, солнечная энергия, энергия приливов и отливов, земное тепло);

– по способам подготовки к использованию (природные, облагороженные, обогащенные, переработанные, преобразованные путем изменения физико-химической основы и агрегатного состояния);

– по способам получения (со стороны (с другого предприятия), собственного производства);

– по кратности использования – первичные, вторичные, многократного использования;

– по направлениям использования (в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте, в быту).

Технические ресурсы. Технические ресурсы характеризуются *долговечностью* различных устройств – свойством сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания, профилактики, мелкого и среднего ремонта. Различают так называемый *назначенный технический ресурс – наработку*, по выполнению которой технические устройства снимаются с эксплуатации и подлежат списанию или специальному обследованию для определения их технического состояния.

Потери ресурсов. Практически по всем видам ресурсов в настоящее время при существующих технологиях и организации процесса товародвижения в логистических цепях возникают потери, связанные с использованием ресурсов в производстве, их хранением, перемещением и потреблением. Основные виды потерь, возникающие при воспроизводстве основных производственных фондов, материальных благ и рабочей силы, представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Основные виды потерь в различных сферах деятельности

Материальное содержание потерь	Причина возникновения потерь	Направление устранения потерь
Потери рабочего времени	Неотработанное рабочее время – простои, невыполнение норм выработки	Совершенствование организации производства и труда, повышение культуры производства
Снижение отдачи средств труда	Неполное использование средств труда по мощности и их недостаточная надежность	Улучшение параметрической структуры орудий труда, техники и технологии производства
Потери промежуточной и готовой продукции	Повреждения продукции в процессе погрузочно-разгрузочных работ, при хранении и транспортировке	Совершенствование характеристик подъемно-транспортного оборудования и организации складского хозяйства
Снижение отдачи основных фондов	Завышение массы изготавливаемого оборудования, неоптимальная структура производства орудий труда	Оптимизация структуры производства орудий труда и технологической структуры оборудования и технических устройств
Неполное использование трудовых ресурсов	Несоответствие профессиональной подготовки кадров современным требованиям производственно-хозяйственной деятельности	Пересмотр политики, направлений, квалификационной структуры и качества подготовки кадров
Временная или длительная нетрудоспособность	Производственные травмы, прочие заболевания, недостатки сферы услуг	Улучшение охраны труда и техники безопасности, здравоохранения и профилактики заболеваемости

Проблемы ликвидации потерь, экономии и рационального использования ресурсов в логистических цепях актуальны и носят перманентный характер как на макроуровне, так и на микроуровне управления процессом товародвижения. С одной стороны, рост масштабов производства, например, увеличивает массу сырья, количество потребляемых основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, а также количество трудовых ресурсов, обеспечивающих процесс воспроизводства.

С другой стороны, постепенное истощение полезных ископаемых и постоянно возникающие трудности при их добыче увеличивают стоимость сырья и материалов, входящих в промежуточный и конечный готовый продукт.

Рациональное использование материальных ресурсов. Экономические, организационные, технические, технологические решения, от которых зависит снижение расхода всех видов ресурсов, не только неразрывно связаны с повышением качества обслуживания потребителей, но и подчинены ему.

Одним из важных направлений ресурсосбережения в логистических цепях является экономия и рациональное использование материально-технических ресурсов. Главная цель этого направления состоит в снижении расхода материальных ресурсов, запасных частей и топливно-энергетических ресурсов, затрачиваемых на единицу работы. В *логистических цепях* эта цель воплощается в минимизации затрат на материально-технические ресурсы, приходящиеся на общий объем грузооборота, количество перевозимых грузов, или на общие затраты по товародвижению.

Важность проблемы экономии и рационального использования материальных ресурсов в логистических цепях определяется во-первых, значительным удорожанием продуктов производства при доведении их до конечного потребителя; во-вторых, долей материальных затрат в общих затратах по каждому звену логистики.

В таблице 12.2 приведены средние значения материальных, трудовых затрат и прочих расходов в структуре затрат на производство продукции машиностроения, транспортировку, складирование и хранение этой продукции.

