

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Т. П. Колина

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
15.04.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 642.5

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» М. В. Хомякова

Колина, Т. П.

Технология перспективных конструкционных материалов: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 15.04.01 Машиностроение / Т. П. Колина. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 45 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Технология перспективных конструкционных материалов» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к практическим занятиям.

Табл. 3, рис. 6, список лит. – 19 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 21 апреля 2022 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2023 г., протокол № 4

УДК 642.5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.
© Колина Т. П., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	18
ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ».....	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	41

ВВЕДЕНИЕ

Современный научно-технический прогресс неразрывно связан с разработкой и освоением новых материалов. Дисциплина «Технология перспективных конструкционных материалов» относится к общепрофессиональным дисциплинам. Применение большого количества разнообразных материалов, используемых в различных отраслях промышленности, предполагает знание их обозначений в соответствии с ГОСТ. Основной задачей является освоение практических навыков в использовании маркировки сталей, чугунов и цветных сплавов, умение правильно читать марки материалов и определять по ним химический состав, свойства и назначение сплавов, умение правильно выбирать конструкционные материалы для определенных условий эксплуатации.

«Технология перспективных конструкционных материалов» – дисциплина образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение».

Целью освоения дисциплины «Технология перспективных конструкционных материалов» является формирование у студентов системы знаний о материалах, применяемых в машиностроении.

Задачи изучения дисциплины:

- разработка маршрутных карт изготовления машиностроительных изделий высокой сложности на основе физических методов обработки;
- реализация технологии обработки перспективных конструкционных материалов.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований;
- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования;
- способы осуществления сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования;
- соответствие технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- технико-экономическое обоснование проектных решений;

уметь:

- изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт;

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования;

- оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

владеть:

- навыками изучения и использования научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований;

- навыками проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов - способами осуществления сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования;

- навыками проектирования технических средств и технологических процессов производства.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, используются в дальнейшей профессиональной деятельности.

При реализации дисциплины «Технология перспективных конструкционных материалов» организуется практическая подготовка путем проведения практических работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Технология перспективных конструкционных материалов» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены практические задания. Решение практических задач обучающимися проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем.

К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся:

- задания и контрольные вопросы к практическим работам.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, который выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. При необходимости тестовые задания закрытого и открытого типов могут быть использованы для проведения промежуточной аттестации (представлены в фонде оценочных средств по дисциплине «Технология перспективных конструкционных материалов»).

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Металлографические методы анализа в машиностроении» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Технология перспективных конструкционных материалов», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области применения различных материалов при производстве технологического оборудования пищевых производств, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции и практические занятия.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам при изучении курса «Технология перспективных конструкционных материалов». При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом,

так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности магистров как в отсутствие преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь магистрам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов. Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Металлы и сплавы, применяемые в машиностроении. Основные процессы получения чугуна. Основные схемы технологических процессов производства стали.
2	Изготовление поковок машиностроительных деталей
3	Технология литейного производства
4	Сварочное производство. Способы сварки плавлением
5	Технология изготовления изделий методами порошковой металлургии и изделий из резины
6	Физико-механические основы обработки конструкционных материалов резанием

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Металлы и сплавы, применяемые в машиностроении. Основные процессы получения чугуна. Производство стали. Основные схемы технологических процессов производства стали

Ключевые вопросы темы

1. Кристаллическое строение. Физические и механические свойства металлов.
2. Основные компоненты для получения чугуна.
3. Устройство доменной печи
4. Выплавка чугуна.
5. Химические реакции при производстве стали.
6. Сущность закона Нернста. Этапы выплавки стали.
7. Производство стали в мартеновских печах.
8. Производство стали в кислородных конвертерах.
9. Производство стали в электропечах.
10. Разливка стали.

Ключевые понятия: кристаллические решетки металлов, прочность, твердость, деформация, классификация сталей и чугунов и их маркировка; железные, марганцевые и хромовые руды, подготовка руд к плавке, топливо, флюсы, процесс восстановления железа, продукция плавки, устройство доменной печи; сущность передела чугуна в сталь, отражательная регенеративная печь, скрап-процесс, скрап-рудный процесс, раскисление металла, кислородный конвертер, шихтовые материалы, дуговая плавильная печь, изложницы, непрерывная разливка стали.

Литература: [1, с. 7–58]

Методические рекомендации

Обратите внимание на основные физические, химические, механические, эксплуатационные и технологические свойства материалов, применяемых в машиностроении.

Изменения в сплавах, происходящие при их охлаждении или нагревании, определяют по диаграммам состояния. Изучая диаграмму состояния “железо-цементит”, прежде всего, запомните структурные составляющие железоуглеродистых сплавов и превращения, происходящие в сплавах при их охлаждении. Отметьте практическое использование диаграммы. Рассмотрите классификацию сталей по химическому составу и усвойте их маркировку.

Ознакомьтесь с основными свойствами цветных металлов и сплавов, областями их применения и маркировкой.

Для производства черных и цветных металлов и сплавов используют металлургические руды, флюсы, топливо и огнеупорные материалы. Уясните выбор флюсов в зависимости от применяемых в производстве плавильных печей

(кислых или основных) и управление процессами удаления вредных примесей из расплавов.

Основной вид металлургического топлива – кокс. Следует знать способ его получения, химический состав, свойства и теплотворную способность. Облицовку (футеровку) металлургических печей и ковшей для разлива металла делают из огнеупорных материалов.

Чугун выплавляют в высокопроизводительных агрегатах – доменных печах. Изучите устройство доменной печи и принцип ее работы.

Рассматривая процессы доменной плавки, уясните процессы восстановления оксидов железа, выпуск чугуна и шлаков из доменной печи.

Процесс производства стали основан на снижении процентного содержания углерода и примесей, имеющихся в предельном чугуне. Сущность процессов удаления примесей на основе законов физической химии. Рассмотрите основные химические реакции, происходящие при плавке.

Ознакомьтесь с устройством и принципом работы мартеновских печей. Изучите характерные периоды плавки этого процесса и их значение. В заключение уясните, какие стали выплавляют в мартеновских печах.

Кислородно-конверторный процесс – наиболее экономичный способ производства стали. Ознакомьтесь с устройством современных кислородных конверторов и принципом их работы. Рассмотрите шихтовые материалы конверторного производства и технологию плавки, обратив внимание на окислительный период плавки и раскисление стали.

Ознакомьтесь с устройством и принципом работы электрических печей. В дуговой печи возможны две технологии плавки: переплавом на шихте из легированных отходов и окислением примесей на углеродистой шихте. Ознакомьтесь с устройством и принципом работы индукционных электрических печей.

Изучая процессы разлива стали, ознакомьтесь с устройством изложниц и установок непрерывной разлива стали. Рассмотрите схемы процессов.

По степени раскисления стали делят на спокойные, кипящие и полуспокойные. Новые технологические способы повышения качества сталей; обработку стали синтетическими шлаками; вакуумирование при разливе; электрошлаковый переплав (ЭШП); вакуумно-дуговой переплав (ВДП) и др. Обратите внимание на сущность и схемы процессов, технологические возможные способы и области применения.

Рассмотрите способы производства меди, алюминия, магния и титана.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные механические свойства машиностроительных материалов.
2. Перечислите основные фазы железоуглеродистых сплавов.
3. Особенности маркировки углеродистых, легированных и инструментальных сталей.
4. Назовите исходные материалы для производства чугуна, стали.
5. Назовите основные операции подготовки руд к плавке.
6. Устройства доменной печи.
7. Какими материалами производят футеровку доменной печи.
8. Как происходит восстановление оксидов железа в процессе плавки.

9. Продукты доменной плавки.
10. Сформулируйте сущность процессов при получении стали из чугуна.
11. Назовите этапы плавки стали и основные процессы в каждом из них.
12. На каком из этапов выплавки стали производят легирование.
13. Назовите этапы процессов плавки в мартеновских печах.
14. Назовите этапы процессов плавки в конвертерах.
15. Назовите этапы процессов плавки в дуговой плавильной печи.
16. Назовите этапы процессов плавки в тигельной плавильной печи.
17. Перечислите основные способы и исходные материалы при производстве меди, алюминия, магния и титана.

Тема 2. Изготовление поковок машиностроительных деталей

Ключевые вопросы темы

1. Ковка. Сущность процесса, основные операции ковки.
2. Оборудование для ковки.
3. Изготовление деталей горячей объемной штамповкой.
4. Изготовление деталей холодной объемной штамповкой.
5. Получение деталей листовой штамповкой.

