

2.5 Технология обработки резанием

2.5.1 Общая характеристика и физические основы обработки резанием

Необходимо уяснить, что обработка конструкционных материалов резанием является одним из основных способов получения деталей с заданной точностью и чистотой поверхности при изготовлении машин и приборов.

По рекомендуемым учебникам необходимо познакомиться с современным состоянием развития теории и технологии обработки материалов резанием, с классификацией поверхностей и методов их обработки, с требованиями к технологичности деталей, обрабатываемых резанием. При этом следует иметь в виду, что выбор номинальных размеров деталей, требования к точности и чистоте поверхностей и т.д. определены ГОСТами.

По рекомендуемым учебникам необходимо изучить применяемую в обработке резанием терминологию, познакомиться с кинематикой процесса резания, с классификацией движений, геометрией срезаемого слоя металла и элементами режима резания. Необходимо знать определения, обозначения и размерности элементов режима резания, твердо запомнить элементы резца и его углы. Для правильного определения элементов резца (поверхностей и режущих кромок) и углов необходимо знать поверхности на обрабатываемой детали и координатные плоскости.

Для понимания физической сущности процессов резания металлов следует изучить явления, протекающие при стружкообразовании, и ознакомиться с видами стружек, а также с деформацией металла в срезаемом слое.

Образование нароста на резце в процессе чистовой обработки является нежелательным явлением. Следует понять, почему именно при чистовой обработке нарост отрицательно влияет на качество обрабатываемой поверхности и, какова его роль при черновой обработке, а также определить, как влияют на образование нароста скорость резания и другие факторы.

Изучите силы, действующие на резец, обратив особое внимание на вертикальную составляющую P_z – силу резания, а также на крутящий момент на шпинделе станка и мощность резания. Следует понять, как влияют отдельные факторы режима резания на качество обрабатываемого материала, на силу резания, а также какие существуют пути снижения силы резания без снижения производительности станка.

Надо знать влияние различных показателей на скорость резания. Скоростное и силовое резание – резервы повышения производительности, поэтому внимательно ознакомьтесь с факторами, оказывающими влияние на производительность станков при этих способах резания, а также с тем, каким образом можно добиться увеличения скорости резания при той же площади срезаемого слоя.

На износ и стойкость режущего инструмента, а также на точность и качество обрабатываемой поверхности влияет теплота, возникающая в процессе резания металлов, и эффективность применяемых смазывающе-охлаждающих жидкостей.

При изучении материалов, из которых изготавливаются резцы, следует обратить внимание на марки быстрорежущих и твердых сплавов, их состав, особенно на минералокерамические сплавы, которые имеют весьма высокую стойкость в работе и дешевле в изготовлении, а также на резцы, оснащенные пластинами из твердых сплавов и алмазов и с многогранными неперетачиваемыми пластинками.

Вопросы для самопроверки:

- Какие вы знаете способы обработки резанием и, какие элементы режима резания присущи им? Схематично изобразите способы обработки резанием и расставьте на схемах направления главного движения и подачи.

- Объясните понятие главного движения и движения подачи в токарном, строгальном, сверлильном, фрезерном и шлифовальном металлорежущих станках.

- Какими параметрами характеризуется режим резания? Объясните, что такое скорость резания, какова ее размерность.
- Что такое подача? Какова размерность подачи при точении, сверлении, строгании, фрезеровании, шлифовании.
- Укажите плоскости и углы проходного токарного резца, объясните их назначение.
- Объясните процесс образования стружки и назовите виды стружек. Как влияют на вид стружки элементы режима резания и свойства обрабатываемого материала?
- Что такое нарост, при каких условиях он образуется и как он влияет на качество обрабатываемой поверхности?
- Что такое сила резания и какая зависимость существует между силой резания P_z и другими составляющими? Какие факторы и как влияют на силу резания?
- В результате каких процессов, протекающих при резании, образуется тепло и как оно распределяется между стружкой, заготовкой и резцом?
- Какие охлаждающие жидкости применяют при обработке металлов резанием? Способы подвода охлаждающей жидкости в зону резания.
- Что такое износ резца и стойкость резца и от чего они зависят? Какой следует выбрать материал режущей части резца с максимальной стойкостью при обработке чугуна с отбеленной коркой; при обработке стали и латуни.
- Что такое высокопроизводительное резание и какие резцы при этом применяют? Сочетание каких элементов режима резания обеспечивает наибольшую экономическую эффективность различных способов обработки резанием?
- Какие материалы применяются для изготовления режущего инструмента, их классификация и характеристика.

