

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет»

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Конспект лекций)

*для студентов
экономических специальностей*

Витебск
2004

УДК 677.05(07)+621(07)
ББК 34.7+34.4
М 82

Конспект лекций по курсу «Производственные технологии: основы современных технологий» для студентов экономических специальностей
Витебск: Министерство образования РБ, ВГТУ, 2004
Составитель: доц. Москалев Г.И.

В конспекте изложены основы современных технологических процессов в машиностроении, текстильном производстве, основных и вспомогательных процессов производства. Рассмотрено устройство и работа оборудования для их осуществления на основе новейших достижений науки и техники.

Предназначен для студентов экономических специальностей, изучающих основы современных технологий.

Одобрено кафедрой ПНХВ «15» января 2004г.
протокол № 10

Рецензенты: доцент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» Аленицкая Ю.И.,
Заведующий кафедрой «Технологии и оборудования машиностроительного производства» УО ВГТУ, к.т.н., профессор
Ольшанский В.И.

Редактор: к.т.н., доцент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» Соколов Л.Е.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом ВГТУ
«___» февраля 2004г.

Витебский государственный технологический университет
Подписано к печати_____, формат_____, Уч. изд. лист._____
Печать ризографическая_____, тираж 200 экз., Заказ_____ цена_____

Отпечатано на ризографе Витебского государственного технологического университета. Лицензия ЛП № 89 от 18 декабря 1997 года.
210035, г. Витебск. Московский пр-кт, 72

Содержание

Введение

Лекция 1. Общие понятия о технологии и производстве. Сырье и материалы

Лекция 2. Топливо и энергия

Лекция 3. Водные ресурсы промышленности

Лекция 4. Производство металлов и сплавов

Лекция 5. Основы порошковой металлургии

Лекция 6. Обработка металлов резанием

Лекция 7. Литейное производство

Лекция 8. Основы технологии текстильного производства

Лекция 9. Типовые системы прядения текстильных волокон

Литература

Введение

Программа дисциплины предназначена для технологической подготовки экономистов широкого профиля. В результате изучения дисциплины «Основы современных технологий» студент должен:

- иметь представление о месте технологии в современном обществе, о технологии как базовом звене современного производства, об общих закономерностях формирования, функционирования и развития технологических процессов и их систем;
- знать и уметь использовать категории курса, техническую терминологию и понятия, теорию технологического развития производства в своей практической деятельности;
- владеть технологическими основами производства важнейших видов продукции, методологией анализа функционирования, оптимизации и развития технологических процессов и их систем;
- иметь навыки параметрического описания и оценки технологических процессов и их систем, проведения простейших технико-экономических расчетов;

Методология курса строится таким образом, чтобы студенты могли научиться связывать категории дисциплины с категориями экономической теории, дисциплин экономического цикла. Тесная связь курса с другими дисциплинами должна способствовать формированию единого научного мировоззрения.

Лекция №1

Общие понятия о технологии и производстве

Вопросы:

1. Отрасли промышленности и их классификация. Понятие о производственном и технологическом процессах.
2. Экономическая оценка технологического процесса. Типы производств и их основные технологические признаки.
3. Классификация сырья. Качество сырья и современные технологические процессы.
4. Рациональное и комплексное использование сырья. Влияние качества сырья и материалов на качество продукции.

Знание технологии позволяет экономистам выявлять пути рационального использования имеющихся резервов и роста производства, внедрения в производство научно-технических достижений; выбирать наиболее эффективные способы использования сырья, материалов, топлива и электроэнергии; правильно определять производственные мощности предприятий и др.

Техника является неотделимой частью технологии производства, существует только совместно с определенной технологией и проявляется через нее, т. е. технология является ведущей силой в развитии научно-технического прогресса. Таким образом, экономистам необходимы знания по техническим дисциплинам.

1 Отрасли промышленности и их классификация

Отрасль промышленности — это совокупность предприятий, характеризующихся единством экономического назначения производимой продукции, однородностью перерабатываемого сырья, общностью технологических процессов и технической базы и профессиональными кадрами.[1].

Объединение нескольких специализированных отраслей промышленности представляет собой комплексную или укрупненную отрасль.

Состав и соотношение отдельных отраслей, отражающие определенные производственные взаимосвязи, степень дифференциации и специализации отраслей характеризуют отраслевую структуру промышленности. В зависимости от назначения продукции различают отрасли, производящие средства производства (группа А), и отрасли, производящие предметы потребления (группа Б).

По характеру воздействия на предмет труда отрасли промышленности делятся на добывающие и обрабатывающие. Первые заняты добычей природного сырья (руд металлов, топлива и т.д.), вторые — переработкой продукции добывающих отраслей промышленности или сельского хозяйства.

Понятие о производственном и технологическом процессах

Производственный процесс — это совокупность действий, в результате которых исходные материалы, сырье и полуфабрикаты превращаются в продукцию, соответствующую своему назначению.

В любом производственном процессе выделяют основные и вспомогательные процессы. Основными называются процессы, обеспечивающие превращение сырья и материалов в готовую продукцию. Вспомогательные процессы обеспечивают проведение операций и, или изготовление продукции, используемой для обслуживания основного производства (например, производство энергии для собственных нужд, изготовление инструментов, оснастки, запасных частей для ремонта оборудования предприятия, информационное обслуживание и т. п.).

Технологический процесс — это часть производственного процесса, непосредственно связанная с последовательным превращением предмета в продукт производства. Различие технологических процессов обусловлено разнообразием продуктов производства, сырья, исходных материалов, способов производства, приемов и методов работы и других специфических факторов. Можно выделить отрасли, технологический процесс, в которых базируется на химических способах

обработки сырья (например, металлургия, отрасли химической, пищевой промышленности и др.), и отрасли, связанные с механической обработкой сырья и полуфабрикатов (машиностроение, текстильная, деревообрабатывающая промышленность и др.). В первых, из них производство характеризуется непрерывностью технологических процессов, во вторых — их прерывностью. Увеличение степени непрерывности технологических процессов способствует повышению эффективности производства.

2. Экономическая оценка технологического процесса

Обобщающим показателем, учитывающим все виды затрат является себестоимость продукции.

Себестоимость — это совокупность всех материальных и трудовых затрат на изготовление и реализацию продукции, выраженных в денежной форме.

Различают основные затраты, непосредственно связанные с процессом производства (расходы на основные материалы, технологическое топливо, энергию, покупные полуфабрикаты, зарплату основных рабочих), и расходы, связанные с обслуживанием процесса производства и управлением.

В зависимости от доли отдельных элементов затрат в себестоимости промышленной продукции можно сгруппировать отрасли промышленности следующим образом: трудоемкие производства (добывающие отрасли); материалоемкие производства (текстильная, трикотажная, швейная, пищевая отрасли промышленности); энергоемкие производства (цветная металлургия, ряд отраслей химической промышленности); фондоемкие отрасли с большим удельным весом амортизационных затрат в общих затратах (нефтедобывающая, производство электроэнергии ГЭС); смешанные отрасли со значительным удельным весом в себестоимости затрат на материалы и заработной платы (многие отрасли машиностроения, электротехническая, приборостроительная промышленность и др.).

Важнейшими резервами снижения себестоимости промышленной продукции при высоком ее качестве является рациональное и экономное использование сырья, материалов, топлива, энергии и высокопроизводительной техники.

Типы производств и их основные технологические признаки

В зависимости от количества изготавливаемых изделий, характера выпуска и степени повторяемости изделий различают в основном производства трех типов: единичное, серийное и массовое.

В единичном производстве изделия изготавливаются в одном или нескольких экземплярах. Изготовление и обработка деталей производятся рабочими высокой квалификации на универсальных станках. Технологический процесс состоит из последовательных операций. В единичном производстве производительность труда значительно ниже, а себестоимость продукции выше по сравнению с производствами других типов.

В серийном производстве изготовление деталей осуществляется различными по размеру партиями или сериями с периодическим их повторением. В зависимости от размера партии изделий и частоты повторяемости их в течение года различают мелкосерийное и крупносерийное производство. Основным отличием серийного производства от единичного является более узкая номенклатура изделий, изготавливаемых на каждом рабочем месте, и их периодическая повторяемость. Серийное производство не требует высокой квалификации рабочих, так как ограниченная номенклатура изделий и их повторяемость способствуют быстрому приобретению трудовых навыков. Технологический процесс расчленяется на ряд операций, выполняемых на различных станках обычно при одной установке детали.

В массовом производстве изготавливаются одинаковые детали или изделия в большом количестве и в течение длительного времени, при этом на каждом рабочем месте выполняется обычно одна операция. Обработка деталей произво-

дятся высокопроизводительными методами на специальных станках и автоматах, оснащенных специальными инструментами и приспособлениями, и автоматических линиях. Массовое производство имеет наиболее совершенную структуру и форму организации и обеспечивает наиболее низкую себестоимость изготовления изделий.

3. Классификация сырья

Сырьем называют природные и искусственные материалы, используемые в промышленности для производства продукции.

Сырье — это предмет труда, претерпевший известное изменение в процессе его добычи или производства, один из важнейших элементов производства, влияющих на технологию и качество продукции. От обеспечения сырьем и его качества зависит эффективность работы промышленности.

Природное сырье характеризуется тем, что его получают в готовом виде из недр Земли, из различных горных пород, растений. Оно может быть и результатом жизнедеятельности разных животных. К природному сырью относятся железная руда, известняк, доломит, глина, мел, асбест, нефть, хлопок, лен, шерсть, древесина и др.

Природное сырье в свою очередь делится на два подкласса: органические и минеральные материалы. К первым относят шерсть, лен, хлопок, древесину и другие материалы; ко вторым — железную руду, гипс, мел, асбест и др. Искусственное сырье характеризуется тем, что его получают из разных природных материалов. К этому классу можно отнести химические волокна, синтетические каучуки и др.

Искусственное сырье также подразделяется на два подкласса: органические материалы (вискозные, ацетатные волокна и др.) и минеральные (силикатные, металлические волокна и др.).

Сырье и материалы делят также на основные и вспомогательные. Основные материалы составляют материальную основу выпускаемой продукции: железная руда - чугуна; текстильные волокна — тканей; металл — машин, станков; древесина — мебели и т. д.

К классу вспомогательных относят такие материалы, которые не составляют материальную основу производимой продукции, а придают ей определенные свойства и качества, обеспечивают работу оборудования и нормальный ход технологического процесса.

Также в производстве используют полуфабрикаты. Полуфабрикат — это продукт, изготавливаемый на одном участке производства и используемый для выработки продукции на другом участке. Полуфабрикат нередко выступает в качестве готовой продукции. Так, пряжа является готовой продукцией прядильного производства, а на комбинате, где она перерабатывается в ткань, — полуфабрикатом.

Качество сырья и современные технологические процессы

Качество сырья - это совокупность его технологических, физических и химических свойств, обеспечивающих требуемый уровень технологического процесса и качества готовой продукции.

Вид и качество сырья определяют режим работы и производительность оборудования, характер технологии, влияют на качество и себестоимость выпускаемой продукции. Так, в металлургической промышленности для получения чугуна используют руды с разным содержанием железа. При высоком содержании железа в рудах снижаются затраты на подготовку руды к плавке и уменьшается расход кокса. Повышенное содержание пустой породы и вредных примесей в рудах обуславливает уменьшение производительности плавильных установок, увеличение расхода топлива, флюсов и снижение качества чугуна.

4. Рациональное и комплексное использование сырья.

Экономика производства зависит от характера использования сырья. В отраслях промышленности имеются разнообразные методы рационального использования сырья. Наиболее важными из них являются: правильный выбор сырья, комплексная переработка, повторное использование, высококачественная первичная обработка и обогащение, максимальное использование отходов производства.

Выбор сырья определяет тип применяемого технологического оборудования, характер технологии, длительность производственного цикла и влияет на многие технико-экономические показатели работы предприятий. Современный уровень техники позволяет выпускать одну и ту же продукцию из сырья различных видов. Так, например, в машиностроении отдельные детали машин изготавливают из металла, пластмасс, древесного пластика. Правильный выбор сырья характеризуется снижением себестоимости продукции при повышении ее качества. Не менее важным является рациональное использование сырья.

Комплексная переработка сырья возможна лишь при высокой организации производства. Она предполагает применение разнообразных технологических процессов, расширение номенклатуры продукции на одном предприятии. При этом снижаются транспортные расходы, себестоимость продукции, растет прибыль промышленных предприятий.

В текстильной промышленности в процессе механической переработки шерсти накапливаются отходы в виде коротких волокон (гребенного очеса). Очес и другие отходы камвольного производства долгое время перевозили на суконные предприятия, где их перерабатывали. В настоящее время комплексная переработка длинных и коротких волокон шерсти, очеса, сдира, крутых концов и других отходов производится на камвольно-суконных комбинатах. Организация таких комбинатов позволила сократить транспортные расходы, рационально использовать складские и вспомогательные помещения, внедрять более прогрессивную технику и передовую (малоотходную) технологию.

Влияние качества сырья и материалов на качество продукции

Согласно ГОСТ 15467—79, под качеством продукции понимается совокупность ее свойств, обуславливающих пригодность удовлетворять определенные потребности потребителя или общества.

Качество продукции на стадии ее изготовления определяется тремя слагаемыми, тесно взаимодействующими между собой в процессе труда: качеством труда изготовителей этой продукции; качеством исходного материала (сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий); качеством средств труда (машин, установок, станков и другого оборудования). Таким образом, сырье и материалы являются одними из важнейших факторов, формирующих качество продукции. Так, анализ влияния различных факторов на качество шерстяных, хлопчатобумажных и льняных тканей показал, что сортность этих тканей существенно зависит от качества исходного сырья — шерсти, хлопка и льна. В данном случае степень этой зависимости больше, чем зависимость от всех других факторов, влияющих на качество ткани: совершенства машин и механизмов, ритмичности производства, трудовой и технологической дисциплины. Следует отметить, что все факторы, определяющие качество продукции - технологические, экономические, социальные, технические - действуют в неразрывной связи друг с другом в процессе производства.

Роль сырья и материалов в формировании качества продукции зависит от вида изделия. Чем проще изделие, тем очевиднее связь между качеством сырья, основных и вспомогательных материалов и качеством выпускаемой продукции. Качество материалов, являясь материальной основой свойств конечного изделия, влияет на эти свойства по-разному в зависимости от технологического процесса изготовления данного изделия.

Основные материалы, из которых непосредственно изготовлены конструкции прибора, и вспомогательные материалы, необходимые для осуществления той или иной технологической операции, оказывают наиболее значительное влияние на качество продукции в электронной, электротехнической, радиотехнической промышленности.

Влияние материалов на качество конечного изделия зависит от степени соответствия свойств материала требованиям, которые к ним предъявляются; совершенства технологического процесса изготовления данного изделия; качества конструкции изделия и других факторов.

Лекция 2 Топливо и энергия

Вопросы:

1. Виды и основные характеристики топлива
2. Основные виды и источники энергии
3. Электроэнергетика и охрана окружающей среды

1. Виды и основные характеристики топлива

Топливо - вещество, при переработке которого выделяется значительное количество теплоты, используемое как источник получения тепловой энергии и как сырье в химической, металлургической и других отраслях промышленности. Топливо, содержащее органические вещества, называют углеводородным. Путем химической переработки из него получают разнообразные продукты. Различают естественные и искусственные топлива. К естественным относятся ископаемые и растительные топлива, а к искусственным — продукты переработки естественных топлив. Все топлива по агрегатному состоянию подразделяются на твердые (ископаемые угли, торф, древесина, сланцы), жидкие (нефть, нефтепродукты), газообразные (природный и попутный газы и др.).

Основной характеристикой топлива является его теплота сгорания, т. е. количество теплоты, выделяющейся при полном сгорании топлива. Различают теплоту сгорания удельную (МДж/кг) и объемную (МДж/м³).

В состав всех видов углеводородных топлив входит горючая масса (органическая масса и горючие неорганические вещества: сера, ее соединения и т. д.) и негорючая масса (зола, влага). Чем больше в топливе золы, влаги, тем ниже его теплота сгорания. Чем выше в органической массе содержание углерода и водорода и чем ниже содержание кислорода и азота, тем больше теплота сгорания топлива.

Одним из важнейших видов жидких топлив является нефть, которая представляет собой сложную смесь парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов. Органическая часть нефти состоит на 83...87 % из углерода и на 12...14 % из водорода. Удельная теплота сгорания нефти колеблется от 39,8 до 44 МДж/кг.

Природный газ содержит до 98 % метана. Его объемная теплота сгорания составляет в среднем 30...35 МДж/м³. В нефти, находящейся в недрах Земли, всегда присутствуют растворенные газы, которые при добыче выделяются из нее (попутные газы). Объемная теплота сгорания попутных газов примерно в 1,5 раза выше, чем природного газа, и составляет 50000...55000 кДж/м³.

Содержание углерода в твердых топливах (буром и каменном угле, антраците) -70...95%, их удельная теплота сгорания— 25,5...33,5 МДж/кг.

2. Основные виды и источники энергии

Источники энергии подразделяют на две основные группы: практически неисчерпаемые в обозримом будущем и невозполнимые.