Ключевые понятия: открытые и закрытые штампы, поковки, осадка, разгонка, прошивка, отрубка, гибка, паровоздушный молот, горячая штамповка, многоручьевого штамп, холодная высадка, выдавливание, листовая штамповка, разделительные операции, формообразующие операции.

Литература: [1, с. 78–85, 86–96, 105–108, 129–144]

Методические рекомендации

Поковки в современном машиностроении, особенности их изготовления универсальным инструментом и специальным инструментом – штампом. Оборудование, применяемое при производстве поковок.

Ковка. Сущность процесса ковки. Исходными заготовками являются для мелких поковок – сортовой прокат и блюмы; для крупных – слитки. Операции ковки и применяемый инструмент. Технологические возможности ковки.

Горячая объемная штамповка. Сущность процесса горячей объемной штамповки, применяемые заготовки. Разновидности горячей объемной штамповки. Штамповка в открытых штампах. Штамповка в закрытых штампах. Напряженное состояние и особенности деформирования металла. Прогрессивные, малоотходные способы объемной штамповки: выдавливанием, штамповкой в разъемных матрицах, поперечно-клиновой вальцовкой, ротационным обжатием. Основные этапы технологического процесса горячей объемной штамповки. Многоручьева штамповка. Применение периодического проката для объемной штамповки. Технологические возможности горячей объемной штамповки.

Изготовление деталей холодной объемной штамповкой. Сущность и схемы холодного выдавливания, высадки и объемной формовки. Типы деталей, получаемых различными способами холодной объемной штамповки.

Листовая штамповка. Сущность листовой штамповки. Разделительные операции, их схемы, напряженное состояние, обеспечение требований к качеству изготовления. Раскрой и коэффициент использования листового металла.

Формоизменяющие операции, их схемы, напряженное состояние и особенности деформирования металла.

Инструмент и оборудование листовой штамповки. Сущность и схемы листовой штамповки эластичной средой, гидравлическим способом.

Вопросы для самоконтроля

1. Получение заготовок для горячей объемной штамповки.
2. Какие виды многоручьевых штампов применяют для получения деталей?
3. Перечислите основные операцииковки.
4. Оборудование, применяемое дляковки, от чего зависит этот выбор?
5. Какой материал используют для листовой штамповки?
6. Классификация операций листовой штамповки.
7. Что относится к разделительным операциям листовой штамповки.
8. Назовите схемы формоизменяющих операций.

Тема 3. Технология литейного производства

Ключевые вопросы темы

1. Основные свойства сплавов.
2. Отливки в песчаную литейную форму. Литейная оснастка.
3. Формовочные и стержневые смеси
4. Литье в оболочковые формы, оснастка и оборудование.

Ключевые понятия: литье, жидкотекучесть, ликвации; модельный комплект; состав формовочных смесей, литниковая система, усадочные раковины, пористость в отливках, стержневые смеси; оболочковые формы.

Литература: [1, с. 149–156, 164–181, 186–187]

Методические рекомендации

Современное состояние литейного производства. Классификация способов изготовления отливок. Изучите основные литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, усадку, склонность к трещинообразованию и газопоглощению, ликвацию.

Отливки получают литьем в песчаную литейную форму, в оболочковую литейную форму, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением, центробежным литьем и другими способами.

Литейная форма, ее элементы и назначение. Изготовление отливок в песчаных формах. Сущность способа. Литейная оснастка. Формовочные и стержневые смеси. Литниковая система и ее назначение. Влияние состава формовочных смесей на качество отливок. Изготовление стержней. Механические способы уплотнения формовочных смесей: прессованием, встряхиванием, пескоструйным, плунжером, пленочно-вакуумным.

Изготовление отливок литьем в оболочковые формы. Сущность способа и его особенности. Литейная оснастка и оборудование. Последовательность изготовления отливок литьем и оболочковые формы.

Вопросы для самоконтроля

1. Требования к литейным сплавам.
2. Какие сплавы обладают наибольшей жидкотекучестью?
3. Что приводит к образованию усадочных раковин и пористости?
4. Что входит в состав модельного комплекта?

5. Состав формовочных и стержневых смесей.
6. Назовите основные элементы литниковых систем.
7. Перечислите основные способы машинной формовки.
8. Назовите последовательность операций литья в оболочковые формы.

Тема 4. Сварочное производство. Способы сварки плавлением

Ключевые вопросы темы

1. Сварка как технологический процесс получения неразъемного соединения.
2. Классификация способов сварки. Область применения способов сварки.
3. Физическая сущность сварки плавлением и давлением.
4. Образование межатомных и межмолекулярных связей при образовании сварного соединения. Понятие о свариваемости.
5. Дуговая сварка. Сущность процесса.

Ключевые понятия: способы сварки, сварка плавлением, сварка давлением, термомеханическая сварка, свариваемость материалов, кристаллизация сварочной ванны, дуговая сварка, классификация электродов, сварочные аппараты, виды дуговой сварки.

Литература: [1, с. 234–256]

Методические рекомендации

Общая характеристика сварочного производства. Определение сварки как технологического процесса получения неразъемного соединения. Краткие сведения из истории развития сварки. Современное состояние сварочного производства, его место в промышленности и перспективы развития

Физические основы получения сварного соединения. Условия образования межатомных и межмолекулярных связей при образовании сварного соединения. Классификация способов сварки. Понятие о свариваемости. Оценка свариваемости по степени соответствия свойств, сварного соединения и основного металла.

Термический класс сварки. Дуговая сварка. Сущность процесса. Электрические и тепловые свойства дуги. Статическая характеристика дуги. Источники сварного тока. Требования к источникам тока и их внешние характеристики. Источники постоянного и переменного тока, их преимущества и недостатки.

Ручная дуговая сварка покрытым электродом. Схемы дуговой сварки. Схема процесса. Электроды для ручной дуговой сварки. Сварочная проволока. Назначение и состав покрытия электрода. Классификация электродов по назначению и типу покрытия. Основные металлургические процессы в сварочной ванне. Защита, раскисление и легирование металла сварочной ванны. Особенности кристаллизации сварного шва.

Автоматическая сварка под флюсом. Сущность процесса. Особенности автоматической сварки по сравнению с дуговой. Сварочные материалы.

Сварка в атмосфере защитных газов. Сущность процесса и его разновидности: сварка неплавящимися и плавящимися электродами. Ручная, полуавтоматическая и автоматическая сварка. Особенности применяемых источников теплоты. Защитные газы. Особенности сварки в углекислом газе. Сварочные материалы.

Сварка и обработка материалов плазменной струей. Сущность и схема процесса. Получение плазменной струи сжатием дуги в узком канале плазматрона. Характеристика плазменной струи как источника теплоты. Типы плазменной струи: выделенная из дуги и совмещенная со столбом дуги.

Электрошлаковая сварка. Сущность и схема процесса. Особенности шлаковой ванны как распределенного источника теплоты. Разновидность способа.

Вопросы для самоконтроля

1. По каким признакам различают способы сварки?
2. Какие основные свойства электрической дуги?
3. Какие основные процессы протекают при взаимодействии расплавленного металла со шлаком?
4. По каким признакам классифицируют электроды для ручной дуговой сварки?
5. Как маркируются электроды для ручной дуговой сварки?
5. Назначение и состав покрытия электрода.

Тема 5. Технология изготовления изделий методами порошковой металлургии и изделий из резины.

Ключевые вопросы темы

1. Этапы производства изделий из металлического порошка.
2. Приготовление порошковой смеси и формообразование заготовок.
3. Спекание заготовок и термическая обработка.
4. Подготовка резиновой смеси и способы изготовления изделий.

Ключевые понятия: матрица, армирующие волокна, одноосное армирование, двух- и трехосное армирование, стекловолокно непрерывное, дискретное волокно, каучук, вулканизация, каландрирование, выдавливание.

Литература: [1, с. 503–527]

Методические рекомендации

Рассматривая порошковую металлургию как технологический метод, надо отметить его основную особенность – применение исходного сырья в виде порошков. Основные этапы этого метода: получение и подготовка порошков, формообразование изделия прессованием, термическая обработка или спекание спрессованных изделий.