2.5.2 Металлорежущие станки

Необходимо, прежде всего, изучить классификацию металлорежущих станков, а затем подробно рассмотреть приводы и передачи станков различных групп. Для чтения кинематических схем станков нужно запомнить приведенные в учебниках условные обозначения различных узлов в соответствии с ГОСТ 2.770-81.

Вопросы для самопроверки:

- Изложите классификацию металлорежущих станков. Что положено в основу при разделении станков на группы?
- На какие подгруппы разделяют станки токарной группы, сверлильной группы? Что положено в основу деления станков данных групп на подгруппы?
- На какие подгруппы подразделяют станки фрезерной, строгальной групп? Что положено в основу деления данных групп на подгруппы?
- На какие подгруппы подразделяют станки шлифовальной группы? Что положено в основу деления станков шлифовальной группы на подгруппы?
- Что называют приводом металлорежущего станка? Какие вы знаете виды приводов станков? Назовите привод токарных и шлифовальных станков.
- Что такое передача металлорежущего станка? Какие существуют виды передач и современных станков?
- Изобразите условное обозначение глухого соединения зубчатой шестерни с валом, радиального подшипника скольжения, радиального подшипника качения, передачу плоским клиновидным ремнем, разъемную гайку винтовой передачи, реечную передачу, подшипников скольжения и качения, неразъемные гайки винтовой передачи, подвижное соединение блока зубчатых колес с валом.

2.5.3 Обработка на токарных станках

Изучение обработки заготовок на токарных станках необходимо начать с рассмотрения видов точения наружных, внутренних и торцевых поверхностей тел

вращения, уяснив, что различают черновое, получистое, чистовое, тонкое точение, точение повышенной производительности и специальные виды точения высокопрочных и тугоплавких металлов. Затем следует изучить классификацию токарных станков и рассмотреть устройство токарно-винторезного станка модели 1К62 и 1К625; рассмотрите основные узлы и движения этих станков. Изучите виды токарных резцов и работы, выполняемые на однорезцовых токарных станках, применяемые при этом приспособления.

Рассмотрите схемы устройства и принцип работы многорезцовых, карусельных и револьверных станков, а также схемы устройства и принцип работы токарных автоматов и полуавтоматов, какие механизмы используют для автоматизации работы токарных станков.

Рассмотрите технологические требования к конструированию деталей, обрабатываемых на станках токарной группы.

Вопросы для самопроверки:

- Приведите характеристику видов точения наружных, внутренних и торцевых поверхностей тел вращения, обрабатываемых на токарных станках.

- Изложите классификацию станков токарной группы. Назовите наиболее распространенные типы токарных станков, их модели.

- Устройство токарно-винторезного станка и назначение его основных частей (станины, передней бабки, задней бабки, механизма подачи).

- Назовите механизмы привода главного движения. Расскажите, как устроена коробка скоростей с бесступенчатым регулированием чисел оборотов шпинделя. Как найти число оборотов шпинделя в минуту, если известна скорость резания и диаметр заготовки?

- Назовите механизмы привода движения подачи. Расскажите устройство и назначение коробки подачи.

- Как устроен механизм гитары токарного станка и каково его назначение?

- Объясните устройство механизма фартука и расскажите, как осуществляется включение и выключение продольной и поперечной подач и как меняется направление подачи.

- В чем заключается назначение ходового винта и ходового валика и в каких случаях при их помощи получают подачу резца?

- Какие основные типы и виды токарных резцов вы знаете, для какого вида токарных работ их применяют?

- Какие приспособления применяют для обработки конических поверхностей? Объясните сущность и особенности применения каждого из них.

- Изложите порядок выполнения работ на токарном станке при нарезании резьбы. Какие при этом применяют резцы?

- Как устроен карусельный станок, какие заготовки на нем обрабатывают?

- Как устроен токарно-револьверный станок? Принцип его работы.

- Как устроены и работают автоматы и полуавтоматы?

