

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Казанский государственный энергетический университет»

**Технологическая подготовка производства
часть 1**

Учебное пособие



КАЗАНЬ

2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный энергетический университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

А.Г.АБЛЯСОВА, Е.С. МУХАМЕТШИНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
ПРОИЗВОДСТВА

часть 1

Учебное пособие

Казань 2022

УДК 629.13: 725.4.001.12

Аблясова А.Г., Мухаметшина Е.С. Технологическая подготовка производства часть 1: Учебное пособие./ 2022, 74 с.

ISBN

В учебном пособии изложены теоретические основы нормирования расхода материалов и технологических процессов.

Учебное пособие рекомендовано для подготовки бакалавров очной формы обучения обучающихся по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов».

Табл. 9. Ил.6. Библиогр.: 3 назв.

© Аблясова А.Г.
Мухаметшина Е.С. 2022,
© Казанский государственный энергетический университет 2022.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Технологическая подготовка производства» является важным звеном в цепочке дисциплин, завершающих подготовку бакалавров по направлению «Материаловедение и технология материалов».

Курс освещает общие организационные основы проектирования цехов и участков по получению, обработке материалов и покрытий: стадии проектирования, задание на проектирование, технико-экономическое обоснование, выбор места и площадки для строительства, общие вопросы содержания технической и сметной документации, а также оформления, согласования и утверждения проекта и т. д.

Создание современных промышленных предприятий, обеспечивающих необходимые темпы роста производительности труда, совершенствование организации производства и повышение квалификации работников, означает:

- создание качественно новых орудий труда, технологий, материалов на базе последних достижений науки и техники;
- обновление и замена устаревшей техники;
- повышение уровня механизации и автоматизации;
- внедрение АСУП и ГАП;
- снижение сроков внедрения в производство достижений науки и техники.

Поэтому в учебном пособии будут рассмотрены не только особенности построения генерального плана и зонирования заводской территории, состав предприятия и функциональные связи между его подразделениями, но и будут приведены основные сведения о требованиях, предъявляемых к проектированию промышленных предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие материально-технической базы любого общества невозможно без создания современных промышленных предприятий, основанных на прогрессивных принципах организации производства с широким использованием комплексной механизации и автоматизации технологических процессов вспомогательных операций и других работ.

При проектировании промышленных предприятий необходимо учитывать не только текущие нужды, но и перспективы их развития.

Начальной стадией создания промышленных объектов является проектирование. Проектирование промышленных предприятий осуществляется большим коллективом специалистов, объединенных в проектных организациях. В этих организациях накоплен большой опыт, значительный материал по проектированию, собраны материалы о работе передовых отечественных и зарубежных предприятий, разработаны типовые проекты, нормативы, укрупненные показатели, эталоны проектной документации, различные справочные материалы и т. д.

При проектировании промышленных предприятий проектные организации руководствуются нормативными актами по вопросам проектирования и капитального строительства.

К обязательным документам, которые должны быть изучены и использованы при проектировании промышленных объектов, относятся также правила техники безопасности, санитарии и гигиены; постановления об охране природы и предотвращении загрязнения окружающей среды, противопожарные требования, мероприятия по гражданской обороне и т. д.

Основным фактором, определяющим проектное решение при проектировании промышленного объекта, является технологический процесс. Поэтому выбор оптимальных вариантов технологических процессов - наиболее ответственная работа при выполнении проекта (вопросами технологии и выбором оп-

тимального варианта техпроцесса занимаются технологи). Для каждого конкретного случая (массовое, крупносерийное, серийное и др. производство) оптимальный технологический вариант может быть выявлен только на основании технико-экономических расчетов. В последнее время для этой цели широко применяют ЭВМ.

При проектировании часто приходится заниматься вопросами расширения действующего предприятия. Этот вопрос для проектировщиков наиболее сложный. Почему? Потому что при этом сталкиваются с такими проблемами, как стесненность территории, наличие зданий старых типов, замена устаревшего оборудования и т. д. Однако здесь имеется и ряд преимуществ: меньше капитальных затрат, освоение новых моделей изделий в более короткие сроки.

Наилучшим при данных конкретных условиях считается тот проект нового или реконструируемого промышленного объекта, который при капитальных наименьших затратах обеспечивает низкую себестоимость выпускаемой продукции.

В последнюю четверть XX века учеными и специалистами разработан ряд методик по проектированию промышленных предприятий. Созданные ранее специализированные проектные институты решали большие и сложные задачи по проектированию машиностроительных предприятий (ГИПРОАВТОПРОМ, ГИПРОСТАНОВ, ГИПРОЭНЕРГОРЕМОНТ и т. д.). Разработанные ГИПРОАВИАОПРОМом нормативы по проектированию цехов и участков по получению, обработке материалов и покрытий являются основными.

Всестороннее изучение основных вопросов проектирования и создания машиностроительных предприятий является весьма сложной задачей. Большой объем вопросов, составляющих сущность проекта завода, требует применения комплекса знаний из различных областей науки и техники. На основе этих знаний и должны быть найдены рациональные методы решения указанных задач, пригодные для практических целей проектирования

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ТЕМА 1.1. Содержание и задачи нормирования и расхода материальных ресурсов

Производство имеет две стороны – техническую и общественную. Техническая сторона производства является предметом изучения естественных и технических наук. Общественную сторону производства: производственные и экономические отношения людей изучает политическая экономия. В этот предмет входят познания объективных экономических законов, регулирующих производство, обмен, распределение и потребление материальных ресурсов.

В различных сферах производства действие экономических законов имеет свои специфические особенности. Эти особенности изучает курс «Нормирование расхода материалов».

Особенностью курса является то, что он находится на стыке технических и экономических дисциплин. В процессе изучения курса используются данные технических наук - методика расчетов, прогрессивные методы проектирования, конструирования и технологического изготовления различных видов продукции. Экономические дисциплины предоставляют методику исследования природы норм, их разработки и формирование в процессе планирования на различных уровнях. Исходным методологическим положением, характеризующим нормирование расхода материальных ресурсов как экономическую дисциплину, является то, что нормы выступают как планомерное отражение величины общественно необходимых затрат совокупного труда и выражают отдельные стороны производственных отношений.

Таким образом, предметом курса «Нормирование расхода материалов» является изучение экономической природы норм расхода материалов, теории и практики разработки прогрессивных норм расхода материальных ресурсов, путей и методов экономии материальных ресурсов.

Экономическая природа норм расхода материальных ресурсов (НР МР)

Одна из важных тенденций развития современного производства это значительное повышение удельного веса затрат на предмет труда. Эффективность общественного производства – это определенный результат, итог функционирования всего производства, а также затраты и экономия труда в будущем. Основой повышения эффективности производства выступает экономное, рациональное использо-

вание трудовых, материальных и природных ресурсов. Особенно возрастает роль экономии сырья, материалов и топлива.

Современные условия требуют переход на интенсивные методы ведения производства, научного нормирования МР. Объективной расчетной базой плана, является научно обоснованные нормативы и рассчитанные на их основе нормы затрат материалов.

В условиях планового хозяйства производственные нормы носили директивный характер.

Основным принципом научного нормирования материальных ресурсов является прогрессивность плановых норм, которые выступают важным условием непрерывного снижения общественно необходимых затрат на производство продукции.

При разработке норм следует учитывать:

- внедрение прогрессивной технологии изготовления продукции, обеспечивающей снижение расхода материальных ресурсов и повышения коэффициента использования материалов (КИМ);

- создание и внедрение в производство новых видов продукции, отвечающих требованиям лучших образцов отечественной и зарубежной техники, совершенствование выпускаемой продукции, обеспечивающее снижение материалоемкости;

- создание и внедрение в производство новых видов материалов, расширение применения материалов улучшенного качества, экономия, замена дефицитных, дорогостоящих материалов менее дефицитными и более дешевыми.

Система норм обуславливается организацией планирования общественного производства на различных уровнях: производственный участок – цех – предприятие. Для обеспечения обоснованного планирования на каждом уровне требуется разработка норм в соответствии со степенью укрупненности плановых заданий.

Совершенствование нормативной базы планирования должно обеспечить: разработку нормативов по различным отраслям промышленности, создание нормативных данных для однородных предприятий, разработку на этой основе индивидуальных норм на каждом предприятии, разработку укрупненных норм для планирования.

Процесс нормирования материальных ресурсов неразрывно связан с борьбой за их экономию.

Нормирование расхода сырья и материалов является важным условием совершенствования планирования на всех его уровнях, эффективным средством осуществления строжайшего режима экономии.

Итак: Норма – это объективная экономическая категория. Норма выступает в качестве плановой меры использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов. Норма является основой выявления потребности в них.

Норма расхода представляет собой максимально допустимую расчетную величину затрат материальных ресурсов на изготовление единицы продукции или на выполнение единицы работы в конкретных технических, организационных и экономических условиях при обязательном соблюдении требований к качеству продукции.

Нормы должны разрабатываться на основе первичной конструкторской и технической документации, экспериментально проверенных характеристик, технических расчетов и удельных расходов материальных ресурсов.

Нормы расхода разрабатываются на предприятиях и утверждаются руководителем предприятия.

На бюро по нормированию расхода материальных ресурсов возлагается проверка подетальных и пооперационных норм расхода, разрабатываемых технологами, определение сводных норм на изделие и виды продукции и средневзвешенных групповых норм, составление планов организационно-технических мероприятий по экономии материальных ресурсов. Ответственность за работу по нормированию расхода сырья и материалов на предприятии несут главные технологи и главные инженеры.

Процесс нормирования расхода материальных ресурсов включает:

1. Изучение влияния условий производства, определяющих расход сырья.
2. Определение расхода материальных ресурсов, необходимого для выполнения определенной работы, исходя из сложившегося технического и организационного уровня производства.
3. Разработку на базе первичных норм укрупненных норм расхода материальных ресурсов.
4. Обеспечение максимальной экономии материальных ресурсов.

Индивидуальные и групповые средневзвешенные нормы расхода материальных и сырьевых ресурсов разрабатываются согласно основному положению «Методические указания по разработке и применению системы технико-экономических нормативов для планирования, распределения и использования сырья, материалов, топлива в производстве».

Основная задача производства заключается в том, чтобы организовать разработку индивидуальных норм расхода на основе научно-обоснованных методов нормирования. Для того чтобы нормы расхода материалов были дина-

мичными и оптимальными, отражали все многообразие взаимодействующих факторов, необходимо при проведении этой работы применять современные ЭВМ.

Снижение расхода материальных затрат при производстве продукции только на 1% позволяет повысить национальный доход на 2-3%, при том, что удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции достигает 77%.

Резервы экономии сырья:

1. Плановое и экономическое стимулирование.
2. Новая система управления.

ТЕМА 1.2. Плановые нормы и нормативы

Важное значение в процессе разработки планов имеют плановые нормы и нормативы, которые призваны упорядочить производственную деятельность предприятия, подчинить ее научно обоснованным закономерностям. Вся система планирования исходит из того положения, что производственная деятельность предприятия — это не стихийный процесс и она должна быть подчинена определенным закономерностям, которые находят свое воплощение в системе норм и нормативов.

Нормы и нормативы служат исходной предпосылкой планирования. Сегодня предприятие имеет n -ю прибыль: много это или мало? Сколько работников следует нанять, чтобы обеспечить обслуживание имеющегося оборудования? Сколько продукции сможет выпустить предприятие с помощью этого оборудования? Нормы и нормативы задают усредненные показатели различных сторон деятельности предприятия (использования трудовых ресурсов, технологии, достижения финансовых результатов и др.).

Нормы — это плановые технико-экономические показатели, которые характеризуют удельные величины расхода материальных, трудовых, финансовых ресурсов или предельные временные величины, утверждаемые в установленном порядке и рассчитываемые на основе анализа развития научно-технических достижений в планируемом периоде, и обеспечивают высокое качество производимой продукции (выполняемых работ) и экономное использование ресурсов.

Нормативами называются величины, используемые при расчете норм, или поэлементные составляющие норм, а также коэффициенты, характеризующие степень использования орудий или предметов труда.

Так, нормы и нормативы затрат рабочего времени и рабочей силы служат основой для планирования самых разнообразных показателей производственно-хозяйственной и социально-экономической деятельности. Нормы затрат рабочей силы, характеризующие величину расхода умственной и физической энергии человека, применяются при планировании разнообразных социально-трудовых показателей.

Нормы затрат физической и умственной энергии определяют /допустимые показатели темпа или скорости работы человека, интенсивности и тяжести труда, расхода человеческой энергии и степени занятости работников, уровня их утомления и т.п. (Они используются для планирования оптимальных условий труда работников, для обоснования нормативной интенсивности труда, а также снижения тяжести труда и установления норм компенсационных доплат при работе в неблагоприятных условиях труда.

Нормы и нормативы применяемые в плановой деятельности.

На рынке товаров при прочих равных условиях выигрывает тот предприниматель, который наиболее экономно использует имеющиеся ресурсы и достигает их минимального расхода на единицу выпускаемой продукции.

Комплексными планово-экономическими показателями, характеризующими механизм равновесия между рыночным спросом, ценами и предложением на продукцию, работы и услуги, а также взаимодействия между затратами и результатами, служат разнообразные нормы и нормативы.

С практических позиций всякие нормы и нормативы являются исходными величинами и показателями, применяемыми при планировании и оценке различных видов деятельности, выполняемых работ и услуг. Они необходимы для выполнения таких важнейших плановых функций, как определение объемов и сроков изготовления продукции, обоснование затрат и результатов, учет и контроль расходования производственных ресурсов и т.п. Плановые, экономические, финансовые и иные нормы и нормативы образуют целую систему и составляют нормативную базу планирования, классифицируемую по различным признакам.

По своему виду нормы и нормативы могут быть абсолютными и относительными, общими и частными, плановыми и фактическими, перспективными и текущими, макроэкономическими и микроэкономическими, количественными и качественными и т.д.

По видам ресурсов различают нормы и нормативы, регулирующие величину затрат средств производства, предметов труда, рабочей силы на изготов-

ление единицы продукции, выполнение работы или оказание услуги. Поданному признаку различают также нормативы использования на предприятиях различных производственных ресурсов.

По стадиям производства предусматривают нормативы текущих, страховых, технологических, транспортных и производственных запасов материалов, а также нормативы незавершенного производства, полуфабрикатов, комплектующих изделий и готовой продукции. Величина и динамика этих нормативов характеризуют процесс превращения материальных ресурсов в готовые товары, работы и услуги.

По выполняемым функциям нормативы могут быть отнесены к плановым, экономическим, управленческим, техническим, организационным, социальным, экологическим, трудовым, правовым и др. По сфере распространения выделяют нормативы международные, федеральные, региональные, межотраслевые, отраслевые, внутрипроизводственные и пр.

По степени детализации нормативы подразделяются на S индивидуальные и групповые, дифференцированные и укрупненные, частные и общие, специфицированные и сводные. По численным значениям различают нормы оптимальные, допустимые, максимальные, минимальные, средние. Использование в процессе планирования более точных исходных нормативов, какими обычно являются их оптимальные или средние величины, позволяет приблизить расчетные (плановые) показатели к реальным (фактическим) или уменьшить степень их отклонения при внутрифирменном планировании различных видов деятельности. По целевому назначению нормативы бывают расходные и технические, оценочные и технико-экономические, оперативно-производственные и календарно-плановые и т.п. Расходные нормы определяют величину затрат ресурсов, оценочные — эффективность их использования, оперативные — продолжительность и порядок движения ресурсов в процессе производства продукции.

В основе определения норм и нормативов лежат следующие принципы:

- 1) предварительное нормирование. Предполагает наличие лишь общих сведений о предмете нормирования. В этом случае нормы и нормативы устанавливаются опытным путем;
- 2) нормирование по аналогии. Заключается в поиске аналога предмету нормирования. Нормы и нормативы устанавливаются по подобию (в отдельных случаях с применением корректирующих коэффициентов);

3) подетальное нормирование. Предмет нормирования разбивается на отдельные узлы (детали, операции). Нормы и нормативы устанавливаются путем сложения отдельных составляющих.

По методам установления различают нормативы научно обоснованные, расчетно-аналитические, опытно-экспериментальные, аналитически-исследовательские, отчетно-статистические и др. Сущность *научно обоснованных* норм заключается в их соответствии оптимальным значениям "затрат" ресурсов для конкретных условий производства с учетом действующей системы ограничений. При выборе научно обоснованных значений норм возможны два варианта принятия оптимальных решений:

- минимизация затрат при достижении заданного результата;
- максимизация результатов при заданных затратах (ресурсах).

Расчетно-аналитические нормы разрабатываются на основе анализа техники, технологии и организации производства в заданных или запроектированных условиях. Применение таких норм обеспечивает рациональное использование ограниченных ресурсов на каждом рабочем месте.

Опытно-экспериментальные нормы устанавливаются на основе опытных или экспериментальных данных, полученных в реально существующих условиях производства.

Аналитически-исследовательские нормы разрабатываются на основе анализа и исследования действующих технологических процессов и последующего установления теоретических или эмпирических зависимостей между основными факторами производства и величиной расходования ресурсов.

Отчетно-статистические нормы обычно устанавливаются по данным оперативной, бухгалтерской или статистической отчетности предприятий и фирм. Их значения, как правило, не отражают имеющихся возможностей для снижения расхода ресурсов на производство единицы продукции, что ограничивает сферу их применения в процессе внутрипроизводственного планирования.

Трудовые нормативы

Система трудовых нормативов — это совокупность регламентированных затрат труда на выполнение различных элементов и комплексов работы персоналом предприятия. В рыночной экономике нормативы и нормы труда находят широкое распространение на предприятиях и в организациях всех форм собственности. Они выражают величину затрат труда на осуществление самых разнообразных видов трудовой деятельности человека (производственной, хозяйственной, предпринимательской и др.). В планово-экономической деятель-

ности повсеместно используются разнообразные трудовые показатели, в состав которых входят следующие нормы и нормативы.

Нормы времени выражают необходимые или научно обоснованные затраты рабочего времени на изготовление единицы продукции, выполнение одной работы или услуги в минутах или часах (мин/шт., ч/шт.).

Нормы выработки — устанавливают необходимый объем изготовления продукции за соответствующий плановый отрезок рабочего времени. Величина нормы определяет в натуральных измерениях (штуках, метрах и других единицах) плановый результат работы за смену, час или иной отрезок времени.

Нормы обслуживания — характеризуют количество рабочих мест, размеры площади и других производственных объектов, закрепленных за одним рабочим, группой, бригадой или звеном.