Основные способы формообразования изделий из порошков – прокатка и прессование, имеющие ряд разновидностей. Завершающая операция – спекание изделий – производится для получения необходимой прочности изделий. Технология порошковой металлургии позволяет получать детали с уникальными свойствами: твердостью и износостойкостью, специальными электрическими и электромагнитными свойствами, с низкими или высокими коэффициентами трения, высокой пористостью.

Важнейшим свойством резины – продукта химической реакции натуральных и синтетических каучуков – является высокая эластичность; в зависимости от нее различают мягкие и твердые резины.

Технологические процессы изготовления резиновых изделий состоят из трех основных этапов: приготовления резиновой смеси, формования и вулканизации. Исходные материалы при приготовлении смеси: каучук, вулканизирую-

щие вещества, наполнители, мягчители, противостарители и красители. Резиновая смесь перерабатывается в изделия каландрированием, непрерывным выдавливанием, прессованием, литьем под давлением. При изучении способов получения фасонных изделий из резины обратите внимание на сходство этих способов со способами переработки пластмасс и на технологические возможности каждого способа.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные операции процесса производства порошковых изделий.
2. Какой металл является распространенным легирующим элементом в порошковой металлургии и почему?
3. Этапы уплотнения порошкового материала.
4. Схемы холодного формования на прессах.
5. Схема гидростатического формования.
6. Получение резиновых деталей непрерывным выдавливанием.
7. Получение резиновых деталей каландрированием.

Тема 6. Физико-механические основы обработки конструкционных материалов резанием

Ключевые вопросы темы

1. Общие сведения процессов резания.
2. Классификация движений формообразования поверхностей.
3. Схема обработки резанием. Геометрия срезаемого слоя.
4. Элементы токарного проходного резца.
5. Углы резца

Ключевые понятия: процесс резания, технологическая система, стружка, главное движение резания, движение подачи, глубина резания, скорость резания, элементы резца, углы резца.

Литература: [1, с. 311–326]

Методические рекомендации

В теме рассматриваются современные и прогрессивные технологические методы формообразования поверхностей деталей машин точением, сверлением, фрезерованием, протягиванием, шлифованием, отделочными, электрофизическими и другими методами обработки.

Классификация технологических методов обработки заготовок деталей машин, которые наиболее широко применяют в промышленности. Методы обработки рассматриваются в совокупности с оборудованием, инструментами и оснасткой.

Движения, обеспечивающие срезание с заготовки слоя металла или вызывающие изменение состояния обработанной поверхности заготовки, называют основными. К ним относят главное движение и движение подачи. Движение, определяющее скорость деформирования и отделения стружки, называют главным движением. Движения, обеспечивающие врезание режущей кромки инструмента в материал заготовки, называют движением подачи. Скорость главного движения обозначают v , подачу s .

Графическим изображением процесса формообразования поверхности служит схема обработки, на которой условно изображают обрабатываемую за-

готовку, ее установку и закрепление на станке с указанием положения инструмента относительно заготовки и основных движений. Инструмент показывают в положении, соответствующем окончанию обработки поверхности заготовки.

Основные движения являются формообразующими – они воспроизводят производящие линии (образующую и направляющую) при обработке поверхностей в процессе резания. Обработка заготовок деталей машин реализует три основных кинематических метода формообразования поверхностей: копирование, следов, обкатки.

На примере токарного резца рассмотрите элементы и геометрию режущего инструмента. Для определения углов резца необходимо знать поверхности на обрабатываемой заготовке и координатные плоскости.

Обратите внимание на влияние углов резца на процесс резания и качество обработанной поверхности.

Физическая сущность процесса резания, как процесса упругопластического деформирования материала заготовки, сопровождающегося ее разрушением и образованием стружки. В начальный момент процесса резания в срезаемом слое возникают упругие деформации, которые, накапливаясь, переходят в пластические. Возникает сложное упругонапряженное состояние, где действуют нормальные напряжения растяжения, переходящие, по мере удаления от резца, в сжимающие напряжения. В плоскости, совпадающей с направлением движения резца, возникают касательные напряжения.

Сложное упругонапряженное состояние приводит к сдвиговым деформациям в зоне стружкообразования, где завершается разрушение кристаллов.

В результате сопротивления металла деформированию возникают реактивные силы, действующие на режущий инструмент. Силы упругого и пластического деформирования вызывают возникновение сил трения, Все эти силы приводятся к равнодействующей силе резания. Для расчетов используют составляющие равнодействующей силы, действующие по трем взаимно перпендикулярным направлениям.

Наростообразование происходит за счет неидеальной формы инструмента и трения частиц металла о переднюю плоскость резца, которые оседают на ней, за счет сил трения. Нарост постоянно уносится стружкой.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные схемы обработки заготовок точением.
2. Перечислите основные схемы движения в процессе резания.
3. Какие виды стружки образуются при резании в зависимости от пластичности металла?
4. Перечислите основные методы формообразования поверхностей.
5. Конструктивные и геометрические элементы токарного резца.
6. Назовите главные и вспомогательные углы токарного резца.
7. Какие напряжения возникают в месте среза металла резцом?
8. Что происходит с кристаллами металла в зоне отрыва стружки от основного металла?
9. В каких металлах образуется сливная стружка, стружка скалывания и стружка надлома?
10. Где возникают силы упругого и пластического деформирования?
11. Для чего определяется равнодействующая сила резания?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков выбора материала для конкретной детали.

Практические занятия по дисциплине «Технология перспективных конструктивных материалов» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, связанных с темой практического занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер ПЗ	Наименование практического занятия
1	Проектирование и расчет элементов литниковой системы
2	Определение размеров припусков на обработку детали
3	Расчет режимов резания при механической обработке

Практическое занятие № 1. Проектирование и расчет элементов литниковой системы.

Цель работы: получить навыки основных этапов проектирования технологического процесса изготовления отливки в песчаной форме и порядок расчета каждого элемента литниковой системы

Задания по практической работе.

Перед выполнением работы студент получает следующие исходные данные:

1. Чертеж детали с техническими условиями на ее изготовление.
2. Марку литейного сплава.
3. Сведения о типе производства (единичное, мелкосерийное, серийное, крупносерийное или массовое).

Исходные данные выдаются преподавателем индивидуально каждому студенту.

Для выполнения работы необходимо:

1. Определить положение отливки в форме и назначить разъемы модели и формы
2. Назначить припуски на механическую обработку на все обрабатываемые поверхности детали, припуски на усадку, напуски и формовочные уклоны;

если для получения отливки используются стержни, то определить размеры стержневых знаков;

3. Произвести расчет литниковой системы.

Графическая часть работы включает в себя эскиз детали, эскиз отливки с указанием припусков на механическую обработку, эскизы модели, стержня и литейной формы в сборе. Если для изготовления отливки требуется несколько стержней, вычерчивается один стержень и для него стержневой ящик (по выбору студента).

Методические рекомендации по выполнению практического занятия

Порядок выполнения работы показан на конкретном примере. Отливаемая деталь – корпус подшипника, материал – чугун СЧ 21, производство мелкосерийное. Эскиз детали представлен на рис. 1.

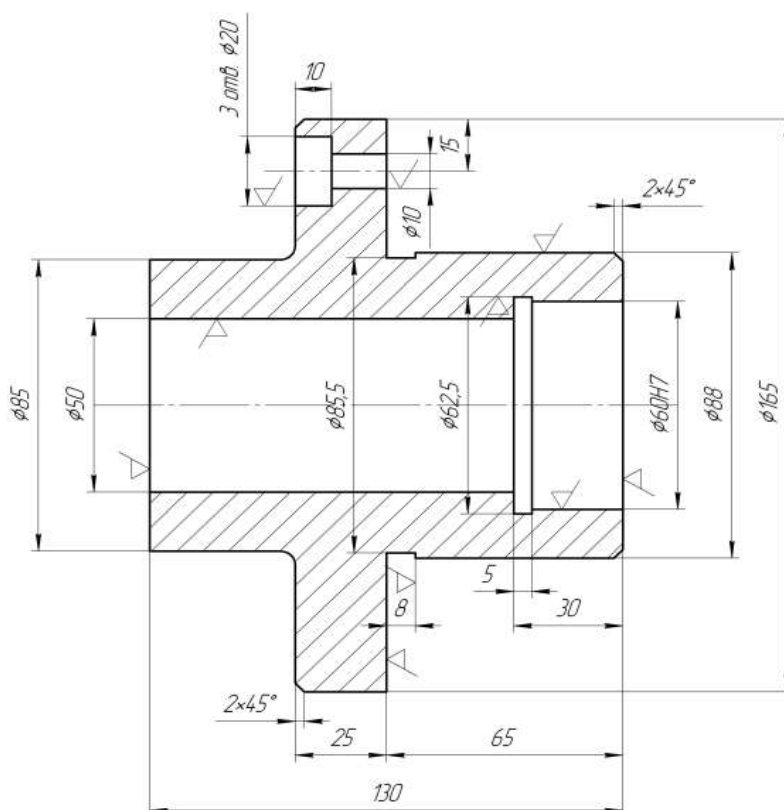


Рисунок 1 – Эскиз детали

1. Выбор положения отливки в форме и определение плоскостей разъема

Прежде чем приступить к разработке технологического процесса изготовления отливки, необходимо тщательно изучить чертеж детали, обратив особое внимание на ее назначение, технические условия, обработку, тип производства. При этом необходимо руководствоваться следующими основными положениями.