- Изложите технологические требования к конструированию деталей, обрабатываемых на станках токарной группы.

2.5.4 Обработка на сверлильных и расточных станках

Процесс сверления совершается при двух совместных движениях: вращении сверла вокруг оси (главное движение) и поступательном движении сверла вдоль оси (движении подачи). Изучите элементы режима резания и особенности процесса обработки отверстий сверлами, зенкерами, развертками. Необходимо изобразить схему сверления отверстий на сверлильном станке и указать направления главного движения и движения подачи, а также уметь определить силу резания, скорости резания и подачу при сверлении.

При изучении сверл следует усвоить их составные части, режущие кромки, углы, материал сверл и режущих частей. В том же порядке надо изучить зенкеры и развертки.

После ознакомления с классификацией сверлильных станков изучите устройство вертикально-сверлильного и радиально-сверлильного станков, обратив особое внимание на механизм привода главного движения и движения подачи.

Рассмотрите основные виды сверлильных работ (сверление и рассверливание) с применяемыми при этом приспособлениями и инструментами, с обработкой деталей на агрегатных станках, сверлением глубоких отверстий.

На расточных станках резец, закрепленный в оправке (бортштанге), осуществляет вращение вокруг оси оправки (главное движение) и поступательное движение вдоль оси оправки (движение подачи). Изучите схему обработки при растачивании, виды инструмента и порядок выбора режима резания. Рассмотрите типы и главные узлы расточных станков, а также работы, выполняемые на горизонтально-расточных, алмазно-расточных и координатно-расточных станках.

Вопросы для самопроверки:

- Основные элементы режима резания при сверлении. Изобразите направления главного движения и движения подачи при сверлении отверстия.

- Какие типы режущих инструментов применяют при сверлильно-расточных работах? Какие силы действуют на сверло в процессе работы?

- Что такое скорость резания при сверлении и как ее определяют?

- Из каких механизмов состоит привод главного движения и привод движения подачи вертикально-сверлильного станка? Объясните назначение этих механизмов.

- Расскажите принцип устройства и работы радиально-сверлильного станка. В чем заключается его основное преимущество в сравнении с вертикально-сверлильным станком?

- Какие виды работ выполняют на станках сверлильной группы и какие при этом применяют инструменты и приспособления? Для чего и в каких случаях необходимо зенкерование и развертывание?

- Какую точность и чистоту обрабатываемой поверхности можно получить при обработке отверстий на сверлильных станках различными инструментами?

- Изложите схему устройства и порядок работы на агрегатных станках.

- Какие отверстия называют глубокими, как и на каких станках осуществляют их сверление?

- Рассмотрите классификацию расточных станков. Приведите характеристику метода обработки на горизонтально-расточных станках.

- Изложите схему устройства и принцип работы горизонтально-расточного станка; виды работ, выполняемые на этих станках.

- Виды режущего инструмента на расточных станках. Какие движения осуществляет инструмент в процессе расточки отверстий?

- Изложите схему устройства и принцип работы алмазно-расточных станков. Виды этих станков и области их применения.

- Схема устройства и принцип работы координатно-расточных станков. Какие работы выполняют на этих станках; области их применения?

- Особенности конструирования деталей машин, обрабатываемых на расточных станках.

2.5.5 Обработка на строгальных и долбежных станках

Необходимо рассмотреть метод обработки строганием и долблением и изучить схемы резания при строгании и долблении, направления главного движения и движения подачи при работе на продольно- и поперечно-строгальных станках, на долбежных станках; элементы режима резания.

Затем изучите схему устройства и принцип работы строгальных и долбежных станков; конструкции резцов для этих видов обработки, материалы резцов; работы, выполняемые на строгальных и долбежных станках. В заключение необходимо рассмотреть технологические требования к конструкции деталей, обрабатываемых на строгальных и долбежных станках.