Нормы численности — определяют необходимое количество работников соответствующей категории для выполнения заданного объема работы или обслуживания производственных процессов.

Нормы управляемости — регламентируют число подчиненных работников у одного руководителя соответствующего подразделения предприятия.

Нормирование производственного задания — устанавливает одному работнику или бригаде плановые объемы и номенклатуру изготавливаемой продукции, выполняемых работ или услуг за данный период рабочего времени (смену, неделю, месяц, квартал). Величина производственных заданий измеряется в натуральных, трудовых, стоимостных единицах (штуках, тоннах, нормо-часах, нормо-рублях).

Норматив длительности — определяет расчетную величину рабочего времени, в течение которого может быть выполнена единица работы на одном станке или рабочем месте. Эта норма включает длительность технологического воздействия на предмет труда и величину объективно существующих перерывов, приходящихся в среднем на одну деталь или работу. Измеряется она в единицах рабочего времени (минутах, часах и днях). При работе на одном станке норма длительности соответствует норме штучного времени. В условиях машинного производства норма длительности определяет норматив станкоемкости продукции (станко-часов), а норма времени — трудоемкость (нормо-часов) на весь объем производства товаров, работ и услуг.

Норматив трудоемкости — содержит плановую величину затрат живого труда на производство одного изделия, выполнение единицы работы или услуги, а также одного комплекта различных работ. Трудоемкость измеряется в че-

ловеко-часах, человеко-минутах или нормо-часах и является, в отличие от нормы длительности, двухмерной величиной.

В плановой деятельности предприятий необходимо применять нормативы технологической, производственной и полной трудоемкости продукции.

Технологическая трудоемкость продукции выражает затраты труда основных рабочих, осуществляющих технологическое воздействие на предметы труда: получение и производство заготовок, разработка и изготовление деталей, сборка и монтаж машин и т.н. Технологическая трудоемкость изделия представляет собой суммарное штучное время в минутах или часах (мин/шт.).

Производственная трудоемкость продукции включает затраты труда основных и вспомогательных рабочих на производство единицы продукции, выполнение работы или услуги.

Полная трудоемкость продукции характеризует общую величину затрат труда промышленно-производственного персонала на производство единицы продукции или определенного объема работ. Она включает совокупные затраты труда основных и вспомогательных рабочих и специалистов производства, необходимые на изготовление единицы продукции, выполнение работ или услуг.

Основой для планирования технологической трудоемкости продукции служат нормативы и нормы времени на одно изделие, а также показатели объема выпуска продукции и работ основного производства. Трудоемкость работ по обслуживанию и управлению производством устанавливается по нормам численности вспомогательных рабочих и административно-управленческого персонала или нормативам соотношения между различными категориями персонала.

При планировании полной трудоемкости необходимо выделять прямые и косвенные затраты труда на производство продукции. Прямые затраты на единицу продукции определенного вида и качества устанавливаются соответствующими расчетами. Косвенные затраты на единицу изделия или работы распределяются в процентном отношении к прямым. В общем виде полная трудоемкость продукции равна сумме затрат труда на ее изготовление, обслуживание и управление производством.

Материальные нормативы — это важная составная часть планово-экономической нормативной базы предприятия, характеризующая в условиях рынка величину расхода основных производственных ресурсов на изготовление продукции, выполнение работ и услуг с учетом действующих законов спроса и предложения. В соответствии со структурой процесса производства к основным материальным нормативам, кроме рассмотренных норм затрат

живого труда, относятся нормы расхода (затрат) предметов труда и средств производства.

ТЕМА 1.3. Система норм расхода материальных ресурсов

Для правильной организации работы по нормированию расхода материальных ресурсов и использованию норм при планировании материально-технических норм и снабжению производства большое значение имеет группировка их по основным классификационным признакам:

- по назначению материальных ресурсов в производстве;
- по объекту нормирования
- по периоду действия;
- по детализации номенклатуры сырья, материалов;
- по масштабу применения.

По назначению материальных ресурсов в производстве, нормы расхода подразделяются на: нормы расхода основных материалов и сырья; нормы расхода вспомогательных материалов; нормы расхода топлива; нормы расхода электроэнергии.

Сырье и основные материалы образуют материальную основу продукта труда в процессе потребления их в производстве соответствующей продукции.

Вспомогательные материалы принимают участие в образовании материальной основы продукта: потребляются средствами труда или присоединяются к сырью, чтобы произвести в нем необходимые качественные изменения или способствуют выполнению процесса воспроизводства продукта. Один и тот же материал может быть и основным и вспомогательным.

Нормы расхода вспомогательных материалов устанавливаются как средние величины в целом на ед. выпускаемой продукции в данном производстве. Таким образом, отнесение того или иного вида материальных ресурсов к основным или вспомогательным материалам, а также методика установления их норм расхода зависят от их определенных функций в процессе труда. Для облегчения правильного планирования материалы делятся на классы, группы, подгруппы, и во всех документах (прейскурантах, ценниках) располагаются в строго определенном порядке.

В зависимости от степени дифференциации продукции или работы (объектов нормирования) нормы бывают: пооперационные, подетальные, поузловые, т.е. нормы на ед. полуфабриката и норму на ед. готовой продукции.

Пооперационные нормы расхода используются при организации технических процессах производства продукции в цехах и на производственных участках. Подетальные нормы расхода материальных ресурсов служат для обеспечения цехов, производственных участков соответствующими материальными ресурсами в требуемых количествах, для планирования и организации материально-технического снабжения с учетом незавершенного производства.

Поузловые - устанавливаются на определенный узел изделия на основании норм расхода на детали.

Поиздельные нормы - устанавливаются на конкретное изделие или вид работ, которые являются конечной продукцией.

По периоду действия подразделяются на две основные группы: нормы, предназначенные для целей текущего планирования производства, и нормы установленные на перспективный период по годам. Нормы, установленные на год - являются основой наряду с наличием данных об объемах производства продукции для определения потребности производства.

Нормы, установленные на перспективный период, характеризуются тем, что они разрабатываются на ограниченные по количеству виды материальных ресурсов, которые имеют важнейшее значение для обеспечения выпуска продукции.

В производстве применяют также квартальные и оперативно-текущие нормы расхода.

Квартальные - на материалы, имеющие сезонный характер. Оперативно-текущие нормы действуют в определенный конкретный момент планового периода и отражают организационно-технические условия производства.

По детализации номенклатуры материальных ресурсов индивидуальные нормы расхода разрабатываются: в специфицированном сортаменте сырья, материалов; и укрупненном их сортаменте.

По масштабу применения различают два основных вида норм расхода: индивидуальные нормы на конечную продукцию и средневзвешенные групповые нормы расхода. Исходными данными для расчета индивидуальных норм являются:

- установленная планом номенклатура продукции;
- план задания по снижению норм расхода и экономии материальных ресурсов;
- данные конструкционной и технологической документации;

- показатели, предусмотренные техническими условиями на изготовление продукции рецептурой, регламентами;
- утвержденные нормативы технических отходов и потерь сырья, материалов, учитываемых при расчете норм;
- показатели удельного расхода материалов на единицу поверхности, веса, длины;
- показатели плана внедрения новой техники в производство и организационно-технических мероприятий по экономии материальных ресурсов.

Средневзвешенные групповые нормы расхода устанавливаются на производство одноименной продукции.

Их расчеты производятся на основании следующих исходных данных:

- a) номенклатуры продукции плана, установленной в соответствии с классификатором промышленной продукции;
- b) плана объемов производства продукции в единицах измерения;
- c) индивидуальных норм расхода материальных ресурсов на производство продукции.

Система технико-экономических нормативов.

Разработка системы Т.Э.Н. необходима в целях:

- обеспечения предприятий научно-обоснованными методическими и нормативными материалами, необходимыми для расчета на основе конструкторской и технической документации технически и экономически обоснованных норм расхода материалов:

- обеспечения достоверной информацией для формирования соответствующих Т.Э. нормативов расхода материальных ресурсов
- своевременного упрочнения и обновления Т.Э.Н
- уменьшения трудоемкости формирования норм расхода.

С Т.Э. нормативов предусматривает разработку следующих показателей:

1. Задания по среднему снижению норм расхода важнейших видов сырья, материалов.
2. Уточненные задания по среднему снижению норм расхода важных видов материальных ресурсов.
3. Средневзвешенные групповые нормы расхода сырья, материалов по номенклатуре продукции, предусмотренных для разработки перспективного плана.
4. Нормы расхода сырья, материалов на единицу продукции в соответ-

ствии с номенклатурой годового плана.

5. Нормы расхода сырья и материалов на техническую операцию детали.

6. Нормативы технических отходов и потерь сырья, материалов в производстве, учитываемые в нормах расхода (на ед. продукции).

7. Показатели удельных расходов материалов на единицу поверхности, веса, длины.

8. Нормы выхода продукции; коэффициенты извлечения продукции из исходного сырья.

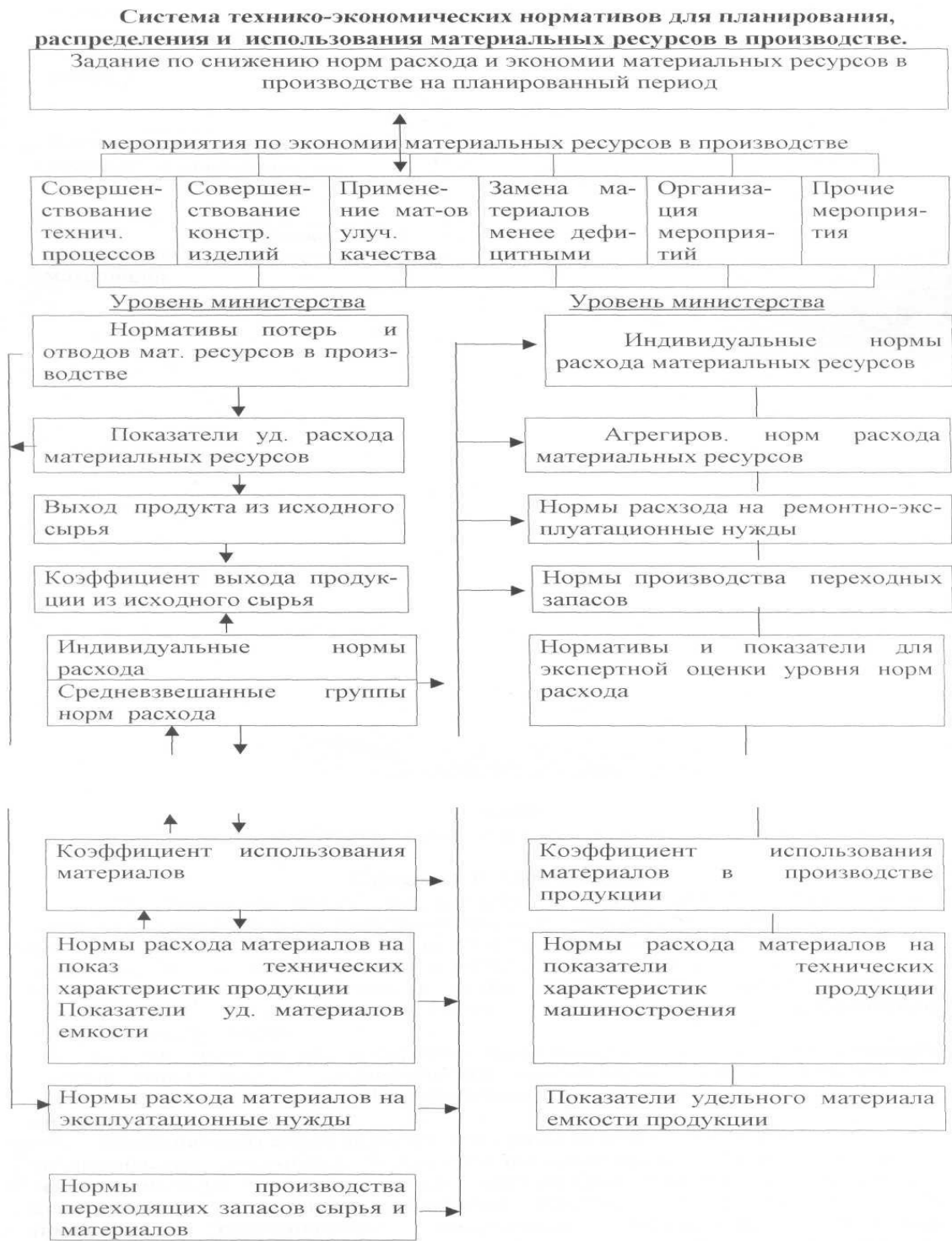
9. Средние коэффициенты использования материалов (группы сортамента материалов).

10. Нормы расхода материалов на производство продукции машиностроения на единицу показателя техники и характеристику изделия (ед. мощности, грузоподъемности, производительности).

11. Нормы расхода материалов на ее виды ресурсов, которые потребляются не в основном производстве, а на изготовление оснастки, специальных инструментов на испытание готовой продукции, на упаковку.

12. Средние нормы расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды основных фондов (орудия труда; производство зданий и сооружений).

13. Средние нормы производственных запасов сырья и материалов.



ТЕМА 1.4. Методы разработки норм и нормативов расхода материальных ресурсов

1. Особенности нормирования расхода материальных ресурсов в современных условиях

В настоящее время и на ближайшую перспективу обеспечение предприятий, плановых и хозяйственных органов научно обоснованными технико-экономическими нормативами, в том числе нормами и нормативами для планирования, распределения и использования материальных ресурсов, является

весьма актуальной задачей. Необходимо определять потребность в материальных ресурсах, а следовательно, соответствующие нормы и нормативы применительно к изготовлению не только конкретных изделий, но и на изготовление нестандартизированного инструментария, на поставляемые со стороны средства механизации и автоматизации производства, на наладку технологического оборудования, на испытание и упаковку готовой продукции, эксплуатацию и ремонт оборудования, зданий и сооружений.

При разработке норм и нормативов расхода материальных ресурсов следует основываться не только на технических показателях, но и учитывать экономические обоснования принимаемых технических решений. При этом основным критерием для установления уровня норм расхода данного вида материальных ресурсов должно служить влияние его на себестоимость изготавливаемой продукции, рентабельность, а также эффективность производства не только применительно к предприятию, объединению, отрасли, но и к народному хозяйству в целом (в народнохозяйственном аспекте).

Главные исходные положения разработки в производстве большинства отраслей промышленности качественных норм и нормативов расхода материальных ресурсов, обоснованных в техническом отношении, следующие: наличие необходимой конструкторской и технологической документации, научно обоснованных нормативов технологических отходов и потерь отдельных видов материальных ресурсов при осуществлении соответствующих стадий (операций) технологии изготовления изделий, научно обоснованных методик расчета норм и соответствующих инструкций, специальной документации (форм), четкой организации работы различных технических служб на разных уровнях, связанных с нормированием сырья, материалов, топлива, энергии, с планированием мероприятий по экономии их в производстве как при разработке текущих планов, так и на перспективный период.

Основной задачей, подлежащей решению и связанной с рассматриваемым вопросом, например в машиностроении, является обеспечение:

- литейного и термического производства, металлопокрытий, лакокрасочных покрытий, антикоррозионных и других производств (участков) соответствующими научно обоснованными методиками и нормативами технологических отходов, потерь сырья и материалов, а также методиками расчета норм расхода материалов по всем направлениям потребления ресурсов, а не только относящимся к основному производству;

- определения по важнейшим видам изделий машиностроения и металлообработки показателей технической характеристики, к которым могут быть отнесены соответствующие виды затрат ресурсов; расчета нормативов расхода материалов на показатели технической характеристики изготавливаемых изделий (машин, оборудования, приборов) ;

- разработки в каждой отрасли народного хозяйства с учетом специфики производства перечня важнейших технических и организационных мероприятий по экономии материальных ресурсов, подлежащих учету при расчете норм расхода при текущем планировании и на перспективу и аккумулирующих достижения технического прогресса, передового опыта отечественной и зарубежной практики, разработки коэффициентов эффективности (экономии, замены) от внедрения соответствующих мероприятий в практику работы;

- быстрого завершения технических проектов автоматизированной системы сбора и накопления материальных нормативов (АСН) и других технико-экономических показателей, связанных с планированием материальных ресурсов, разработка на их базе рабочих проектов и внедрение АСН в практику работы на всех уровнях.

Рассматривая экономическую сторону решения задачи формирования научно обоснованных норм и нормативов расхода материальных ресурсов, следует прежде всего охарактеризовать значение материалоемкости как фактора, влияющего на изменение эффективности общественного производства. Обобщающий показатель эффективности может быть определен по методу приведенных затрат в стоимостном выражении:

$$Эф = D_n / Z$$

где $Эф$ — эффективность общественного производства; D_n — произведенный национальный доход; Z — приведенные затраты.

Приведенные затраты определяются по формуле

$$C + E_n K,$$

где C -- себестоимость продукции; K - произведенные капитальные вложения (сумма капитальных вложений в основные производственные фонды и единовременных затрат по увеличению оборотных средств производственных фондов); E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (минимальное среднее значение в основных отраслях народного хозяйства и промышленности 0,12; по отдельным отраслям устанавливается дифференцированно).

Основную часть в себестоимости продукции составляют материальные затраты, т. е.

затраты на сырье, материалы, топливо, тепловую и электрическую энергию. Сокращение этих затрат повышает эффективность общественного производства. Снижение расхода материальных ресурсов позволяет также более эффективно использовать в народном хозяйстве трудовые и финансовые ресурсы, так как уровень трудоемкости и фондоемкости продукции в отраслях, поставляющих материалы и топливо, например, машиностроительному и металлообрабатывающему производству (с учетом добычи природных ресурсов и их необходимой переработки), значительно выше, чем в обрабатывающих отраслях.

Расчеты норм расхода каждого конкретного вида материальных ресурсов на производство единицы продукции должны производиться с учетом не только эффективности от их внедрения на данном предприятии, а с учетом народнохозяйственной эффективности.

Экономическая сторона проблемы по сравнению с технической на сегодня является менее разработанной как в методологическом отношении, так и в отношении обеспечения соответствующих расчетов необходимым инструментарием (методиками, инструкциями, технико-экономическими нормативами и другими показателями). При нормировании расхода материальных ресурсов на соответствующих уровнях производятся укрупненные расчеты эффективности принимаемых решений, но они пока не имеют фундаментальной научной основы и являются в большинстве случаев ориентировочными (экспертными), особенно при решении вопросов применительно к народному хозяйству в целом.