Способ формовки – машинный или ручной – определяется серийностью производства. При единичном и мелкосерийном производстве применяется ручная формовка, а при серийном, крупносерийном и массовом – машинная.

Машинная формовка позволяет получать отливки более высокого качества, сделать процесс значительно менее трудоемким и, следовательно, снизить себестоимость литья.

Приемы формовки – в двух или более опоках, по разъемной модели, в стержнях и т.д. – определяются прежде всего конфигурацией и размерами отливки. Из всего многообразия приемов формовки, накопленных практикой литейного производства, необходимо выбрать (с помощью преподавателя) простейший, обеспечивающий качественное получение отливки, и вместе с тем себестоимость литья.

При выборе положения отливки в форме необходимо по возможности располагать наиболее ответственные части отливки в нижних и боковых частях формы, так как в ее верхних частях сосредотачиваются газовые и шлаковые включения, ухудшающие механические свойства металла. В нижних частях формы следует также располагать тонкостенные части отливки (например, ребра жесткости), причем вертикальное их расположение предпочтительнее горизонтального, так как вертикальные полости формы лучше заполняются расплавленным металлом при заливке. Оптимальным вариантом является расположение (если это возможно) всей отливки в одной, нижней опоке. Однако во всех случаях выбранное положение отливки должно обеспечить удобство изготовления и сборки формы.

Выбор разъема формы или модели определяется многими факторами. В зависимости от конструктивной сложности отливки может быть один или несколько разъемов, причем они могут располагаться как на одном, так и на нескольких уровнях. Необходимо стремиться к уменьшению количества разъемов, так как с их увеличением снижается точность сборки формы, увеличивается трудоемкость и себестоимость литья.

При выборе положения отливки в форме и определении разъемов необходимо обеспечить возможность извлечения модели из формы без разрушения последней.

Произведем оценку детали, эскиз которой представлен на рис. 1, с точки зрения расположения в ней зон качественного металла. Наиболее качественной должна быть зона детали ($\text{Ø}60\text{H}7$), где будет располагаться подшипник. Следовательно, отливка в форме должна быть расположена вертикально, причем внизу должна быть зона подшипника ($\text{Ø}60\text{H}7$). В этом случае возможность извлечения модели из формы будет обеспечена, если плоскость разъема расположить по торцу фланца. Центральное отверстие ($\text{Ø}50$) должно выполняться с помощью стержня.

Отверстия во фланце (под крепеж) ввиду малого диаметра получать литьем нерационально, они будут выполняться механически. Учитывая тип производства – мелкосерийное – принимаем ручную формовку в двух опоках по разъемной модели с использованием деревянного модельного комплекта.

2. Назначение припусков на механическую обработку

Припуском называется слой металла, предназначенный для снятия в процессе механической обработки. Величина припуска должна быть такой, чтобы после механической обработки поверхность детали отвечала требованиям по качеству металла, механическим свойствам и шероховатости. Величина при-

пуска в зависимости от класса точности отливок, размеров и расположения обрабатываемой поверхности по отношению к разъему (верх, низ, бок) регламентируется для чугунного фасонного литья ГОСТом 1855-55, для стального фасонного литья ГОСТом 2009-55 (см. табл. 1 и 2 приложения).

Класс точности отливок определяется в зависимости от типа производства (серийности), материала и состояния модельного комплекта и оснастки, а также других факторов. К первому классу точности относятся отливки, получаемые в крупносерийном и массовом производстве при машинной формовке с использованием, как правило, металлического модельного комплекта. Второй класс точности достигается при машинной формовке по деревянным моделям (среднесерийное производство). Все отливки, получаемые в единичном и мелкосерийном производстве с использованием ручной формовки и деревянного модельного комплекта, относятся, как правило, к третьему классу точности. Так как в рассматриваемом случае применяется ручная формовка по деревянной модели, отливка должна быть отнесена к третьему классу точности. В соответствии с ГОСТ 2.423-73 припуски на механическую обработку на чертежах изображаются сплошной основной линией. Величина припуска указывается либо числом перед знаком шероховатости поверхности детали или величиной уклона, либо линейным размером. Отверстия, впадины и другие особенности конфигурации детали, не выполняемые литьем, зачеркиваются сплошной линией. Слой металла, оставляемый на месте не выполняемых литьем элементов детали, называется напуском.

Все поверхности модели, перпендикулярные разъему, должны иметь формовочные уклоны, облегчающие извлечение модели из формы. Следовательно, формовочные уклоны будут иметь место и на отливке, так как последняя повторяет наружную конфигурацию модели. На обрабатываемых поверхностях формовочный уклон назначается сверх припуска на механическую обработку. Значения формовочных уклонов для наружных поверхностей моделей регламентируются ГОСТом 3212-57 (табл. 3 приложения).

Эскиз отливки с нанесенными припусками, напусками и формовочными уклонами для рассматриваемого примера представлен на рис. 2.

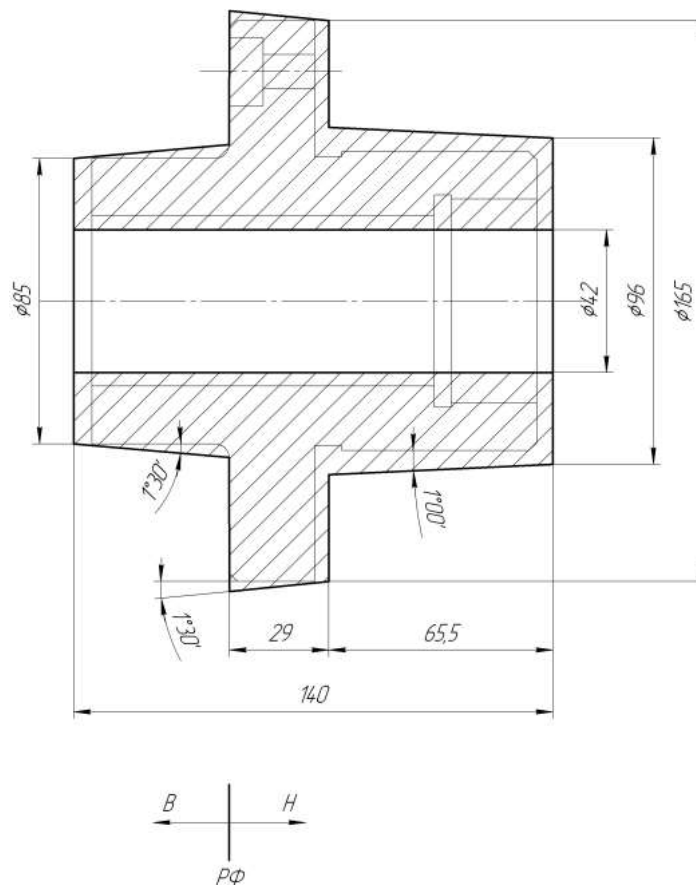


Рисунок 2 – Эскиз отливки

3. Разработка эскиза модели

Модель и стержневой ящик образуют модельный комплект. Модель – прообраз будущей отливки. С помощью модели формообразуется, в основном, наружная конфигурация отливки. От отливки модель отличается материалом, наличием стержневых знаков (если отливка полая и для формирования полости необходим стержень), наличием разъема в случае, если формовка производится по разъемной модели, размерами, превышающими соответствующие размеры отливки на величину линейной усадки сплава. Величину линейной усадки для различных литейных сплавов можно определить по табл. 4 приложения.