Все технологические процессы в промышленности связаны с затратами или выделением энергии. Энергия необходима как для проведения самого технологи-

ческого процесса, так и для транспортировки сырья и готовой продукции, вспомогательных операций (сушка, дробление, фильтрование и т. д.). Потому промышленные предприятия потребляют значительное количество энергии различных видов. В структуре себестоимости, например, химической продукции затраты на получение энергии оставляют около 10 %, что свидетельствует о высокой энергоемкости химических производств. Энергоемкость различных производств, т. е. расход энергии на изготовление единицы продукции, различается весьма значительно.

В промышленности применяются следующие виды энергии: тепловая, электрическая, ядерная, химическая и энергия света.

Электрическая энергия в промышленности используется для преобразования в механическую энергию, для осуществления процессов обработки материалов, для нагревания, электрохимических реакций и электромагнитных процессов. Электрическую энергию производят тепловые, гидроэлектростанции и атомные электростанции.

Атомные электростанции (АЭС) обладают высоким коэффициентом полезного действия. Так, например, при распаде 1 г урана-235 выделяется такое количество тепловой энергии, которое эквивалентно 1000 кВт*ч электроэнергии. Иными словами, при распаде 1 т урана-235 выделяется такое же количество теплоты, что и при сгорании 300000 т каменного угля.

Тепловая энергия, получаемая при сжигании топлива, широко применяется для проведения многочисленных технологических процессов (нагревания, плавления, выпарки, сушки, перегонки и т. д.), а также в качестве источника теплоты для проведения эндотермических реакций. В качестве теплоносителей могут быть использованы топочные газы, водяной пар, перегретая вода, органические теплоносители.

Химическая энергия связана с выделением теплоты в экзотермических химических реакциях, которая используется для нагрева реагентов, проведения эндотермических химических процессов. Химическая энергия используется в гальванических элементах и аккумуляторах, где она преобразуется в электрическую. Эти источники энергии характеризуются высоким КПД.

Световая энергия используется в промышленности при создании фотоэлементов, фотоэлектрических датчиков, автоматов, а также для реализации большого числа фотохимических процессов в технологии синтеза хлористого водорода, реакциях хлорирования, бромирования и др.

Энергия морских приливов - разновидность энергии водного потока. Приливы - периодические колебания уровня моря, обусловленные силами притяжения Луны и Солнца в соединении с центробежными силами, развивающимися при вращении систем Земля - Луна и Земля - Солнце. Приливы обладают огромной энергией. Высота приливной волны достигает 10...20 м. Мировой технический потенциал морских приливов составляет около 500 млн.т. условного топлива в год.

3. Электроэнергетика и охрана окружающей среды

Одной из основных задач любого производства является совершенствование технологических процессов с целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду и улучшения очистки отходящих газов от вредных примесей, увеличения выпуска высокоэффективных газопылеулавливающих аппаратов, водоочистного оборудования, а также приборов и автоматических станций контроля за состоянием окружающей природной среды.

Электроэнергетика занимает особое место в решении этой проблемы, так как доля участия энергетических предприятий в загрязнении окружающей природной среды продуктами сгорания органического топлива, содержащего вредные примеси, а также отходами производства весьма значительна.

Большая часть электростанций еще длительное время будет работать на органическом топливе. Тепловые электростанции в настоящее время используют около 37 % всего котельно-печного топлива (уголь, газ, мазут, торф, сланец), с продуктами сгорания которого в окружающую среду поступают часть золы, частицы несгоревшего жидкого и твердого топлива, газообразные продукты неполного сгорания топлива, оксиды серы и азота, оксид углерода и др.

Использование ядерного горючего позволяет уменьшить материальный обмен с окружающей средой при производстве электроэнергии и в основном исключить химическое загрязнение атмосферы.

По сравнению с электростанциями, работающими на органическом топливе, более чистыми с экологической точки зрения являются установки, использующие гидроресурсы, солнечную энергию, глубинное тепло Земли, энергию ветра и приливов. Однако доля их в покрытии потребности в электроэнергии пока еще невелика. Наиболее значительными из них являются ГЭС, хотя и они оказывают определенное влияние на природные условия и экологическое равновесие в зонах затопления земельных угодий.

Наиболее перспективными и радикальными мерами по предотвращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и природные водоемы являются:

- изменение структуры производства электроэнергии за счет использования ядерной энергетики, гидроресурсов, солнечной энергии, энергии ветра и морских приливов, глубинного тепла Земли;
- освоение новых, более эффективных по использованию топлива технологических процессов (например, с парогазовыми установками и внутрицикловой газификацией топлива);
- снижение удельного расхода топлива при производстве электроэнергии и тепла, сокращение потерь и удельных расходов энергии при использовании ее в народном хозяйстве;
- увеличение использования вторичных энергетических ресурсов и утилизация низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов;
- оптимизация структуры топливопотребления в энергетике за счет замены высокозольного и высокосернистого топлива на ТЭС, расположенных в крупных промышленных городах и районах малозольным и малосернистым;
- улучшение качественных характеристик топлив путем развития индустрии их переработки и обогащения.

Наиболее острой проблемой является сокращение выбросов в атмосферу оксидов серы и оксидов азота, объемы которых пропорциональны объему сжигаемого топлива и зависит от его качественных характеристик. Основные меры по сокращению выбросов в атмосферу оксидов серы и оксидов азота принимаются в двух основных направлениях — снижения сернистости потребляемого топлива и сооружения опытно-промышленных установок по извлечению сернистого ангидрида из дымовых газов на выходе из котлоагрегатов, режимно - технологические и конструктивные мероприятия по подавлению образования этих оксидов в топках.

Такая организация топочного процесса приводит к снижению выбросов оксидов азота при сжигании газомазутного топлива в 2...4 раза, твердого топлива — на 30...40 %. Применение двухступенчатого метода сжигания сернистого мазута дает возможность одновременно с подавлением образования оксидов азота снизить коррозионную агрессивность газа более чем на 20 %.

Лекция 3

Водные ресурсы промышленности

Вопросы

1. Основные источники и характеристики воды

2. Классификация вод
3. Очистка и обезвреживание воды

1. Основные источники и характеристики воды

Распределение воды на поверхности Земли характеризуется следующими данными: мировой океан - 97,57 %, высокогорные ледники и полярные льды— 2,14, озера и реки - 0,29, водяные пары в атмосфере - около 0,001 %. Кроме того, значительны объемы подземных вод и воды, связанной химически в различных минералах, составляющей около 7 % массы земной коры. Для промышленных и бытовых нужд пригодна только пресная вода, составляющая около 3 % всех запасов воды.

В связи со значительным развитием промышленности непрерывно уменьшаются запасы чистой воды и возрастают объемы бытовых и промышленных сточных вод. Расход воды на душу населения составляет в США 500...600 л в сутки, а в некоторых странах Европы—300...400 л. Некоторое дополнение к существующим запасам воды можно получить за счет опреснения морских вод. Однако это не может обеспечить все потребности без привлечения обычных источников пресной воды.

В промышленности вода широко используется. В ряде производств она служит сырьем и реагентом, непосредственно участвующим в основных химических реакциях (например, в производстве водорода, серной и азотной кислот из соответствующих газов и воды, в производстве соды, едкого натра и калия, в различных процессах гидратации и гидролиза). В некоторых случаях вода является катализатором; она употребляется как растворитель, теплоноситель или охладитель для санитарно-технических, бытовых и других нужд. В некоторых производствах вода не потребляется, а образуется вследствие основных реакций (например, надсмольная вода при коксовании углей, а также при сухой перегонке древесины, торфа и других видов топлива).

Природная вода может использоваться как источник промышленного сырья. К воде, употребляемой в технике и в быту, предъявляются определенные требования в отношении состава и свойств. Качество воды определяется ее физическими и химическими характеристиками, такими как жесткость, общее солесодержание, прозрачность, окисляемость и др. Для оценки пригодности воды для питьевых нужд большое значение имеет токсичность примесей, содержание в ней микробов, запах, цвет и вкус. Для промышленных вод важными показателями являются жесткость, содержание солей и растворенных газов, механических примесей и т.п.

Жесткость воды характеризуется содержанием в ней солей кальция и магния. Различают жесткость воды трех видов: временную, постоянную и общую. Временная (устраняемая) жесткость обусловлена наличием в воде бикарбонатов кальция и магния. Эти соли сравнительно легко удаляются из воды при кипячении, при этом они переходят в нерастворимые углекислые соли и выпадают в виде плотного осадка.

Постоянная жесткость воды связана с присутствием в ней хлоридов, сульфатов, нитратов и т.д. кальция и магния. Эти соли не удаляются при кипячении воды.

Общее солесодержание, или сухой остаток,— масса вещества, оставшегося после испарения воды и высушивания полученного остатка при 105...110 °С до постоянной массы. Сухой остаток выражается в миллиграммах на 1 л воды.

Прозрачность воды характеризуется толщиной слоя воды, через который можно различать без или с помощью фотоэлемента определенное изображение.

Окисляемость воды определяется массой (в миллиграммах) перманганата калия, взаимодействующего с 1 л воды при кипячении ее в течение 10 мин.

Кислотность или щелочность воды характеризуется концентрацией водородных ионов или величиной рН. При рН=6,5...7,5 вода считается нейтральной, при рН<6,5 воду называют кислой, при рН> 7,5 -- щелочной.

Допустимое содержание примесей в воде регламентируется соответствующими ГОСТами. Степень вредности примесей определяется их химическим составом и состоянием (дисперсностью). Грубодисперсные взвеси засоряют трубопроводы и аппараты, вызывают образование пробок, снижение производительности аппаратуры и могут даже стать причиной аварий. Примеси в виде коллоидных частиц вызывают вспенивание воды и выбросы в котлах и аппаратах.

Общим санитарно-бактериологическим показателем качества воды является количество микроорганизмов, содержащихся в единице объема. Эта величина может быть определена путем высева микроорганизмов из исследуемого образца воды небольшого объема на плотную питательную среду и подсчета выросших микробных колоний после определенного срока инкубации.

2. Классификация вод

Природные воды принято делить на три вида, сильно различающихся по наличию примесей.

Атмосферная вода - вода дождевых и снеговых осадков — характеризуется сравнительно небольшим содержанием примесей, главным образом растворенных газов: кислорода, диоксида углерода, сероводорода, оксидов азота, кислородных соединений серы, органических веществ, которые загрязняют атмосферу в промышленных районах. Атмосферная вода почти не содержит растворенные соли, в частности соли кальция и магния.

Поверхностные воды - речные, озерные, морские — содержат, кроме примесей, имеющихся в атмосферной воде, разнообразные вещества. Почти всегда в ней есть двууглекислые соли кальция, магния, натрия и калия, а также сернокислые и хлорные соли. При содержании солей менее 1 г на 1 кг воды она называется пресной, более 1 г - соленой.

Подземные воды—воды артезианских скважин, колодцев, ключей, гейзеров — характеризуются разнообразием состава в зависимости от содержания растворенных солей, вида и структуры почв и горных пород, через которые просачиваются атмосферные воды и воды поверхностных водоемов, образуя подземные водоемы. Фильтрующая способность почв и горных пород обуславливает высокую прозрачность подземных вод и отсутствие в них примесей органического происхождения. Уникальным сырьем для химической промышленности являются минеральные воды, насыщенные различными солями. Так, подземные воды, насыщенные хлористым натрием, служат сырьем для производства соды, едкого натра и хлора. Из подземных рассолов получают также йодистые, бромистые и другие соли.

В зависимости от назначения потребляемая вода условно подразделяется на промышленную и питьевую, в каждой из них содержание примесей регламентируется соответствующим ГОСТом.

Питьевая вода в первую очередь освобождается от бактерий; к ней предъявляются особые требования в отношении вкуса, цвета, запаха.

Промышленные воды не должны содержать примеси больше допустимой нормы, которая устанавливается в зависимости от вида производства. Вода для прямоточных паровых котлов не должна содержать диоксид углерода и кислород, вызывающие коррозионное разрушение труб, и может содержать сухой остаток не более 0,2...0,3 мг/л. Соли в паровых котлах, отлагаясь на внутренней поверхности труб в виде накипи, вызывают снижение теплопроводности их стенок, перегрев труб и преждевременное их изнашивание.

3. Очистка и обезвреживание воды

В поступающей для потребления воде содержатся самые разнообразные примеси: Грубодисперсные и коллоидные частицы — различные силикаты, гидратированная кремниевая кислота; в ней также растворены газы и соли — бикарбонаты, сульфаты, хлориды, нитраты и др. Очистка воды от примесей (подготовка воды) включает следующие операции: 1) осветление и обесцвечивание, 2) обеззараживание, 3) умягчение, 4) дегазацию и 5) дистилляцию.

Осветление и обесцвечивание природной воды производится с целью удаления из нее механических примесей. Это достигается отстаиванием воды в резервуарах большой вместимости (отстойниках) с последующим пропусканием через песчаные фильтры с зернистым фильтрующим слоем. Для осаждения коллоидных примесей в отстойники вводят коагулянты — сульфаты железа или алюминия. Коагулянты в воде гидролизуются с образованием аморфных осадков соответствующих гидроксидов, которые адсорбируют коллоидные примеси и увлекают их на дно резервуара. Гидроксид алюминия образуется также при взаимодействии сульфата алюминия с присутствующими в воде бикарбонатами кальция и магния, при этом снижается солесодержание в воде. Одновременно идет процесс адсорбции на поверхности образовавшегося аморфного осадка органических красящих веществ, в результате чего вода обесцвечивается. Образующийся при коагуляции коллоидный осадок удаляется из воды при отстаивании и фильтрации.

Обеззараживание воды - процесс очистки воды, используемой для бытовых нужд. Уничтожение болезнетворных микробов и окисление органических примесей достигается хлорированием - введением газообразного хлора, хлорной извести, гипохлорита кальция, а также озонированием, обработкой ультразвуком и ультрафиолетовыми лучами и кипячением.

Атомарный кислород обладает сильными окислительными свойствами, поэтому убивает микроорганизмы и окисляет даже органические примеси.

В последние годы обеззараживание питьевой воды производят преимущественно с помощью озона, который получают, создавая тихий электрический разряд в воздухе или в воздухе, обогащенном кислородом. Во время обработки воды озон разлагается с выделением атомарного кислорода. При обработке воды хлором вода приобретает его запах, при озонировании запах отсутствует, что является существенным достоинством метода.

Вода обеззараживается также обработкой ионами серебра и при воздействии ультрафиолетовых лучей и ультразвуковых колебаний.

Устранение запаха - необходимый процесс подготовки воды для питьевых нужд. Появление запаха чаще всего связано с образованием сероводорода при окислении серосодержащих органических веществ. Источником гнилостных запахов служат разлагающиеся растительные остатки на дне водоемов и водохранилищ, а также массовое развитие водорослей в водоемах. Уничтожение запахов и привкусов воды достигается ее хлорированием. Для того чтобы после обработки в воде не оставался избыток хлора, ее дехлорируют. При этом избыток хлора либо химически связывается, либо удаляется при пропускании воды через угольные фильтры.

Умягчение и обессоливание воды - основные процессы ее подготовки. Удаление из воды всех солей (всех катионов и анионов) называется обессоливанием, только солей кальция и магния - умягчением. Полное обессоливание воды применяется сравнительно редко (дистиллированная вода). Способы умягчения подразделяются на физические, химические и физико-химические.

К физическим способам умягчения воды относятся кипячение, дистилляция и вымораживание. Дистиллированную воду, не содержащую соли, получают перегонкой на специальных дистилляционных установках.

Сущность химических методов заключается в связывании ионов кальция и магния при помощи реагентов в нерастворимые и легко удаляемые соединения. В зависимости от применяемых реагентов различают способы: а) известковый - обработка гашеной известью; б) содовый — воздействуют кальцинированной содой; в) натронный — обработка едким натром; г) фосфатный — воздействуют тринатрийфосфатом.

Наиболее экономично применение комбинированных методов, обеспечивающих устранение временной и постоянной жесткости воды, удаление из нее углекислого газа, ионов железа: известково-содового метода в сочетании с фосфатным или химического метода умягчения воды с физико-химическим (например, ионообменным). Сущность ионообменного способа состоит в удалении из воды ионов кальция и магния при помощи ионитов (ионообменных смол), способных обменивать свои ионы на ионы, содержащиеся в воде. Различают процессы катионного и анионного обмена, а соответствующие им иониты называют катионитами и анионитами. Ионообменная очистка обеспечивает как умягчение, так и обессоливание воды.

Современным физико-механическим методом умягчения воды является электрохимический, в частности электрокоагуляция. Этот способ очистки воды в электролизерах с растворимыми электродами основан на электрохимическом получении гидроксида алюминия, обладающего высокой сорбционной способностью по отношению к вредным примесям. Перенос электричества при внесении электродов в воду и пропускании тока осуществляют в основном ионы, находящиеся в природной воде.

К достоинствам метода электрокоагуляции относятся: высокая сорбционная способность электрохимического $Al(OH)_3$, возможность механизации и автоматизации процесса, малые габариты очистных сооружений.