Основные исходные положения разработки экономически обоснованных норм и нормативов расхода материальных ресурсов в определенной мере схожи с соответствующими положениями, необходимыми для расчета норм и нормативов, обоснованных в техническом отношении, но их суть и содержание различны.

Основные исходные положения разработки норм и нормативов расхода материальных ресурсов, обоснованных в экономическом отношении, следующие.

В условиях проведения расчетов экономической эффективности без учета затрат в сопряженных отраслях необходимо иметь следующие данные:

а) соответствующие методики, инструкции по определению экономической эффективности от внедрения в производство мероприятий по экономии материальных ресурсов;

б) технико-экономические нормативы и показатели: для расчетов капитальных затрат на оборудование при внедрении планируемых мероприятий,

направленных на экономию материальных ресурсов; для расчета как в натуральном, так и в стоимостном выражениях текущих затрат в производстве при внедрении мероприятий по экономии с дифференциацией изменения этих затрат по основным направлениям (основные виды сырья, материалов, топлива); заработная плата производственных рабочих; амортизация оборудования, зданий и сооружений; текущий ремонт и содержание оборудования; инструмент и оснастка; технологические виды энергии; данные о накладных цеховых и общезаводских расходах; нормативные коэффициенты эффективности капитальных вложений; данные об изменении качества изделий при внедрении в производство планируемых мероприятий; данные об объемах производства соответствующей продукции в планируемом периоде, а также об изменении качества изделий при внедрении планируемых мероприятий; данные о средней стоимости соответствующих видов материальных ресурсов.

Кроме указанного в пунктах а и б, необходима четкая организация деятельности планово-экономических служб на разных уровнях и их взаимосвязь при проведении этой работы с технологическими службами как при разработке текущих планов, так и на перспективный период.

В условиях проведения расчетов экономической эффективности с учетом затрат в сопряженных отраслях необходимо иметь следующие данные:

а) соответствующие методические рекомендации по определению общей эффективности (в народнохозяйственном аспекте) от внедрения в производство мероприятий по экономии материальных ресурсов; данные об основных показателях технической характеристики изделий (надежности, долговечности, производительности и др.) и их оптовой цене;

б) технико-экономические нормативы и показатели для расчетов как в натуральном, так и стоимостном выражениях материальных и других затрат, связанных с эксплуатацией соответствующих изделий до их списания, а также капитальных вложений, необходимых для развития в соответствующем объеме сырьевой базы сопряженных отраслей в случае ввода дополнительных мощностей, обеспечивающих потребность в данном виде материальных ресурсов отраслью-потребителем; нормативные коэффициенты (по соответствующим сопряженным отраслям) эффективности капитальных вложений.

2. Структура норм расхода материальных ресурсов

Норма расхода материальных ресурсов — это плановая величина, определяющая максимально допустимое количество сырья, материалов, топлива, энергии для производства единицы продукции или единицы работы заданного

качества при планируемых технологических и организационно-технических условиях производства. Нормы расхода материальных ресурсов разрабатываются на определенный плановый период.

В процессе производства материальные ресурсы имеют различное назначение, что определяет не только особенности их потребления, но и нормирования. С учетом назначения материальных ресурсов различают нормы расхода сырья и основных материалов, вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии.

Это определяет и выбор измерителя по каждому виду материальных ресурсов: по основным материалам норма расхода определяется на единицу изготавливаемой продукции (вида работ), по вспомогательным выбирается, как правило, наиболее характерный укрупненный измеритель, на который и рассчитывается норма расхода (тонна производимой продукции, млн. руб. и т. п.). Измерители норм расхода топлива и электроэнергии определяются особенностями их использования. Так, норма расхода технологического топлива рассчитывается на единицу изготавливаемой продукции, топлива на энергетические цели — на единицу вырабатываемой энергии, а расход на отопительные цели — на 1 м^3 объема помещения.

Структурно норма расхода материальных ресурсов неоднородна. Составляющие элементы определяются не только назначением материальных ресурсов, их использованием, но и технологией их выработки. В укрупненном масштабе структура норм расхода сырья и материалов состоит из трех элементов: чистого расхода — массы (веса) материала на единицу продукции или объема выполненной работы, технологических отходов и потерь, технически неизбежных отходов и потерь.

Полезный, или чистый, вес (масса) — это количество материала, которое вещественно входит в готовое изделие. В добывающих отраслях промышленности полезный расход — это расход материала, обеспечивающий осуществление технологического процесса. *Технологические отходы и потери* — затраты материалов, вызываемые особенностями технологических процессов производства или особенностями подготовки материалов к использованию в производстве (добывающие отрасли). Отходы подразделяются на возвратные и безвозвратные. Возвратные (используемые) находят применение на данном предприятии или могут быть реализованы. Это прежде всего отходы, обусловленные немерностью или нестандартностью сырья, материалов и т. п.

Безвозвратные — это отходы, использование которых исключается па данном уровне развития техники. В различных производствах характер этих отходов вызывается угаром, утечкой и испарением материалов, потерей топлива, крепежных материалов в очистных и подготовительных выработках горнодобывающих предприятий и т. п. Типовая структура нормы расхода может быть представлена схемой.



Норма расхода материала H на изготовление детали определяется по формуле

$$H = Q_{дет} + \sum q_1 + \sum q_2$$

где $Q_{дет}$ - чистый вес детали; $\sum q_1$ - суммарные технологические потери и отходы; $\sum q_2$ - суммарные технически неизбежные отходы и потери.

При изготовлении деталей (или отливок), включающих несколько материалов (компонентов), норма расхода рассчитывается по формуле

$$H_k = Q \cdot x/100 + \sum q$$

где H_k — норма расхода материала (компонента); Q — вес изделия (детали, отливки); x — процентное содержание материала в общем весе; $\sum q$ - вес потерь материала (компонента).

При определении норм расхода материальных ресурсов необходимо знать степень использования исходного материала. Основным качественным показателем является *коэффициент использования материала*, который выражает отношение массы чистого веса (объема) детали ($Q_{дет}$) к норме расхода материала (H). Увеличение коэффициента использования материала характеризует повышение эффективности работы по снижению норм расхода.

В ряде производств применяется *коэффициент выхода годного продукта*. Он выражается отношением количества полученного продукта к количеству затраченного на его производство исходного сырья (продукта). Коэффициент выхода используется в литейном производстве, лесоперерабатывающей промышленности и др.

Коэффициент использования материала определяет величину отходов.

3. Расчет индивидуальных норм расхода

Нормы расхода сырья, материалов и топлива составляют основу разработки производственных планов предприятий, отраслей и народного хозяйства в целом. Они дают возможность правильно составить планы снабжения и обеспечивают возможность строго контролировать расход материалов.

Нормы расхода материальных ресурсов обеспечивают необходимую взаимосвязь между отдельными отраслями, мобилизуют работников на систематическое выявление и использование резервов экономии.

Структура норм расхода материалов, как указывалось выше, разнообразна и определяется особенностями потребления каждого материала, технической оснащенностью и технологией производственного процесса, квалификацией кадров, организацией труда и производства. В практической работе различают два основных метода нормирования расхода материальных ресурсов: расчетный и отчетно-статистический (среднестатистических величин). *Расчетный метод* наиболее научно обоснован, так как сочетает технические расчеты с конкретными производственными условиями применительно к используемому оборудованию, технологии и организации производства. Расчетный метод является основным для большинства ведущих отраслей промышленности и получает все большее распространение на предприятиях других отраслей народного хозяйства.

Отчетно-статистический метод применяется ограниченно, так как имеет существенные недостатки: перенесение недостатков прошлого отчетного периода на планируемый год, невозможность учета всего нового, что предусматривается в плановом периоде.

В общем виде экономическая эффективность может быть определена по формуле

$$\mathcal{E} = (H_o C_o - H_n C_n) + (T_{з.о} - T_{з.п}) + (P_{р.о} - P_{р.п}),$$

где \mathcal{E} — экономическая эффективность внедрения плановой расходной нормы материала на единицу продукции или работы; H_o , H_n — соответственно отчетная и плановая норма расхода материала; C_o , C_n — цена материала (отчетная и плановая); $T_{з.о}$, $T_{з.п}$ — отчетные и плановые трудовые затраты на единицу продукции или работы; $P_{р.о}$, $P_{р.п}$ — прочие расходы на единицу продукции или работы (расходы отчетные и плановые по другим элементам затрат, включая и издержки материально-технического снабжения).

4. Расчет укрупненных (агрегированных) норм расхода

Наряду с индивидуальными нормами расхода материальных ресурсов, применение которых характерно для уровня предприятий и предназначенных для определения специфицированной потребности производства в соответствующих видах ресурсов, для определения грузопотоков и других целей на более высоких уровнях планирования широко применяются укрупненные (агрегированные) групповые нормы.

Агрегирование норм расхода производится в соответствии с группировками Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП): по классам, подклассам, группам, подгруппам и видам соответственно уровню планирования и установленной номенклатуре. Одновременно при проведении этой работы производится группировка и уточнение номенклатуры производства продукции (видов работ), на выполнение которых нормируется расход данного вида материальных ресурсов.

Расчет средневзвешенной групповой нормы расхода в агрегации «вид продукции» производится, по формуле

$$H_{jar} = \frac{\sum H_i \Pi_i}{\sum \Pi_i}$$

где H_{jar} — агрегированная норма расхода по соответствующей классификационной группировке (в данном случае виду продукции); i — тип (модель, марка) изделия; k — количество однотипных изделий, входящих в данный вид продукции, для которого рассчитывается агрегированная норма H_{iar} ; H_i — индивидуальная норма расхода на производство i -го изделия или выполнение i -го вида работ; Π_i — объем производства i -го изделия или выполнение i -го вида работ.

Расчет средневзвешенных групповых норм расхода, агрегированных по более высокому классу (например, по подгруппам), производится уже на основе укрупненных норм, полученных по формуле, аналогичной вышеприведенной.

Аналогично рассчитываются агрегированные нормы расхода материальных ресурсов по группе, подклассу, классу продукции (или виду работы).

ТЕМА 1. 5. Нормативы расхода материалов, единые и типовые нормы, их разработка и применение

Разработка и применение нормативов расхода материалов

Первостепенное значение для установления прогрессивных норм расхода материальных ресурсов в промышленности имеет обеспечение производства

нормативами расхода материалов, аккумулирующими достижения науки и техники. В широком смысле под нормативами расхода понимаются поэлементные составляющие норм, показатели уровня расхода или относительные показатели сырья, материалов.

Важнейшее место среди нормативов расхода материалов занимают нормативы технических отходов и потерь материалов в производстве, учитываемые при расчете соответствующих норм расхода на единицу продукции. При этом отходами понимаются остатки материалов или побочные продукты, образующиеся в процессе переработки материалов в готовую продукцию, которые не могут быть использованы для производства (облой и клещевина при горячей штамповке, перемычки при холостой штамповке, металлическая стружка при обработке заготовок); под потерями – часть материалов, теряющаяся при осуществлении производственного процесса (угар металла, потери электролита при бортовом отсосе в гальванике).

Для большинства отраслей промышленности нормативы технических отходов и потерь разрабатываются соответствующими отраслями: институтами совместно с предприятиями, которые утверждаются в качестве предельно допустимых показателей. Утвержденные нормативы периодически пересматриваются в связи с усовершенствованием техники, технических процессов и организации производства.

Среди нормативов отходов и потерь, учитываемых в нормах расхода металла при изготовлении деталей непосредственно из сортового проката, труб, а также из штампованных, кованных и литых заготовок, особое место имеют рекомендации по назначению соответствующих припусков на механическую обработку.

Основой для разработки нормативов припусков служат данные замеров припусков, фактически назначаемых на механическую обработку в производстве, а также соответствующие величины припусков, установленные расчетным путем.

При этом при поковкам, штамповкам литым заготовкам производится сопоставление рекомендуемых припусков с действующими ГОСТами.

Среди нормативов расхода материалов большое применение находят нормативы рассчитываемые путем отнесения абсолютного значения нормы расхода материала на единицу продукции к показателю технической характеристики изделия.

В настоящее время основным показателем, характеризующим материалоемкость продукции машиностроения является норма расхода материала на еди-

ницу изделия (штуки, тонны, млн.рублей), которая не отражает качественный уровень производства. Особое место должны занять, и занимают нормативы расхода удельной материалоемкости, отнесенные на показатели технической характеристики машин и оборудования. Например, удельный норматив расхода проката черного и цветного металлов, стального и чугунного литья, пиломатериалов.

Основными разновидностями нормативов, отнесенных на показатели технической характеристики изделий, и характеризующих их эффективность использования материалов в производстве являются:

- норматив расхода материалов (N_m) определяется как отношение нормы расхода соответствующего вида материала на производство данного изделия к соответствующему показателю технической характеристики его;

- норматив удельной материалоемкости ($M_{y.ч.}$) – отношение чистого веса изделия к показателю технической характеристики его;

- норматив удельной металлоемкости ($M_{y.м.}$) – отношение чистого веса металла деталей к соответствующему показателю технической характеристики его.

Основным критерием при определении показателя технической характеристики по изделиям машиностроения является эффективность использования их и характеризуется $t \cdot км/час$; $t/м$.

Групповые нормативы рассчитываются в виде средневзвешенного показателя по группе аналогичной продукции путем отнесения суммарной потребности в материале на изготовление данной группы изделий к соответствующему суммарному значению показателя технической характеристики.

При определении индивидуальных нормативов используется следующую формулу:

$$N_m = H_u / t_u,$$

где N_m – норматив расхода материала, отнесенный на соответствующий показатель технической характеристики изделия; H_u – норма расхода материала на производство изделия; t_u – величина показателя технической характеристики изделия.

Аналогично определяются нормативы удельных материалоемкости и металлоемкости.

При определении групповых нормативов используется следующую формулу:

$$N'_m = \sum H_i \cdot \Pi_i / \sum t_i \cdot \Pi_i,$$

где N'_m – норматив расхода материалов, отнесенный на соответствующий показатель технической характеристики изделия; H_i – норма расхода материала на производство соответствующего изделия, входящего в данную группу продукции; $П_i$ – объем производства соответствующего изделия, входящего в данную группу продукции, в единицу измерения плана; t_i – величина показателя технической характеристики соответствующего изделия входящего в данную группу продукции; i – тип изделия; R – количество изделия.

Основные этапы разработки рассматриваемых нормативов:

1. Определение по соответствующим производствам номенклатуры изделий; классификация продукции с выделением отдельных подгрупп, видов.

2. Систематизация и анализ данных о показателях технической характеристики соответствующего изделия.

3. Выбор основного показателя технической характеристики соответствующего изделия.

4. Определение номенклатуры материалов, на которые рассчитываются нормативы, сбор, анализ, систематизация соответствующих норм расхода материалов.

5. Расчет нормативов расхода материалов, отнесенный на показатель технической характеристики.

6. Расчет нормативов удельной материалоемкости, их систематизация.

7. Сравнение уровня нормативов материалоемкости, наиболее характерных с аналогичными изделиями.

Нормы выхода продукции или полуфабриката, коэффициент извлечения продукции из исходного сырья или материалов определяется в виде индивидуальных или средневзвешенных показателей.

Индивидуальные показатели определяются исходя из конкретных условий производства и качества исходного сырья и материалов. Средневзвешенные показатели определяются исходя из ассортимента выпускаемой продукции и исходного сырья и материалов.

Нормативные коэффициенты использования основных видов материалов как средние по группам однородной продукции и исходного сырья и материалов.

Глава 2. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

ТЕМА 2.1. Нормирование расхода металла в литейном производстве **Способы литья для получения отливок**

Все возрастающие требования машиностроения и других отраслей промышленности к литым деталям определили два направления в развитии литейного производства: повышение качества и долговечности литых деталей; повышение точности отливок заданным размерам и улучшение чистоты поверхности отливок.

Быстрыми темпами осуществляется техническое перевооружение литейного производства, совершенствуется техника, технология и организация производства.

В настоящее время к специальным видам литья относятся: литье в металлические формы (кокили), центробежное литье, литье под давлением, литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы, производство отливок особого назначения.

Литье в металлические формы — один из прогрессивных способов получения отливок. Высокая точность и чистота поверхности, многократность использования металлических форм (до нескольких десятков тысяч раз), высокая теплопроводность формы, увеличение в 2—5 раз выпуска литья на тех же площадях, увеличение годного литья, снижение себестоимости литья, снижение расхода формовочных смесей, улучшение условий труда — все это обуславливает экономическую целесообразность этого способа литья.

Технологический процесс получения отливок включает подготовку форм, их сборку, заливку жидким металлом, извлечение отливок, обрубку и очистку. Металлические формы изготавливаются из чугуна, стали, алюминия и меди.

В промышленности разработаны и используются несколько типов кокильных машин высокой производительности.

Центробежное литье основано на действии центробежных сил, обеспечивающих распределение жидкого металла на внутренней поверхности вращающейся формы. Преимущества этого способа литья заключаются в том, что не требуется стержней для образования полости, отсутствуют литниковые системы, получаются более плотные отливки.

Литье под давлением обеспечивает высокое качество отливки за счет подачи расплавленного металла под избыточным давлением. Осуществление это-

го процесса возможно лишь с помощью специальных машин. Определенные требования предъявляются и к сплавам литья под давлением: они должны обладать хорошей жидкотекучестью, узким интервалом кристаллизации, прочностью и пластичностью. Больше всего отвечают этим требованиям цинковые, алюминиевые, магниевые и медные сплавы. Пресс-формы изготавливаются из специальных жаростойких хромистых сталей и инструментальных углеродистых сталей.

Литье по выплавляемым моделям применяется для получения отливок сложной конфигурации с толщиной стенок до 0,5 мм. Материалом для модели служит легкоплавкая воскообразная масса. Этот способ дает возможность получать детали, требующие незначительной механической обработки, а в ряде случаев и без нее, а также отливки с точностью размеров до 4-го класса.

Для изготовления моделей используют парафин, стеарин, буроугольный воск, канифоль, полиэтилен, жирные кислоты и другие материалы. Широко распространены составы, содержащие 70% парафина и 30% стеарина или 20% глицерина, 50% канифоли и 30% полистирола. Кроме модели отливки, из легкоплавких составов изготавливаются модели литниковой системы. Оболочки изготавливаются из состава кварцевого песка, пылевидного кварца, гидролизованного раствора этилсиликата и 15%-ного водного раствора едкой щелочи.