В качестве материала для изготовления моделей используют дерево, металлические сплавы, пластмассы и т.д. Металлические модели применяются в серийном производстве при машинной формовке. В единичном и мелкосерийном производстве применяются модели из различных пород дерева. Модели могут быть цельными или иметь один и более разъемов, т.е. состоять из нескольких частей. Отдельные части разъемных моделей центрируются с помощью шипов или дюбелей. На моделях могут быть съемные части, закрепленные шпильками, штырями, крючками и т.п.

На модели могут быть стержневые знаки. При формовке с помощью этих элементов получают соответствующие полости (углубления) в форме, которые служат для установки стержня и его ориентировки при сборке литейной формы. В зависимости от расположения стержня в форме стержневые знаки могут быть горизонтальными и вертикальными. Размеры стержневых знаков регламентируются ГОСТом 3606-80.

Данные для выбора длины горизонтальных знаков представлены в табл. 5, высота вертикальных знаков – в табл. 6 и 7, уклонов знаков – в табл. 8 приложения.

Эскиз модели для рассматриваемого примера представлен на рис. 3.

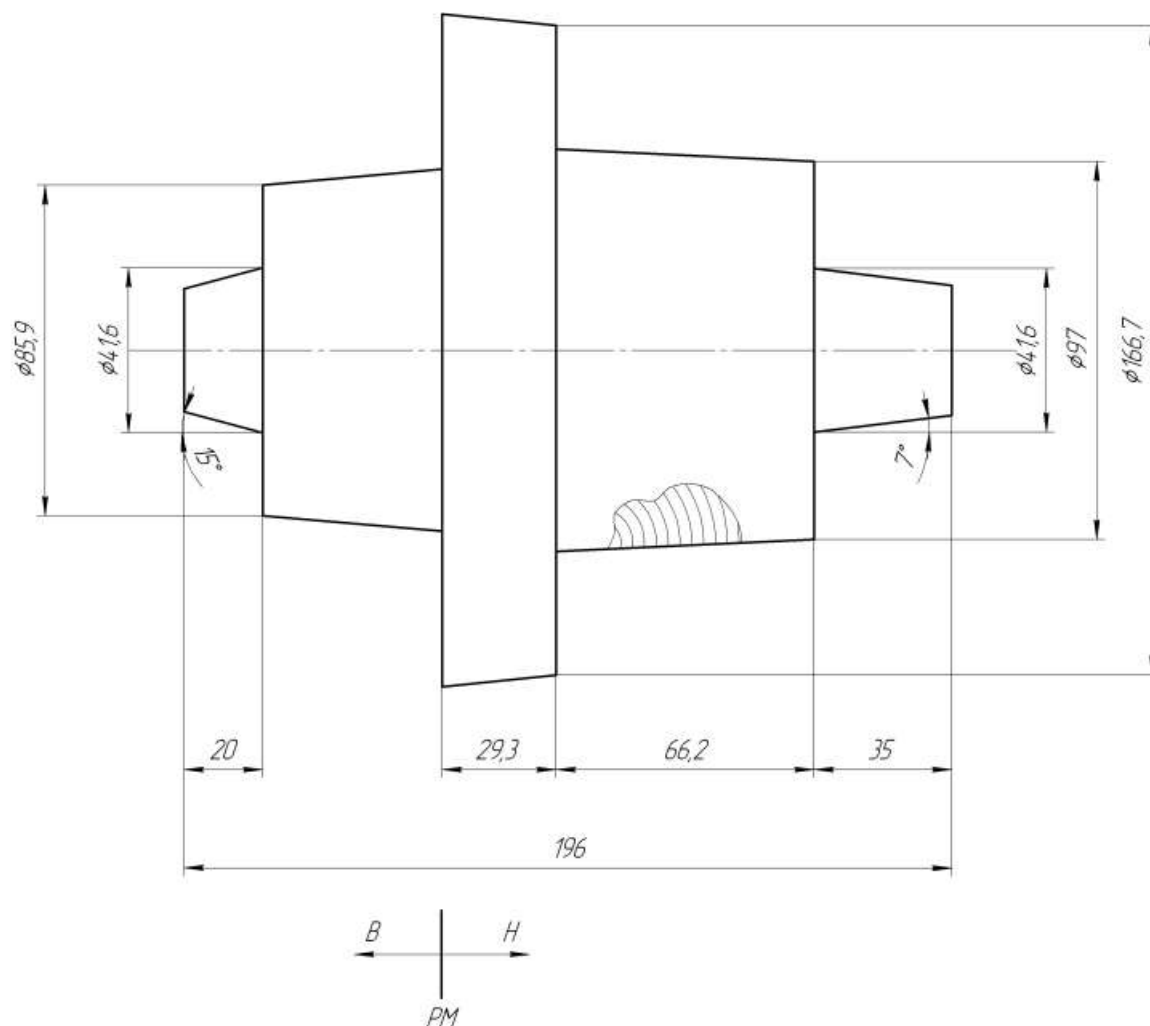


Рисунок 3 – Эскиз модели

Размеры детали, соответствующие им размеры отливки и модели, величины припусков на механическую обработку и припусков на усадку необходимо свести в таблицу.

4. Разработка эскиза стержня

Если модель служит для получения наружной конфигурации будущей отливки, то стержень формирует ее внутренние очертания. Стержни изготавливают из специальных стержневых смесей. В зависимости от применяемых материалов они могут быть песчано-глинистыми, песчано-масляными, песчано-цементными, быстротвердеющими и т.д. В единичном и мелкосерийном производстве уплотнение стержневой смеси производится вручную (трамбовками, пневмотрамбовками). В массовом производстве для этой цели используется мундштучные, прессовые, встряхивающие, пескодувные, пескоструйные и другие машины.

После формовки, уплотнения и извлечения стержней из ящиков стержни подвергаются сушке в печах при температуре 175–325 °С. Сушка способствует повышению прочности и газопроницаемости стержней. Для более высокой газопроницаемости в стержне делают вентиляционные каналы. Большая прочность, особенно крупных стержней, достигается использованием металлических каркасов (проволочных, сварных, литых). После изготовления отливки стержень, находящийся внутри нее, разрушается. Разрушение стержня в единичном производстве производится вручную, в серийном производстве – с помощью вибрационных машин или гидравлическим способом.

На эскизе стержня должны быть показаны вентиляционный канал, арматура и основные (габаритные) размеры. Эскиз стержня для рассматриваемого примера представлен на рис. 4.

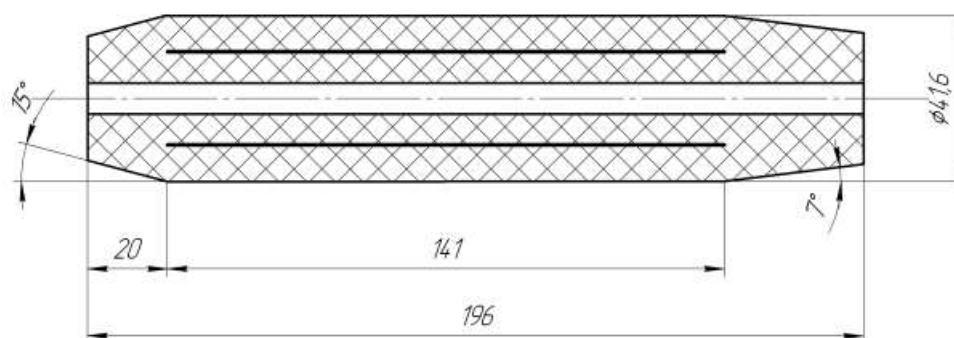


Рисунок 4 – Эскиз стержня

5. Расчет литниковой системы

Литниковой системой называется совокупность каналов в литейной форме, подводящих расплавленный металл, улавливающих шлак и неметаллические включения, отводящих воздух, вытесняемый из литейной формы при ее заливке, а также питающих отливку в процессе ее кристаллизации. По конструкции различают горизонтальные, верхние, дождевые, сифонные, ярусные (этажные), комбинированные литниковые системы. Наибольшее распространение получили нормальные горизонтальные системы с фильтровальными сетками. Элементами такой системы являются воронка, или чаша 1, служащая для приема расплавленного металла, заливаемого из ковша, фильтровальная сетка 2, предназначенная для удержания шлака, стояк 3, представляющий собой вертикальный канал в форме. Стояк имеет коническую боковую поверхность, так как получается с помощью модели, имеющей формовочный уклон. Кроме того, в литниковую систему входит шлакоуловитель 4, служащий для улавливания шлака и различных включений, а также для распределения жидкого металла по литейной форме. Шлакоуловитель представляет собой горизонтальный канал, имеющий трапециевидную форму. Такая форма обеспечивает наиболее полное улавливание шлака. Последний элемент системы – питатели 5 – представляют собой один или несколько горизонтальных каналов, непосредственно подводящих металл в полость формы. Эскиз элементов нормальной горизонтальной литниковой системы представлен на рис. 5.