Дегазация воды и удаление из нее растворенных газов — производится химическим и физическим способами. При первом способе газы взаимодействуют с химическими соединениями и удаляются из воды. Например, диоксид углерода удаляют при пропускании воды через фильтр, заполненный гашеной известью, либо добавляют к воде известковое молоко. В обоих случаях образуется соль $CaCO_3$, выпадающая в осадок. Физические способы удаления газов заключаются в аэрации или нагревании воды в вакууме.

Предприятия химической и других отраслей промышленности, как правило, имеют сложное хозяйство по обеспечению подготовки воды. При фильтровании воды ее себестоимость увеличивается в 2,5 раза по сравнению с речной осветленной водой; при частичном умягчении — в 8 раз, при обессоливании и полном умягчении — в 10...11 раз. В результате доля затрат на водоснабжение и водоотведение в общих капиталовложениях на строительство заводов возрастает до 5...20 %.

Способы очистки и обезвреживания сточных вод подразделяются на механические, физико-химические, химические и биологические.

Механические способы очистки сточных вод от механических примесей заключаются в их отстаивании и фильтровании, в частности через полупроницаемые мембраны под давлением.

Физико-химические методы основаны на применении флотации, экстракции и адсорбции вредных примесей, отгонке их с водяным паром. Разновидностью физико-химических методов являются термические, например испарение воды при нагревании и сжигании органической части сухого остатка.

Химические методы очистки сточных вод основаны на использовании окислительно-восстановительных, электрохимических процессов, реакций нейтрализации и перевода вредных веществ в безвредную неактивную форму.

Биологическую очистку сточных вод в настоящее время следует считать одной из наиболее надежных и эффективных. Механизм процесса биологической очистки заключается в разложении и окислении вредных примесей с помощью микроорганизмов. Среди встречающихся в почве микроорганизмов наиболее многочисленными являются грибы, водоросли и бактерии. Эти организмы «атакуют» содержащиеся в сточных водах органические вещества, которые представляют собой прекрасную питательную среду для микробов и разлагают углеводы, белки, жиры и другие соединения на двуокись углерода, воду и минеральные соли. Различают процессы биологической очистки, протекающие в естественных и искусственно созданных условиях. Биологическая очистка в искусственно созданных условиях проводится на специальных очистных станциях. [1]

Лекция 4

Производство металлов и сплавов

Вопросы

1. Свойства металлов и сплавов
2. Производство чугуна
3. Производство стали
4. Производство цветных металлов алюминия и меди.

1. Свойства металлов и сплавов

Металлами называются непрозрачные кристаллические вещества, обладающие специфическим блеском (хорошей отражательной способностью), высокими теплопроводностью и электрической проводимостью, способностью испускать электроны при нагревании (термоэлектронная эмиссия), ковкостью и другими характерными свойствами. В отличие от других пластических материалов только металлы могут упрочняться при пластической деформации.

По внешним признакам все металлы можно условно разделить на две группы: черные, имеющие темно-серый цвет, и цветные красного, желтого или белого цвета. Особую подгруппу среди цветных металлов составляют благородные — серебро, золото, металлы платиновой группы (платина, палладий, радий, осмий, рутений), которые обладают высокой устойчивостью к коррозии. Металлы различаются между собой также плотностью, температурой плавления, тепло- и электропроводностью и т. д.

Металлы и их сплавы характеризуются свойствами, которые принято разделять на физические (плотность, температура плавления, теплоемкость, электропроводность, коэффициент линейного расширения, магнитные свойства); механические (прочность, твердость, ударная вязкость, сопротивление усталости), определяющие работоспособность металлов; технологические (ковкость, жидкотекучесть, свариваемость, обрабатываемость), характеризующие способность металлов и сплавов к различным методам горячей и холодной обработки; химические (коррозионная стойкость, жаропрочность, жаростойкость), определяющие стойкость металлов в агрессивных средах при нормальных и повышенных температурах. [1]

2. Производство чугуна

Исходными материалами для производства чугуна являются руды, топливо и флюсы.

Ценность железной руды определяется содержанием в ней железа, степенью восстановимости, видом и составом пустых пород, содержанием вредных примесей. С повышением содержания железа в исходном сырье снижаются затраты на подготовку руды, увеличивается производительность доменных печей, уменьшается расход кокса. При использовании трудновосстановимых руд возрастает удельный расход топлива и увеличивается длительность плавки.

Наличие в рудах вредных примесей (серы, фосфора и др.) обуславливает ухудшение качества получаемого чугуна, необходимость дополнительных затрат на их удаление.

Промышленное значение имеют следующие виды железных руд:

- 1) магнитный железняк, содержащий 45...70 % железа в виде оксидов двух- и трехвалентного железа. В руде мало вредных примесей, она обладает магнитными свойствами, трудно восстанавливается.
- 2) красный железняк с 55...60% железа в виде оксида, практически без вредных примесей, легко восстанавливаемый.
- 3) бурый железняк, 35...50% железа в виде кристаллогидрата оксида.
- 4) шпатовый железняк, содержание железа в котором в виде его карбоната составляет 30...45%.

Железные руды, кроме основного компонента, содержат никель, ванадий, кобальт и другие элементы. При доменной плавке они переходят в чугун, легируют его и улучшают физико-химические свойства. При значительном содержании указанных элементов становится возможным и экономически целесообразным их попутное извлечение. Указанные руды называют комплексными. К ним относятся хромоникелевая железная руда, ванадистые титаномагнетитовые руды и хромистый железняк.

Кроме железных руд, для выплавки чугуна используются железосодержащие отходы мартеновского производства, а также марганцевые руды (при выплавке ферросплавов).

Источником тепла для расплавления руды служит топливо. Оно участвует также и в химических реакциях, протекающих в доменной печи. В качестве топлива при производстве чугуна используются кокс и природный газ. Кокс получают из коксующихся углей путем их нагрева в специальных печах до 1000.. 1100 °С, без доступа воздуха. Удельная теплота сгорания каменноугольного кокса достигает 27,2...31,4 МДж/кг. Заменителем кокса является природный газ. Расширение его применения способствует более рациональному использованию кокса, уменьшению его расхода.

В число материалов при выплавке чугуна входят флюсы, представляющие минеральные вещества, добавляемые в шихту для снижения температуры плавления пустой породы и удаления в виде шлака ненужных компонентов (золы, серы, пустой породы). В качестве флюсов применяется известняк (CaCO_3), доломит ($\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$), основной мартеновский шлак и др.

Руда, топливо и флюсы, взятые в определенных дозах (по массе), называются шихтой. Для обеспечения более полного использования полезного объема доменных печей, сокращения расхода топлива и флюсов, а, следовательно, получения высококачественного чугуна наиболее низкой себестоимости необходима подготовка шихтовых материалов к плавке.

Подготовке подвергают руду. Она должна иметь требуемый состав и определенный размер кусков (20...40 мм). С этой целью на железорудных предприятиях и металлургических заводах проводится усреднение руд по химическому составу. В свою очередь мелкие и пылевидные фракции подвергаются окускованию, а крупные – дроблению, бедные руды подвергают обогащению, в процессе чего удаляется значительная часть пустой породы, а в получаемом концентрате значительно возрастает содержание основного компонента железа.

В зависимости от характера и свойств руды применяют и соответствующий способ ее обогащения (гравитационный, магнитный, флотационный и др.).

Шихтовые материалы в определенной последовательности слоями загружают в доменную печь. Через фурменные отверстия в доменную печь поступает горячий воздух. Сгорание кокса происходит с образованием диоксида углерода:

$C+O_2=CO_2$. При высокой температуре и наличии раскаленного кокса диоксид углерода преобразуется в его оксид: $CO_2+C=2CO$.

По мере выгорания кокса шихтовые материалы перемещаются вниз, а навстречу им снизу вверх движется мощный поток раскаленных газов, в котором шихта высушивается и прогревается. При температурах 500...900°C происходит основной процесс плавки — восстановление железа из руды. Восстановление оксидов железа оксидами углерода принято называть косвенным восстановлением. Параллельно идет процесс восстановления железа твердым углеродом раскаленного кокса, называемый прямым восстановлением.

Восстановленное таким образом железо находится в виде твердой губчатой массы и по мере насыщения его углеродом плавится и стекает в горн печи. Одновременно идет процесс восстановления оксидов марганца, кремния, фосфора.

Сера и фосфор являются вредными примесями, ухудшающими физико-механические свойства чугуна. Для удаления серы необходимы высокая температура и избыток свободной извести (CaO).

Выпуск продуктов плавки производится отдельно через соответствующие летки: чугуна - через каждые 1,5...2 ч, шлака - 1 ч. Чугун выпускается в чугуновозные ковши и транспортируется для разлива в чушки или для дальнейшей переработки в сталеплавильные цехи. Доменная печь работает непрерывно в течение 10..12 лет, после чего подвергается капитальному ремонту.

Продукты доменной плавки и их использование

Основным продуктом доменного производства является чугун, представляющий сплав железа с углеродом (2...4,5%) и другими элементами (марганцем, кремнием, фосфором, серой и др.). Исходя из химического состава и назначения, различают передельный, литейный и специальный чугуны.

Около 85...90 % всего выплавляемого чугуна приходится на передельный (белый) чугун, отличается повышенной твердостью, хрупкостью и используется в основном для производства стали.

Литейный (серый) чугун характеризуется повышенным содержанием кремния (до 4%), способствующего выделению углерода в виде графита. Такой чугун обладает хорошими литейными свойствами и применяется для изготовления различных деталей. Специальные чугуны - это сплавы с высоким содержанием одного или двух неосновных их компонентов (железа и углерода). Ферросилиций, например, содержит более 13 % кремния, ферро марганец до 75 % марганца. Ферросплавы применяют для раскисления и легирования сталей.

Внедоменные способы получения железа

В настоящее время наряду со способами производства железа и стали путем передела чугуна внедряются методы прямого получения железа из руд. Наиболее распространенным из них является прямое восстановление железа газом. В шахтную печь небольшой высоты сверху загружается железорудный материал (агломерат, окатыши), а снизу подается восстановительный газ (30% CO и 70% H₂) с температурой 800...950°C. В верхней зоне печи идет восстановление, а в нижней - охлаждение губчатого железа и его выгрузка из печи. Хранят железо в бункере, заполненном инертным газом. Суточная производительность этих печей составляет 5...9 т на 1 м³ объема, т. е. в 2...4 раза выше, чем при доменной плавке. Но поскольку шахтные печи относительно небольшие (высота 10...14 м, диаметр 3,0...3,5 м), суточная производительность печи составляет 1000...1500 т.

3. ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ

Сталь - это сплав железа с углеродом, где содержание углерода колеблется от 0,01 до 2 %. Кроме углерода, она содержит марганец, кремний, серу, доля которых в стали незначительна. Стали обладают высокой механической прочностью, сравнительно легко обрабатываются давлением, резанием, хорошо свариваются и являются поэтому конструкционным материалом.

Для выплавки стали используются следующие шихтовые материалы: чугуны (жидкий или твердый); стальной и чугунный лом; железная руда; металлизированные окатыши; ферросплавы; флюсы.

Основу шихты составляет чугун (55%) и металлолом (45%). В качестве шихты используется твердый (если на заводе отсутствует доменный цех) или жидкий чугун.

В сталеплавильном производстве в качестве флюсов используются известняк, известь, боксит, плавиковый шпат; окислителями служат железная руда, окалина, кислород, агломерат и др.

Применяется газообразное топливо — доменный, генераторный, коксовый, природный газ; жидкое — мазут, смола; твердое - каменноугольная пыль. От выбора исходных материалов, их подготовки к плавке зависит не только качество выплавляемой стали, но и ее себестоимость.

Кислородно-конвертерный способ производства стали

Выплавка стали производится в конвертере, представляющем собой стальной сосуд грушевидной формы вместимостью 100...350 т. Внутри конвертер выложен огнеупорным кирпичом. Перед началом процесса конвертер поворачивают в наклонное положение, загружают металлический лом и заливают жидкий чугун, имеющий температуру 1250... 1400°C. Затем конвертер ставят в вертикальное положение, загружают известняк, опускают водоохлаждаемую форму и подают кислород под давлением 1,0... 1,4 МПа. При воздействии кислорода на жидкий металл прежде всего окисляется железо, а образующийся оксид железа взаимодействует с примесями (углеродом, кремнием, марганцем). Одновременно идет процесс окисления примесей чистым кислородом.

Известь взаимодействует с фосфором, серой и переводит их в шлак. Сера удаляется в шлак с момента продувки и в течение всей плавки.

По ходу плавки берут пробы металла на экспресс-анализ. Если содержание углерода соответствует заданному, продувку прекращают, поднимают фурму и, повернув конвертер в горизонтальное положение, выпускают сталь через летку в ковш, а затем через горловину сливают шлак.

В готовой стали остается кислород в виде оксида железа. Для его восстановления в ковш вводят раскислители. Если сталь полностью раскислена и при застывании в изложницах из нее почти не выделяются газы, ее называют «спокойной».

В кислородных конвертерах в основном выплавляют углеродистые, низколегированные и легированные стали. Из таких сталей изготавливают катанку, проволоку, сортовой прокат, лист, трубы, рельсы и широкий сортамент других изделий. Основные технико-экономические показатели работы конвертера: продолжительность плавки в конвертере вместимостью 350 т составляет 50 мин, годовая производительность конвертера вместимостью 250 т более 1,5 млн. т, выход годного металла 90...92 %, удельный расход кислорода 50...55 м³ на 1 т стали.

Производство стали в мартеновских печах

По конструкции мартеновские печи делятся на стационарные (неподвижные) и качающиеся. В качающихся печах рабочее пространство заключено в металлический кожух, рама которого опирается на катки, позволяющие наклонять печь с помощью гидравлического или механического привода. На многих заводах работают двухванные печи. Это наиболее производительные подовые сталеплавильные агрегаты. Вместимость современных мартеновских печей - 600...900 т.

В зависимости от состава шихты различают скрап-процесс и скрап-рудный процессы плавки. При скрап-процессе в печь загружаются скрап (55...75%) и чушковый чугун (25...45%). При скрап-рудном процессе в печь заливают жидкий чугун (55...75 %), добавляют руду (12...20%) и скрап. Наиболее распространен скрап-рудный процесс плавки.

Завалка шихты производится завалочными машинами. Сначала загружают часть лома, а на него — известняк и железную руду. После прогрева загружают остальной лом и нагревают до температуры плавления чугуна. Заливка жидкого чугуна производится из ковша по специально установленному желобу. Продолжительность плавки стали в мартеновской печи составляет 8...16 ч. Печь работает непрерывно. Длительность функционирования печи в основном зависит от стойкости ее свода. Стойкость динасового свода -- 200...350 плавов, магнезито-хромитового -- 300... 1000 плавов.

Основными показателями, характеризующими работу мартеновских печей, являются: съем стали с 1 м² площади пода в сутки (в среднем составляет 8...12, при интенсификации процесса – 20...30 т/м²), расход металлошихты на 1 т годных слитков (1050... 1200 кг), выход годного (91...95 %), расход условного топлива на 1 т стали (10...20% от массы выплавляемой стали), выплавка стали на одного рабочего (в крупных мартеновских цехах при скрап-рудном процессе - 2000... 3000 т в год).

Производство стали в электрических печах

В настоящее время для выплавки стали применяют дуговые и индукционные электрические печи, которые являются наиболее совершенными сталеплавильными агрегатами.

Основные преимущества способа получения стали в электрических печах - возможность создания высокой температуры в плавильном пространстве печи (более 2000 °С) и выплавки стали и сплавов любого состава; использование известкового шлага (до 50...60 % СаО), способствующего хорошему очищению металла от вредных примесей — серы и фосфора; возможность ведения плавки при всех режимах и условиях производства. Создание восстановительной среды или вакуума в печи способствует хорошему раскислению и дегазации металла. Наибольшее распространение в металлургической промышленности получили дуговые электрические печи.

Плавка в индукционных печах ведется в воздушной среде или в вакууме. При выплавке и разливке стали в вакууме значительно улучшается ее качество за счет уменьшения содержания газов и неметаллических включений. В вакуумных индукционных печах выплавляют высоколегированные жаростойкие, жаропрочные и конструкционные стали и сплавы с особыми свойствами, а также углеродистые стали с минимальным содержанием углерода. Вместимость этих печей от 50 кг до 25 т. Готовую сталь разливают в изложницы и получают слитки, или же она идет непосредственно на изготовление фасонных отливок.

Разливка стали

Сталь, выплавленную в конвертере, мартеновской или электрической печах, выпускают в ковши. Далее жидкую сталь разливают по изложницам, в которых она затвердевает в форме слитка, или направляют на установку непрерывной разливки. Небольшая часть стали (1,5... 2,0 %) направляется в литейный цех для производства фасонного литья.

Применяют три способа разливки стали:

1. Разливка сверху - сталь из ковша через отверстие поступает в установленные на поддонах изложницы, при этом заполняется одна или две (при двухстопорном ковше) изложницы. Затем стопор закрывают и перемещают ковш к следующей изложнице. Наибольшее применение этот способ находит при разливке крупных слитков.
2. Разливка снизу (сифонная) — изложницы (от 2 до 60) устанавливаются на поддоне, в средней части которого находится центральный стояк, соединенный с изложницами каналами в поддоне. Сталь из ковша поступает в центральный литник и заполняет снизу изложницу, сообщаясь с литником. Разливка снизу наиболее часто применяется при изготовлении мелких и средних по массе слитков.