Литье в оболочковые формы дает возможность получить отливки с повышенной точностью размеров и чистотой поверхности. Формовочная смесь изготавливается в смесителях. В ее состав входит сухой мелкий песок и связующее (сухая смола, пульвербакелит). Как увлажнители используются керосин, машинное масло, жидкий бакелит и др. Оболочковые стержни изготавливаются из песка и пульвербакелита.

Производство отливок особого назначения включает производство панелей водопроводных и канализационных труб и слитков, чугунных прокатных валков, изложниц. В настоящее время трубы отливаются способом центробежного и полунепрерывного литья. Отливают трубы преимущественно из серого чугуна.

Чугунные валки изготавливают из нелегированных, низколегированных, среднелегированных и высоколегированных сортов чугуна. Для отливки изложниц применяется серый чугун с перлитной или перлитно-ферритной структурой.

Формовочные материалы

Для приготовления разовых или полупостоянных форм применяются

формовочные смеси, которые приготавливаются из песка, глины, различных добавок, а также крепителей или связующих. Вспомогательные формовочные материалы включают краски, припылы, клеи, замазки и др.

Формовочные материалы должны обладать огнеупорностью, прочностью, газопроницаемостью, податливостью, текучестью, прилипаемостью, гигроскопичностью, долговечностью и выбиваемостью.

К новым формовочным материалам относятся цирконовый песок, оливинит, хромистый железняк и магнезит. Температура их плавления колеблется в пределах 1700—2800° С.

Крепители подразделяются на безмасляные (сульфитный щелок, нетролатум, жидкое стекло, искусственные смолы и др.) и масляные (растительное масло, олифа и др.).

В формовочную смесь вводятся добавки (каменноугольная пыль, мазут, маршалит, древесноугольная пыль, графит и цемент).

Добавки обеспечивают уменьшение пригара, увеличение газопроницаемости, податливости и выбиваемости. Используются также противопопригарные краски и пасты, которые не только предохраняют отливки от пригара, но и увеличивают поверхностную прочность, уменьшают осыпаемость форм и стержней, улучшают чистоту поверхности отливок.

Исходные данные для нормирования

Исходными данными для нормирования расхода шихтовых материалов являются: спецификация деталей и узлов (отливок), чертежи отливок и их вес, технические условия на все виды литья и технико-экономические показатели по ним.

Спецификации деталей и узлов детализируют производственную программу. По чертежам деталей определяют материал и его марку, ГОСТ, чистовой вес деталей и их количество на изделие. Технические условия на литье определяют исходные показатели для расчетов. Основными технико-экономическими показателями являются: выход годного литья, безвозвратные потери и возвратные литейные отходы.

Выход годного литья определяется отношением веса литья к весу металлозавалки, включающего вес литья, а также сумму возвратных и безвозвратных потерь. Угар шихты и другие безвозвратные потери при различных плавках составляют: чугун серый и сталь углеродистая мартеповская 6—7%, чугун ковкий 6—7%, бронза до 5%, латунь 4—6%.

Возвратные литейные отходы в виде отходов металла на литники, при-

были, бракованные отливки и т. д. зависят от вида и развеса отливок, технологии и технической оснащенности цехов. Величина возвратных отходов колеблется для простого литья в пределах 15—30% и для сложного — до 40 %.

Средние технико-экономические показатели по всем видам литья на основании исследований и обобщения передового опыта устанавливаются вышестоящими плановыми органами.

На величину норм расхода оказывают влияние литейные и механические свойства металлов и их сплавов. Литейные свойства — это особенности металлов и сплавов, которые проявляются при заполнении формы, кристаллизации и дальнейшем охлаждении литья. Из технологических свойств сплавов можно отметить: жидкотекучесть, усадку, герметичность в отливках, склонность к образованию газовой пористости и ликвации. Химический состав сплавов определяет эти свойства. Так, жидкотекучесть чугуна улучшается с увеличением содержания кремния и фосфора, понижается при наличии одновременно серы и марганца, хрома, молибдена и титана.

Для улучшения технических свойств, коррозионной устойчивости, жаростойкости, износостойкости, кислотоустойчивости производят легирование серого чугуна. В качестве легирующих элементов используются хром, никель, молибден, марганец и другие металлы.

В производстве отливок из различных сплавов можно выделить отливки из ковкого чугуна, стали и цветных металлов. Ковкий чугун широко используется в автотракторном и сельскохозяйственном машиностроении, отливки из стали — в производстве деталей, отвечающих специальным требованиям (высокой прочностью, жаростойкостью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью и др.), отливки из цветных металлов широко применяются в машиностроении (изготовление подшипников, втулок, шестерен и др.).

Элементы нормы расхода металлозаготовки

Норма расхода металла при плавке отливок определяется по формуле

$$H_m = P_m + \sum q_v + \sum q_b$$

где H_m — вес металлозавалки на деталь, кг; P_m — вес жидкого металла на отливку; $\sum q_v$ — вес возвратных отходов, отнесенных на одну отливку; $\sum q_b$ — вес безвозвратных потерь.

Расчет может вестись как по каждой детали, так и по группе деталей.

Металлическая шихта при плавке чугуна включает доменный чушковый чугун, лом чугуна и стальной, брикетированную стружку, возврат собственного производства. К шихте добавляются (для придания заданных свойств) и фер-

росплавы. Так, феррохром, ферротитан, феррованадий применяются для легирования стали и чугуна, а феррофосфор для увеличения жидкотекучести чугуна и как раскислитель меди при изготовлении отливок из цветных металлов.

Определенные требования предъявляются к лому и отходам производства: они должны быть очищены от окалины и песка, иметь сертификат с указанием химического состава, масса кусков лома не должна превышать 35 кг, а брикетов — 5 кг, линейные размеры кусков не должны превышать $\frac{1}{3}$ внутреннего диаметра вагранки.

Нормирование расхода шихтовых материалов

Шихтовые материалы для плавки включают металлургическую шихту, топливо, флюсы. Расчету шихты предшествует группировка отливок по химическому составу. Для каждой из групп подбирается необходимый состав шихты. В том случае, если детали по химическому составу отличаются между собой, необходимо рассчитывать индивидуальную шихту для каждой из них.

Химический состав чугуна, стали или цветных металлов выбирается с учетом назначения отливки и ее размеров, характера производства, исходных материалов и способа формовки. Заданный химический состав отливки обеспечивается подробным расчетом шихты по химическому составу жидкого металла с учетом потерь. Определение необходимых компонентов ведется на 100 кг металлической завалки.

Вес металлической шихты или завалки включает вес годного литья, исходя из программы на плановый период; брака литья (обнаруженного в литейном и механическом цехах); литников и выпоров; угара и металлических потерь металла при разливке. Вес литников изменяется в пределах 20—80% для мелкого литья и 15—25% для среднего. Точный вес можно определить с учетом размеров литниковой системы. Потери металла на угар принимаются 4—5% при плавке в вагранках и 6—8% для пламенных печей.

В расчетах используется *коэффициент выхода годного литья*, который показывает отношение массы годного литья к массе завалки. Он характеризует также и работу литейного цеха, технологию производства, сложность литья. Коэффициент годного литья колеблется в довольно значительных пределах: для мелких отливок из серого чугуна он составляет 40—60%, средних — 55—70 %, крупных — 65—80 %.

Расчет шихты можно провести тремя методами: аналитическим, графическим и методом подбора.

Аналитический метод расчета шихты. Сущность метода состоит в со-

ставлении и решении системы уравнений, в которых неизвестными являются проценты содержания элементов в шихте и чугуне.

На основании данных о количестве в отливках кремния и марганца, а также величины их угара и возврата собственного производства составляется из нескольких сортов чугуна шихта.

Графический метод расчета шихты. Сущность метода состоит в следующем: по осям координат откладываются процентные содержания кремния и марганца в чугунах. Сорты металла и заданный химический состав шихты изображается точками. Задача определения неизвестных весовых величин заключается в уравнивании треугольника (многоугольника) на опоре в точке, изображающей состав шихты.

Метод подбора шихты. Расчет шихты производится методом подбора близкого к заданному и доводкой при помощи необходимого количества ферросплавов. Этот метод рекомендуется применять при стандартном составе шихты, составляемой постоянно из металла одних и тех же марок.

При нормировании расхода металла в литейном производстве следует учитывать, что уровень расчетных норм его расхода зависит от общего уровня организации работы в литейных цехах предприятия и экономических показателей их работы: соответствия применяемых методов организации работы современным требованиям и передовому опыту в аналогичных производствах, квалификации работающего персонала, степени прогрессивности технологии изготовления литых заготовок, степени технической оснащенности производства, технологической дисциплины и др.

Отклонения от запроектированной прогрессивной технологии производства отливок вызывает, как показывают многочисленные данные работы промышленных предприятий, дефекты в отливках, их брак, который достигает нередко 10—20% от общего количества выпущенного годного литья. Дефекты в отливках можно классифицировать по четырем основным группам: внешние дефекты (спай, заливы, превышение веса и др.); объемные дефекты внутри отливок (горячие и холодные трещины, газовые раковины и др.); нарушение химического состава и структуры отливок; отклонения в механических свойствах отливок (в прочности на сжатие, на растяжение и т. п.). Причин дефектов очень много, главные из них следующие: несоответствие размеров и превышение веса (вызываются неправильно назначенной усадкой при изготовлении модельного комплекта); спай и недолив соответственно (результат заливки форм относительно холодным металлом против предусмотренной технологией темпе-

ратуры); заливы (изношенность опок, недостаточное их крепление); перекосы (смещение полуформ); пригар (недостаточная огнеупорность формовочных материалов, слабая набивка форм); горячие трещины (относительно высокая температура заливаемого металла против температуры, предусмотренной технологией); холодные трещины (неравномерная усадка, механические повреждения при выбивке отливки из опоки и очистки ее); газовые раковины (недостаточная газопроницаемость формовочной смеси, низкая температура заливаемого металла); нарушение химического состава (неправильное взвешивание шихтовых материалов, нарушение режима плавки против предусмотренной технологией и др.); отклонение в механических свойствах отливок (нарушение химического состава и структуры металлической шихты против предусмотренных по технологии, а также аналогичные отклонения по содержанию и качеству в отношении других материалов, применяемых в производстве отливок).

При нормировании и в первую очередь при разработке плана мероприятий по экономии материальных ресурсов соответствующим работникам-специалистам по разработке норм расхода следует учитывать указанные выше обстоятельства, которые ведут к неоправданно завышенному расходу сырья и материалов в производстве.

ТЕМА 2.2. Нормирование расхода металла в кузнечно-штамповочном производстве

Общие методические положения по нормированию расхода металла в кузнечно-штамповочном производстве

Нормы расхода металла на изготовление деталей в кузнечно-прессовых цехах определяются расчетным методом на основании запроектированной технологии и организации производства, учитывающих прогрессивные возможности рационального использования исходного металла, снижения потерь и отходов.

При расчете норм расхода металла для кузнечного производства учитываются установленные ГОСТами припуски на обработку поковок и штамповок, неизбежные технологические потери металла в процессе резки,ковки, штамповки.

При расчете поддетальных норм не учитываются потери металла из-за брака в производстве и несоответствия поставленного материала техническим условиям, а также другие производственные потери, обусловленные, органи-

зационными неполадками в работе.

В общем виде норма расхода металла на изготовление поковки (штамповки) (H_p) выражается определенной зависимостью:

$$H_p = G_n + G_o + G_y + A$$

где G_n — вес поковки (штамповки); G_o — вес отходов (при ковке или штамповке); G_y — потери металла на угар при нагреве заготовки под ковку или штамповку; A — длина концевого отхода при раскросе исходного прутка (штанги).

При разработке норм расхода металла руководствуются: конструкторскими спецификациями и чертежами деталей изделия, по которым производится выборка деталей, подлежащих изготовлению в кузнечно-штамповочных цехах из сортового проката и слитков, определяются номера и наименования деталей, их количество на нормируемое изделие, технические требования к изготовлению деталей и ГОСТы или ОСТы на исходный материал; чертежами поковок и штамповок, по которым устанавливаются габаритные размеры и черный вес заготовок, а также техническими условиями на их изготовление; картами технологических процессов, по которым устанавливаются заложенные в технологический процесс величины припусков, потерь и отходов; ГОСТами «Допуски, припуски и кузнечные напуски на детали, изготавливаемые горячей объемной штамповкой из черных металлов», «Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах. Припуски и допуски», «Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на прессах. Припуски и допуски», другими ГОСТами, ОСТами, ТУ, регламентирующими уровень различных показателей, учитываемых при расчете норм; действующими прейскурантами оптовых цен, ограничительными сортаментами и данными учета применяемости материалов на заводе, с учетом которых устанавливаются целесообразные марки, профили, сортамент материалов и их технические характеристики; рекомендациями соответствующих руководств, в том числе инструкций, устанавливающих методы расчета норм расхода металла; актами проверки массы (чистых весов) и черных весов деталей и веса исходных заготовок.

Расчет норм расхода металла производится в следующем порядке:

а) определяется объем и вес поковки (штамповки) на основании поковки (штамповки). При этом расчет объема (веса) ведется при симметричных допускаемых отклонениях на размеры — по номинальным размерам, при несимметричных допускаемых отклонениях на размеры — с учетом среднего отклонения на размеры;

- б) производится выбор вида исходного материала (слиток, прокат) в соответствии с весом поковки (штамповки) и технологическим процессом;
- в) определяется объем и вес отходов, получаемых в процессековки (штамповки) (обрубки концов, обсечки, облой, выдры);
- г) определяется объем потерь и вес потерь металла на угар;
- д) определяется объем и вес заготовки;
- е) в зависимости от принятого технологического процесса и размеров сечений поковки (штамповки) по полученному объему (весу) заготовки производится определение размеров сечения (площади сечения) и длины заготовки;
- ж) длина исходного металла при ковке из проката выбирается 'в соответствии с указаниями раздела «Г» данной главы;
- з) определяется норма расхода металла на деталь: для деталей, изготавливаемых из проката, — по весу заготовки с учетом припуска на отрезку и коэффициента, учитывающего отходы металла от прутка при раскросе, для деталей, изготавливаемых из слитка, — по весу слитка (за вычетом годного остатка) и количеству поковок, получаемых из данного слитка;
- и) на основании нормы расхода металла на деталь, веса заготовки и веса детали (чистого веса) определяются следующие коэффициенты: K_p — коэффициент раскроса (отношение веса исходной заготовки к норме расхода металла на деталь); K_n —коэффициент использования металла в кузнечном производстве (отношение веса поковки к весу заготовки, предназначенной дляковки или штамповки детали); K_{Σ} — общий коэффициент использования металла (отношение массы (чистого веса) детали к норме расхода металла на деталь).

На основании анализа данных о коэффициентах использования металла в производстве определяется уровень прогрессивности технологического процесса, принимаемого для изготовления поковки (штамповки), определяющего величину норм расхода.

Расчет норм расхода металла на производство деталей методом штамповки

Штамповка на молотах и прессах.

Исходными данными для определения веса поковки являются, как указывалось выше, ее размеры, исходя из которых определяется объем поковки. Объем поковки состоит из объема чистой детали (изготовленной по чертежу) плюс припуск на механическую обработку и напуск, которые при горячей штамповке значительно меньше, чем при свободной ковке.

При симметричных отклонениях на размеры поковки' объем рассчитывается

по номинальным размерам, при несимметричных отклонениях — с учетом среднего отклонения на размеры. Сумма подсчитанных объемов элементарных геометрических фигур составляет объем поковки. Вес поковки получается умножением объема поковки на, удельный вес. Рекомендуется, особенно в условиях серийного и массового производства, проверять вес поковки взвешиванием. При этом необходимо, чтобы расчетный вес соответствовал среднему весу поковки, полученному в результате взвешивания нескольких поковок. Объем заготовки, необходимой для изготовления поковки методом штамповки (V_3), рассчитывается по формуле

$$V_3 = V_n + V_o + V_y$$

где V_n —объем поковки; V_o —объем металла, идущего в отходы при штамповке; V_y — потери металла на угар при нагреве заготовки под штамповку.

Вес заготовки определяется путем умножения ее объема на удельный вес, соответствующий тому виду металла, из которого изготавливается поковка (углеродистая" сталь, медный прокат, латунный прокат и т. д.).

В процессе штамповки основными видами отходов являются облой, просечка (при прошивке отверстий в поковках) и клещевина. Штамповка с клещевинной применяется в исключительных случаях там, где невозможно избежать применения клещевого конца. При этом необходимо предусматривать максимально возможное использование габаритных отходов в производств небольших деталей как в основных цехах, так и в ремонтных, в цехах (участках) по производству товаров широкого потребления.

Одним из элементов, определяющих вес облоя, является коэффициент ρ заполнения металлом магазина облойной канавки. Величина этого коэффициента зависит от сложности штампованных заготовок и состояния подготовки исходной заготовки перед штамповкой. Группа сложности штампованных заготовок, определяющая коэффициент заполнения облоем магазина канавки, зависит от следующих факторов: соотношения сечений штампованной заготовки по ее длине; отношения высоты ребер к их ширине; толщины полотна; сложности конфигурации штампованной заготовки; применения предварительного профилирования исходной заготовки. Классификация сложности штампованных заготовок приводится в соответствующих отраслевых инструкциях или справочниках.

Для определения всех необходимых для расчета размеров облойной канавки пользуются данными руководящих технических материалов, разработанных Всесоюзным научно-исследовательским институтом нормализации в машиностроении (ВНИИНМаш), — «Штампы молотовые для объемной горя-

чей штамповки» и «Штампы для горячей штамповки на кривошипных горяче-штамповочных прессах».

Отход металла в облой по весу колеблется в зависимости от степени износа штампов, если заготовка берется одинакового веса. При установке новых штампов отход в облой будет больше. При изношенных штампах он уменьшится, зато увеличится вес поковки. Из этого следует, что для сокращения расхода металла необходимо производить резку заготовок в зависимости от степени износа штампов.

Определение площади поперечного сечения и длины исходной заготовки. Размер сечения заготовки зависит от того, какая комбинация ручьев принята для штамповки.

При выборе размеров заготовки для штамповки осадкой следует учесть возможность продольного изгиба, происходящего при осадке длинных и тонких заготовок. Во избежание зажимов в поковке вследствие продольного изгиба длина заготовки должна быть меньше трех ее диаметров.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах.

Объем заготовки V_3 , необходимой для изготовления из пруткового металлопроката поковки методом штамповки на горизонтально-ковочной машине, рассчитывается по формуле

$$V_3 = V_n + V_{обл} + V_y$$

где V_3 — объем высаживаемой части заготовки; V_n — объем высаживаемой поковки; $V_{обл}$ — объем металла, идущего в облой; V_y — объем потерь металла в связи с угаром при нагреве прутка (соответствующей части его длины).