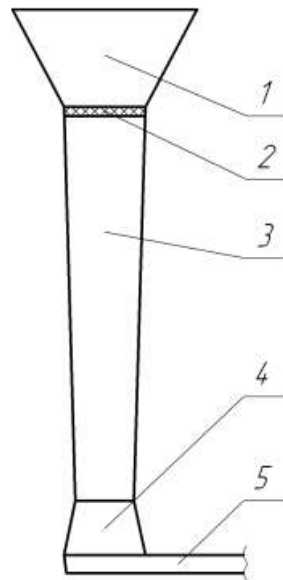


Рисунок 5 – Эскиз литниковой системы

Обычно воронка, стояк и шлакоуловитель располагаются в верхней опоке, т.е. выше разъема, а питатель – в нижней. Для отвода воздуха из литейной формы и контроля ее заполнения жидким металлом служит выпор – дополнительный вертикальный канал. Для питания отливки расплавленным металлом при ее кристаллизации служат прибыли, представляющие собой массивные объемы (каналы, полости). Сечение и размеры прибылей должны быть рассчитаны так, чтобы затвердевание металла в них происходило только после затвердевания самой отливки.

Отливки малых размеров (особенно из чугуна) отливаются без прибылей. Необходимо помнить, что литник (затвердевшая отливки литниковая система) и прибыль являются отходом литейного производства.

Расчет литниковой системы сводится к определению площадей поперечных сечений питателей ($\Sigma F_{пит}$), шлакоуловителя ($F_{шл}$) и стояка ($F_{ст}$). Суммарная площадь поперечных сечений питателей определяется по следующей зависимости:

$$\Sigma F_{пит} = \frac{Q}{\rho \mu \tau \sqrt{2gH}}, \text{ м}^2,$$

где Q , кг – масса отливки и прибыли; ρ , кг/м³ – плотность металла (для чугуна и стали $\rho \approx 7800$ кг/м³); $\mu = 0,4 - 0,6$ – коэффициент истечения; $\tau = 4 - 9$ с – время заливки формы; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; H , м – средний напор (высота от верхнего края воронки до центра масс отливки).

Площади поперечных сечений шлакоуловителя и стояка выбираются из соотношений:

- 1) для отливок из чугуна массой до 1 т и более 1 т соответственно $\Sigma F_{пит}:F_{шл}:F_{ст}=1:1,1:1,15$ и $\Sigma F_{пит}:F_{шл}:F_{ст}=1:1,2:1,4$;
- 2) для стального литья $\Sigma F_{пит}:F_{шл}:F_{ст}=1:1,3:1,6$.

Этими зависимостями следует руководствоваться при вычерчивании формы в сборе для примерного соблюдения соотношения сечений каналов литниковой системы.

6. Литейная форма в сборе

Сборка литейной формы – сложная и ответственная операция, во многом определяющая качество будущей отливки. Опoki после извлечения из них модели и установки стержней совмещаются по направляющим штырям. Во избежание подъема и смещения верхней опоки относительно нижней на верхнюю опоку устанавливают грузы, опоки скрепляют болтами, скобами, струбцинами. После этого форма считается готовой для заливки ее расплавленным металлом. Заливка формы производится из разливного ковша. После охлаждения форму разрушают, отливку очищают от пригоревшей формовочной смеси, отламывают, отрубают или отпиливают литник, разрушают стержень. После дополнительной очистки и необходимого контроля отливка поступает на механическую обработку. Форма в сборе вычерчивается схематично, но с соблюдением пропорций.

Эскиз литейной формы в сборе для рассматриваемого примера представлен на рис. 6.

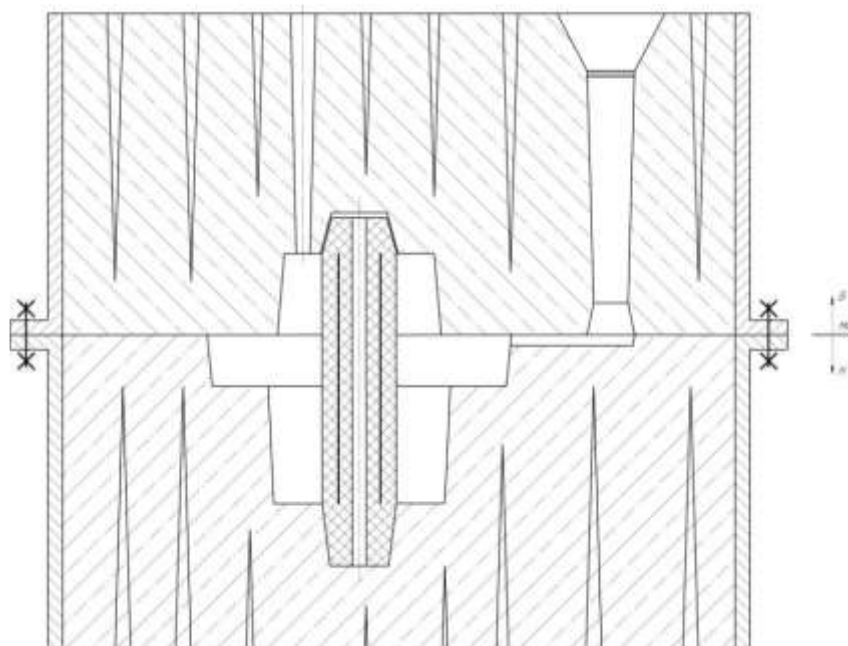


Рисунок 6 – Эскиз формы в сборе

7. Содержание отчета и требования к его оформлению

Отчет должен содержать цель работы, исходные данные, подробные комментарии к выбору положения отливки в форме, плоскостей разъема, назначению припусков на механическую обработку, напусков, формовочных уклонов, припусков на усадку, размеров и уклонов стержневых знаков и стержня, расчет литниковой системы и вывод.

Графическая часть отчета включает в себя эскизы детали, отливки, модели, стержня и литейной формы в сборе.

Отчет должен быть оформлен на стандартных листах формата А4 и содержать титульный лист. Текст необходимо набрать на компьютере, либо четко и разборчиво написать от руки. Графическая часть оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите элементы литниковой системы.
2. Для чего служит литниковая система?
3. Для чего в форме делают выпор и где он устанавливается?
4. Назначение прибыли и в каких случаях ее применяют?
5. В зависимости от конфигурации и толщины стенок, состава заливаемого сплава как подразделяются литниковые системы?

Практическое занятие № 2. Определение размеров припусков на обработку детали

Цель работы: получить навыки основных методов определения припусков на обработку деталей.

Задания по практической работе. По чертежу вала с уступами необходимо определить припуски на механическую обработку для каждого диаметра в зависимости от общей длины вала и диаметра каждой его части в соответствии с таблицей (ГОСТ 7829-70). Определить припуски на общую длину вала и на каждую его часть, причем сумма длин с припуском всех частей вала должна равняться общей длине вала с припуском. Разобраться с определениями припуска, допуска, напуска. Изучить основные операцииковки и обосновать применение выбранных операций для обработки вашего вала.

Для определения массы заготовки в первую очередь определите массу поковки. Масса поковки определяется как произведение объема поковки (с учетом припусков по длине и диаметрам каждой части вала) на плотность стали. К массе поковки необходимо добавить массу отходов на угар и отрезку (для валов с уступами это 7,0–10 % от массы поковки).

Методические рекомендации по выполнению практического занятия

Начертить чертеж вала и чертеж поковки со всеми размерами.

Определение промежуточных припусков, допусков и размеров. Промежуточные припуски имеют очень важное значение в процессе разработки технологических операций механической обработки деталей. Правильное назначение промежуточных припусков на обработку заготовки обеспечивает экономию материальных и трудовых ресурсов, качество выпускаемой продукции, снижает себестоимость изделий и ускоряет дальнейшее развитие машиностроительной промышленности.

В массовом и крупносерийном производстве промежуточные припуски рекомендуется рассчитывать аналитическим методом, что позволяет обеспечить экономию материала, электроэнергию и другие материальные и трудовые ресурсы.