3. Непрерывная разливка — сталь из разливочного ковша поступает в промежуточное устройство, которое регулирует подачу металла в кристаллизатор, где формируется слиток. Стенки кристаллизатора охлаждаются. Форма и размеры его внутренней полости определяются требуемым сечением получаемого слитка. Из кристаллизатора слиток поступает в зону вторичного охлаждения. Затем с помощью тянущих валков слиток перемещается и поступает в зону резки, где разрезается на заготовки. Высота установки вертикального типа достигает до 44 м.

4. Производство цветных металлов алюминия и меди.

Способы получения цветных металлов весьма разнообразны, технология их производства существенно отличается от технологии получения черных металлов.

Производство меди

Медь является ценным техническим металлом. В чистом виде она имеет красный цвет, температура ее плавления 1083°C. Медь хорошо проводит электричество и теплоту, отличается пластичностью. В чистом виде медь используется в электро- и радиопромышленности, значительная часть ее идет на изготовление сплавов.

В земной коре медь встречается преимущественно в виде сульфидных и частично в виде окисных руд. Поэтому около 80 % меди выплавляют из сульфидных руд. Наиболее распространенными медными рудами являются медный колчедан и медный блеск.

Все медные руды относительно бедные (содержание меди 1...5%), поэтому их обогащают. Для этих целей чаще всего используют метод флотации, основанный на различной (избирательной) способности тонкоизмельченных частиц рудных минералов и пустой породы смачиваться реагентами. Вместе с пузырьками воздуха, пропускаемого через пульпу (смесь измельченной руды, воды и флоторагентов), на поверхность ванны поднимаются частицы рудных минералов, а большая часть породы идет в осадок и удаляется. Этим методом можно извлечь до 90 % меди, находящейся в руде. Для удаления влаги и снижения содержания серы применяют обжиг. Последний ведут в специальных печах, в кипящем слое. В результате обжига получается огарок, который подается на плавку в пламенные отражательные или электрические печи.

Пламенные (отражательные) печи по устройству сходны с мартеновскими. В конце плавки на поду печи образуется штейн, расплав с содержанием меди 20...50 %, железа - 20...40 %, серы 22...25 %, кислорода—до 8% и включающий примеси: золото, серебро, свинец, цинк. Черновую медь подвергают рафинированию, при этом из нее попутно извлекают благородные металлы.

Рафинирование меди производится огневым и электролитическим способами. Огневое рафинирование меди осуществляется в отражательных печах. Процесс состоит из следующих операций: расплавления, окисления всех примесей, удаления их с газами, а также перевода в шлак.

Для получения высококачественной меди и выделения из нее других металлов производят электролитическое рафинирование. Для этого черновую медь отливают в виде пластин — анодов, которые погружают в ванну с 12...16%-м водным раствором медного купороса в серной кислоте. Параллельно анодам подвешивают тонкие листы чистой меди (катоды). При пропускании постоянного тока аноды растворяются, и медь осаждается на катодах.

В зависимости от степени чистоты различают пять марок меди (МО, М1, М2, М3, М4) с содержанием меди от 99,95 до 99 %.

Производство алюминия

Алюминий — один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 8 %.

Чистый алюминий — металл серебристо-белого цвета, температура его плавления 660 °С, плотность 2,7 т/м³. Алюминий обладает высокими электро- и теплопроводностью, уступая по этим свойствам только серебру и меди, пластичностью и малой окисляемостью. Прочность и твердость алюминия относительно невысокие. В прокатанном и отожженном состоянии он очень пластичен, но малопрочен.

Наибольшее применение чистый алюминий получил в электротехнической промышленности для изготовления проводов, кабелей и обмотки. Алюминий и его сплавы широко применяются во многих отраслях промышленности: в авиации, металлургии, пищевой промышленности и др.

Алюминий обладает высокой химической активностью и в свободном состоянии в природе не встречается. Он входит в состав большинства горных пород в виде AlO_3 и $Al(OH)_3$.

Получают алюминий из горных пород с высоким содержанием глинозема: бокситов, нефелинов, алунитов и коалинов. Основным сырьем для получения алюминия являются бокситы (50...60 % глинозема, 1...5% кремнезема, 2...25 оксида железа, 2...4 оксида титана, 10...30 % воды).

Технологический процесс получения алюминия состоит из двух стадий: получения глинозема из руды и производства алюминия из глинозема. В зависимости от состава и свойств исходного сырья применяют различные способы получения глинозема: химико-термические, кислотные и щелочные.[1]

Наиболее эффективным является мокрый щелочной способ. Боксит при этом сушат, дробят, размалывают в шаровых мельницах и обрабатывают концентрированной щелочью для перевода гидрата оксида алюминия в алюминат натрия.

Алюминат натрия переходит в водный раствор, а другие примеси, не растворяющиеся в щелочах, выпадают в осадок и отфильтровываются. Отфильтрованный водный раствор алюмината натрия поступает в специальные аппараты - самоиспарители, где происходит гидролиз алюмината натрия и выделение гидроксида алюминия. Полученный гидроксид алюминия направляется на фильтрацию, а затем промывается и поступает в печь, где при температуре 1200 °С прокаливается. В процессе прокаливания получают чистый глинозем:

Алюминий получают электролизом из глинозема, растворенного в расплавленном криолите. Процесс происходит в электролизных ваннах. На дне ванны (катоде) собирается жидкий алюминий, который периодически откачивается с помощью вакуумного ковша, соединенного с вакуумным насосом. По мере необходимости электрод обновляется. Суточная производительность ванны составляет около 350 кг алюминия. Длительность непрерывной работы ванны—2...3 года.

Для увеличения степени чистоты алюминия его дополнительно подвергают рафинированию. С этой целью алюминий в ковшах вместимостью около 1,25 т подвергают при температуре 650...770°С продувке хлором в течение 10... 15 мин. Из алюминия выделяются примеси глинозема, криолита и газы. Рафинированный алюминий разливают в изложницы. Для получения алюминия высокой чистоты применяют электролитическое рафинирование.

В зависимости от степени чистоты алюминия ГОСТ 11069—64 нормирован выпуск его марок А995, А99, А95 с содержанием примесей не более 0,005...0,5 % и алюминия особой чистоты А999 (не более 0,001 % примесей).

ЛЕКЦИЯ 5.

Основы порошковой металлургии

Вопросы

1. Общие сведения о порошковой металлургии.
2. Технологический процесс производства порошковых изделий и области их применения
3. Технология производства металлических порошков

4. Формование заготовок из порошковых материалов
5. Спекание и окончательная обработка порошковых изделий

1. Общие сведения о порошковой металлургии.

Порошковая металлургия — это отрасль промышленности, включающая изготовление порошков из металлов и их сплавов и получение из них заготовок и изделий **без расплавления** основного компонента. Методами порошковой металлургии создают материалы из различных компонентов с резко отличающимися свойствами и температурами плавления, новые материалы с разнообразным комплексом физико-механических свойств. Порошковая металлургия используется для создания принципиально новых материалов и изделий из них и для изготовления самой широкой номенклатуры конструкционных деталей общего назначения.[1]

Эта технология успешно конкурирует с литьем, обработкой давлением, резанием и другими методами обработки металлов, дополняя или заменяя их. Ежегодные темпы роста производства порошковых изделий в США, Германии, Японии и других странах составляют 15...20 %. Это соответствует тому, что через каждые 5...6 лет объем производства изделий из порошковых материалов удваивается.

Порошковая металлургия, относящаяся к одной из наиболее молодых отраслей современной техники, является в то же время древнейшим способом производства металлов и изделий из них. Известно, что уже в глубокой древности (до нашей эры) порошки золота, меди и бронзы использовались для декоративных целей. Способы получения температур, достаточных для расплавления чистого железа, отсутствовали, и изготовление заготовок осуществляли методом порошковой металлургии, так называемым кричным методом. Сначала в горнах при температуре 1000 °С восстановлением окисленной железной руды углем получали крицу (пористую губку), которую затем многократно проковывали в нагретом состоянии для устранения пористости. Этим методом в Древнем Египте производили из железа разные орудия, а в Киевской Руси — орудия труда и быта и др. С появлением доменного производства изготовление изделий методами порошковой металлургии временно прекратилось.

В 1826 г. русские ученые П. Г. Соболевский и В. В. Любарский изготовили первые промышленные изделия, применив прессование и спекание платинового порошка. Ими было организовано также производство монет из платины, тиглей и других изделий. Аналогичный способ получения компактной платины англичанин У. Х. Волластон предложил только спустя три года. Именно русским ученым принадлежит заслуга возрождения порошковой металлургии и превращения ее в особый технологический метод обработки металлов. Однако развитие печной техники в начале XIX в. привело к освоению производства изделий из платины литьем и порошковая металлургия вновь была забыта. В 30-х годах прошлого столетия было начато производство магнитных и контактных материалов, самосмазывающихся подшипников, твердых сплавов и т. д.

2. Технологический процесс производства порошковых изделий и области их применения

Процесс изготовления деталей из порошковых материалов заключается в получении порошка исходного материала, составлении шихты, прессовании и спекании изделий. На практике возможны отклонения от приведенной типовой технологической схемы получения порошковых материалов, которые могут выражаться в совмещении операций прессования и спекания (горячее прессование), спекании свободно насыпанного порошка (отсутствует операция уплотнения), проведении дополнительной обработки (калибрование, механическая и химико-термическая обработка) и др.

Методами порошковой металлургии получают:

- твердые сплавы для изготовления режущего, бурового, волочильного инструмента, а также деталей, подвергающихся интенсивному изнашиванию;
- высокопористые материалы для изготовления фильтров, используемых для очистки жидкостей от твердых включений, воздуха и газа, от пыли и т. д.;
- антифрикционные материалы для производства подшипников скольжения, втулок, вкладышей и других деталей, работающих в тяжелых условиях эксплуатации;
- фрикционные материалы для получения деталей узлов трения, сцепления и тормозных систем машин;
- жаропрочные и жаростойкие материалы для производства изделий, работающих в условиях высоких температур и в сильно агрессивных газовых средах;
- материалы сложных составов (псевдосплавы) для изготовления электрических контактов, которые получить другими способами невозможно;
- магнитные материалы для изготовления постоянных магнитов, магнитоэлектриков, ферритов и т. д.

Технология производства металлических порошков

Получение металлических порошков является важнейшей операцией технологического процесса изготовления деталей из порошковых материалов, от которой зависят их основные свойства.

В настоящее время существуют различные методы изготовления порошков, каждый из которых обеспечивает определенные их характеристики. При выборе способа получения порошка учитывают достигаемый уровень его свойств и стоимость.

Металлические порошки различаются как по размерам (от долей микрометра до долей миллиметра), так и по форме и состоянию поверхности частиц.

Все известные способы производства порошков условно разделяют на механические и физико-химические.

Механические методы получения порошков—дробление и размол, распыление, грануляция — характеризуются переработкой материалов в порошок практически без изменения их химического состава.

Физико-химические методы - восстановление, термическая диссоциация карбонильных соединений — отличаются тем, что получаемый порошок по химическому составу существенно отличается от исходного материала. Иногда с целью повышения экономичности процесса или улучшения характеристик материала применяют комбинированные методы получения порошков. Так, при распылении расплавленный металл сначала гранулируют, а затем отжигают в защитной среде водорода. При электролизе получают плотные, но хрупкие продукты, которые затем размалывают.

Дробление металлов производят в щековых, валковых, конусных дробилках и бегунах. Продукты дробления—частицы размером 1...10 мм. Они являются исходным материалом для последующего измельчения в шаровых вращающихся, вибрационных или планетарных центробежных, вихревых и молотковых мельницах. Недостатками механических методов получения порошков является загрязнение последних продуктами истирания шаров и барабана, их высокая стоимость и относительно низкая производительность процессов.

Получение порошка методом распыления связано с распылением расплавленной струи металла в среде воздуха, инертных газов или при ударах лопаток вращающегося диска. Распылением получают порошки алюминия, свинца, цинка, олова, никеля, латуни, чугуна, железа и др.

Метод грануляции состоит в том, что расплавленный металл льют в жидкость. Частицы порошка, полученного этим способом, имеют размер 0,05...0,35 мм и

форму, близкую к сферической. Одним из физико-химических методов получения порошков является восстановление оксидов и других соединений металлов.

Свойства металлических порошков

Металлические порошки характеризуются технологическими, физическими и химическими свойствами, основные из которых регламентируются ГОСТами и техническими условиями.

К технологическим свойствам порошков относятся: насыпная плотность, текучесть, прессуемость и формуемость.

Насыпная плотность — отношение массы свободно насыпанного порошка к занимаемому им объему. Чем крупнее частицы и правильнее их форма, тем больше насыпная плотность порошка.

Текучесть порошка определяется скоростью истечения его через отверстие заданного диаметра. Хорошая текучесть порошка необходима для быстрого и равномерного заполнения им пресс-формы.

Прессуемость порошков — это способность их уплотняться при формовании изделий в зависимости от давления.

Формуемость порошка характеризуется способностью заготовок сохранять заданную форму после уплотнения порошка при минимальном давлении.

Форма частиц в зависимости от метода получения порошка может быть сферической, губчатой, осколочной, тарельчатой, дендритной, каплевидной. Гранулометрический состав порошка отражает содержание в нем частиц определенных фракций.

Удельная поверхность порошка (точнее — удельная площадь поверхности) представляет собой отношение суммарной площади поверхности частиц порошка к его массе.

Микротвердость частицы характеризует ее способность к деформированию. Физические свойства порошков существенно влияют на плотность, прочность и однородность свойств формуемых изделий, давление прессования, а также на процессы уплотнения и спекания порошковых материалов.

Формование заготовок из порошковых материалов

Под формованием следует понимать процесс получения заготовок требуемых форм и размеров, а также достаточной прочности для последующего изготовления из них изделий. Формование предполагает уплотнение порошка. Процесс уплотнения порошкового материала в отличие от деформирования компактного металла сопровождается значительным изменением объема прессуемого тела.

На начальной стадии уплотнение происходит за счет относительного перемещения частиц порошка и их более плотной упаковки, на последующих этапах — в результате упругой и пластической деформации частиц или их хрупкого разрушения (в зависимости от свойств деформируемых порошков). Прочность заготовки с повышением давления прессования увеличивается и обеспечивается за счет механического сцепления частиц и сил межатомных и межмолекулярных связей.

Обычно перед формованием производят подготовку порошков, заключающуюся в их отжиге, классификации и приготовлении смесей (шихты). Отжиг применяют с целью повышения пластичности и прессуемости порошков за счет восстановления остаточных оксидов и снятия наклепа.

Приготовление шихты производят в мельницах, смесителях и др. Для этого дозированные порции компонентов определенного гранулометрического и химического состава смешивают в указанных устройствах, добавляя в случае необходимости различные технологические присадки: пластификаторы (стеарат цинка, парафин, олеиновую кислоту и др.), облегчающие процесс прессования; легкоплавкие присадки, улучшающие спекание; летучие вещества для получения изделий с заданной пористостью. При смешивании порошков материалов, резко различающихся по своим свойствам (например, железа и графита), в целях полу-

чения наиболее однородной смеси применяют добавки спирта, бензина, глицерина и др.

Прессование в стальной пресс-форме является наиболее распространенным способом получения заготовок. Пуансон передает давление на порошок, помещенный в пресс-форму, и порошок уплотняется.

На практике снижение трения порошка о стенку матрицы, а, следовательно, улучшение условий процесса прессования достигается применением смазки и другими технологическими приемами. Одним из них, например, является замена одностороннего приложения давления на двустороннее. В последнем случае два пуансона движутся навстречу друг другу. Это приводит к более равномерному распределению плотности по высоте заготовки и снижению давления прессования на 30...40 %. Поэтому изделие с более сложной конфигурацией изготавливают двусторонним прессованием. Уплотнение производят на гидравлических или механических прессах, давление прессования составляет 200...1000 МПа в зависимости от свойств порошка и назначения изделия. Детали пресс-форм выполняют из высокоуглеродистых легированных сталей (инструментальных сталей), твердых сплавов. Стойкость стальных пресс-форм составляет 1...50, пресс-форм из твердых сплавов — до 500 тыс. прессовок.

Мундштучное прессование применяют для получения заготовок изделий большой длины и равномерной плотности (прутки, трубы, уголки и т. п.) из труднопрессуемых порошков вольфрама, тория, бериллия и др. Процесс получения заготовок заключается в выдавливании порошка, заключенного в полость контейнера, пуансоном через отверстие мундштука матрицы. Для обеспечения лучшего связывания частиц порошка и более легкого истечения смеси через отверстие мундштука в шихту добавляют пластификатор (крахмал, парафин и т. д.). Массовая доля пластификатора в шихте обычно составляет 10...12%.

Профиль получаемой заготовки определяется формой отверстия мундштука, полые профили получают с применением специального рассекателя (иглы). Изостатическое прессование заключается в том, что порошок, помещенный в эластичную оболочку, подвергается в камере высокого давления всестороннему сжатию. Если давление создается жидкостью (вода, масло), прессование называют гидростатическим, а если газом - газостатическим. Порошковое тело после формования имеет практически равномерную плотность по всему объему. В связи с этим изостатическое прессование применяют для получения заготовок сложных конфигураций и больших размеров. Недостатком способа является необходимость проведения дополнительной механической обработки заготовок для достижения их точных, заданных размеров.