Наличие в штампах горизонтально-ковочных машин двух плоскостей разъема ведет к образованию облоя в двух плоскостях. Выжимание металла в разъем между матрицами имеет место в случаях, когда ручей не соответствует объему запроектированного для штамповки металла или имеются зазоры в зажимном механизме горизонтально-ковочных машин.

Образование облоя той или иной величины при высадке в большинстве случаев неизбежно, вследствие того что практически диаметр высаживаемого прутка не может быть строго постоянным, а всегда имеет колебания, обуславливаемые неточностью размеров поставляемого проката по сечению и неравномерностью нагрева (степенью окисления). Вследствие этого объем заготовок, предназначенных для штамповки одних и тех же деталей, меняется в определенных пределах, что и обуславливает, образование облоя.

Торцевой облой образуется от затекания металла в зазор между пуансо-

ном и матрицей. Расположение его определяется конструкцией поковки.

Поперечный (развернутый) облой образуется при вытекании излишка металла между торцевой плоскостью пуансона и матриц, увеличивая требуемое давление при штамповке.

Поперечный (развернутый) облой располагается в зависимости от конструкции поковки и положения линии разъема. Размеры поперечного (развернутого) облоя рекомендуется определять в зависимости от максимального диаметра поковки.

Размеры заготовки (диаметр и длина прутка под высадку) определяются исходя из объема заготовки.

В соответствии с правилами высадки всегда выгодно иметь прутки возможно большего в данных условиях производства диаметра, при котором длина высаживаемого участка будет минимальной. Максимальный диаметр прутка выгодно применять для сокращения числа ручьев, однако это усложняет штамповку и отделение поковки от прутка, а также затрудняет переключивание прутка из ручья в ручей.

Условия выбора размеров заготовки. Принятый диаметр прутка должен обеспечивать штамповку с наличием наименьшего количества ручьев и наиболее простой процесс изготовления поковки. Диаметр прутка должен быть по размеру как можно ближе к диаметру прошиваемого отверстия, если он не предопределяется формой и размерами поковки, так как с увеличением диаметра прутка увеличиваются концевые остатки (для зажима последней поковки из прутка). Для поковок, штампуемых с глубокой прошивкой, лучше пользоваться заготовками квадратного сечения. Принятый по расчету диаметр прутка должен согласовываться с размерами прутков по ГОСТу.

При штамповке на горизонтально-ковочных машинах из прутка необходимо при определении групповой заготовки исходить из следующих условий: размер групповой заготовки подбирается кратным длине индивидуальной заготовки и учитывает концевой отход на зажимную часть в штампе и клещах.

Концевой отход является годным металлом и должен максимально использоваться для изготовления других деталей. Концевые отходы металла на зажим в высадочном штампе и клещевину зависят от типа зажимного ручья.

Исходный материал для штамповки на горизонтально-ковочных машинах. Расчетная длина на высадку, обусловленная требуемым объемом поковки и уточненная при наладке, является той исходной величиной, по которой устанавливается упор. Будучи установлен и закреплен на партию поковок,

упор не может передвигаться штамповщиком после каждой поковки. Между тем допуск на диаметр исходного прутка вызывает колебания объема прутка на длине. При больших величинах отклонений допусков колебание объема в пределах допусков получается значительным.

Избыток металла (при положительном отклонении размера прутка) приводит к образованию облоя в плоскости разъема между пуансоном и матрицами, а иногда и в плоскости соприкосновения матриц. Это неблагоприятно отражается на состоянии машины и штампов, часто приводит к браку по зажимам, образуемым при последующей штамповке поковки с поворотом, и требует дополнительных операций по удалению облоя.

Недостаток металла (при отрицательном отклонении размера прутка) может привести к браку из-за незаполнения фигуры. Это усугубляется ослаблением зажима прутка между матрицами и его частичным выталкиванием, а следовательно, еще большим уменьшением необходимого объема металла. Отсюда следует, что для обеспечения нормальных условий штамповки на горизонтально-ковочных машинах требуется применение проката повышенной точности с минимальными отклонениями.

Расчет норм расхода металла на производство деталей методом свободнойковки

Определение объема и веса поковки. Общий объем поковки, изготовляемой методом свободнойковки, состоит, как и в случае изготовления ее методом штамповки, из объема отдельных ее частей. Для расчета объема и веса фигура поковки разбивается на части, представляющие собой элементарные геометрические фигуры (цилиндр, конус, призма, параллелепипед, шар и т. д.), объем которых вычисляется по известным формулам. Расчет объемов поковок в зависимости от веса удобно вести в кубических сантиметрах или дециметрах.

Для определения веса в кг полученный объем поковки в $см^3$ умножается на удельный вес металла (для углеродистой стали обыкновенного качества — 7,85) и делится на 1000. В случае расчета объема в кубических дециметрах вес в килограммах определяется умножением объема поковки на удельный вес металла.

При определении объема поковки следует учитывать объем металла на переходах от одного сечения к другому. При большой разнице в сечениях объем металла напуска может составить значительную величину.

Определение объема и веса отходов. В процессековки в зависимости от применяемого исходного металла имеют место следующие отходы его: на

обрубку, на выдру (для пустотелых поковок), с прибылью (при ковке из слитков), с поддоном (при ковке из слитков), остатки (при ковке из большего, чем по расчету, слитка или некратного проката); отходы на цапфу под патрон или манипулятор (в том случае, когда на цапфу недостаточно металла отхода с поддонной или прибыльной части); отходы на угар и окалину.

Отходы на обрубку. Отходы металла на обрубку концов поковок учитываются в тех случаях, когда обрубка предусмотрена технологическим процессомковки. Наиболее распространенными формами для концов поковок являются круг и прямоугольник.

Отход металла при обрубке концов поковок при свободной ковке на молотах и прессах приведен в соответствующих таблицах отраслевых инструкций.

Отходы на выдру. Выдра является отходом, получаемым при образовании отверстий в поковках. Величина отхода на выдру зависит от способа изготовления поковок.

Отходы с прибылью и поддоном. Прибыльная и поддонная части — неизбежные отходы при изготовлении поковок из слитков. Величина этих отходов зависит от конструкции изложницы и назначения поковки и определяется на основании технических условий на поковку и технологического процесса ее изготовления.

Остатки. Остатки получают в результате несовпадения веса исходного слитка с весом, необходимым для изготовления поковки. Слитки на каждом заводе имеют определенных развесов. Для изготовления поковки подбирается слиток, по весу равный или больший расчетного. Разница весов исходного слитка, принятого дляковки и требуемого по расчету, составляет годный остаток. Рациональное использование слитка может быть достигнуто путем комбинирования количества отковываемых поковок и использования остатков для изготовления мелких поковок.

При изготовлении заготовок из катаного материала остаток получается в результате некратности длины штанги длине заготовки.

Отходы на цапфу под патрон или манипулятор. Цапфа под патрон, как правило, отковывается из металла, идущего в отходы. Обычно для этого используется отход от прибыльной или поддонной части. Однако металла с поддонной части не всегда хватает; в этом случае приходится прибавлять металл из годной части, который в последующем используется в производстве, где это представляется возможным.

Отходы на угар и окалину. Величина потерь металла на угар и окалину в

процентах принимается по соответствующим таблицам отраслевых инструкций.

Определение объема и веса заготовки. Объем заготовки определяется как сумма объемов поковки, отходов, получаемых в процессековки, и потерь на угар и окалину.

Исходным материалом для изготовления поковок являются слитки и прокат. Слитки используются для производства крупных поковок. Прокат применяется в качестве заготовок для мелких и средних поковок.

Определение размеров заготовки при свободной ковке. Выбор размеров заготовки так, чтобы ее длина не превышала диаметра требований к укову, а также способов изготовления поковки и определяется по технологическому процессу.

При изготовлении поковок осадкой на основании ранее определенного объема или веса выбирают размеры заготовки так, чтобы ее длина не превышала диаметра или стороны квадрата более чем в 2,5 раза (во избежание продольного изгиба при осадке) и была больше или равна 1,25 этого диаметра или стороны квадрата (для удобства обрезки на ножницах или рубки).

При ковке осадкой слитка последний выбирают по сортаменту слитков на основании расчетной величины веса исходного материала.

Для ускорения расчета выбор диаметра или стороны квадрата заготовки по заданному укову без осадки и данному диаметру или данной стороне квадрата поковки производится по специальным таблицам.

Определив поперечное сечение заготовки, приступают к подбору материала:

ТЕМА 2. 3. Нормирование расхода металла и других материалов при сварке и наплавке

Общие положения и характеристика основных видов сварки и наплавки.

В современном производстве при изготовлении машин, оборудования и другой продукции, а также в капитальном строительстве и при ремонте орудий труда, зданий, сооружений в настоящее время все в больших размерах применяются сварка и наплавка металлов. В процессе сварки, наплавки и резки металлов применяются различные материалы: сварочная проволока и прутки, электроды, флюсы, защитные газы, прокат цветных металлов и другие виды материальных ресурсов, в зависимости от конкретно применяемого способа сварки, наплавки, резки.

Наибольшее распространение в производстве в настоящее время получила электро- и газосварка металлов.

Для повышения эффективности применения сварочной технологии в народном хозяйстве, снижения себестоимости сварочных работ большое значение имеет экономия сварочной проволоки и прутков, в том числе расходующихся в виде электродов. Важнейшим мероприятием по обеспечению выполнения задачи является совершенствование нормирования расхода материалов при электро- и газосварке, обеспечение производства расчетными нормами расхода материалов.

Норма расхода материалов при сварке, наплавке и резке металлов — это их максимально допустимый расход на изготовление единицы готовой продукции установленного качества с учетом планируемых организационно-технических условий производства. Основанием для разработки таких норм являются показатели удельного расхода, специально разрабатываемые применительно к соответствующим видам технологических процессов сварки, типам сварочных швов, толщин свариваемого материала и других факторов производства на 1 *пог. м* сварного шва.

Электродуговая сварка (ручная, полуавтоматическая и автоматическая), электрошлаковая, сварка плавящимся электродом в среде углекислого и инертных газов, контактная сварка (роликовая, точечная); газовая для сварки небольших толщин стали, чугуна, меди, латуни, бронзы и алюминиевых сплавов при использовании в качестве горючего газа ацетилено-кислородной смеси или других горючих газов—заменителей кислорода и ацетилена.

При расчете удельного расхода в каждом конкретном случае учитываются установленные соответствующими организациями нормативы потерь металла и других материалов, неизбежных при сварке.

Исходными, данными для расчета норм расхода сварочных материалов служит следующая документация: чертежи свариваемых деталей и узлов, определяющих типы, размеры швов, положение швов в пространстве и их протяженность, а также марки свариваемых материалов; конструкторская спецификация изделия; технологический процесс на сварку, определяющий способ и режим сварки; марки применяемых материалов при сварке (электродов, проволоки, флюсов или защитных газов); действующие ГОСТы и ведомственные нормативы; размеры потерь применяемых при сварке материалов, учитываемые при расчете норм расхода; марочники и паспорта для электродов, применяемых в отрасли; задания вышестоящих хозяйственных организаций по среднему

снижению норм расхода материалов; планы организационно-технических мероприятий по экономии материальных ресурсов; отчетные данные о фактических расходах материалов на изделие; акты проверки фактического расхода материалов при выполнении процесса сварки; соответствующие рекомендации и инструкции, определяющие методику расчета и технологические нормативы расхода материалов для сварки, наплавки и резки металлов; технические условия на изготовление и поставку изделия. Норма расхода металла на изделие для всех видов сварки устанавливается как произведение нормативов расхода материала на протяженность швов:

$$H = H_y l_1 + H_y l_2 + H_y l_3 + H_y l_n$$

где H — норма расхода сварочных материалов на все виды швов в изделии; H_y — соответствующие нормативы расхода сварочных материалов на 1 пог. м шва в зависимости от вида применяемых швов, кг; l_n — соответствующая протяженность сварных швов, м.

Нормативы расхода материалов для сварки устанавливаются расчетным методом в зависимости от конструкции шва, марки и диаметра электродной проволоки, применяемых режимов сварки, рода тока и его полярности, марки применяемого флюса или защитного газа.

Площадь сечения сварного шва для расчета веса наплавленного металла определяется по конструктивным размерам шва с учетом средних допусков, установленных ГОСТами и отраслевыми нормами на основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

В нормы расхода сварочных материалов не включаются материалы для изготовления нестандартного оборудования и технологической оснастки.

На период освоения изделия устанавливаются временные нормы расхода металла на основании утвержденных норм расхода на аналогичное изделие. Эти нормы умножаются на коэффициент приравнения, равный отношению длины сварочных швов данного изделия к аналогичному (базовому), или путем расчета с определением длины сварочных швов укрупненным методом.

При разработке норм расхода металла, применяемого для сварки, наплавки и резки металлов, особое внимание необходимо обратить на разработку планов организационно-технических мероприятий по экономии материалов, в которых должны быть установлены сроки внедрения конкретных мероприятий по снижению норм. Снижение норм расхода металла за счет оргтехмероприятий должно быть отражено в нормативной документации.

Наряду с традиционными видами сварки, а именно электро- и газосвар-

кой металлов, за последние 10—15 лет в различных отраслях народного хозяйства все в больших размерах находят применение принципиально новые методы сварки металлов и других материалов, которые весьма эффективны или даже просто незаменимы в отдельных производствах.

Сварка металла трением (предложена в 1959 г.) происходит в твердом состоянии при воздействии тепла, возникающего при трении поверхностей свариваемого изделия. Трение поверхностей осуществляется вращением или возвратно-поступательным перемещением свариваемых деталей, сжимаемых определенным усилием. Образование прочного сварного соединения происходит в результате возникновения металлических связей между чистыми контактирующими поверхностями свариваемых деталей.

Сваркой трением можно осуществить прочные соединения любых металлов и сплавов и, что особенно важно, разноименных материалов, обладающих резко различными теплофизическими характеристиками — меди со сталью, меди с алюминием, алюминия с титаном и т. д.

Основными параметрами процесса сварки трением являются скорость относительного перемещения свариваемых поверхностей; величина удельного давления, прилагаемого к свариваемым поверхностям; величина пластической деформации или «осадка»; продолжительность нагрева. Эти параметры зависят от свойств свариваемого металла и конфигурации изделия. В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал по сварке трением различных материалов, что позволило составить таблицы для подбора режимов сварки изделий. Для сварки трением необходимо специальное оборудование.

Исследование механических свойств сварного соединения показало, что при испытании образцов на растяжение разрушение происходит вне зоны стыка и зоны термического влияния, а по основному металлу. Зона сварного соединения обладает высокой пластичностью, при испытании на ударную вязкость получают величины, близкие к ударной вязкости основного металла.

Установлено, что такие факторы, как начальное состояние поверхностей свариваемых деталей (наличие жировых и окисных пленок, чистота обработки и пр.), индивидуальные особенности сварщика, колебания напряжения питающей сети, оказывают незначительное влияние на процесс сварки.

При сварке трением по сравнению с контактной электрической сваркой затраты энергии и требуемые мощности значительно сокращаются. Так, например, при сварке стали трением требуется энергии в 5 ÷ 10 раз меньше, чем При контактной сварке. При сварке трением имеются и другие энергетиче-

ские преимущества: равномерная нагрузка Фаз питающей сети, высокий коэффициент мощности ($\cos \phi = 0,8 \div 0,85$).

Таким образом, сварка трением является энергетически прогрессивным процессом, обладающим и такими достоинствами, как высокие качества сварного соединения, большая производительность, легкость автоматизации и программирования, гигиеничность, требует меньших технологических припусков, поэтому в ряде случаев она является более рентабельной, чем контактная сварка.

В промышленности сварка трением применяется при изготовлении составного режущего инструмента (сверла, фрезы, метчики), зубчатых колес, штоков с поршнями, различных валов, осей, пуансонов и т. д.

Электронно-лучевая сварка в вакууме стала в нашей стране промышленным процессом с 1958 г., ее сущность состоит в использовании кинетической энергии электронов, быстро движущихся в глубоком вакууме. Электронный луч, используемый для целей сварки, получается в специальном приборе — электронной пушке. При соударении электронов с поверхностью активного пятна на свариваемой детали большая часть их кинетической энергии переходит в тепловую, и металл плавится. Для обеспечения свободного движения электронов, для тепловой и химической изоляции катода, а также для предотвращения возможности возникновения дугового разряда между электродами в установке создается глубокий вакуум порядка $1 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.

Способ электронно-лучевой сварки применяется в ядерной энергетике, в радиотехнической промышленности и в ряде других отраслей для сварки тугоплавких и химически высокоактивных металлов (молибдена, вольфрама, ниобия, циркония, ванадия и др.).

Плотность энергии в источнике нагрева является одной из основных характеристик его и определяет эффективный коэффициент использования тепла, форму провара, размеры зоны термического влияния.

Основные параметры процесса сварки: разгоняющее напряжение — $30 \div 150$ кВ; ток луча — $1 - 500$ мА; скорость сварки — $5 \div 100$ м/ч; отношение, глубины шва к его ширине — $5 \div 25$. Возможность получения швов с большой глубиной проплавления является одним из основных достоинств электронно-лучевой сварки.

Сварка в вакууме может быть осуществлена при наличии специального оборудования: сварочной вакуумной камеры с вакуумной насосной системой и электронной пушки с высоковольтным источником постоянного тока.

Прочность сварного соединения составляет $0,9 \div 0,95$ прочности основно-

го металла.

К недостаткам электронно-лучевой сварки в вакууме следует отнести большую стоимость установок и сложность их обслуживания. Ее преимущество — значительная экономия электрической энергии. Установлено, что при сварке электронным лучом требуется затратить всего 15 ÷ 20% энергии от количества энергии, затрачиваемой при сварке дугой под флюсом. Преимуществом этой сварки является также использование вакуумной защиты. С экономической точки зрения к достоинствам вакуумной защиты можно отнести возможность отказа в некоторых случаях от использования инертных газов, которые все еще дороги, дефицитны, имеют большое количество примесей. Экономическая целесообразность применения вакуумной защиты при сварке определяется не только повышением физико-механических показателей сварного соединения, но также и тем, что затраты на создание вакуумной защиты значительно ниже, чем при сварке в инертных газах. По стоимости защитной среды сварка в вакууме приближается к стоимости сварки в углекислом газе. По зарубежным данным, при учете только эксплуатационных расходов (стоимости электроэнергии, инертного газа и т. д.) сварка электронным лучом оказывается в 35 раз дешевле сварки в камерах с контролируемой атмосферой.