Вопросы для самопроверки:

- Приведите схему резания металла при строгании и долблении, укажите элементы режима резания при этих видах обработки и их размерности.
- Нарисуйте эскизы прямого и изогнутого резцов и обозначьте основные части, элементы и углы.
- Какие бывают типы продольно- и поперечно-строгальных станков? Различие в их назначении. Начертите главные движения и движения подачи при работе на продольно- и поперечно-строгальных станках.
- Как определить среднюю скорость рабочего хода резца поперечно-строгального станка с кулисным механизмом? При помощи какого механизма и как устанавливают подачу на строгальных станках?
- Примеры обработки заготовок на строгальных станках, применяемые при этом резцы и приспособления.
- Приведите схему основных движений при работе на долбежном станке. Нарисуйте эскиз долбежного резца и обозначьте его основные части, элементы и углы.
- Типы долбежных станков. Изложите схему устройства одного из них.
- Приведите примеры изготовления детали методом долбления. Какие при этом применяют инструменты и приспособления?
- В чем состоят технологические требования к конструкции деталей, обрабатываемых на строгальных и долбежных станках, в частности при строгании поверхностей с выступами, Т-образных пазов, с узкими и длинными поверхностями обработки т.д.

2.5.6 Обработка на протяжных станках

Следует уяснить сущность метода обработки протягиванием и прошиванием (при свободном и координатном протягивании), рассмотреть схемы резания при протягивании (профильная, генераторная и прогрессивная). Затем изучите элементы режима резания при протягивании; типы протяжек, ее элементы и геометрические размеры.

Протяжные станки классифицируют по ряду признаков; рассмотрите схему устройства и принцип работы вертикально-протяжного станка для внутреннего протягивания и виды работ, выполняемые на протяжных станках. Необходимо уяснить технологические требования, предъявляемые к деталям, обрабатываемым на протяжных станках.

Вопросы для самопроверки:

- Изложите сущность обработки деталей методом протягивания; схемы резания при протягивании.
- Назовите элементы режима резания при протягивании, их размерность.
- Типы протяжек; элементы и геометрические размеры круглой протяжки.
- Классификация протяжных станков. Схема устройства и принцип работы вертикально-протяжного станка для внутреннего протягивания.
- Приведите характеристику работ, выполняемых на протяжных станках. Применяемый инструмент. Непрерывное протягивание на протяжных станках.
- Технологические особенности конструирования деталей машин, обрабатываемых на протяжных станках.

2.5.7 Обработка на фрезерных станках

Необходимо изучить сущность метода обработки фрезерованием, виды фрезерования (встречное и попутное), их достоинства и недостатки; элементы режима резания и их размерности; типы фрез, особенности фрезерования фрезами различных типов (в частности, цилиндрическими и торцовыми). Обратите внимание на процесс образования стружки при фрезеровании, зависимость скорости резания металла от подачи и т.д.

Далее надо уяснить классификацию фрезерных станков и изучить схему устройства консольно-фрезерных (горизонтально- и вертикально-фрезерных) станков; механизмы приводов главного движения и движения подачи этих станков. Разберите кинематическую схему горизонтально-фрезерного станка. Изучите схему устройства, принцип работы и формообразования на продольно- и барабанно-фрезерных, копировально-фрезерных станках. Области их применения.

В заключение надо ознакомиться с основными видами фрезерных работ и формообразования поверхностей при фрезеровании, применяемыми приспособлениями, настройкой делительных головок для простого и дифференциального деления, обратив внимание на фрезерование криволинейных контуров деталей методом копирования.

Вопросы для самотестирования:

- Приведите характеристику обработки методом фрезерования; что такое подача, глубина и скорость резания при фрезеровании?

- Как определить сечение стружки при одновременной работе нескольких зубьев фрезы?

- Укажите основные типы инструментов при фрезеровании и их назначение. Назовите элементы и углы режущей части фрезы с прямыми и винтовыми зубьями.

- Схема устройства и принцип работы горизонтально-фрезерного станка и его кинематическая схема. Как осуществляется подача на этих станках?

- Схема устройства и принцип работы широкоуниверсального фрезерного станка. Как осуществляется главное движение на этом станке?

- Виды фрезерных работ, применяемый при этом инструмент и приспособления.

- Устройство и принцип действия делительных головок, применяемых при фрезеровании зубчатых колес.

- Схема устройства и принцип работы продольно- и барабанно-фрезерных станков. Области их применения.

- Схема устройства и принцип работы копировально-фрезерного станка.

2.5.8 Обработка на шлифовальных станках

В металлообработке применяют различные методы шлифования: наружное, круглое, плоское, бесцентровое наружное и др. В соответствии с этим шлифовать можно цилиндрические, плоские, конические и фасонные поверхности деталей, изготовленные как из мягких, так и из самых твердых металлов и сплавов, в том числе из закаленных сталей.