В серийном и единичном производствах используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков на обработку заготовки, что обеспечивает более быструю подготовку производства по выпуску

планируемой продукции, освобождает инженерно-технических работников от трудоемкой работы.

После расчета промежуточных размеров определяют допуски на эти размеры, соответствующие экономической точности данной операции. Промежуточные размеры и допуски на них определяют для каждой обрабатываемой поверхности детали.

Черновые операции обычно следует выполнять с более низкими техническими требованиями на изготовление (12–14 квалитет), получистовые – на один-два квалитета ниже и окончательные операции выполняются по требованиям рабочего чертежа детали.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей зависит от степени точности и назначается по справочным таблицам. Необоснованное повышение качества поверхности и степени точности обработки повышает себестоимость изготовления детали на данной технологической операции.

При назначении промежуточных предельных отклонений необходимо учитывать данные рекомендации при разработке технологического процесса изготовления деталей.

1. Расчет припусков при изготовлении деталей из проката

Гладкие, ступенчатые валы и другие аналогичные детали изготавливают из проката повышенной или обычной точности. Методы обработки заготовок ведут согласно степени точности принятого проката. Для ступенчатых валов расчет припусков и предельных размеров ведут по ступени с наибольшим диаметром, а при их равенстве по ступени, к которой предъявляют высокие технические требования по точности, качеству поверхности, отклонения расположения.

Суммарные отклонения расположения проката определяются

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{ом}^2 + \rho_{ц}^2},$$

где $\rho_{ом}$ – величина отклонения расположения (местная или общая), мкм;
 $\rho_{ц}$ – величина отклонения расположения заготовки при центровке, мкм.

Величину отклонения расположения (местную) проката $\rho_{ом}$ определяют:

при консольном креплении $\rho_{ом} = \Delta_y L_k$;

при установке в центрах $\rho_{ом} = 2\Delta_y L_k$,

где Δ_y – величина удельного отклонения расположения мкм/мм; L_k – расстояние от сечения, для которого определяют величину отклонения расположения до места крепления заготовки, мм.

При консольной обработке заготовки $L_k < L$, а при обработке в центрах $L_k < 0,5L$ (L — общая длина заготовки, мм).

Величина расположения заготовки при зацентровке $\rho_{ц}$:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1},$$

где δ_3 – допуск на диаметр базовой поверхности заготовки, использованный при центровке, мм.

Величина остаточного суммарного расположения заготовки после выполнения перехода (операции)

$$\rho_{ост} = K_y \rho_0,$$

где K_y – коэффициент уточнения; ρ_3 – суммарное отклонения расположения заготовки, мкм.

При обработке отверстий плавающим инструментом суммарные отклонения расположения не исправляются, поэтому в дальнейших расчетах не участвует.

Погрешность установки на заготовку

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3к}^2},$$

где ε_{δ} – погрешность базирования мкм; $\varepsilon_{3к}$ – погрешность закрепления заготовки, мкм.

При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = 0$, поэтому необходимо стремиться (когда это возможно) базы совмещать.

При базировании в центрах погрешность установки в радиальном направлении

$$\varepsilon_y = 0,25\delta_3,$$

где δ_3 – допуск на диаметральный размер заготовки, мм.

Деформацию заготовок при зажимной силе, направленной перпендикулярно обрабатываемой поверхности, для черновых заготовок принимают 100–150 мкм, после черновой обработки 50–65 мкм, после чистовой обработки 10–15 мкм. При закреплении заготовок в приспособлениях тисочного типа погрешность закрепления

$$\varepsilon_{3к} = K_3 b,$$

где K_3 – коэффициент, зависящий от характеристики поверхностей, воспринимающих силу зажима: для поверхностей до обработки $K_3 = 17,5$; после черновой обработки $K_3 = 5,8$; b – ширина поверхности заготовки, мм.

Промежуточные расчетные размеры

$$D_{hi} = D_{номj} + 2 Z_{mini},$$

где $D_{номj}$ – номинальный размер обработанной поверхности детали на предшествующей операции (перехода), мм.

Последовательность определения промежуточных расчетных размеров производят от номинальных размеров детали по чертежу (окончательной операции или перехода) к размерам заготовки. Например, если необходимо определить промежуточный расчетный размер на черновую токарную обработку, то к номинальному расчетному размеру чистовой токарной операции прибавляют минимальный расчетный припуск на чистовую обработку и т.д. Минимальные (максимальные) промежуточные размеры определяют методом прибавления (для валов) или вычитания (для отверстий), минимальных (максимальных) значений промежуточных припусков:

$$\begin{aligned} D_{min} &= D_{mini} + 2Z_{mini}, \\ D_{max} &= D_{maxi} + 2Z_{maxi}, \end{aligned}$$

где D_{maxi} , D_{mini} – предельные размеры поверхностей по операциям (переходам), мм; $2Z_{mini}$, $2Z_{maxi}$ – предельные (округленные) в сторону увеличения согласно степени точности припуска на операцию (переход), мм.

По максимальным предельным размерам заготовки выбирают ближайшие размеры проката согласно стандарту на сортамент. Действительный общий припуск на обработку детали:

$$2Z_{\text{omin}} = D_{\text{пр}} - D_{\text{дmin}},$$

где $D_{\text{пр}}$ – диаметр проката по стандарту мм.

Рабочий чертеж на заготовку из проката допускается не разрабатывать. Эскиз на данную заготовку выдается преподавателем.

Пример: определить промежуточные припуски и промежуточные размеры при обработке поверхности вала диаметром 80f7 согласно рабочему чертежу. Исходная заготовка – горячекатаный прокат обычной точности ГОСТ 2590- 91.

После отрезки заготовка правится и центрируется.

Тип производства – массовый.

Решение. В данном типе производства токарную обработку можно выполнить на токарном многорезцовом полуавтомате. Заготовка устанавливается в центрах. Шлифовальная обработка производится на круглошлифовальном станке. Заготовка устанавливается в жестких центрах. Составляется технологический маршрут обработки поверхности вала диаметром 80f7:

Операция 005. Токарная(черновая обработка).

Операция 010. Токарная (чистовая обработка).

Операция 015. Шлифовальная.

Для наглядности и простоты определения промежуточных припусков и промежуточных размеров составляют таблицу. Точность и качество поверхности после механической обработки устанавливается по таблицам. Допуски на изготовление детали выбираются по таблицам: для заготовок из проката по ГОСТ 2590–91 для заготовок, полученных методе горячей объемной штамповки, по ГОСТ 7505–94; на литые заготовки ГОСТ 1855–95, ГОСТ 2009–95 и на размеры, подлежащие обработке, ГОСТ 25347–92.

Элементы припусков (R_z и T) назначаем по таблицам в зависимости от метода обработки поверхностей заготовки и состояния проката.

Расчетный минимальный припуск на черновую обработку поверхности определяем по формуле

$$2Z_{\text{min}} = 2 (R_z + T + \sqrt{\rho_o^2 + \varepsilon_o^2} ,$$

а параметры припусков выбираем по таблицам. Для определения элементов припуска ρ_o и ε_y необходимо произвести следующие действия: определить отклонения расположения (местное) заготовки $\rho_{\text{ом}}$ в зависимости от крепления детали:

$$\rho_{\text{ом}} = 2\Delta_y L_{\text{к}} = 2 \cdot 0,07 \cdot 150 = 21 \text{ мкм.}$$

Величину удельного отклонения расположения Δ_y выбирают по таблицам: $\Delta_y = 0,07$ мкм/мм. Расстояние $L_{\text{к}}$ от сечения, для которого определяется кривизна, до места опоры при установке в центрах определяется из отношения

$$L_{\text{к}} < 0,5L = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ мкм,}$$

где L – длина заготовки в мм, где $L = 300$ мм.

Величина отклонения расположения заготовки центровки

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1} = 0,25 \sqrt{1,8^2 + 1} = 0,52 \text{ мм,}$$

где δ_3 – допуск на диаметр базовой поверхности, мм, $\delta_3 = 1,8$ мм.

Суммарное отклонение расположение

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{ом}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{21^2 + 250^2} = 520,4 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при базировании в центрах заготовки

$$\varepsilon_y = 0,25\delta_3 = 0,25 \cdot 1800 = 450 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на черновую обработку

$$2Z_{\min} = 2(R_z + T + \sqrt{\rho_o^2 + \varepsilon_o^2}) = 2(200 + 300 + \sqrt{520,4^2 + 450^2}) = 2376 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск на черновую обработку поверхности детали

$$Z_{\max} = Z_{\min} + \delta_{ДП} - \delta_{ДВ} = 2376 + 1800 - 460 = 3716 \text{ мкм,}$$

где $\delta_{ДП} = 1800$ мкм, $\delta_{ДВ} = 460$ мкм.