Этот способ сварки гигиеничен, так как процесс сварки происходит в камерах, но необходимо соблюдать требуемые нормы техники безопасности.

Ультразвуковая сварка металлов. Ультразвуковая сварка металлов стала применяться с конца 50-х годов. При сварке ультразвуком неразъемное соединение металлов образуется при совместном воздействии на детали механических колебаний высокой частоты и относительно небольших сдавливающих усилий.

Ультразвуковая сварка применяется для соединения тонких деталей из однородных и разнородных материалов в приборостроении и радиоэлектронной промышленности, для сварки металлов, чувствительных к нагреву, для приварки тонких обшивок к несущей конструкции в авиационной промышленности, автомобилестроении и ряде других отраслей.

Сварка ультразвуком позволяет соединять алюминий, медь, никель, нержавеющие стали, ниобий, молибден, вольфрам и различные их сочетания. Ультразвуковая сварка металлов разделяется на точечную и шовную.

Основные параметры процесса ультразвуковой сварки — амплитуда упругих колебаний, время воздействия колебаний на детали или скорость сварки при шовном варианте, статическое усилие в контакте, частота упругих

колебаний. Для сварки ультразвуком применяются частоты от 15 до 70 кГц.

Установка для ультразвуковой сварки металлов состоит из сварочной машины и ультразвукового генератора. В Советском Союзе разработан и выпускается ряд установок для точечной и шовной ультразвуковой сварки.

Соединения, сваренные ультразвуком, обладают высокой статической прочностью на срез и отрыв при комнатной и повышенной температурах. Разрушение точечных сварных соединений происходит обычно с вырывом точки по контуру, а прочность шовных сварных соединений обычно выше прочности основного металла и разрушение происходит по основному металлу.

В сравнении с контактной сваркой и сваркой давлением сварка ультразвуком обладает следующими преимуществами: осуществление процесса сварки в твердом состоянии и без существенного нагрева места сварки; возможность соединения тонких и ультратонких деталей, возможность приварки тонких листов и фольги к деталям неограниченной толщины; отсутствие необходимости в высоком качестве подготовки поверхности; очень небольшая мощность оборудования и несложность его конструкции (например, для контактной сварки алюминия толщиной 1 мм необходима машина мощностью 100 ÷ 150 кВа, при сварке ультразвуком потребляется всего 1,5 ÷ 2,5 кВа).

Сварка, токами высокой частоты. Особенностью сварки токами высокой частоты является выделение тепловой энергии в массе нагреваемого материала и возможность значительной концентрации электромагнитной энергии токов высокой частоты в поверхностных слоях нагреваемого металла вследствие поверхностного эффекта и эффекта близости.

При нагреве токами высокой частоты металлы помещают в магнитное поле высокой частоты, созданное током, протекающим по индуктору. В металле при этом индуцируется электродвижущая сила, вызывающая в нем ток.

Нагрев токами высокой частоты получил применение в основном при сварке продольных швов труб, стыковой сварки труб и сплошных сечений и при армировании твердыми сплавами кромок режущего инструмента. Этим методом можно сваривать высокоактивные металлы, аустенитные и жаропрочные стали и сплавы. Основные параметры процесса: частота тока, время нагрева, усилие осадки, величина осадки, скорость сварки.

Основными преимуществами этого вида сварки являются: возможность сварки труб из неочищенной горячекатаной стали; нечувствительность к состоянию поверхности металла; высокая производительность и стабильность процесса; процесс легко автоматизируется и механизуется; благоприятен в

санитарном отношении.

Прочность сварных соединений, полученных сваркой током высокой частоты, не уступает прочности основного металла, так как зона термического влияния и зона шва чрезвычайно мала ($0,1 \div 0,15 \text{ мм}$) вследствие использования высококонцентрированного нагрева.

Применение тока высокой частоты позволяет получить более высокую концентрацию энергии, чем при контактной и дуговой сварке, и скорость сварки, во много, раз превышающую скорость при дуговой сварке. Источником тока высокой частоты служат ламповые генераторы. В настоящее время разработана аппаратура и технология этого вида сварки, она применяется на ряде предприятий.

Холодная сварка. Соединение при холодной сварке давлением происходит в твердом состоянии за счет образования прочной металлической связи между чистыми поверхностями, сближенными на расстояние действия межатомных сил.

Холодная сварка применяется только для соединения достаточно пластичных материалов: алюминия, меди, железа Армко, свинца, олова, цинка, индия, золота, серебра, кадмия, алюминиевых сплавов, титана, никеля и различных разнородных сочетаний.

Холодная сварка довольно широко используется в промышленности для заварки алюминиевой оболочки кабелей, при сварке корпусов полупроводниковых приборов, при изготовлении бытовых приборов из алюминия, в электромонтажном производстве. Основными параметрами при холодной сварке являются величина удельного давления, величина деформации металла в месте соединения и величина сдвига при холодной сварке сдвигом.

Холодная сварка может быть точечной, шовной и стыковой.

Для холодной сварки внахлестку могут быть использованы любые прессы, развивающие необходимое усилие. Для одновременной сварки нескольких точек требуются прессы с усилием $50 \div 100 \text{ т}$. Для холодной сварки деталей разработано несколько типов сварочных установок и полуавтоматов.

Соединения, сваренные путем одностороннего и двустороннего деформирования пуансонами постоянного сечения, обладают относительно низкой прочностью и при испытании на растяжение — срез разрушаются на границе вмятины с вырывом сварной точки. Соединения, сваренные путем вдавливания пуансонами с заплечиками или с предварительным зажатием детали, значительно прочнее. Прочность стыковых соединений обычно выше прочности ос-

нового металла, так как металл в местах соединения упрочняется вследствие наклепа. Механические свойства соединений можно регулировать с помощью термической обработки.

К преимуществам холодной сварки относятся: малый расход энергии (приблизительно в 10 раз меньший, чем при сварке плавлением), простота рабочего инструмента, высокая производительность, легкость автоматизации; сварные соединения обладают высокой электропроводностью и сопротивлением их коррозии близко к сопротивлению основного металла.

Диффузионная сварка в вакууме. Этот способ сварки применяется с 1953г. Диффузионная сварка осуществляется в твердом состоянии металла при повышенных температурах, с приложением сдвигающего усилия к месту сварки. Диффузионная сварка основана на взаимной диффузии элементов контактирующей пары металлов.

Удаление поверхностных пленок и предупреждение возможности образования их в процессе сварки достигается использованием вакуумной защиты и тщательной предварительной зачисткой свариваемых поверхностей. Сварка производится в вакууме $10^{-3} \div 10^{-5}$ мм рт. ст. После откачки из камеры воздуха производится нагрев изделия (обычно токами высокой частоты) до температуры сварки. Усилие сжатия прикладывается после выравнивания температуры и поддерживается постоянным в процессе сварки.

Диффузионной сваркой в вакууме можно соединять однородные и разнородные цветные и черные металлы и сплавы, а также металлокерамические изделия с металлами. Этот способ нашел применение на ряде промышленных предприятий радиоэлектроники, электронной техники, приборостроения. Основными параметрами процесса сварки являются усилие сжатия, температура нагрева, время сварки.

Для диффузионной сварки в вакууме разработан и выпускается ряд установок (СДВУ и т. д.). Основные части установок: вакуумная сварочная камера, источник нагрева деталей и гидроцилиндр, с помощью которого передается необходимое давление на соединяемые детали.

При диффузионной сварке можно получить прочность соединения, равную прочности основного металла.

Основные преимущества диффузионной сварки в вакууме: позволяет соединять материалы, которые обычной сваркой соединять затруднительно или невозможно; нет увеличения веса деталей; способ не требует применения дорогостоящих припоев, электродов, флюсов, защитных газов и других вспомо-

гательных материалов. Не нужна и последующая механическая обработка, так как нет окалины, шлака и грата. На предприятиях, применяющих диффузионную сварку в вакууме, были проделаны расчеты эффективности ее внедрения. Расчеты показали снижение себестоимости продукции во всех рассмотренных случаях, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений во всех случаях ниже нормативного. Производительность труда в результате внедрения диффузионной сварки возрастает во много раз, улучшается качество изделий, оздоравливаются условия труда.

Дуговая сварка в вакууме. В настоящее время существует три основных направления развития сварки в вакууме: электронно-лучевая, диффузионно-вакуумная и дуговая. Дуговая сварка в вакууме, сочетая достоинства вакуума как защитной среды с простотой дуговой сварки, отличается от остальных разновидностей сварки в вакууме простотой сварочного оборудования и технологии и более безопасна в связи с отсутствием высоких напряжений. Этот способ начал применяться с 1961 г. В настоящее время существует три разновидности дуговой сварки в вакууме: плавящимся электродом; испаряющимся электродом; полым катодом.

Дуговая сварка в вакууме рекомендуется для сварки высокоактивных и тугоплавких металлов и сплавов (ниобия, молибдена, титана, вольфрама, циркония, ванадия), изделий из тонколистовых материалов, для наплавки сплавов со специальными свойствами, для работы в условиях агрессивных сред, высоких температур и давлений.

Основными параметрами процесса являются: ток дуги, скорость сварки, длина дуги и расход газа (для сварки полым катодом). Вакуум поддерживается порядка 10^{-1} до 10^{-4} мм рт. ст.

Разработаны установки для сварки и наплавки в вакууме. Установки состоят из рабочей камеры вакуумной системы, сварочной горелки, сварочного стола или вращателя, механизма подачи прикладного прутка (для наплавки), пульта управления и источника питания сварочной дуги.

При дуговой сварке в вакууме металл шва обладает высокими механическими свойствами: прочность сварного соединения составляет 0,95 от прочности основного материала, а ударная вязкость даже несколько превышает значение ударной вязкости основного материала. Наиболее перспективным является способ сварки в вакууме полым катодом. Основными его достоинствами являются: высокая концентрация энергии, что позволяет сваривать любые металлы; высокая стабильность режимов сварки во времени; широкий диапазон

режимов сварки; простота сварочной горелки и применение обычных источников питания; увеличение производительности процесса наплавки.

Лазерная сварка. В последнее время благодаря интенсивному развитию электроники и точной механики все более широкое применение для сварки микродеталей находят оптические квантовые генераторы (ОКГ) — лазеры как источники тепла для сварки. Лазер превращает обычный рассеянный свет, состоящий из лучей различной длины волны, в узкий поток координированной длины волны. ОКГ применяются в технике с использованием в качестве рабочего вещества газов и твердых тел, в основном кристаллов рубина (дающих узкополосный пучок красного света с длиной волны 0,7 мкм).

Принцип действия ОКГ, работающих на кристалле рубина (с примесью 0,5% хрома), основан на явлении индуцированного (упорядоченного) испускания световой энергии возбужденными атомами хрома из рубина под действием облучения (накачки), например, импульсной лампой или другим мощным источником света. Необходимая для сварки плотность энергии излучения достигается путем фокусирования пучка с помощью системы линз. Таким образом, обыкновенный современный лазер для сварки представляет собой комплекс оптико-механических и электрических устройств, который позволяет преобразовывать электрическую энергию, запасенную в блоке конденсаторов, в световую энергию импульсной лампы.

Световая энергия импульсной лампы возбуждает атомы хрома в кристалле рубина, в результате чего через торцевую поверхность кристалла с полупрозрачным покрытием выходит пучок когерентного, монохроматического узконаправленного света, который фокусируется и направляется на место сварки.

Лазерный импульс характеризуется большой удельной плотностью энергии и малой длительностью, вследствие чего свариваемым деталям сообщается небольшая тепловая мощность, что обеспечивает высокую скорость охлаждения сварочной ванны и позволяет получать зону термического влияния минимального размера с эпитаксиальной структурой кристаллизующегося металла.

Лазерные соединения обладают более высокой прочностью при вибрации, чем паяные или выполненные термокомпрессионной сваркой. Твердость в шве и зоне термовлияния обычно незначительно отличается от твердости основного металла.

Преимущества лазерной сварки могут быть сведены в основном к следующим:

- большая удельная плотность энергии 10^{-9} — 10^{-12} *вт/см²* и малое пятно нагрева (до 2,5 *мкм*) позволяют выполнять прецизионную сварку материалов с различными теплофизическими свойствами, имеющих крайне малые размеры сварной точки;

- благодаря малой длительности лазерного импульса (0,5 ÷ 0,8 *м сек*) тепловложение минимально, поэтому зона термовлияния чрезвычайно мала и структура мелкозерниста. Это создает возможность выполнять сварку термочувствительных материалов;

- возможность точной дозировки энергии делает этот метод особенно пригодным- при сварке микросоединений;

- возможна сварка в труднодоступных местах и в местах, закрытых прозрачной преградой;

- экономически процесс лазерной сварки гораздо выгоднее по сравнению, например, с пайкой или термокомпрессионной сваркой хотя бы потому, что площадь сварного соединения уменьшается, в несколько раз.

Сварочная установка состоит из генератора, блока питания, стола с конденсаторами и стереоскопического микроскопа.

Наиболее перспективной областью применения лазерной сварки является сварка микросоединений. Лазерная сварка применяется в радиоэлектронике и электронной технике при изготовлении интегральных схем и электровакуумных приборов.

Методика расчета норм расхода металла и других материалов при сварке и наплавке. Метод расчета норм расхода металла и других материалов, применяемых при сварке и наплавке, в общем виде может быть выражен следующей зависимостью:

$$H_{усм} = Q K_{общ}$$

где $H_{усм}$ — норматив расхода сварочного материала; Q — вес наплавленного (или расплавленного, например, при контактной сварке) материала на 1 *пог. м шва* (на 1 *см²* сварного соединения); $K_{общ}$ — коэффициент, учитывающий технологические отходы и потери материала, применяемого при сварке.

При этом вес наплавленного (расплавленного) металла зависит от конструктивных элементов сварного соединения, от марки применяемых материалов при сварке (электродов, проволоки и т. д.).

Коэффициент $K_{общ}$ для различных способов сварки и наплавки определяется в большинстве случаев как произведение различных коэффициентов, учитывающих поэлементно различные виды отходов и потерь материалов, приме-

няемых при сварке. Например, при электродуговой сварке стали электродами $K_{общ}$ определяется как произведение: коэффициента перехода от расхода электродной проволоки к расходу электродов (K_3), коэффициента, учитывающего отходы проволоки на огарки (K_6)/коэффициента, учитывающего потери проволоки на разбрызгивание в процессе расплавления (K_7).

Порядок расчета норм расхода металла и других материалов при сварке и наплавке зависит от конкретных условий производства: применяемого способа сварки и наплавки; вида сварного соединения (в виде шва, площади и т. п.); применяемых материалов при сварке и наплавке (вид материала, марка и т. д.); характеристики свариваемого материала (вид материала, марка, толщина и т. д.).

При изготовлении (или восстановлении) деталей машин, сильно изнашивающихся при эксплуатации, применяют наплавку различными электродами для получения металла с особыми свойствами (средней твердости, высокой и др.). Наплавка рабочих поверхностей повышает их износостойкость, способствует удлинению срока службы деталей.

Наплавка металла производится различными способами: ручной газовой наплавкой, ручной электродуговой наплавкой, автоматической и полуавтоматической наплавкой.

Резервы экономии сварочных материалов. Для повышения эффективности применения в производстве электро- и газосварки большое значение имеет экономия сварочных материалов: сварочной проволоки и прутков, электродов, флюсов.

Основными мероприятиями по экономии сварочной проволоки и прутков являются: улучшение состава сварочной проволоки, обеспечивающего повышение ее качества, улучшение производственной характеристики; совершенствование методов изготовления сварочной проволоки и прутков; унификация применяемых материалов при сварке; повышение точности сборки узлов и изделий под сварку; обеспечение своевременной подготовки кассет с проволокой.

Наиболее эффективными мероприятиями по снижению расхода электродов в производстве являются наряду с обеспечением производства прогрессивными нормами их расхода применение безогарковой сварки, организация выдачи электродов строго по технологическим компонентам, учета фактического расхода на данный комплект, обязательной сдачи сварщиками огарков при получении электродов.

В настоящее время методом безогарковой сварки пользуются многие

предприятия страны. При обычной ручной дуговой сварке использовать полностью электродный стержень невозможно, так как даже по ГОСТу один конец его длиной 30—35 мм для создания электрического контакта остается свободным от покрытия. Вместе с конической частью покрытия неиспользованная часть достигает 50 мм. К тому же из-за плохих конструкций электродержателей остаются огарки длиной 100 мм и более.

Метод безогарковой сварки заключается в стопроцентном использовании электрода по длине. Достигается это следующим образом. На металлический электродный стержень наносится покрытие по всей длине стержня. Свободными от покрытия остаются лишь торцы электрода. Электроды устанавливают в специальный стакан-кассету, включенный в сварочную цепь. При сварке на заземленных плитах для этого достаточно установить стакан-кассету на плиту. На дно стакана укладывают медную или графитовую пластину, которая исключает возможность «примерзания» электрода, сохраняя токо-проводимость.

При безогарковой сварке применяются электрододержатели специальной конструкции. Электрододержатель снабжен сменным мундштуком, к которому прихватывается электрод. Так как покрытие наносится по всей длине электрода, он полностью сплавляется. При значительном оплавлении мундштук может быть легко заменен другим.

Метод безогарковой сварки позволяет снизить расход электродов до 15—20% и повысить производительность труда сварщиков за счет сокращения времени на смену электродов.

Экономия флюса может достигаться по двум направлениям: за счет рациональной уборки нерасплавленного флюса пневматическими флюсоотсосниками, что позволяет полностью исключить загрязнение флюса, а также его увлажнение; за счет повторного использования шлаковой корки не только в качестве добавления к флюсу, но и непосредственно размолотой до грануляции флюса.

Большое значение для экономии сварочных материалов имеют и такие организационные мероприятия, как применение рациональных форм стимулирования сварщиков за экономию материалов против установленных норм расхода; обеспечение такой приемки и хранения сварочной проволоки, электродов и флюсов на складе предприятия, которая исключала бы порчу материалов, возможность выдачи в производство материалов (по номерам плавок, маркам), не соответствующих требованию, и т. д.; обеспечение такого порядка получения, хранения и выдачи материалов на рабочие места в цехах-потребителях,

который исключал бы возможность нерациональных затрат материалов в производстве.

ТЕМА 2. 4. Нормирование листового металлопроката

В современном машиностроении и других видах производства в настоящее время листовой металлопрокат потребляется в огромных количествах.