Для лучшего понимания технологических методов шлифования целесообразно изобразить на отдельном листе бумаги схему круглого шлифования (наружного, внутреннего и бесцентрового), а также плоского шлифования периферией и торцом круга; на схемах показать направление вращения шлифовального круга, являющегося главным движением, и направление движения шлифуемого изделия, которое будет движением подачи.

Изучите классификацию шлифовальных кругов по форме и размерам, видам абразивного материала, величине зерна, видам связки, твердости и структуре. Надо знать, по каким признакам следует выбирать круг необходимой зернистости и твердости связки, режимы работы (подачу и глубину шлифования, скорость резания и окружную скорость детали), износ и правку шлифовальных кругов, точность обработки и чистоту поверхности при шлифовании.

Изучите основные типы шлифовальных станков, уясните их назначение, способы закрепления шлифовальных кругов на шпинделе, механизмы продольных и поперечных подач, обратив внимание на устройство и работу кругло- и плоскошлифовальных станков. Рассмотрите формообразование поверхностей на внутришлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станках; надо иметь понятие о специализированном, ленточном и алмазном шлифовании.

В заключение следует ознакомиться с технологическими требованиями к конструкции деталей, обрабатываемых на шлифовальных станках.

Вопросы для самопроверки:

- Какие основные виды шлифования применяют в металлообработке? Начертите схемы круглого и плоского шлифования и укажите главное движение и движение подачи.

- Какие круги применяют для шлифования мягких и какие для шлифования твердых материалов? Приведите классификацию шлифовальных кругов по различным признакам. В каких случаях необходима правка круга и чем ее производят?

- Схема устройства и принцип работы плоскошлифовального и круглошлифовального станков; области применения этих станков.

- Схема устройства и принцип работы внутришлифовального станка; области применения.

- Схема устройства и принцип работы бесцентрово-шлифовальных станков; области применения.

- Схема работы станков при специализированном, ленточном и алмазном шлифовании; области их применения.

- Изложите технологические требования к деталям, обрабатываемым на шлифовальных станках.

2.5.9 Отделочные методы обработки

К отделочным методам обработки относят полирование, притирку, абразивно-жидкостную отделку, хонингование и суперфиниширование, а применительно к отделке зубчатых колес – зубошвингование, зубохонингование, зубошлифование и зубопритирку.

Рассмотрите схемы и сущность названных методов отделки, применяемые при этом станки, их принцип работы.

Вопросы для самопроверки:

- Назовите методы отделочной обработки цилиндрических и плоских поверхностей, приведите их характеристику.

- Изложите, в чем сущность отделки поверхности при полировании, притирке и абразивно-жидкостной отделке. Области их применения.

- В чем сущность отделки поверхностей хонингованием и суперфинишированием? Области их применения.

- Приведите характеристику отделки зубчатых колес путем зубошвингования, зубохонингования, зубошлифования, зубопритирки.

2.5.10 Электрофизические и пластические методы обработки поверхностей

При изучении электроэрозионных методов размерной обработки – электроискрового, электроимпульсного, электроконтактно-дугового и анодно-механического – следует разобраться в схемах этих видов обработки, знать, каким образом и при каких условиях образуется искровой или искродуговой разряд, как и благодаря чему производится удаление частиц металла с поверхности электродов. Следует усвоить разницу между этими видами обработки металлов, их достоинства и недостатки, применяемое при этом оборудование (станки), схемы устройства, принцип работы и режимы обработки, а также

технологическое назначение этих видов обработки, качество обрабатываемых поверхностей, области их применения.

Нужно иметь в виду, что в современном машиностроении и металлообработке все шире применяют новые материалы, обработка которых обычными методами либо затруднена, либо вообще невозможна и поэтому электроискровая, электроимпульсная и другие виды электрофизической размерной обработки являются единственными способами получения изделий заданных размеров и формы.