Прокатка порошков является экономичным и прогрессивным способом непрерывного формообразования заготовок. Ее можно производить в любом направлении.

Горячее прессование характеризуется совмещением процессов прессования и спекания заготовок. При температурах, близких к температуре спекания, повышается пластичность частиц порошка, более интенсивно протекают процессы уплотнения порошков по сравнению с обычным прессованием. Горячим прессованием (а им может быть любой из известных способов формования) получают изделия из труднодеформируемых порошковых материалов.

5. Спекание и окончательная обработка порошковых изделий

Только прессованием порошка получить изделие достаточной прочности невозможно. На поверхности частиц порошка образуются оксиды и всегда есть загрязнения, препятствующие возникновению металлических контактов. В силу упругих свойств частиц порошка велико их сопротивление деформированию. Поэтому для повышения прочности и твердости изделий заготовки подвергают спеканию.

Операция спекания состоит в нагреве и выдержке заготовок при температуре, составляющей 0,7...0,8 от абсолютной температуры плавления основного компонента спекаемой композиции. Средняя продолжительность выдержки составляет 1...2 ч.

При спекании заготовок протекают такие физико-химические процессы, как диффузия, восстановление поверхностных оксидов, рекристаллизация. Между частицами порошка возникают металлические контакты, а прочность их сцепления иногда достигает прочности сцепления кристаллов компактных металлов. Спекание сопровождается обычно некоторым уплотнением заготовок усадкой, которая зависит от дисперсности исходного порошка, температуры и продолжительности спекания. При спекании снимаются остаточные напряжения в заготовках, изменяются их физические свойства и улучшаются механические характеристики. Для предотвращения окисления частиц порошка спекание проводят в вакууме или в защитной атмосфере (водорода, оксида азота, генераторного газа и др.).

Различают спекание в твердой и жидкой фазах. Спекание в твердой фазе производится при температуре, меньшей температуры плавления компонентов смеси, при спекании же в жидкой фазе - при температуре, превышающей температуру плавления одного или нескольких компонентов исходного материала. Спекание в жидкой фазе позволяет получать более плотные изделия за счет активизации капиллярных явлений, приводящих к закрытию пор.

Процесс спекания заготовок в зависимости от температурного режима условно делят на три этапа. На первом этапе (до 150 °С) наблюдается некоторое увеличение прочности и незначительная усадка заготовки, что объясняется испарением адсорбированной воды с поверхности частиц. Происходит увеличение электросопротивления и интенсивная релаксация остаточных напряжений в заготовке. Второй этап характеризуется дальнейшей релаксацией упругих напряжений, что вызывает изменение площади контактов и уменьшение плотности заготовок. На третьем этапе (при температурах, несколько больших температур рекристаллизации для данного металла) происходит сглаживание свободных и контактных поверхностей частиц, контакты между сросшимися зернами расширяются и становятся металлическими вследствие высоких скоростей диффузии и окончательного восстановления оксидов.

Нагрев заготовок при спекании осуществляют в печах различного типа, работающих периодически или непрерывно. При необходимости порошковые изделия подвергают отделочным операциям: калиброванию, обработке резанием, термической и химико-термической обработке, повторному спеканию, повторному пресованию.

Калиброванием можно получать изделия с погрешностью размеров 0,0005...0,01 мм. Порошковое изделие продавливают через отверстие в стальных пресс-формах специальной конструкции. При этом происходит не только уточнение размеров, но и уплотнение и полировка поверхностного слоя изделий, повышается их износостойкость.

Обработку резанием (точение, сверление, фрезерование и т. д.) применяют в тех случаях, когда пресованием нельзя получить детали заданных форм и размеров, для нарезания внутренних и наружных резьб, получения узких, но глубоких отверстий и т. д. При обработке резанием используют хорошо заточенный и доведенный инструмент, оснащенный пластинками из твердого сплава или алмаза. Термическую и химико-термическую обработку порошковых изделий (азотирование, хромирование и т. д.) проводят так же, как и для компактных металлов. Некоторой особенностью термической обработки порошковых изделий является необходимость нагрева их и переноса в закалочную ванну в защитной атмосфере, так как они отличаются склонностью к окислению.

Эффективность технологии порошковой металлургии

Применение методов порошковой металлургии для изготовления изделий позволяет достигать высокой производительности труда и значительной экономии средств. Экономия достигается за счет получения изделий высокой прочности, рационального использования металла, снижения его потерь, повышения качества изделий, создания новых прогрессивных деталей и др.

Если обычное изготовление деталей на металлорежущих станках сопровождается потерями до 20...80 % металла, связано с необходимостью выполнения большого числа технологических операций и значительными трудозатратами, то получение изделий методами порошковой металлургии отличается тем, что при числе операций 3...5 отходы металла составляют всего 5...10%. Кроме того, производство порошковых изделий сосредоточено в основном на одном предприятии, не требует большого станочного парка и высокой квалификации рабочих. Изготовление деталей обычного состава методами порошковой металлургии дает возможность уменьшить по сравнению с обработкой резанием удельный расход металла в 3...5 раз, трудозатраты — в 2...8 раз, себестоимость изготовления деталей - в 1,5...3 раза и повысить производительность труда в 1,5...2 раза.

Лекция №6

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Вопросы:

1. Общие вопросы теории резания
2. Способы обработки металлов резанием и элементы режима резания
3. Режущий инструмент

1. Общие вопросы теории резания

Резание металлов — обработка их снятием стружки для получения изделий заданных формы, размеров и обеспечения определенного технологией качества поверхности. На большинстве машиностроительных заводов резание является преобладающим способом обработки металлов: до 40...60 % деталей машин получают в результате обработки заготовок на металлорежущих станках. Совершенствование технологии резания, модернизация металлорежущего оборудования, разработка и внедрение новых методов резания металлов являются поэтому актуальными проблемами.

Относительно быстрое и последовательное развитие металлообработка в России получила в XVII—XVIII вв. в результате значительного развития производительных сил объединения мелких производств, превращения их в ремесленные мастерские и далее в фабрики, оборудованные машинами. К этому времени относится, например, изобретение в 1712 г. А. К. Нартовым механического суппорта к токарному станку. В 1714 г. на Тульском оружейном заводе М. А. Сидоров использовал станки своей конструкции для сверления оружейных стволов. Работы А. К. Нартова и М. А. Сидорова с успехом были продолжены другими мастерами - механиками, в том числе И. И. Нолзуповым и И. Н. Кулибиным.

Совершенствование конструкций станков и инструментов создало предпосылки для разработки теории резания металлов. Основоположником отечественных исследований в области процессов резания металлов является И. А. Тиме, впервые сформулировавший в 1867—1880 гг. основные законы резания, сделавший важные выводы о причинах вибрации при резании и т. д.

Работы И. А. Тиме были продолжены и дополнены П. А. Афанасьевым, исследовавшим процесс стружкообразования с учетом сил трения между резцом и деталью, К. А. Зворыкиным и А. Н. Челюсткиным, которые в результате экспериментальных и теоретических изысканий получили основные расчетные зависимости, Я. Г. Усачевым, исследовавшим тепловые явления при резании и выявившим

их влияние на стойкость инструмента, и др. Теоретические разработки И. А. Тиме и его последователей получили дальнейшее развитие в трудах советских ученых: А. П. Соколовского, предложившего идею типизации технологических процессов и исследовавшего вопросы точности механической обработки, В. М. Кована по теории расчета припусков на обработку, Г. А. Шаумяна по определению характеристик и режимов резания при обработке на автоматах и автоматических линиях и др. Были созданы предпосылки для развития учения о резании металлов и превращения его в науку, для установления основных закономерностей эффективных и экономичных процессов изготовления деталей машин.

2. Способы обработки металлов резанием и элементы режима резания

В процессе обработки исходная заготовка и режущий инструмент получают рабочее движение от механизмов металлорежущих станков и перемещаются относительно друг друга. Для осуществления обработки резанием необходимо сочетание двух видов движения: главного движения резания и движения подачи.

Главное движение резания — прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью и в процессе резания. Движение подачи — прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обработанную поверхность. В зависимости от направления движения подачи различают продольное, поперечное и другие движения подачи.

Наиболее распространенными способами обработки металлов резанием являются точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование (на рис. стрелками указаны направления главного движения резания и движения подачи). При точении заготовке сообщается главное движение резания, а инструменту — движение подачи; при сверлении оба движения, как правило, сообщаются сверлу; при фрезеровании главное движение резания осуществляет фреза, а движение подачи — заготовка; при строгании на поперечно-строгальных станках главное движение резания совершает резец, движение подачи — заготовка, а на продольно-строгальных станках наоборот; при шлифовании главное движение резания осуществляет шлифовальный круг. Продольная подача при плоском шлифовании сообщается обычно заготовке, а поперечная — заготовке или шлифовальному кругу.

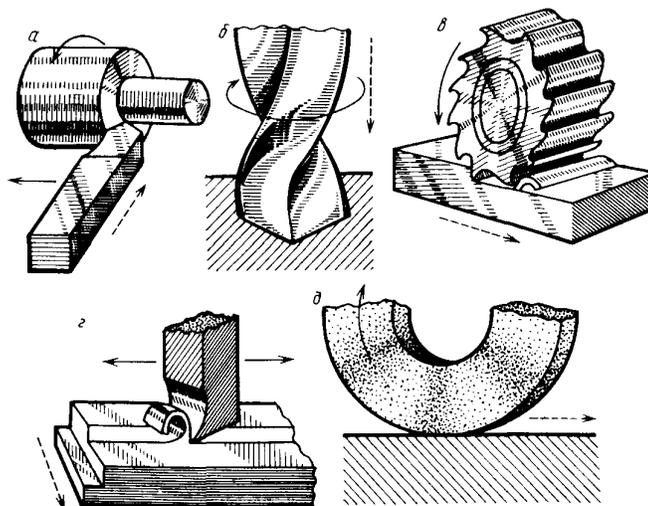
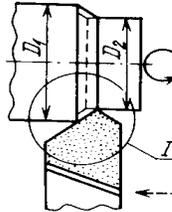


Рис. 1. Способы обработки металлов резанием

В общем случае процесс резания характеризуется элементами режима резания: скоростями главного движения резания и движения подачи; подачей; толщиной, шириной, а также площадью срезаемого слоя; машинным и штучным временем.

Под циклом движения понимают полный оборот, ход или двойной ход режущего инструмента или заготовки. Долей цикла является часть оборота, соответствующая угловому шагу зубьев режущего инструмента. Под ходом понимают движение в одну сторону при возвратно-поступательном движении. Различают подачу на оборот, на зуб, на ход, на двойной ход. Подача — поступательное перемещение режущей кромки резца за один оборот заготовки.



Время, затрачиваемое непосредственно на процесс отделения стружки, называют основным технологическим. По основному технологическому времени рассчитываются нормы выработки на данном виде оборудования.

3. Режущий инструмент

Обработку металлов резанием производят на металлорежущих станках при помощи режущего инструмента, который подразделяется на две группы: однолезвийный (например, резцы) и многолезвийный с двумя и более режущими кромками (сверла, зенкеры, развертки и др.).

Инструменты, изготовленные из абразивных материалов (например, шлифовальные круги), обеспечивают высокую точность обработки и относятся к многолезвийным, т. е. имеющим множество острых режущих кромок.

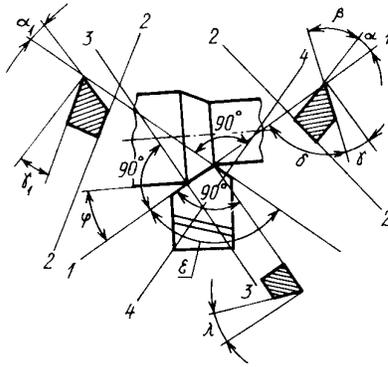
Производительность всякого режущего инструмента в основном зависит от материала, из которого он изготовлен, способности длительное время сохранять режущие свойства. Следовательно, инструментальные материалы должны иметь такие свойства, как красностойкость, теплопроводность, износостойкость, высокое сопротивление изгибу и удару, а также твердость. Для изготовления резцов и других режущих инструментов применяются углеродистые инструментальные стали У11А и У13А, легированные инструментальные стали Р10К5Ф5, 9ХС, Х12Ф1, быстрорежущие стали Р9, Р6М5, Р18, Р18Ф2, металлокерамические твердые сплавы ВК8, ВК10, Т5К10, Т3ОК4, а также естественные и синтетические алмазы, кубический нитрид бора борозон, эльбор и др.

Толщина срезаемого слоя и качество обработанной поверхности при использовании абразивного инструмента зависят, в частности, от зернистости материала инструмента, т. е. степени измельчения его зерен, а также физико-механических свойств как самих зерен, так и цементирующей их связки.

В нашей стране абразивные инструменты изготовляют с электрокорундовыми зернами, с белым электрокорундом, с карбидом кремния, а также с синтетическими алмазными зернами (СА) и кубическим нитридом бора (КНБ).

Геометрические параметры режущих инструментов

Рассмотрим геометрию режущего инструмента на примере токарного резца (наиболее простой вид режущего инструмента). Токарные резцы имеют обычно вид стержней прямоугольного сечения с режущей частью, имеющей сложную геометрическую форму.



Резец состоит из рабочей А и крепежной Б частей. Рабочая часть включает лезвие и выглаживатели (при их наличии). Крепежная часть служит для установки и крепления инструмента в технологическом оборудовании или приспособлении. В рабочей части резца выделяют лезвие — клинообразный элемент для проникновения в материал заготовки и отделения слоя материала, а также переднюю поверхность лезвия, контактирующую в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой, заднюю главную и заднюю вспомогательную поверхности лезвия, контактирующие в процессе резания с поверхностями обрабатываемой заготовки.

Пересечением передней и задней главной поверхностей лезвия образуется главная режущая кромка резца; пересечением передней и задней вспомогательной поверхностей лезвия — вспомогательная режущая кромка. Пересечение главной и вспомогательной режущих кромок образует вершину лезвия. Основная работа резания выполняется главной режущей кромкой.

Изменяя геометрические параметры лезвия, можно управлять процессом резания, т. е. внедрением режущей части инструмента в обрабатываемый материал, при котором образуется упруго- и пластически деформированный его объем — зона опережающей деформации или зона стружкообразования.

При затормаживании схода стружки под действием сил трения на передней поверхности резца длина ее уменьшается, а площадь поперечного сечения увеличивается (происходит усадка стружки, увеличивающаяся с ростом угла резания). При очень малых углах α может происходить трение обрабатываемого материала о заднюю поверхность резца, что сопровождается повышенным нагревом, изнашиванием резца и увеличением усилий, затрачиваемых на отделение стружки.

С увеличением угла заострения резца повышается стойкость режущего инструмента, но в то же время увеличиваются силы резания.

При обработке резанием деформация распространяется за пределы поверхности резания в глубь металла, в результате происходит упрочнение (наклеп) металла, в нем появляются остаточные напряжения. Глубина упрочненного слоя и значения остаточных напряжений зависят от свойств металла, режимов резания и геометрии инструмента.

В процессе резания пластичных материалов происходит образование нароста на передней поверхности резца у его режущей кромки за счет застойных накоплений деформированных частиц обрабатываемого металла, которые в условиях высоких давлений и температуры привариваются друг к другу. Твердость нароста в 2...3 раза больше твердости обрабатываемого металла, он может резать металл, защищая режущую кромку инструмента от истирания. Нарост обуславливает изменение геометрии режущей части инструмента (уменьшается угол резания), а следовательно, и процессов внедрения резца в металл и деформирования срезаемого слоя.

Сила резания, приложенная к передней поверхности резца, преодолевает сопротивление металла снятию стружки и зависит от ряда факторов: рода обраба-

тываемого материала, размера стружки, углов заточки резца, скорости резания и др.

Надежность режущего инструмента определяется его стойкостью, т. е. способностью сохранять режущую кромку достаточно острой в течение определенного времени работы. Затупление резца происходит в результате молекулярно-термических процессов и механического изнашивания его граней и режущей кромки. Скорость изнашивания режущего клина (лезвия) в значительной степени зависит от количества теплоты, выделяющейся при резании за счет работы, затрачиваемой на деформацию срезаемого слоя, трение стружки о переднюю поверхность резца и трение задней главной его поверхности о поверхность резания. В результате в резец отводится 10...40 % общего количества теплоты, выделяющейся в процессе резания, и температура лезвия может достигать 800... 1010 °С. Это обуславливает ускорение изнашивания режущего инструмента — истирания и удаления микрочастиц с его поверхности и образования микросколов (выкрашивания) режущей кромки. Сопротивление изнашиванию — важнейшая характеристика инструмента.

Процесс изнашивания режущего инструмента протекает весьма разнообразно в зависимости от условий его работы: свойств обрабатываемого материала, геометрии и материала инструмента, скорости главного движения резания, толщины среза, смазочно-охлаждающей среды. Однако главным фактором, определяющим стойкость инструмента, является скорость главного движения резания. Обычно стойкость режущего инструмента характеризуется периодом стойкости, под которым понимают время резания новым или восстановленным режущим инструментом (лезвием) от начала резания до отказа.