Таблица 12.2 – Структура затрат на производство и продвижение продукта на рынок

Сфера деятельности	Материальные затраты, %	Трудовые затраты, %	Прочие расходы, %
Производство	58,0	24,5	17,5
Транспортировка	70,5	28,0	1,5
Складирование и хранение	80,0	14,0	6,0

Задачи, решаемые в области ресурсосбережения в логистических цепях:

– проведение мероприятий, позволяющих осуществить максимальную доступность для населения товаров и услуг с точки зрения их ценовой характеристики;

- организация процесса расширения обслуживания организаций и индивидуальных потребителей в части послепродажного сервиса;
- использование методов, способствующих снижению запасов материально-технических ресурсов на распределительных складах и на складах предприятий и организаций;
- внедрение мероприятий по улучшению ремонтно-эксплуатационной базы транспорта, подвижного состава, погрузочно-разгрузочных и складских устройств, тары.

Все затраты, связанные с изготовлением промежуточного или конечного продукта, а также с доведением его до потребителей, подразделяются на две составляющие:

- 1) затраты, сопровождающие хранение и транспортировку сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, готовой продукции;
- 2) затраты, связанные непосредственно с производством продукта.

Первая составляющая представляет собой логистические услуги, по которым снижение затрат, в том числе экономия и рациональное использование материально-технических ресурсов, полностью зависит от реальных и эффективных логистических решений.

Влияние логистических решений на экономию и рациональное использование материальных ресурсов во второй составляющей ограничено. Все процедуры и операции, связанные со складированием, хранением и транспортировкой внутри промышленного предприятия, являются логистическими услугами и зависят от рациональности и оптимальности принимаемых логистических решений, направленных на снижение затрат по этим направлениям производственно-хозяйственной деятельности.

Факторы, оказывающие влияние на снижение логистических издержек:

- развитие научно-технического прогресса (НТП) (товародвижение осуществляется с помощью технических устройств, включая транспортные средства, складское оборудование и ряд разнообразных орудий труда);
- экономическое развитие.

Структура орудий труда рассматривается в следующих самостоятельных аспектах – функциональном, технологическом, экономическом, возрастном, типоразмерном. На рисунке 12.1 представлены составляющие структуры орудий труда.

Экономическое развитие представляет процесс постоянной рационализации управления логистическими процедурами и операциями. Это направление включает решение экономических и организационных задач в области ресурсосбережения как в отдельных подсистемах логистики, так и в целом в макрологистических и микрологистических цепях.

Реализация задач экономии и рационального использования материальных ресурсов охватывает и такие процедуры, как нормирование расхода материальных ресурсов, определение структуры материалопотребления, оценка использования материальных ресурсов.



Рисунок 12.1 – Составляющие структуры орудий труда

Задачи *нормирования расхода материальных ресурсов*: рационализация методов расчета и прогнозирования норм; повышение контроля за нормами и их изменением.

Задачи *определения структуры материалопотребления*: проведение качественного анализа структурных сдвигов; установление прогрессивных тенденций в структуре; увеличение удельного веса использования металлопродукции улучшенного качества, меньших толщин и размеров.

Задачи *оценки использования материальных ресурсов*: выбор рациональных методов расчета оценочных показателей; нахождение оптимальных вариантов исходных данных для расчета оценочных показателей; установление зависимостей между оценочными показателями.

Задание

Ознакомиться с теоретическими положениями. Составить структурную блок-схему производственных ресурсов в целом. Провести анализ степени влияния каждого из ресурсов на производственный процесс, выявить возможные пути их экономии.

Контрольные вопросы

- 1 На какие основные группы подразделяются ресурсы?
- 2 Охарактеризуйте структуру экономических ресурсов.
- 3 Что относится к природным ресурсам?
- 4 Что такое технические ресурсы?
- 5 Какие основные виды потерь ресурсов?
- 6 Назовите основные задачи, решаемые в области ресурсосбережения в логистических цепях.
- 7 Назовите составляющие структуры орудий труда.
- 8 Какие задачи решаются при нормировании расхода материальных ресурсов?
- 9 В чем заключаются задачи оценки использования материальных ресурсов?

Список литературы

1 **Степанов, В. И.** Нормирование расхода материальных ресурсов: учебное пособие / В. И. Степанов. – Москва: Академия, 2009. – 176 с.

2 **Смирнов, К. А.** Нормирование и экономия материальных затрат: учебное пособие [Электронный ресурс] / К. А. Смирнов. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 153 с. – Режим доступа: www.dx.doi.org/10.12737/18831. – Дата доступа 30.04.20.

3 **Смирнов, К. А.** Сборник задач по нормированию и рациональному использованию материальных ресурсов: учебное пособие для инж.-экон. специальностей вузов / К. А. Смирнов, Е. А. Голиков. – Москва: Высшая школа, 1990. – 192 с.

4 Рациональное использование производственных ресурсов: методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» / Сост. С. Л. Комарова. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2013. – 26 с.