Механическая размерная обработка металлов с использованием ультразвуковых колебаний основана на ударах с большой скоростью и частотой частиц абразива о поверхность обрабатываемой заготовки. Необходимо знать схему процесса при различных видах размерной обработки, режимы обработки, станки для ультразвуковой обработки (их модели, схемы устройства и принцип работы), а также области применения данного процесса обработки, его достоинства и недостатки. При этом необходимо учитывать вид обрабатываемого материала (закаленные стали, специальные труднообрабатываемые твердые сплавы, ферриты, кварц, стекло, керамика, полупроводники и многие другие материалы), характер выполняемой работы (получение и обработка весьма малых криволинейных и спиральных отверстий, обработка фасонных полостей и т.д.), качество получаемой поверхности.

В последнее время все шире применяют ультразвуковые колебания режущего инструмента при обработке некоторых металлов на металлорежущих станках (шлифовальных, сверлильных, токарных и др.). Изучите влияние ультразвуковых колебаний инструмента на усилие резания, качество обрабатываемых поверхностей и производительность станков, а также на другие показатели процесса резания металла.

Лучевые способы обработки основаны на воздействии электронных пучков высокой плотности энергии или концентрированных световых лучей на металл. Необходимо изучить сущность и схемы электронно-лучевой и светолучевой размерной обработки металлов и других конструкционных материалов, режимы обработки, области применения. Наконец, следует изучить сущность плазменного метода формообразования поверхности, возможности данного метода и области применения.

Электрохимические способы обработки металлов основаны на анодном растворении определенного участка обрабатываемого металла в среде электролита. Следует знать схему электрохимической размерной обработки (прошивание отверстий и полостей), электрохимического полирования, электрогидравлической обработки металлов, а также электроабразивной обработки. Обратите внимание на состав электролитов, их температуру и электрические режимы обработки.

Рассмотрите способы обработки металлов в холодном состоянии за счет использования их пластических свойств. Необходимо уяснить схемы обработки путем накатывания резьб, шлицевания валов, зубчатых колес и рифлений; изучите применяемый при этом инструмент и приспособления. Далее следует изучить отделочные и упрочняющие способы обработки пластическим деформированием путем обкатывания и раскатывания поверхности деталей и чистовой обработки путем выглаживания – калибрования.

Вопросы для самотестирования:

- Сущность электроискровой и электроимпульсной размерной обработки металлов, их достоинства и недостатки; области применения этих видов обработки.
- Схема устройства и принцип работы электроискровых и электроимпульсных станков, их модели и характеристики; режимы электроискровой и электроимпульсной обработки различных металлов. В каких случаях экономически целесообразно применять эти виды размерной обработки?

- Изложите схему электроконтактно-дуговой обработки металлов, области применения. Объясните, благодаря чему происходит снятие слоя металла при этом виде обработки.

- В чем состоит анодно-механическая обработка металлов? Применяемое оборудование; области применения этого вида обработки. В чем отличие электроконтактно-дуговой обработки от анодно-механической?

- Сущность механической размерной обработки с использованием ультразвуковых колебаний; используемое оборудование и его характеристика; области применения ультразвуковой обработки.

- Объясните физическую природу процессов, протекающих при электронно-лучевой размерной обработке. Источник электронных лучей высокой плотности энергии; области применения электронно-лучевой обработки.

- Физическая сущность процессов, протекающих при обработке материалов концентрированным световым лучом высокой интенсивности. Схема процесса, области применения этого вида обработки.

- Изложите схему плазменной обработки металлов и сплавов; области применения этого метода формообразования поверхностей.

- В чем состоит электрохимическая размерная обработка металлических изделий? Схема процесса обработки.

- Объясните процессы, протекающие при электрическом полировании металлов, схема этого процесса и области применения.

- Изложите сущность электрогидравлического метода формообразования поверхностей; области применения данного вида обработки.

- В чем состоит электроабразивная и электроалмазная обработка металлов; для обработки каких металлов и сплавов применяют эти методы обработки?

- Объясните, в чем состоит обработка металлов пластическим деформированием при накатывании рифлений, обработка зубчатых колес, резьб, шлицевых валов и других деталей. Применяемый при этом инструмент. Области использования этого метода обработки.

- В чем состоят отделочные способы обработки путем пластического деформирования; применяемый при этом инструмент.

- На чем основаны упрочняющие способы обработки деталей в холодном состоянии? За счет чего получается эффект упрочнения поверхностей деталей? Области применения данного способа обработки.