Практически период стойкости T резцов из быстрорежущей стали и резцов, оснащенных твердыми сплавами и минералокерамикой, составляет соответственно 30...60 мин, 45...90, 30...40 мин. Необходимо выбирать такую стойкость режущего инструмента, при которой достигалась бы наименьшая себестоимость обработки.

Оптимальный режим резания характеризуется таким сочетанием отдельных его элементов, которое обеспечивает качественное выполнение данной операции с наименьшими затратами труда. Следовательно, оптимальным является такой режим, который обеспечивает наименьшую себестоимость обработки при условии удовлетворения всех требований к качеству продукции.

Важнейшим фактором, обуславливающим снижение себестоимости изготовления деталей, является повышение производительности металлорежущего оборудования, т. е. обеспечение минимального машинного времени при обработке деталей.

Сохраняемость — свойство машины сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения или транспортирования.

Основными показателями надежности машин являются: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов. Вероятность безотказной работы машины — вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ машины не возникнет. Средняя наработка на отказ — отношение наработки восстанавливаемой машины к математическому ожиданию числа ее отказов в течение этой наработки. Важным свойством машин является их технологичность, т. е. степень соответствия конструкции машины оптимальным условиям ее изготовления при заданном масштабе выпуска.

Основным критерием технологичности конструкции машины является себестоимость ее изготовления. Поэтому при конструировании машин должны обеспечиваться их наименьшая материалоемкость, учитываться условия и характер

технологических процессов изготовления, серийность выпуска и другие факторы, обеспечивающие наибольшую экономичность изготовления машины.

Себестоимость машин существенно зависит от степени стандартизации и унификации конструктивных элементов, высокий уровень которых является предпосылкой для применения прогрессивной технологии и высокопроизводительного оборудования при их изготовлении. Использование унифицированных деталей и сборочных единиц обеспечивает также условия для широкого применения при проектировании машины современных методов расчета на базе ЭВМ, что позволяет повысить производительность технологических и инженерных расчетов, снизить стоимость проектирования, улучшить качество проектных разработок. Например, при проектировании на ЭВМ станочных операций их производительность повышается на 20...30 %, а себестоимость обработки снижается на 10...15%.

Лекция 7 ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Вопросы:

1. Сущность литейного производства и его развитие
2. Литье в разовые песчано-глинистые формы
3. Специальные способы литья

1. Сущность литейного производства и его развитие

Литейным производством называют процессы получения фасонных изделий (отливок) путем заливки расплавленного металла в полую форму, воспроизводящую форму и размеры будущей детали. После затвердевания металла в форме получается отливка — заготовка или деталь. Отливки широко применяют в машиностроении, металлургии и строительстве.

Можно получать отливки различной массы (от нескольких граммов до сотен тонн), простой и сложной формы из чугуна, стали, сплавов меди и алюминия, цинка и магния и т. д. Особенно эффективно применение отливок для получения фасонных изделий сложной конфигурации, которые невозможно или экономически нецелесообразно изготавливать другими методами обработки металлов (давлением, сваркой, резанием), а также для получения изделий из малопластичных металлов и сплавов. При всем разнообразии приемов литья, сложившихся за длительный период развития его технологии, принципиальная схема технологического процесса литья практически не изменилась за более чем 70 веков его развития и включает четыре основных этапа: плавку металла, изготовление формы, заливку жидкого металла в форму, извлечение затвердевшей отливки из формы.

Наряду с такими достоинствами литейного производства, как относительная простота получения и низкая стоимость отливок (особенно из чугуна), возможность изготовления сложных деталей из хрупких металлов и сплавов, он имеет и ряд существенных недостатков. Это прежде всего довольно низкая производительность труда, неоднородность состава и пониженная плотность материала заготовок, а следовательно, и их более низкие, чем заготовок, полученные обработкой давлением, прочностные характеристики.

2. Литье в разовые песчано-глинистые формы

Литье в разовые песчано-глинистые формы является наиболее распространенным и относительно простым способом получения отливок. Разовые песчано-глинистые формы могут быть приготовлены либо непосредственно в почве (в полу литейного цеха) по шаблонам, либо в специальных ящиках-опоках по моделям. В почве получают отливки крупногабаритных деталей (станин, колонн и т. д.), более мелкие отливки обычно получают в опочных формах.

Внешнее очертание отливок соответствует углублениям формы, отверстия получают за счет стержней, вставляемых в полость формы. Изготавливают модели

из дерева, пластмассы или металла. Выбор материала зависит от условий производства и требований, которые предъявляют к отливке в отношении точности размеров и чистоты поверхности. Для того чтобы модели легко извлекались из формы, их делают с формовочными уклонами и часто разъемными, из двух и более частей, легко скрепляемых при помощи шипов.

Для получения отливок с отверстиями или углублениями на моделях в соответствующих местах предусматривают выступы стержневые знаки, которые оставляют в форме отпечатки для установки стержней. Место, занимаемое в форме стержнем, не заполняется металлом и в отливке после удаления стержня образуется отверстие или углубление.

В массовом производстве при машинной формовке эффективно применение тщательно обработанных деревянных или металлических модельных плит с прочно укрепленными на них или выполненными за одно целое моделями деталей и элементами литниковой системы.

По назначению формовочные смеси подразделяют на облицовочные, наполнительные и единые. Облицовочные смеси, непосредственно соприкасающиеся с жидким металлом, готовят из более качественных свежих материалов. Наполнительной служит бывшая в употреблении (горелая) смесь. В массовом производстве формы изготавливают из единой смеси, материалом для которой является бывшая в употреблении смесь со свежими добавками песка, глины, крепителей и пр.

Рассмотрим последовательность формовки для отливок детали типа втулки. Рис. 1. На подмодельный щит укладывается половина модели и устанавливается нижняя опока, затем сквозь сито на поверхность модели наносится противопопригарный припыл - древесноугольная пыль, графитовый порошок. Лопатой наносят на модель облицовочную формовочную смесь, а затем засыпают всю опоку наполнительной формовочной смесью. Ручной или пневматической трамбовкой уплотняют смесь, сгребают остатки ее и накалывают душником (шилом) отверстия для лучшего выхода газов. Затем нижнюю опоку с заформованной моделью переворачивают на 180° устанавливают вторую половину модели и верхнюю опоку. После установки моделей литниковой системы в той же последовательности заформовывают верхнюю опоку. По окончании формовки опоки разбирают, осторожно удаляют модели, поправляют обрушившиеся места формы припыливают ее изнутри и, уложив в нижнюю полуформу на место знаков стержней, вновь устанавливают верхнюю полуформу на нижнюю и скрепляют их при помощи болтов, струбцин или просто придавливают грузом, чтобы предотвратить прорыв металла по плоскости разъема формы. В таком виде литейная форма готова для заливки металла.

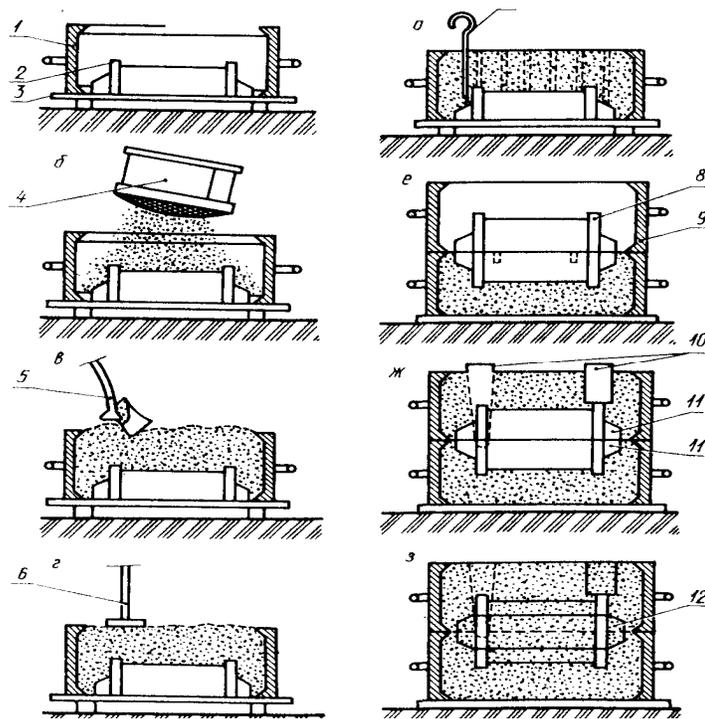


Рис. 1. Технологический процесс формовки втулки

Для получения крупных отливок полуформы перед сборкой сушат при температуре 350 °С в течение 6...20 ч в зависимости от габаритов формы. Машинная формовка экономически целесообразна в условиях серийного и массового производства, когда формовочные машины загружены в течение не менее 40...60 % рабочего времени. Сущность машинной формовки заключается в механизации основных операций: установки модельных плит и опок, наполнения опок формовочной смесью, уплотнения смеси и удаления моделей из форм. Отдельные конструкции формовочных машин позволяют также механизировать некоторые вспомогательные операции: поворот опок, снятие готовых полуформ со стола машины, передачу их на сборку и т. п.

По способу уплотнения смеси формовочные машины делятся на прессовые, встряхивающие, пескометные и комбинированные (встряхивающие с подпрессовкой или прессовые с вибратором). Прессовые машины являются наиболее простыми и производительными, но дают неравномерное уплотнение смеси по высоте опоки, встряхивающие машины менее производительны, но в сочетании с подпрессовкой позволяют более равномерно уплотнять землю даже в высоких и больших по площади опоках. Пескометы применяют для набивки средних и крупных опок. Они отличаются большой производительностью (до 50...70 м³/ч) и обеспечивают наиболее равномерное уплотнение земли по высоте опоки.

Наилучшим комплексом литейных свойств обладают серый чугун, бронза, сплавы алюминия с кремнием (силумины). Плавка чугуна производится преимущественно в вагранках и шахтных печах. Вагранка представляет собой вертикальную шахту печи непрерывного действия, работающую на литейном каменноугольном коксе и воздушном дутье. Производительность вагранки в зависимости от ее размеров составляет 1...30 т/ч, максимально достижимая температура— 1400... 1420 °С. Интенсификация процесса плавки в вагранке осуществляется применением горячего (400...500 °С) дутья воздухом, обогащенным кислородом. В последнее время получили распространение коксогазовые и газовые вагранки, которые позволяют еще более повысить технико-экономические показатели процессов за счет улучшения качества металла, лучшего использования шихтовых материалов и снижения продолжительности плавки.

Индукционные печи для выплавки чугуна, работающие на токах промышленной частоты, являются наиболее перспективными плавильными агрегатами. Их применение позволяет выплавлять чугун однородного состава с высокими механическими свойствами и тем самым значительно снизить массу отливок. Высокая температура нагрева в индукционных печах дает возможность использовать недорогостоящие стальные отходы и путем науглероживания их получать чугун необходимого химического состава.

В цехах крупного и среднего литья из углеродистой и низколегированной стали (частично высоколегированной) применяются кислые и основные мартеновские печи емкостью до 80 т. Для получения мелких и средних отливок из углеродистой и низколегированной стали используются электродуговые печи, для неотвественных отливок — малые бессемеровские конвертеры, чугун в которые поступает из вагранок. В цехах особо ответственного стального литья применяются индукционные высокочастотные печи и установки электрошлакового переплава.

Сплавы цветных металлов в зависимости от их свойств (температуры плавления, химической активности и т. п.) и масштабов производства плавятся в тигельных печах, пламенных и электрических отражательных печах, индукционных, вакуумно-дуговых, вакуумных электронно-лучевых печах.

На участок заливки форм расплавленный металл подается в разливочных ковшах различной вместимости. Качество отливок во многом зависит от соблюдения правил заливки. Металл в форму заливают плавно, непрерывной струей до тех пор, пока он не покажется в выпорах и прибылях. Температура заливки всегда выше температуры плавления сплава, однако перегрев его должен быть минимальным для обеспечения хорошего заполнения формы. При слишком высокой температуре заливки происходит обильное газовыделение, формовочная смесь пригорает к поверхности отливки, увеличивается ее усадка. Контроль температуры заливаемого металла осуществляется оптическими пирометрами или термометрами.

После затвердевания и охлаждения до определенной температуры, при которой отливки приобретают достаточную механическую прочность, производится выбивка их из форм; стержни выбиваются позднее, после дополнительного охлаждения отливок.

Выбивка отливок - одна из самых тяжелых операций литейного производства, сопровождающаяся большими выделениями теплоты и пыли. По трудоемкости операции выбивки, обрубки и очистки составляют 30...40 % от общей трудоемкости изготовления отливок. Сущность процесса выбивки заключается в разрушении формы, освобождении отливок от окружающей их формовочной земли. В современных литейных цехах процесс выбивки механизирован и осуществляется на различных вибрационных машинах, чаще всего на встряхивающих решетках. Формовочная смесь проваливается через решетку, попадает на ленточный конвейер и транспортируется в формовочное отделение для повторного использования.

После выбивки производится обрубка и очистка отливок. Обрубка заключается в отделении от отливок прибылей, выпоров и заливок. Обрубка тяжелая операция, трудно поддающаяся механизации. Ее производят с помощью пневматических зубил, ленточных и дисковых пил, прессов, газовой резки.

Очистка отливок, осуществляемая после обрубки, заключается в удалении пригара формовочной земли (корки), окалины, мелких заусениц. Основная цель очистки уменьшение трудоемкости последующей механической обработки и снижение интенсивности изнашивания режущего инструмента. Очистку отливок от пригоревшей земли и окалины производят во вращающихся (галтовочных) барабанах, на пескогидравлических и дробеметных аппаратах, а также химической и

электрохимической обработкой внутренних поверхностей отливок, труднодоступных при других способах очистки.

Перед отправкой в механические цехи стальные отливки обязательно подвергаются термической обработке отжигу или нормализации - для снятия внутренних напряжений и измельчения зерна металла. В отдельных случаях термической обработке подвергаются отливки и из других сплавов.

Брак может возникать по различным причинам на всех стадиях литейного производства, при этом бывает брак отливок исправимый и неисправимый. Основными видами дефектов в отливках являются: коробление; газовые, усадочные, земельные и шлаковые раковины; трещины; недолив металла и спай; отбел поверхности (у чугунных отливок). Поверхностные неглубокие дефекты устраняются заваркой, запрессовкой (эпоксидными смолами), металлизацией. Коробление иногда можно исправить правкой. Отбел ликвидируют дополнительным отжигом отливок. При внутренних и глубоких наружных дефектах отливки отправляют на переплавку. Годные отливки направляют в механические цехи для дальнейшей обработки или на склад готовой продукции.

3. Специальные способы литья

В литейном производстве повсеместно внедряются специальные способы литья, имеющие ряд преимуществ по сравнению с традиционным литьем в разовые песчано-глинистые формы.

К специальным способам относят литье: а) в постоянные металлические формы (кокиль), б) центробежное, в) под давлением, г) в тонкостенные разовые формы, д) по выплавляемым моделям, е) корковое или оболочковое, ж) электрошлаковое литье.

Специальные способы литья позволяют получать отливки более точных размеров с хорошим качеством поверхности, что способствует уменьшению расхода металла и трудоемкости механической обработки; повысить механические свойства отливок и уменьшить потери от брака; значительно снизить или исключить расход формовочных материалов; сократить производственные площади; улучшить санитарно-гигиенические условия и повысить производительность труда.

Большинство операций при специальных способах литья легко поддается механизации и автоматизации. Экономическая целесообразность замены литья в разовые песчано-глинистые формы тем или иным специальным способом зависит от масштаба производства, формы и размеров отливок, применяемых литейных сплавов и т. п. Она определяется на основе тщательного технико-экономического анализа всех затрат, связанных с новым технологическим процессом. [1]

Одним из наиболее распространенных является литье в кокиль. Кокилем называют цельную или разъемную металлическую форму, изготовленную из чугуна или стали.

Кокили предназначены для получения большого количества одинаковых отливок из цветных или железоуглеродистых сплавов. Стойкость кокилей зависит от материала и размеров отливки и самого кокиля, а также от соблюдения режима его эксплуатации. Ориентировочно стойкость чугунных кокилей составляет 200000 оловянно-свинцовых, 150000 цинковых, 50000 алюминиевых или 100...5000 чугунных отливок. Кокили целесообразно применять как в массовом, так и в серийном производстве (при партии отливок не менее 300...500 штук).

Перед заливкой металла кокили подогревают до температуры 100...300°C, а рабочие поверхности, контактирующие с расплавленным металлом, покрывают защитными обмазками. Покрытие обеспечивает увеличение срока службы кокиля, предупреждение приваривания металла к стенкам кокиля и облегчение извлечения отливок. Подогрев предохраняет кокиль от растрескивания и облегчает заполнение формы металлом. В процессе работы необходимая температура кокиля

поддерживается за счет теплоты, выделяемой заливаемым металлом. После за- твердевания отливку извлекают вытряхиванием или при помощи выталкивателя.