При этом ввиду большей эффективности применения листового металлопроката при изготовлении машин и других изделий по сравнению с сортовым прокатом в промышленном производстве имеет место тенденция к относительному увеличению удельного веса его потребления в общем потреблении металла, поэтому совершенствование нормирования расхода листового металлопроката в производстве имеет большое народнохозяйственное значение.

Норма расхода листового (полосового) металлопроката на деталь определяется расчетным методом на основании чертежа детали, технологического процесса и технологического раскроя с учетом неизбежных потерь металла, связанных непосредственно с изготовлением детали: припусков на обработку, потерь на перемены при штамповке или вырезке заготовок по контуру огневой резкой, отходов по некратности при раскрое листа (полосы) и др.

Расчет норм расхода листового (полосового) материала выполняется на картах раскроя по габаритным размерам заготовок, устанавливаемым технологическими процессами обработки деталей. Составление технологического раскроя заключается в подборе экономически целесообразных вариантов расположения заготовок на листе (полосе) и возможности их получения на имеющемся оборудовании.

Технологический раскрой из листовых и полосовых материалов выполняется групповым и индивидуальным методами.

Индивидуальный раскрой. Сущность метода индивидуального раскроя заключается в том, что на листах или полосах выбранного размера раскраиваются заготовки одноименных деталей одного изделия. Этот метод раскроя применяется преимущественно для деталей, изготавливаемых на плоских вырубных штампах из предварительно вырезанных полос и заготовок прямоугольной формы.

Индивидуальный раскрой может также применяться и для получения заготовок с криволинейным очертанием контура, однако при этом должно быть обеспечено получение высокого коэффициента раскроя.

Групповой раскрой. Сущность метода группового раскроя заключается

в том, что на листах или полосах выбранного размера раскраиваются заготовки различных деталей одного изделия прямолинейной и криволинейной формы. При этом обязательным условием является раскрой заготовок в комплекте на изделие.

Частным случаем группового раскроя является раскрой одной части листа на одноименные детали изделия и другой части листа — на разноименные детали этого же изделия. В этом случае также остается в силе условие комплектного раскроя деталей на изделие.

При групповом раскрое достигается наиболее полное использование площади раскраиваемого листа или полосы и сокращается количество неиспользуемых отходов. Групповой раскрой наиболее рационален, обеспечивает установление прогрессивных норм расхода листовых материалов.

В зависимости от процесса вырезки в производстве; существуют два характерных вида раскроя: раскрой заготовок, при котором контур их очерчен прямыми линиями (такие заготовки обычно вырезаются на гильотинных ножницах, а при значительной толщине листа или полосы — при помощи огневой резки); раскрой заготовок, при котором контур их очерчен кривыми линиями. Вырезка таких заготовок производится на специальных фрезерных станках, вибрационных и дисковых ножницах, ленточных пилах или другом оборудовании, а при значительной толщине листа или полосы — при помощи огневой резки.

Требования, предъявляемые к раскрою. При проектировании листового или полосового проката для вырезки заготовок деталей руководствуются следующими требованиями, предъявляемыми к нему:

а) раскрой должен быть технологически целесообразен и осуществим на оборудовании, имеющемся на предприятии;

б) раскрой должен выполняться с учетом комплектности деталей на изделие;

в) при раскрое должно обеспечиваться образование минимального количества отходов и максимальное их использование на изготовление других деталей.

Наиболее рациональным нужно считать такой раскрой, который позволяет изготовить деталь (заготовку) при обусловленной серийности, с минимальными производственными затратами.

Выбор металла. Большое значение при проектировании раскроя имеет правильный выбор размеров исходного листового металлопроката.

При выборе размеров исходного листового металлопроката необходимо

учитывать следующие факторы, влияющие на экономичность норм: размеры и конфигурацию деталей изделия, подлежащих раскрою, серийность выпускаемой продукции. В зависимости от этих факторов определяются формы заказа листового металлопроката, по которым производится поставка металла.

Существует четыре формы заказа листового металла. По форме I заводы-потребители заказывают листы стандартных (складских) размеров с представлением права металлургическим заводам поставить определенную часть листов и полос трёх других размеров (тонколистовую и толстолистовую сталь до 20% по весу, широкополосную сталь до 10% по весу и т. д.). По форме II заводы-потребители заказывают листовую сталь по толщине с указанием необходимого тоннажа без указания размеров листов. При этой форме заказа имеется ограничение габаритных размеров, меньше которых листы не могут поставаться. По форме III заводы-потребители заказывают листовую и широкополосную сталь кратных размеров. По форме IV заводы-потребители заказывают листовую сталь одного определенного мерного размера из числа стандартных (складских) размеров или любого мерного размера, не предусмотренного таблицами стандартных (складских) размеров. Широкополосная сталь заказывается одной определенной мерной длины в пределах нормальной длины 5—18 м.

Каждая из приведенных форм заказа имеет свои преимущества и недостатки. I и II формы могут применяться в многономенклатурном производстве с большим разнообразием габаритных размеров заготовок и со значительным количеством небольших деталей. Эти формы заказа имеют „преимущество в отношении стоимости металла. По этим формам заказа сталь расценивается со скидкой на ту часть листов, которые поставляются с отступлением от основного заказываемого размера. Заказы по формам III и IV могут применяться в серийном и массовом производстве. В связи с тем что при заказе кратных размеров листовая и широкополосная сталь поступает потребителям больших габаритных размеров листов по длине и ширине, а также большого веса, раскройные цехи на соответствующих предприятиях оснащаются современными средствами механизации и автоматизации.

При централизованной системе подготовки производства карты раскроя составляются в отделе главного технолога завода и согласовываются с цехами-исполнителями раскроя и отделом (бюро) материальных нормативов. При децентрализованной системе подготовки производства карты раскроя составляются в технических бюро цехов-исполнителей раскроя, согласовываются и утверждаются главным технологом завода.

При разработке технологического раскроя и расчете норм расхода листового и полосового проката руководствуются следующей документацией:

а) конструкторской спецификацией деталей изделия, по которой производится выборка деталей, подлежащих изготовлению из листового или полосового металлопроката, определяются номера и наименования этих деталей и их количество на нормируемое изделие;

б) чертежами деталей, по которым устанавливаются чистовые размеры и вес деталей, технические требования к их изготовлению, наименования и характеристики исходных материалов, а также номера соответствующих марочных и сортаментных стандартов;

в) технологической расцеховкой, в которой указываются цехи-потребители исходного материала — исполнители раскроя и цехи, изготавливающие детали;

г) чертежами или эскизами заготовок из листовых материалов, чертежами шаблонов или разверток (заготовок), предусматривающими припуски по контуру, необходимые для дальнейшей обработки;

д) рекомендациями по составлению и оформлению технологического раскроя, учтенными в соответствующих инструкциях по нормированию расхода материалов, по проектированию технологических процессов и т. п.;

е) действующими нормами на: припуски на газовую вырезку заготовок из листового металла, размеры перемычек при штамповке металла, припуски на обрезку при вытяжке деталей, размеры перемычек при последовательной вытяжке деталей в ленте и др., в соответствии с которыми устанавливаются величины припусков на отрезку заготовок, их прижим при штамповке деталей и т. п.

Размеры отходов листовых материалов на зажим при резке заготовок на гильотинных ножницах устанавливаются на каждом заводе применительно к действующему оборудованию по соответствующим таблицам отраслевых Инструкций.

В норму расхода листовых материалов включаются отходы на зажим только в тех случаях, когда по технологии не могут быть отрезаны полосы малых размеров по ширине. При раскрое листа на полосы различной ширины вначале отрезаются полосы, ширина которых меньше, чем требуется на зажим, с тем чтобы зажимом являлась более широкая полоса.

Для проектирования раскроя и разработки карт по данным конструкторской спецификации и чертежей деталей составляется контрольная ведомость раскроя по специальной форме.

Контрольная ведомость предназначена для учета и полного охвата всей номенклатуры деталей (заготовок) изделия, подлежащих раскрою из листовых или полосовых материалов, а также для группировки деталей в порядке, необходимом для проектирования. Данные контрольной ведомости используются при проектировании раскроя исходного материала на заготовки.

В соответствующие графы контрольной ведомости заносятся все детали изделия, подлежащие раскрою из листового или полосового металлопроката. Детали группируются по маркам, сортам и толщине металла в возрастающем порядке в зависимости от технологических особенностей раскроя (раскрой на гильотинных ножницах, на дисковых ножницах, при помощи огневой резки и т. д.).

Номера карт и количество выкраиваемых деталей заносятся в ведомость уже в процессе разработки технологического раскроя.

Выбирая размеры листов или полос по ширине и длине, руководствуются стандартами, действующими формами заказа и поставки листового проката и другими рекомендациями, приведенными в «Инструкции о порядке заказа и поставки листовой стали».

Теоретические веса стали тонколистовой и толстолистовой определяются, исходя из половины плюсовых допускаемых отклонений по ширине и длине листов и с учетом средних допускаемых отклонений по толщине листа. Допускаемые отклонения устанавливаются в соответствии с ГОСТами на сортамент листовой стали.

Раскрой листового и полосового материала на детали (заготовки) проектируется на карте раскроя. При этом в виде эскиза в соответствующем масштабе вычерчиваются контуры выбранного исходного материала в номинальных размерах. В вычерченных контурах исходного листа в том же масштабе располагаются детали (заготовки), подлежащие изготовлению по данному раскрою.

При составлении деталей (заготовок), вырезанными из плотной бумаги в размерах, соответствующих масштабу плана раскроя. Такой метод облегчает нахождение наилучшего расположения раскраиваемых заготовок.

При групповом раскросе рекомендуется располагать в первую очередь крупногабаритные заготовки, затем заготовки средних размеров и, наконец, свободные промежутки, остающиеся между заготовками, заполнить заготовками малых габаритов. При этом в зависимости от применяемого оборудования должны быть выдержаны между заготовками необходимые для разрезки припуски (зазоры) в размерах, не превышающие установленные действующими нормами.

При составлении плана раскроя важно обеспечить комплектность выкраиваемых деталей (заготовок) на изделие. Когда комплексный раскрой не получается на одном листе (полосе), его можно спроектировать на двух или более листах (полосах). В этом случае раскрой можно располагать на одной или нескольких картах раскроя, и расчет норм выполняется исходя из суммы весов раскраиваемых листов (полос) и получающегося из них комплектного количества деталей (заготовок). На основе этих данных устанавливаются коэффициент раскроя, поддетальные нормы расхода материала и коэффициенты использования материала.

Если при раскрое из существующих размеров листов не удастся подобрать рациональный размер, основной раскрой следует располагать так, чтобы получить остаток в виде полосы по длине или ширине листа, предусматривая использовать его для заготовок или деталей, выкраиваемых на плоских штампах.

При индивидуальном раскрое резка листа на полосы является промежуточной операцией. Последующими, наиболее распространенными операциями будет штамповка или разрезка полосы на заготовки.

Штамповкой на прессах изготавливаются детали малых и средних размеров сложной и простой конфигурации. При этом наилучшее использование металлопроката достигается путем рационального расположения деталей на полосе и сведения к минимуму потерь металла на перемычки между деталями и по краям полосы.

Эффективность раскроя определяется количеством заготовок (или деталей), получаемых из листа или полосы. Для выявления самого выгодного раскроя следует подбирать различные варианты расположения шаблонов заготовок (деталей) или, вычертив деталь (заготовку) в масштабе, перенести ее контур на кальку и наметить несколько возможных вариантов, оставляя при этом зазоры для перемычек между вырубками и по краям листа (полосы).

Наивыгоднейшим вариантом раскроя является тот при котором значение площади листового металлопроката, расходуемого на одну деталь с учетом перемычек, будет наименьшим.

В тех случаях, когда эта площадь, характеризующая величину расхода металлопроката, по одному варианту равна или совпадает с данными, полученными по другому варианту, следует выбрать вариант с более широкой полосой и меньшим шагом вырубки.

По характеру отходов, образующихся при вырубке деталей, раскрой под-

разделяется на: раскрой с отходами, когда вырезка происходит по всему контуру; малоотходный раскрой, когда отсутствуют либо междетальные перемычки, либо боковые, может быть без перемычек, но с местными вырезками; безотходный раскрой, когда вырезаемая деталь получается без образования перемычек.

Выбор оптимального раскроя полосы. Для выбора оптимального раскроя полосы необходимо определить способ раскладки заготовок. Способ раскладки деталей в полосе (ленте) зависит от следующих факторов: формы

наружного контура заготовки, типа линий, образующих наружный контур, соотношения размеров наружного контура.

По форме наружного контура плоские заготовки деталей могут быть подразделены на девять основных групп: прямоугольные; круглые и многогранники; эллипсы и фланцы; треугольники и трапецевидные; скобы и полукольца; Г-образные; Т-образные; Н-образные; крестообразные.

Соотношения размеров наружного контура специфичны для каждой формы заготовок.

Для определения способа раскладки рекомендуется следующая последовательность действий: заготовка конкретной детали относится к соответствующей группе и затем выявляются сочетания линий, образующих наружный контур; в зависимости от соотношения размеров и сочетания линий наружного контура данной заготовки для соответствующей группы заготовок определяется шифр раскроя; по шифру раскроя определяется тип экономичного раскроя.

Основным показателем качества запроектированного плана раскроя является *коэффициент раскроя*, который представляет собой отношение суммы весов заготовок, раскроя к весу раскраиваемого листа или полосы. При подсчете суммы весов заготовок учитываются только заготовки, выкраиваемые по основному раскрою. Коэффициент раскроя определяется по формуле

$$K_p = \sum Q_{з.л.} / Q_{л.}$$

где $\sum Q_{з.л.}$ — сумма весов заготовок, раскраиваемых из листа; $Q_{л.}$ — вес исходного листа.

Коэффициент раскроя, установленный для всех заготовок деталей, постоянен для данного раскроя.

Качество выполненного раскроя анализируется также путем сопоставления чистых весов деталей раскроя с весом металлопроката, расходуемого на его изготовление. Для этой цели служит *коэффициент использования металла* при изготовлении деталей изделия, который определяется по формуле

$$K_p = \sum Q_{\text{дет.}} / H_{\text{л}}$$

где $Q_{\text{дет}}$ — чистый вес (масса) детали по чертежу; $H_{\text{л}}$ — норма расхода листового металлопроката на изготовление комплекта деталей изделия (по данному раскрою).

Эти коэффициенты позволяют глубже проанализировать качество запроектированного раскроя, способствуя тем самым выбору технологии производства, обеспечивающей наименьшие затраты металла на выпуск изделий, выявить причины низких значений соответствующих коэффициентов. Такими причинами могут быть недостатки конструкций самих деталей и их нетехнологичность, завышенные припуски на обработку заготовок, недостатки запроектированного раскроя.

Указанный анализ позволяет осуществлять комплексное рассмотрение различных факторов производства, влияющих на потребление материалов при изготовлении продукции и способствует установлению прогрессивных норм расхода листового металлопроката.

ТЕМА 2. 5. Нормирование расхода металла при изготовлении деталей разрезанием

Нормирование расхода сортового проката и труб

Холодная обработка металлов резанием является наиболее распространенным методом изготовления деталей в машиностроении и, очевидно, на ближайшие годы все еще будет занимать значительный удельный вес в металлообработке. Из общего количества израсходованного проката черных металлов при изготовлении машин, оборудования и других изделий около половины обрабатывается непосредственно в механических цехах, путем изготовления деталей из пруткового материала.

В этих условиях обеспечение производства технически и экономически обоснованными нормами расхода пруткового материала (сортового проката и труб) имеет большое значение для достижения эффективного использования материальных ресурсов в народном хозяйстве.

Норма расхода металлопроката на деталь определяется расчетным методом на основании чертежа детали и технологического процесса с учетом неизбежных отходов и потерь металла, связанных непосредственно с изготовлением детали (припусков на обработку, отходов на некратность размеров исходного материала и др.).

Норма расхода сортового проката устанавливается в весовых единицах измерения (*кг*), а труб — в весовых и линейных единицах (*кг* и *пог. м*).

Расчет подетальных норм выполняется по габаритным размерам заготовок, устанавливаемых при разработке технологических процессов обработки деталей.

При этом размеры заготовок деталей, предназначенных для обработки методом резания, определяются расчетным путем в следующем порядке.

Определение размера заготовок по сечению.

Исходя из максимального номинального диаметра детали по чертежу и по величине припуска на обработку, определяется расчетный диаметр заготовки детали.

Величина припуска зависит от способа требуемой чистоты и точности обработки и устанавливается по соответствующим отраслевым нормативам.

В соответствии с номинальными размерами исходного металла, установленными ГОСТом на сортамент, и с учетом применяемости материалов на заводе определяется фактический диаметр (исходя из условий поставки металлопроката) заготовки, как равный или ближайший больший к расчетному диаметру заготовки.

Определение размера заготовки по длине. По максимальной номинальной длине детали по чертежу и по величине припуска на обработку торцов определяется длина заготовки.

Припуски на обработку торцов могут быть одинаковые или различные с каждой стороны детали, а могут также и совсем не иметь места, в зависимости от требования технических условий изготовления детали. В тех случаях, когда технологическим процессом предусматривается обработка деталей из заготовок с временными (технологическими) центрами, в расчет длины заготовки включаются припуски на временные центры в соответствии с действующими технологическими нормами.

При расчете длины заготовок из труб могут также учитываться припуски, необходимые для выполнения операций гибки в горячем или холодном состоянии. Эти припуски принимаются в расчет размеров заготовок только при наличии соответствующих операций в технологических процессах изготовления деталей.

Для деталей, получаемых путем гибки исходного металлопроката без изменения его сечения, размер заготовки принимается по развертке детали, ука-

занной в чертеже. При отсутствии развертки или необходимости ее проверки размер заготовки определяется по соответствующим формулам.

Выбор исходной длины сортового проката и труб. Исходная длина сортового проката и труб устанавливается исходя из фактического размера заготовки детали по длине, принятого метода раскроя, минимальных потерь на отрезку заготовок, минимальных отходов по некратности и экономически целесообразного сокращения заказа различных сорторазмеров проката.

Большое значение для рационального использования металла имеет выбор длины исходного металла.

По условиям поставки сортовой прокат и трубы заказываются нормальной (немерной) длины, кратной длины, мерной длины, мерной длины с остатками или в рулонах.

При заказе сортового проката и труб *нормальной длины* металлургический завод вправе поставить металлопрокат любой длины в пределах, установленных соответствующими стандартами для нормальной длины; при этом определенная часть партии (по весу) может быть поставлена укороченной длины.