Кокильное литье позволяет снизить расход металла на прибыли и выпоры, получать отливки более высокой точности и чистоты поверхности, улучшить их физико-механические свойства. Вместе с тем этот способ литья имеет и недос- татки. Быстрое охлаждение металла затрудняет получение тонкостенных отливок сложной формы, вызывает опасность появления у чугунных отливок отбеленных труднообрабатываемых поверхностей.

Литье под давлением — один из наиболее производительных методов полу- чения точных фасонных отливок из цветных металлов. Сущность способа заклю- чается в том, что жидкий или кашицеобразный металл заполняет форму и кри- сталлизуется под избыточным давлением, после чего форму раскрывают и от- ливку удаляют. Рис. 2.

По способу создания давления различают: литье под поршневым и газовым давлением, вакуумное всасывание, жидкую штамповку.

Наиболее распространено формообразование отливок под поршневым дав- лением — в машинах с горячей или холодной камерой сжатия. Сплавы, приме- няемые для литья под давлением, должны обладать достаточной жидкотекуче- стью, узким температурно-временным интервалом кристаллизации и химически не взаимодействовать с материалом пресс-форм. Для получения отливок рас- ссматриваемым способом используют цинковые, магниевые, алюминиевые сплавы и сплавы на основе меди (латуни).

Литьем под давлением производят детали приборов: барабанчики счетных машин, корпуса фотоаппаратов и корпусные детали массой до 50 кг, головки ци- линдров мотоциклетных двигателей. В отливках можно получать отверстия, над- писи, наружную и внутреннюю резьбу.

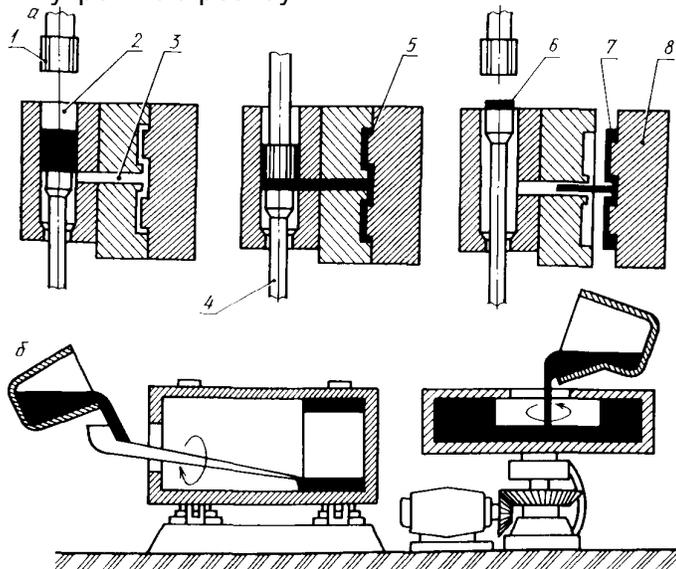


Рис. 2. Специальные способы литья

Стойкость пресс-форм в зависимости от размеров и формы отливок составляет при литье из цинковых сплавов 300...500 тыс. отливок, из алюминиевых — 30...50 тыс., медных — 5...20 тыс. отливок. Производительность поршневых машин дос- тигает 500 отливок в час.

В условиях массового производства экономически оправдано применение ли- тья под давлением, так как этот способ позволяет снизить трудоемкость получе- ния отливок в 10...12 раз, а трудоемкость механической обработки в 5...8 раз. За счет высокой точности изготовления и обеспечения повышенных механических свойств отливок, полученных под давлением, достигается экономия до 30...50 %

металла по сравнению с литьем в разовые формы. Создается возможность полной автоматизации процесса.

Центробежный способ литья применяется главным образом для получения полых отливок типа тел вращения (втулок, обечаек для поршневых колец, труб, гильз) из цветных и железо-углеродистых сплавов, а также биметаллов. Сущность способа состоит в заливке жидкого металла во вращающуюся металлическую или керамическую форму (изложницу). Жидкий металл за счет центробежных сил отбрасывается к стенкам формы, растекается вдоль них и затвердевает. Длинные трубы и гильзы отливают на машинах с горизонтальной осью вращения, короткие втулки, венцы большого диаметра на машинах с вертикальной осью вращения.

При рассматриваемом способе литья отливки получаются плотными, очищенными от газов и неметаллических включений, с мелкозернистой структурой. Центробежное литье высокопроизводительно (за 1 ч можно отлить 40...50 чугунных труб диаметром 200...300 мм), дает возможность получать полые отливки без применения стержней и биметаллические отливки последовательной заливкой двух сплавов (например, стали и бронзы).

Как и при кокильном литье, металлические формы перед заливкой жидкого металла подогреваются и на них наносятся защитные покрытия. После заливки формы иногда охлаждают водяным путем для увеличения производительности машин и предохранения их от перегрева.

Литье по выплавляемым (вытапливаемым) моделям состоит в следующем. Металл заливают в разовую тонкостенную керамическую форму, изготовленную по моделям (также разовым) из легкоплавящегося модельного состава. Этим способом получают точные, практически не требующие механической обработки отливки из любых сплавов массой от нескольких граммов до 100 кг.

Технология производства отливок по выполняемым моделям включает следующие этапы: изготовление пресс-форм для моделей; получение восковых моделей запрессовкой модельного состава в пресс-формы; сборка блока моделей на общий питатель (в случае мелких отливок); нанесение огнеупорного покрытия на поверхность единичной модели или блока; вытапливание моделей из огнеупорных (керамических) оболочек-форм; прокаливание форм; заливка металла в горячие формы.

Разъемные пресс-формы изготавливают из стали или других сплавов по чертежу детали или ее эталону с учетом усадки модельной массы и металла отливки. Модельный состав (например, из парафина с добавками церезина, нефтяного битума, канифоли, полиэтилена) в пастообразном состоянии запрессовывают с помощью шприца или на запрессовочном станке.

Полученные модели извлекают из пресс-форм и облицовывают в несколько слоев огнеупорным покрытием, окуная несколько раз в связующий состав и обсыпая кварцевым песком. Каждый слой покрытия подсушивается. Модель мелких отливок перед нанесением покрытия собирают в блоки, соединяя их (припаивая) с общей литниковой системой, а затем облицовывают блок.

Вытапливание моделей из керамических оболочек производится горячим воздухом или горячей водой. Модельный материал собирается для повторного использования, а полученная керамическая литейная форма с гладкой рабочей поверхностью поступает на прокаливание. Последнее необходимо для придания форме механической прочности и окончательного удаления модельного материала. Форму помещают в стальной ящик, засыпают кварцевым песком, оставляя литниковую чашу доступной для заливки металла, и прокаливают при температуре 850...900°C.

Заливка металла производится в горячую форму, что способствует улучшению жидкотекучести металла и позволяет получать сложнейшие тонкостенные

отливки. После охлаждения отливку очищают от слоя огнеупорного покрытия ударами вручную или на пневмовибраторах. В полостях и отверстиях остатки формы удаляются выщелачиванием в кипящем растворе едкого натра, затем отливку промывают в теплой воде с добавлением соды. Отделение литниковой системы от отливок может производиться на токарных и фрезерных станках, вулканистыми абразивными кругами и на вибрационных установках.

Литьем по выплавляемым моделям получают разнообразные сложные отливки для автотракторостроения, приборостроения, для изготовления деталей самолетов, лопаток турбин, режущих и измерительных инструментов.

Стоимость 1 т отливок, получаемых по выплавляемым моделям, выше, чем изготавливаемых другими способами, и зависит от многих факторов (серийности выпуска деталей, уровня механизации и автоматизации литейных процессов и процессов механической обработки отливок).

В большинстве случаев снижение трудоемкости механической обработки, расхода металла и металлорежущего инструмента при применении точных отливок взамен поковок или отливок, полученных другими способами, дает значительный экономический эффект. Наибольший эффект достигается при переводе на литье по выплавляемым моделям деталей, в структуре себестоимости которых большую долю составляют затраты на металл и фрезерную обработку, особенно при применении трудно обрабатываемых конструкционных и инструментальных материалов.

Литье в оболочковые формы применяется для получения отливок массой до 100 кг из чугуна, стали и цветных металлов. Тонкостенные (толщина стенки б... 10 мм) формы изготавливают из песчано-смоляной смеси: мелкозернистого кварцевого песка и терморезактивной синтетической смолы (3...7%). Песчано-смоляную смесь готовят перемешиванием песка и измельченной порошкообразной смолы с добавкой растворителя (холодный способ) или при температуре 100...120 °С (горячий способ), в результате чего смола обволакивает (плакирует) зерна песка. Затем смесь дополнительно дробится до получения отдельных зерен, плакированных смолой, и загружается в бункер. Формовка производится по металлическим моделям.

Собранные оболочковые формы для придания им большей жесткости помещают в опоки, засыпают снаружи чугунной дробью или сухим песком и заливают металлом. После затвердевания отливки оболочковая форма легко разрушается. Отливки, изготовленные в оболочковых формах, отличаются большой точностью и чистотой поверхности, что позволяет на 20...40 % снизить массу отливок и на 40...60 % трудоемкость их механической обработки. По сравнению с литьем в песчано-глинистые формы трудоемкость изготовления отливок снижается в несколько раз. Этим способом получают ответственные детали машин — коленчатые и кулачковые валы, шатуны, ребристые цилиндры и т. п. Процессы изготовления оболочек легко поддаются автоматизации.

Лекция 8.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вопросы:

1. Место текстильной промышленности в народном хозяйстве страны
2. Понятие о текстильных волокнах
3. Классификация волокон
4. Структура волокон
5. Основные технологические свойства волокон

1. Место текстильной промышленности в народном хозяйстве страны

Текстильная отрасль промышленности является частью легкой индустрии. Отрасли этой индустрии вырабатывают предметы потребления, составляющие в

основном группу Б. Легкая индустрия включает текстильную, швейную, обувную, кожевенную и другие отрасли промышленности. Легкая промышленность выпускает примерно пятую часть всей промышленной продукции в нашей стране и дает четвертую часть всех доходов, поступающих в бюджет.

Текстильная промышленность производит продукцию групп А и Б. Хлопок, лен, шерсть, шелк, используемые непосредственно для выработки бытовых и технических тканей, и ткани, идущие на швейные предприятия для производства одежды, относятся к группе А. Ткани, нити, вата, ватин, трикотаж и другие изделия, реализуемые в торговле, относятся к группе Б.

2. Понятие о текстильных волокнах

Текстильные волокна — твердые гибкие тела, имеющие сравнительно большую длину и малую толщину. Так, например, средняя длина хлопковых волокон составляет 35 мм, а средняя толщина — 20 мкм; волокон из натурального шелка — соответственно 600 мм и 15 мкм.

Элементарные волокна — одиночные волокна, которые не могут быть разделены на более тонкие и короткие. К ним относятся хлопковые, шерстяные, шелковые и химические волокна. **Технические волокна** — природные растительные волокна, состоящие из многих элементарных волокон, склеенных между собой клеящим пектиновым веществом. Это волокна льна, конопли, джута и др.

Жгутовые волокна (жгут) — химические волокна, состоящие из большого числа параллельно расположенных элементарных волокон бесконечно большой длины.

Штапельные волокна получают на химических заводах путем разрезания жгутовых волокон на отрезки длиной от 32 до 120 мм. Они относятся к волокнам элементарного типа.

Мононити из синтетических волокон бесконечно большой длины используются для производства тканей, трикотажных изделий, рыболовных сетей, лесок, щеток и т. п. Их также относят к типу элементарных.

3. Классификация волокон

Текстильные волокна делятся на три класса: природные, искусственные и синтетические. Классы подразделяются на подклассы, подклассы — на группы, группы — на подгруппы, а подгруппы — на разновидности волокон.

Природные волокна представляют собой высокомолекулярные соединения. Различают два подкласса природных волокон — органического и минерального состава. Волокна органического состава делятся на волокна растительного и животного происхождения. Растительные волокна получают из различных частей растения. В зависимости от этого их делят на следующие группы: семенные, стеблевые, листовые и плодовые. К семенным волокнам относят хлопковые, к стеблевым — волокна льна, пеньки, канатника, рами и др., к листовым — новозеландского льна, манильской пеньки, сизали и др., к плодовым — волокна из скорлупы кокосовых орехов. Волокна животного происхождения делятся на две подгруппы: шерстяные и шелковые. К первой относят овечью, козью, верблюжью шерсть и др., ко второй — волокна, получаемые благодаря жизнедеятельности гусениц тутового и дубового шелкопряда.

К подклассу волокон минерального состава относятся природные асбестовые волокна, получаемые из горных пород.

Искусственные волокна бывают двух подклассов: органического и минерального состава. Волокна органического состава — это целлюлозные и белковые волокна. В группу целлюлозных волокон входят искусственные волокна, изготавливаемые из целлюлозы и ее эфиров. Эти волокна делятся на подгруппы гидратцеллюлозных и эфироцеллюлозных волокон. К гидратцеллюлозным относят вискозные, полинозные, медно-аммиачные волокна, к эфироцеллюлозным — диацетатные и триацетатные.

Подкласс волокон минерального состава делится на две группы: силикатных и металлических волокон. Силикатные волокна получают из стекла (стеклянные волокна), металлические — из различных металлов и их сплавов (золотые, серебряные, латунные, медные, алюминиевые и другие волокна). Металлические волокна широко применяются для украшения шелковых, шерстяных тканей и текстильных изделий, а также для технических целей.

При производстве синтетических волокон сначала получают мономер, представляющий собой низкомолекулярное соединение. Затем мономеры с помощью полимеризации или поликонденсации превращают в полимеры — высокомолекулярные соединения, а из них вырабатывают синтетические волокна. Все синтетические волокна делятся на гетероцепные и карбоцепные. Гетероцепные волокна получают из полимеров, макромолекулы которых состоят из углерода, азота, кислорода, серы и др. В подкласс гетероцепных входят полиамидные и полиэфирные волокна. Карбоцепные волокна — получают из полимеров, макромолекулы которых содержат в основной цепи только атомы углерода.

4. Структура волокон

Текстильные волокна состоят из макромолекул, обладающих большой молекулярной массой. Так, например, молекулярная масса капронового волокна—16500...22600; вискозного — 50000... 100000; хлопкового—1620000...2430000 и льняного— 5632000.

Макромолекула волокна построена из многократно повторяющихся элементарных звеньев. Звено состоит из различных химических элементов. Количество элементарных звеньев n , составляющих макромолекулу, называют коэффициентом полимеризации (поликонденсации). У различных высокомолекулярных соединений n может составлять от нескольких сот до нескольких тысяч единиц. Например, у макромолекулы капрона n равно 100...200, целлюлозы вискозного волокна—300...400, целлюлозы хлопка — 10000... 15000, целлюлозы льна — 36000 и т. д. Общим свойством текстильных волокон является то, что они все построены из макромолекул. Волокна друг от друга отличаются химическим составом и строением.

В волокнах действуют химические (в элементарных звеньях) и межмолекулярные (между макромолекулами) связи. К межмолекулярным связям относятся силы Ван-дер-Ваальса и водородные связи. Межмолекулярные связи определяют механическую прочность, температуру плавления, застывания, кипения и другие свойства волокнообразующих полимеров.

Свойства волокон зависят также от коэффициента полимеризации. Чем он выше, тем длиннее макромолекулы волокна, тем они прочнее. Макромолекулы текстильных волокон бывают линейные и сетчатые. Хлопковые, льняные, шелковые и искусственные волокна имеют макромолекулы линейной структуры, шерстяные — сетчатой, синтетические — линейной и сетчатой.

5. Основные технологические свойства волокон

Основными технологическими характеристиками текстильных волокон являются: длина, толщина, прочность, относительное удлинение при растяжении, плотность, извитость, рассыпчатость, дефектность, электризуемость и др.

Длина волокон хлопка, шерсти, лубяных и химических волокон находится в прямой связи с толщиной и прочностью пряжи. Она определяет выбор систем прядения. С учетом длины волокон устанавливают режим обработки волокнистых материалов и получения пряжи. Чем длиннее волокно, тем меньшую можно держать крутку пряжи, тем больше число контактов между волокнами. Следовательно, из более длинного волокна при одинаковой крутке можно получить более прочную пряжу. Натуральные волокна различаются между собой по длине. Так, например, в хлопковой массе со средней длиной волокна 31...32 мм имеются во-

локна длиной от 6 до 50 мм, а в однородной тонкой шерсти при средней длине 55 мм — от 8 до 100 мм.

Толщина волокна характеризует его поперечный размер. Чем меньше толщина волокон, тем более тонкую, равномерную и прочную пряжу можно из них выработать. Чем прочнее пряжа, тем меньше обрывность ее в прядении и ткачестве, тем выше производительность труда. Из тонкой пряжи можно выработать тонкие и легкие ткани и трикотажные изделия. Линейная плотность волокна измеряется в тексах (г/км) как отношение массы (г) к длине волокна (км).

Под извитостью понимают количество извитков, приходящихся на 1 см длины волокна. От нее зависит технология переработки волокон, качество получаемых пряжи и изделий. Извитость волокон придает пряже, тканям, трикотажу пушистость, эластичность, объемность, за счет чего обеспечивается их более низкая теплопроводность.

Плотность волокон — отношение массы вещества волокна к его объему: Чем меньше плотность волокна, тем больше объемность пряжи, ткани и трикотажа.

Прочность волокна — способность воспринимать без разрушения растягивающие усилия. Абсолютная прочность (разрывная нагрузка) определяется усилием, приложенным к волокну, при котором оно разрывается. Усилие выражается в ньютонах. Относительная прочность (удельная разрывная нагрузка) — это усилие, вызывающее разрыв волокна, отнесенное к линейной плотности волокна. Чем прочнее волокно и чем оно более однородно по прочности, тем легче технологический процесс его обработки, меньше обрывность волокон, выше выход продукции и производительность труда в чесании и прядении.

Рассыпчатость волокон характеризует степень легкости разделения их пучков на элементарные волокна без обрыва. Чем выше рассыпчатость волокон, тем легче процессы кардочесания и гребнечесания, а следовательно, и выше качество прочеса, пряжи и ткани.

Дефектность химических волокон характеризуется наличием склеек, мушек, жгутиков и других дефектов, возникающих в процессе производства и переработки этих волокон.

В процессе механической обработки и переработки волокнистый материал электризуется. Электризуемость — это способность материалов к генерации и накоплению зарядов статического электричества. Электрические заряды возникают в результате взаимного трения волокон и нитей, трения их о рабочие органы машин (иглы игольчатой гарнитуры, иглы гребней, сучильные рукава, ремизы, бёрда и др.), а также действия давления, сжимающих и растягивающих усилий. Степень электризуемости волокон зависит от их строения, состояния поверхности, площади соприкосновения, давления на волокна, скорости движения волокон и нитей и других факторов.

Эффективность применения химических волокон

Химические волокна в текстильной промышленности — дополнительное дешевое высококачественное сырье.

Кроме того, применение химических волокон дает возможность улучшить экономические показатели работы текстильных предприятий, повысить качество продукции и расширить ее ассортимент. Добавление химических волокон способствует улучшению однородности волокон смеси по длине, толщине, прочности, а также снижению обрывности в прядении и ткачестве, повышению производительности оборудования. Использование жгутовых химических волокон в текстильном производстве позволяет не выполнять такие сложные и трудоемкие технологические процессы, как подготовка волокон к смешиванию, смешивание, кардочесание, гребнечесание и др. Кроме того, приготовление ленты путем штапельования способствует уменьшению количества единиц необходимого оборудования, производственных площадей и трудозатрат. При переработке химических воло-

кон методом штапельирования по сравнению с обычным способом переработки штапельного волокна расходы электроэнергии сокращаются примерно в 5 раз, производительность труда повышается почти в 2 раза.

При использовании химических волокон повышается выход пряжи из смеси (на 1...3 %), снижается себестоимость изготавливаемых тканей и изделий. Так, себестоимость трикотажного жакета из чистой шерсти примерно в 4 раза выше себестоимости изделия того же размера из высокообъемной нитроновой пряжи.

С введением 5...10 % капронового волокна стойкость тканей к истиранию увеличивается в 1,8...2 раза. Добавление к шерсти 50...55 % лавсановых волокон способствует повышению прочности ткани, ее сопротивления к истиранию, стойкости к сминаемости. Изделия из нитроновых волокон в смеси с вискозными обладают повышенной прочностью, объемностью и шерстистостью.

Применение профилированных и полых химических волокон позволяет вырабатывать более легкие и объемные ткани и трикотажные изделия, а также экономить до 30...40 % сырья в текстильной промышленности. Кроме того, ткани из лавсана и объемной пряжи мало уступают по качеству чистошерстяным, а по ряду свойств даже превосходят их. Добавление синтетических волокон с натуральным обуславливает удешевление текстильных изделий.

Лекция 9

ТИПОВЫЕ СИСТЕМЫ ПРЯДЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН

1. Понятие о прядении
2. Кардная система прядения
3. Гребенная система прядения
4. Аппаратная система прядения
5. Прядения льняного волокна

1. Понятие о прядении

В текстильном производстве хлопковые, льняные, шерстяные, натуральные шелковые и химические волокна перерабатывают в изделия. Совокупность технологических процессов, применяемых для переработки этих волокон в пряжу определенной толщины и прочности, называют прядением. Так, например, процесс выработки шерстяной гребенной пряжи линейной плотностью 10...50 текс включает разрыхление волокнистого материала, смешивание, чесание, гребнечесание, вытягивание волокон и прядение.

Совокупность машин и процессов, посредством которых волокна перерабатывают в определенный вид пряжи, называется системой прядения.

Системы прядения различаются по числу переходов, их назначению, виду, качеству сырья и качеству вырабатываемой продукции. Но в системах прядения различных волокон разные процессы имеют одно и то же назначение, например процессы разрыхления и чесания в аппаратной и гребенной системах получения шерстяной пряжи, процесс гребнечесания в гребенных системах получения пряжи из хлопковых и шерстяных волокон. Кардная система прядения используется для переработки хлопковых волокон, но может быть применена и для прядения шерстяных, коротких льняных (льняного очеса) и химических волокон. Поэтому кардную, гребенную и аппаратную системы прядения можно рассматривать как типовые.

2. Кардная система прядения

Получение пряжи из хлопковых волокон по кардной системе прядения включает пять основных технологических переходов: 1) разрыхление, очистку и смешивание волокон; 2) кардочесание на чесальных, валичных и шляпочных машинах; 3) сложение и вытягивание лент; 4) предпрядение и 5) прядение (формирование пряжи).

Указанная система прядения широко используется в производстве пряжи линейной плотностью 15,5...84 текс, которую вырабатывают из средневолокнистого хлопкового и химического волокна. Кроме того, кардную систему прядения можно применять для изготовления льняной пряжи из короткого волокна и очеса (котонина), меланжевой пряжи из хлопка и штапельных химических волокон, окрашенных в разные цвета.

Хлопок поступает на предприятия в вагонах отдельными партиями по 60...70 кип, которые называются марками. На складе каждую партию (марку) размещают отдельно друг от друга, т. к. волокна в марках и кипах отличаются по технологическим свойствам и прежде всего по длине, толщине, прочности и извитости. При переработке хлопка производят составление смеси (сортировки) волокон из нескольких партий (марок). Подбор марок ведется так, чтобы различие технологических свойств волокон было незначительным. Различают хлопковые волокна семи типов, характеризующиеся длиной, толщиной и прочностью. Волокна первого типа — самые длинные, тонкие и прочные, седьмого — очень короткие, грубые и весьма слабые по прочности.

Каждая сортировка обозначается двумя цифрами. Первая цифра обозначает тип, а вторая — сорт волокна, составляющего в данной сортировке не менее 65 %. Так, например, сортировка 4-1 состоит из хлопка 4-го типа и содержит не менее 65 % волокон первого сорта. Выбор сортировки определяется требуемым качеством пряжи. Так, хлопковые волокна сортировок 1-1, 2-1, 3-1 (т. е. первых трех типов и первых сортов) используют для производства гребенной пряжи, четвертого типа второго и третьего сортов — для изготовления кардной пряжи разной толщины.

Разрыхление волокон заключается в разделении плотно спрессованного в кипах волокнистого материала на мелкие клочки и очистке его от растительных и минеральных примесей с целью обеспечения хорошего смешивания волокон и чесания. Разрыхление осуществляется под воздействием на материал зубьев или игл рабочих органов машин, где происходит рыхление, частичная очистка и смешивание хлопковых волокон.

Далее волокно поступает на чесальные машины холстового или бункерного питания, где происходит разъединение клочков на отдельные волокна, параллелизация волокон, очистка и формирование ленты. Производительность чесальных машин, предназначенных для обработки хлопковых волокон, составляет 50...90 кг/ч.

После чесания лента поступает на ленточные машины, где происходит сложение и вытягивание лент с целью уменьшения неровности по толщине его, составу и структуре. Степень ровности ленты увеличивается с ростом числа сложений.

Вытягивание ленты предназначено для распрямления волокон, обеспечения параллельности их в продукте и получения ровницы или пряжи заданной толщины. Вытягивание (утонение) продукта на трепальных и гребнечесальных машинах происходит с разрушением структуры и формы продукта. Затем из разрушенного волокнистого материала формируется продукт новой формы. Вытягивание волокон на ленточных, ровничных и прядильных машинах протекает иначе. В процессе вытягивания волокна сдвигаются друг относительно друга и формируют ленту большой длины. При этом число волокон в поперечном сечении продукта уменьшается и он становится тоньше. При таком вытягивании волокна, составляющие продукт, не теряют связи друг с другом.

В настоящее время на ровничных и прядильных машинах стало возможным вырабатывать пряжу малой и средней толщины с одним переходом на ровничных машинах или однопроцессным методом прядения непосредственно из ленты.

В процессе прядения из ровницы или ленты получают пряжу. Пряжей называют неопределенно длинные, тонкие и гибкие нити, состоящие из относительно коротких волокон, соединенных между собой путем скручивания на прядильной машине.

На современных текстильных предприятиях для изготовления пряжи применяют кольцепрядильные машины. В вытяжном приборе машины продукт утоняется путем вытягивания до заданной толщины и скручивается с помощью веретена и бегунка.

3. Гребенная система прядения

Гребенная система прядения используется в переработке хлопковых, льняных, шерстяных и химических волокон. Из тонковолокнистого хлопка можно выработать тонкую прочную и гладкую чистую пряжу линейной плотностью 5...15,4 текс, из тонкой длинной шерсти — 12,5...42 текс.

Гребенную пряжу используют для изготовления тонких хлопчатобумажных и шерстяных тканей и трикотажных изделий. Основными технологическими переходами гребенной системы прядения являются: 1) рыхление, очистка, смешивание волокон; 2) сложение, вытягивание и получение более равномерных лент; 3) гребнечесание и получение гребенной ленты; 4) сложение, вытягивание и получение более равномерной ленты; 5) предпрядение (утонение, т. е. получение ровницы); 6) вылеживание и прядение (окончательное утонение и скручивание нитей, т.е. получение пряжи).

Гребенная система прядения отличается от кардной большим числом переходов, дополнительными технологическими операциями и обеспечивает переработку более длинных волокон и получение более тонкой и гладкой пряжи.

Дополнительными операциями являются подготовка к гребнечесанию и гребнечесание. Цель подготовки к гребнечесанию состоит в распрямлении волокон, входящих в ленты, выравнивании их по толщине и получении лент заданной массы. Для этого применяют ленточные машины. Выравнивание лент достигается за счет их сложения, а определенная масса выпускаемых лент — в результате подбора соответствующего числа сложений и степени вытяжки.

Для рыхления шерстяных волокон применяют двухбарабанную трепальную машину или щипальную машину с поднятыми рабочими валиками. Практика показывает, что наиболее целесообразна организация поточной линии получения чесальной ленты. Поточная линия получения чесальной ленты позволяет значительно повысить производительность труда в приготовительном цехе прядильного производства, снизить стоимость обработки смеси (примерно на 25...30%), увеличить выход продукта.

Волокна в чесальной ленте еще недостаточно распрямлены и непараллельны, поэтому их нужно распрямить, выровнять по толщине и получить ленты заданной массы. Для этого чесальные ленты обрабатывают на ленточных и гребнечесальных машинах.

Цель гребнечесания — получение более тонкой, равномерной, прочной и чистой пряжи. При этом отделяются короткие волокна, мушки, растительные примеси. Формирование гребенной ленты происходит за счет распрямления и параллелизации длинных волокон. Для гребнечесания применяют машины постоянного и периодического действия.

Гребенная лента неравномерна по толщине. Поэтому ее пропускают последовательно три-четыре раза через ленточные машины. Затем ленты поступают на ровничные машины, где формируется ровница. Ленту и ровницу выдерживают в подвале или на складе при повышенной влажности воздуха в течение 8...16 ч, а затем ровницу направляют на прядильные машины.

4. Аппаратная система прядения

Аппаратная система прядения используется для переработки сравнительно коротких волокон хлопка, шерсти, оборотов производства, химических волокон. В хлопкопрядении из короткого хлопкового волокна, оборотов производства, химических волокон вырабатывают пряжу линейной плотностью 70...200 текс. В шерстопрядении из коротких шерстяных, химических волокон и оборотов производства вырабатывают пряжу линейной плотностью 80...350 текс. Для аппаратной пряжи характерны невысокая ровнота, пушистость и мягкость. Из этой пряжи изготавливают костюмные, пальтовые, мебельные и другие виды тканей, одеяла и др.

В рассматриваемой системе прядения различают следующие основные технологические переходы обработки шерстяных волокон: рыхление и очистка, смешивание, кардочесание и получение ровницы, прядение.

Рыхление и очистку хлопковых и шерстяных волокон в аппаратной системе прядения производят на трепальных, щипальных и обезрепеивающих машинах.

Для удаления цепких растительных примесей (круглого и пильчатого репья) из шерстяных волокон применяют механический и химический способы очистки. В первом случае их обрабатывают на специальных обезрепеивающих машинах. Кроме того, для этой цели на чесальных аппаратах используют отбойные валики и давяльные валы. Во втором случае шерстяные волокна пропитывают слабым раствором серной кислоты, отжимают и высушивают в специальных сушильных машинах. Такой способ очистки шерсти называют карбонизацией. Химическая очистка шерстяных волокон производится на предприятиях их первичной обработки.

Смешивание шерстяных и химических штапельных волокон производят на специальных смесовых машинах до кардочесания, так как ровница, вырабатываемая на чесальных аппаратах, непосредственно поступает на прядильные машины. Кардочесание в аппаратной системе прядения осуществляют на двух - или трехпрочесных аппаратах, в состав которых входят: самовес, предварительной прочесыватель, две или три последовательно установленные наличные чесальные машины, транспортеры, которые передают волокнистый материал с одной машины на другую, и ровничная каретка. Автоматизированная поточная линия для производства аппаратной ровницы состоит из щипальных и смесовой машин, механизированных расходных лабазов, автоматических питателей-самовесов и чесальных аппаратов.

Применение поточной линии позволяет снизить потери волокна, увеличить выход ровницы и пряжи из смеси, улучшить качество продукции и условия труда рабочих, повысить в 2...3 раза производительность труда на участке смешивания и чесания волокнистого материала.

5. Прядения льняного волокна

Для изготовления пряжи используют трепаный лен, короткое льняное волокно и различные химические волокна.

Совокупность процессов и машин, используемых для формирования пряжи из трепаного льна, называют гребенной системой прядения. Совокупность технологических процессов и машин, используемых при производстве очесной пряжи из короткого льняного волокна, составляет кардную систему прядения. Эта система прядения включает такие технологические переходы, как чесание волокон на валичных чесальных машинах (получение чесаной ленты), сложение и вытягивание лент на ленточных машинах (получение тонкой ленты), вытягивание нитей на ровничных машинах (получение ровницы) и прядение (получение пряжи).

В гребенной системе прядения трепаный лен проходит чесальные операции (получение чесаного льна), раскладочные, сложение и вытягивание на нескольких ленточных машинах (получение лент), ровничные (получение ровницы), прядильные (формирование льняной пряжи). В этой системе для изготовления пряжи

применяют прядильные машины сухого и мокрого прядения в зависимости от того, смачивается ровница перед поступлением в вытяжной прибор или нет.

В мокром прядении ровничные нити перед вытягиванием смачивают водой, нагретой паром до 45...75°C или же водой со смачивателем, нагретой до 25...30°C. При этом пектиновые вещества в волокне размягчаются, а отдельные элементарные волокна или небольшие группы их (комплексы) могут перемещаться относительно друг друга при вытягивании в вытяжном приборе. В результате представляется возможность вырабатывать более гладкую и тонкую пряжу. При сухом прядении сухие ровничные нити сразу поступают в вытяжной прибор, а на кольцепрядильных машинах из них вырабатывают ворсистую и толстую пряжу. Все прядомые отходы льняного производства перерабатывают в аппаратной системе прядения.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Основы технологии важнейших отраслей промышленности: Учеб. пособие для вузов: В 2 ч./ Под ред. И.В. Ченцова. - Мн.: Выш. шк., 1989.- 325с.
2. Материаловедение и технология материалов: Учеб. пособие /В.Т. Жадан и др.- М.: Metallurgia, 1994. - 623 с.

Дополнительная

1. Геллер, Ю. А. Материаловедение / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт А. Г.— М.: Metallurgia, 1984.— 383 с.
2. Горюшкин, В. И. Основы гибкого производства деталей машин и приборов / В.И. Горюшкин.— Мн.: Наука и техника, 1984. —15 с.
3. Жалнерович, Е. А. Применение промышленных роботов / Е.А. Жалнерович, А.М. Титов, А.И. Федосов.— Мн.: Беларусь, 1984.—219 с.
4. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. — М.: Metallurgia, 1980.—400 с.
5. Либенсон, Г. А. Основы порошковой металлургии / Г.А. Либенсон.— М.: Metallurgia, 1975.— 198 с.
6. Степанов, Ю. А. Технология литейного производства / Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин.— М.: Машиностроение, 1984.— 285 с.
7. Технология важнейших отраслей промышленности / Под общ. ред. И. В. Ченцова.— Мн.: Выш. шк., 1977.— 373 с.
8. Технология важнейших отраслей промышленности / Под ред. А. М. Гинберга, Б. А. Хохлова.— М.: Высш. шк., 1985.—495 с.