В связи с этими условиями отгрузки потребителю проката нормальной (немерной) длины металлургическими предприятиями при расчете норм расхода на деталь принимаются средние вероятные величины поставки исходного металла.

Средние расчетные длины сортового проката и труб принимаются по соответствующим отраслевым инструкциям.

При заказе проката *кратных длин* металлургический завод поставлять металлопрокат любой длины в пределах нормальной, но обязательно кратной той длине, которая указана в заказе (однократной, двукратной и т. д.), при этом указываемая длина не должна превышать одной трети верхнего предела нормальной длины по стандарту, в противном случае начисляется приплата как за мерную длину.

Заказ кратных длин металлопроката применяется в тех случаях, когда при раскрое металла нормальных (немерных) длин имеют место большие неиспользуемые отходы по некратности. Такой заказ производится в том случае, когда квартальная потребность металлопроката соответствующей марки и профиля равна или больше транзитной нормы, указанной в прейскуранте оптовых цен.

При этой форме заказа металл поставляется с положительными допустимыми отклонениями по длине. Допускаемые отклонения по длине мерного и

кратного проката черных и цветных металлов берутся при расчете норм расхода также по таблицам соответствующих отраслевых инструкций.

При заказе проката *мерных длин* металлургический завод поставляет металлопрокат размером по длине в пределах, оговоренных в заказе.

Заказ мерных длин металлопроката применяется в том случае, когда при раскросе металла нормальных (немерных) длин имеют место значительные неиспользуемые отходы по некратности, или для заготовок деталей разных изделий, изготавливаемых на заводе из одного профиля и марки стали, для которых нельзя установить общий кратный размер.

Мерный заказ производится в том случае, когда квартальная потребность металлопроката соответствующей марки и профиля равна или больше транзитной нормы, указанной в прейскуранте оптовых цен.

При этой форме заказа, так же как и при заказе проката кратной длины, металл поставляется с положительными отклонениями по длине, величины которых приводятся в таблицах соответствующих отраслевых инструкций.

При заказе проката *мерных длин с остатками* металлургический завод поставляет наряду с мерными, прутками (штангами) также остающиеся при резке немерные остатки. При этом немерный остаток может не отрезаться от последней полосы, но не годный для использования конец должен быть удален.

Прутковый металлопрокат мерной длины с остатками заказывается для деталей, изготавливаемых из спецпрофилей. При этой форме заказа металл поставляется с положительными отклонениями по длине.

Заказ металлопроката в *мотках или рулонах* применяется для таких видов металлоизделий, как катанка, проволока, лента холоднокатаная и т. д. По соглашению сторон так может поставляться и полосовой, круглый и квадратный прокат, имеющий относительно небольшие размеры по сечению. Нормы расхода на деталь из этого вида исходного металлопроката определяются исходя из средней длины мотка или рулона.

При выборе исходной длины проката следует руководствоваться соображениями его стоимости, поскольку стоимость проката кратных и мерных размеров выше, чем стоимость нормальных (немерных) размеров. При этом учитывается также программа производства соответствующих изделий и условия поставки (транзитность) металлопроката.

Размеры приплат, установленных за поставку проката кратных и мерных размеров, приводятся обычно в прейскурантах на поставку металла, а также в инструкциях по нормированию расхода материалов и других руководствах.

Исходные данные для расчета подетальных норм. Расчет норм расхода металлопроката производится на основании соответствующих исходных данных:

- наименование деталей и их количество на изделие — по конструкторской спецификации;

- чистовые размеры и вес деталей — по чертежам деталей;

- размеры и вес индивидуальных и групповых заготовок — по технологическим процессам на изготовление деталей;

- припуски на отрезку заготовок — по соответствующим таблицам инструкций;

- припуски на зажим прутка (штанги) при обработке деталей на токарных, револьверных станках и на автоматах — по соответствующим таблицам отраслевых инструкций. Припуски на зажим прутка при резке на пресс-ножницах устанавливаются на каждом заводе применительно к действующему оборудованию;

- исходный материал для изготовления деталей — по сортаменту профилей и номенклатуре марок металла, применяемых на данном заводе (нормаль завода «Применяемые материалы»), а также по ГОСТам на сортамент и марки металла;

- средние длины прутков (штанг) при заказе металла нормальной (немерной) длины и допускаемые отклонения по длине прутков при мерном или кратном заказе — по соответствующим таблицам отраслевых инструкций;

- приплаты за поставку стали мерной и кратной длины — по прейскурантам оптовых цен;

- вес 1 *пог. м* сортового проката и труб — по данным соответствующих сортаментов ГОСТов, ОСТов и справочников.

Основными методами расчета норм расхода сортового проката и труб, которые широко применяются на машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях, являются следующие.

Расчет норм расхода сортового проката и труб для деталей, изготавливаемых из прутков (штанг) нормальной (немерной) длины. Норма расхода металла на деталь рассчитывается исходя из размеров заготовки детали (сечения и длины), которые принимаются по технологическому процессу на, обработку детали или определяются на основании чертежей деталей и соответствующих нормативов припусков на их обработку.

Определение длины концевых отходов (А) при раскрое прутка (штанги) на одноименные детали, изготавливаемые из индивидуальных заготовок. Конце-

вой отход от средней длины прутка (штанги) определяется величинами отхода, получающегося от некротной длины прутка (штанги) и припуска, необходимого на зажим прутка (штанги) при отрезке последней заготовки в заготовительном цехе или при обработке деталей из прутка на автоматах. Таким образом, концевой отход может быть определен по зависимостям $A = \Pi_n + \Pi_3$ или $A = \Pi_n + \Pi_{3a}$, где Π_n — размер отхода от некротной длины прутка; Π_3 — размер отхода на зажим прутка при отрезке заготовки; Π_{3a} — то же, при обработке деталей из прутка на автоматах.

Размер отхода от некротной длины прутка (штанги) зависит от длины заготовки и может изменяться по величине от 0 до величины, близкой к длине заготовки. Поэтому средний размер отхода от некротной длины прутка (штанги), учитываемый при расчете норм расхода, принимается равным 0,5 от длины заготовки.

Размер отхода, необходимого на зажим прутка (штанги) при отрезке последней заготовки на раскройном оборудовании или обработке деталей на автоматическом оборудовании, зависит от длины заготовки, раскройного и металлообрабатывающего оборудования, на котором производится резка заготовок или обработка деталей. Если заготовка имеет большую длину, то длина отхода металла от некротности прутка (штанги) может быть достаточной для использования ее в качестве зажимного конца при резке на пресс-ножницах, пилах, токарном и другом оборудовании. В этом случае отхода на зажимный конец не будет, т. е. $A = \Pi_n$. То же может иметь место и при обработке деталей на автоматах. При больших длинах заготовок возможны случаи использования отходов от некротной длины прутка (штанги) на изготовление деталей меньших размеров из профиля того же сечения.

При раскрое заготовок различных длин из одного и того же профиля и марки проката нормальной длины применяется комбинированный раскрой заготовок. При этом величина концевых отходов «А» определяется по формуле

$$A = \Delta \Pi_n + \Pi_3$$

где $\Delta \Pi_n$ — средневзвешенная длина концевого отхода при комбинированном раскрое.

При комбинированном раскрое прутков на какую-либо заготовку остаток докраивается по специальной мерной линейке на заготовки других деталей, входящих в комплект изделия. Конец, попавший в зону мерной линейки, не докраивается на заданную деталь, а раскраивается на ту заготовку, которая оказалась чуть меньше оставшегося конца прутка или откладывается в ячейку стел-

лажа (номер которой соответствует номеру или длине на мерной линейке), а затем докраивается до нужных размеров.

Расчет норм расхода сортового проката и труб для деталей, изготавливаемых из прутков (штанг) мерной и кратной длины. При выборе длины исходного проката, как уже указывалось, следует руководствоваться соображениями его стоимости. В тех случаях, когда заготовки раскраиваются из прутков (штанг) немерных длин с большими отходами, которые не могут быть использованы для изготовления других деталей, необходимо для определения целесообразности заказа проката мерных или кратных длин произвести детальный экономический анализ, исходя из размеров отходов и приплат за мерность и кратность.

Для упрощения указанной работы в соответствующих таблицах отраслевых инструкций и справочниках приводятся минимальные размеры концевых отходов от прутков (штанг) немерных длин, при которых целесообразно заказывать прокат мерных и кратных размеров.

Мерные и кратные длины проката не имеют отходов от некрatности. (По ГОСТу на сортамент проката мерной и кратной длины установлены плюсовые допусаемые отклонения на длину прутка (штанги). Так как плюсовые допусаемые отклонения могут изменяться от -0 до $+\Delta$ (Δ — максимальная величина плюсового допуска по соответствующему ГОСТу), то средний размер допуска на длину при поставке мерного и кратного проката, который должен быть учтен при расчете норм расхода, равен $\frac{\Delta}{2}$.

Определение отхода металла, получающегося от некрatной длины прутка и отхода металла, необходимого на зажим прутка при отрезке последней заготовки на раскройном оборудовании или обработке деталей на автоматическом оборудовании из групповых заготовок — соответственно $\Pi_{\text{с}}$ или $\Pi_{\text{за}}$ производится так же, как при раскрое прутка на индивидуальные заготовки.

Для упрощения расчета норм расхода сортового проката и труб величины коэффициента K_n приводятся в соответствующих таблицах отраслевых инструкций или справочников.

Так как в соответствии с прейскурантами оптовых цен на сортовой прокат кратный металл может поставляться любой длины (однократной, двукратной и т. д.) в пределах нормальной, то для определения количества заготовок исходят из средней расчетной длины прутка (штанги) по ГОСТу и длины заготовки с учетом припуска на отрезку.

Мерный и кратный прокат целесообразно применять как на изготовление одноименных, так и разноименных деталей. При изготовлении разноименных деталей предусматривается их совместный раскрой с учетом комплектности деталей на изделие.

При совместном раскрое деталей из проката мерных и кратных длин большое значение имеет правильный выбор длины исходного металла для заказа.

Определение коэффициентов использования металла. Для анализа использования металла, расходуемого на изготовление деталей, определяются коэффициент раскроя, как отношение веса или размера заготовки детали к норме расхода металла на изготовление детали; коэффициент использования металла, как отношение чистого веса или размера детали по чертежу к норме расхода металла на изготовление детали.

Совместное рассмотрение приведенных выше коэффициентов позволяет определить отношение количества металла, используемого на изготовление детали, к неиспользуемому, и установить прогрессивность запроектированной технологии и технологичность конструкций детали. Подобный анализ дает возможность вскрыть резервы, заложенные в конструкции и технологии изготовления изделий, и наметить пути экономии расхода металла на изготовление деталей.

При нормировании расхода металлопроката в условиях мелкосерийного и единичного производства при изготовлении деталей резанием в относительно небольших размерах по металлоемкости и количеству часто расчет норм расхода металлопроката, как и при ковке и штамповке, производят с помощью укрупненных коэффициентов, характеризующих отходы, образующиеся в заготовительных цехах (по неkratности, на ширину пропила при резке заготовки, в связи с удалением дефектных концов).

При этом значения коэффициента, характеризующего отход металла в заготовительном цехе или производстве заготовок, принимаются по данным соответствующих отраслевых инструкций по нормированию расхода материалов или справочников.

ТЕМА 2.6. Нормирование материалов в производстве неметаллов **Основные направления развития химической промышленности.**

Расширение области использования новых материалов химической индустрии в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве способствует резкому повышению эффективности производства.

Продукция химической промышленности чрезвычайно обширна. По свойствам, назначению и методам получения химическая продукция может быть объединена в группы и отрасли:

- основная химическая промышленность (производит серную кислоту, минеральные удобрения, кальцинированную соду, хлор, каустическую соду и др.)
- горно-химическая промышленность (добыча фосфоритов, апатитов, калийных солей и др.)
- промышленность тяжелого органического синтеза (производство органических соединений, которые являются полупродуктами для производства пластмасс, каучуков, синтетических лаков, волокон, ядохимикатов)
- промышленность синтетических смол и пластмасс
- промышленность синтетического каучука
- промышленность химических волокон (вискозы, ацетатного шелка, капрона, нейлона, лавсана, нитрона и др.)
- лакокрасочная промышленность
- анилинокрасочная промышленность
- химико-фармацевтическая промышленность

Из многочисленной номенклатуры продукции химической промышленности наибольшее значение имеют полимерные материалы: пластмассы, синтетические смолы, волокна, каучуки и изделия на их основе.

Методы расчета норм расхода химикатов

Нормирование расхода при переработке сырьевых ресурсов и получение продукции химической промышленности отличается от нормирования расхода материалов в других отраслях промышленности. Это проявляется в следующем:

- расход стехиометрических химикатов определяется теоретически на основании уравнений с последующим дополнением неизбежных технологических потерь;
- технологическая схема получения продукции требует доведения исходного сырья до заданного количества и качества продукции требуемой концентрации;
- необходимость учета сложных взаимосвязей и взаимодействий различных компонентов химического сырья, реактивов, влияния температуры, режима технологии, это вызывает необходимость определения нормы расхода каждого материала в отдельности.

Структура норма расхода сырья в производстве химической промышленности включает теоретический расход сырья, производственные потери и отходы.

Теоретический расход - это расход сырья согласно уравнениям химической реакции на единицу готовой продукции без учета потерь и отходов.

Технологические потери и отходы определяются условиями технологического процесса, количеством оборудования, организацией труда и производства (расход сырья на побочные продукты реакции, потери при дроблении, флотации, фильтрации, сушке и др.)

Особенности разработки норм расхода химической продукции.

Химическое производство включает в себя чисто физические и химико-технологические процессы.

Сырье химической промышленности различают по происхождению (минеральное, растительное и животное); химическому составу (органическое и неорганическое); агрегатному составу (твердое, жидкое и газообразное).

Перерабатываемое сырье должно использовать как можно полнее. Это достигается последовательной переработкой сырья сложного состава.

Химико-технологический процесс может быть разделен на ряд элементарных процессов: доведения реагирующих компонентов в зону реакции, химическая реакция, отвод полученных продуктов. В основе процесса лежит химическая реакция, которая может быть обратимой и необратимой. Обратимые процессы стремятся к равновесию, на которое влияют основные технологические параметры, что вытекает из 2 закона термодинамики: в системе, выведенной внешним воздействием из состояния равновесия, самопроизвольно происходят изменения, стремящиеся вернуть систему к равновесию (принцип Ле-Шателье).

Определение нормы расхода пластмасс.

При расчете норм расхода полимерных синтетических материалов применяются следующие понятия и определения.

Расход материала (Р) - количество материала, необходимое для одного цикла прессования.

Отпрессовка (отливка) - одна или несколько отпрессованных (отлитых) деталей в необработанном виде, снятых с пресс-формы за один цикл прессования (литья).

Масса заготовки (Мз) - количество материала, содержащееся в заготовке. Для прессованных деталей массой заготовки является сумма собственной

массы детали и взвешиваемых отходов (литников, облоя и др.), образующихся в процессе прессования (лития).

Масса детали (Мд) - количество материала, содержащееся в окончательно обработанной в соответствии с чертежом детали (без арматуры).

Коэффициент расхода материала (Кр) - отношение нормы расхода к массе детали.

Коэффициент использования материала (Ки) - отношение массы детали к норме расхода материала.

Нормы расхода материалов на изготовление деталей из пластмасс в зависимости от типа производства, полноты исходных данных и степени освоения производства изделий, а также вида исходного материала устанавливаются различными методами.

Норма расхода на деталь (Нд) определяется по формуле

$$Нд = Мд \cdot Кр$$

где Мд-масса детали (чистый расход), Кр- расходный коэффициент прессматериала.

Расходный коэффициент Кр- величина, определяющая норму расхода материала по отношению к чистому расходу или к расходу в заготовке.

Масса детали Мд определяется по формуле

$$Мд = V \cdot \rho$$

где V- объем детали, ρ - плотность материала.

Нормирование расхода лакокрасочных материалов.

Лакокрасочные материалы включают лаки, масляные и эмалевые краски, грунты, сиккативы, растворители и разбавители.

Нормирование расхода имеет свои особенности: необходимость выбора рабочей вязкости и укрывистости лкм; учета свойств окрашиваемого материала и поверхности; конфигурации и габаритов окрашиваемых изделий; определение методов окраски.

Нормирование расхода лкм включает следующие этапы: определение площади, установление вида и марки лкм, определения количества слоев, удельного расхода лкм.

Норма расхода лкм рассчитывается в граммах на 1 кв м

$$H = (S \cdot m \cdot d \cdot 100 + q) / \rho$$

где S-площадь окрашиваемой поверхности, m- толщина слоя, объемный вес сухого слоя, q-технологические потери (определяются опытно-промышленным путем, ρ - сухой остаток материала в рабочей вязкости.

Список литературы

1. Нормирование расхода материалов: Учебн.пособие /Под ред.С.А.Кулиша, А.К.Шубинкова. М.: Высш.школа, 2013. 256 с.
2. Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник , Т.2. М.: Машиностроение, 2018. 448 с.
3. Отраслевая методика по определению экономической эффективности использования новой техники. НИАТ, 2013.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.	
	Предисловие3
	Введение4
	Глава 1. . Теоретические основы нормирования расхода материалов и технологических процессов6
1.1.	Содержание и задачи нормирования и расхода материальных ресурсов.....6
1.2	Плановые нормы и нормативы 9
1.3.	Система норм расхода материальных ресурсов 15
1.4.	Методы разработки норм и нормативов расхода материальных ресурсов19
1.5.	Нормативы расхода материалов, единые и типовые нормы, их разработка и применение27
	Глава 2. Нормирование расхода материалов и технологических процессов в различных производствах31
2.1.	Нормирование расхода металла в литейном производстве Способы литья для получения отливок.....31
2.2.	Нормирование расхода металла в кузнечно-штамповочном производстве.....37
2.3.	Нормирование расхода металла и других материалов при сварке и наплавке45
2.4.	Нормирование листового металлопроката59
2. 5.	Нормирование расхода металла при изготовлении деталей разрезанием66
2. 6.	Нормирование материалов в производстве неметаллов Основные направления развития химической промышленности73

Учебное издание

Аблясова Алсу Галиевна
Мухаметшина Елнара Сулудин кзы

Технологическая подготовка производства

часть 1

Учебное пособие

Главный редактор **Липинская Г.Е.**

Подписано в печать **12.10.22.**

Формат 60x74 1/16.

Гарнитура Times New Roman.