Величину остаточного суммарного расположения заготовки после выполнения черновой обработки

$$\rho_{ост} = K_y \rho_3 = 0,06 \cdot 520,4 = 31,2 \text{ мкм.}$$

Величина погрешности установки при чистовой обработке

$$\varepsilon_{y,ч.} = 0,06\varepsilon_y = 0,06 \cdot 450 = 27 \text{ мкм.}$$

При последующей обработке поверхности детали погрешности установки из-за незначительной ее величины в расчет не принимаем. Расчетные минимальный и максимальный припуски на чистовую обработку поверхности

$$2Z_{\min} = 2(60 + 60 + \sqrt{31,2^2 + 27^2}) = 322,5 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max} = 2(322,5 + 460 - 70) = 1425 \text{ мкм.}$$

Расчетный минимальный и максимальный припуски на шлифовку

$$2Z_{\min} = 2(6 + 12) = 36 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{\max} = 2(36 + 70 - 30) = 152 \text{ мкм.}$$

Промежуточные расчетные размеры обрабатываемой поверхности: для чистовой токарной обработки

$$D_{\text{чис.}} = D_{\min} + 2Z_{\min, \text{шл.}} = 80 + 0,036 = 80,036 \text{ мм;}$$

для черновой токарной обработки

$$D_{\text{чер.}} = D_{\text{чис.}} + 2Z_{\min, \text{чис.}} = 80,036 + 0,323 = 80,359 \text{ мм;}$$

для заготовки

$$D_3 = D_{\text{чер.}} + 2Z_{\min} = 80,359 + 2,4 = 82,759 \text{ мм.}$$

Промежуточные размеры определяют методом прибавления (для валов) и вычитания (для отверстий) значений припусков по максимальным и минимальным значениям, начиная действия с размеров детали. Минимальные промежуточные размеры:

$$D_{\text{чис.}} = D_{\text{дет.}} + 2Z_{\min, \text{шл.}} = 79,94 + 0,04 = 79,98 \text{ мм.}$$

$$D_{\min, \text{чис.}} = D_{\text{чис.}} + 2Z_{\min, \text{чис.}} = 79,98 + 0,30 = 80,28 \text{ мм.}$$

$$D_{\min, 3} = 80,28 + 2,4 = 82,68 \text{ мм.}$$

Максимальные предельные промежуточные размеры:

$$D_{\max, \text{чис.}} = D_{\max} + 2Z_{\max, \text{шл.}} = 79,97 + 0,15 = 80,12 \text{ мм.}$$

$$D_{\max, \text{черн.}} = D_{\max} + 2Z_{\max, \text{чис.}} = 80,12 + 1,40 = 81,28 \text{ мм.}$$

$$D_{\max, \text{заг.}} = D_{\max} + 2Z_{\max, \text{черн.}} = 81,28 + 3,70 = 84,98 \text{ мм.}$$

По максимальным размерам заготовки выбираем диаметр проката по ГОСТ 2590-91. Диаметр проката 85 мм. После всех расчетов промежуточных

припусков, промежуточных размеров и установление на размеры допусков разрабатывается схема расположения полей припусков и допусков по обрабатываемой поверхности.

2. Расчет припусков при изготовлении деталей методом штамповки

Расчет промежуточных припусков и допусков на заготовку полученной методом горячей объемной штамповки на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах, производят по той же методике, как и на прокат. Суммарные отклонения расположения штампованной заготовки при обработке в патроне:

для наружной поверхности

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{от}}^2 + \rho_{\text{деф}}^2},$$

где $\rho_{\text{от}}$ – отклонения расположения заготовки, штампующейся в различных половинах штампа в мм; $\rho_{\text{деф}}$ – деформация заготовки, мм;

для отверстий

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{экс}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2},$$

$\rho_{\text{экс}}$ – эксцентricность отверстий, прошиваемых на прессах и горизонтально-ковочных машинах, мм.

Определение величины отклонения расположения (местная или общая) заготовки определяют как и для заготовок из проката. Качество поверхностей штампованных и литых соответственно заготовок выбирают по ГОСТ. Точность и качество поверхности детали после механической обработки штампованных заготовок выбирают по ГОСТ. Погрешность закрепления ε_3 заготовок, изготавливаемых горячей объемной штамповкой на кривошипных прессах и молотах, выбирают по таблицам.

3. Расчет припусков при изготовлении деталей методом литья

Определение промежуточных припусков и допусков на заготовку, полученную методом литья, производится так же, и на штампованные заготовки или на сортовой прокат. Суммарное значение отклонений при базировании литых заготовок по отверстию

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{деф}}^2 + \rho_{\text{от}}^2},$$

где $\rho_{\text{деф}}$ – величина деформации литой заготовки, мкм; $\rho_{\text{от}}$ – величина отклонения стержня при формовании, мкм.

Деформация литых заготовок

$$\rho_{\text{деф}} = \Delta_{\text{деф.у}} L_3,$$

где $\Delta_{\text{деф.у}}$ – величина удельной деформации литых заготовок мкм/мм; L_3 – общая длина заготовки, мм.

Величину удельной деформации отливок $\Delta_{\text{деф.у}}$ для корпусных деталей принимают 0,7–1,0 мкм/мм, а для деталей типа плит 0,7–3,0 мкм/мм на наибольший размер отливки.

Величину отклонения стержня при формовании ρ_0 принимают равным допуску на номинальный размер по ГОСТ 1855-99 для отливок из серого чугуна и по ГОСТ 2009-98, для стальных отливок, в зависимости от точности изготовления заготовки.

Суммарное значение отклонений ρ_0 при базировании литых заготовок на плоскую поверхность равно величине деформации $\rho_{\text{деф}}$ литой заготовки. Точность и качество наружных и внутренних (отверстий) поверхностей детали после механической обработки литых заготовок выбирают по таблицам

Контрольные вопросы:

1. Для чего требуются припуски на механическую обработку отливки?
2. От чего зависит величина припуска?
3. Как обрабатывается отверстие в отливке с высоким классом чистоты поверхности?
4. Какие используются резцы для чистовой обработки цилиндрической поверхности, обработки внутренних отверстий, обработки торцевых поверхностей, нарезания резьбы?
5. Какая оснастка применяется при обработке отливки на токарном станке, если отливка имеет смещенный центр тяжести?

Практическая работа № 3 Расчет режимов резания при механической обработке

Цель работы: получить навыки в расчетах режимов резания при механической обработке

Задания по практической работе.

Перед выполнением работы студент получает исходные данные у преподавателя.

Методические рекомендации по выполнению практического занятия

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

Расчет режимов резания аналитическим методом должен производиться не более чем на одну-две операции (перехода). Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания определяются по табличным нормативам соответствующей учебной и справочной литературы.

При расчете режимов резания сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой

поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу.

После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учетом жесткости технологической системы

$$V = \frac{C_y}{T^{m_t} x_y^{x_y} S_y^{y_y}},$$

где V – скорость резания; C_y – постоянная для скорости резания; T – среднее значение стойкости резца, мин; m_t , x_y , y_y – показатели степени.

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания – V учитывает конкретные значения глубины резания – t , подачи – S и стойкости резца – T и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится общий поправочный коэффициент K_y .

K_y – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_y = K_{my} \cdot K_{ny} \cdot K_{ny} \cdot K_{fy} \cdot K_{f1y} \cdot K_{zy} \cdot K_{qy},$$

где K_{my} – качество обрабатываемого материала; K_{ny} – состояние поверхности заготовки; K_{ny} – материал режущей части инструмента; K_{fy} , K_{f1y} , K_{zy} , K_{qy} – параметры инструмента.

Качество обрабатываемого материала определяется по формулам в зависимости от материала режущей части инструмента и обрабатываемого материала. Значения указанных коэффициентов приведены в учебной и справочной технической литературе. Аналитический расчет режимов резания производится с учетом необходимых поправочных коэффициентов на какую-нибудь обрабатываемую поверхность, указанную преподавателем. После расчета скорости резания по эмпирическим формулам $V_{расч}$ определяют значение частоты вращения шпинделя по формуле

$$V_{расч} = \frac{\pi D_{зад} n}{1000},$$

где n – частота вращения шпинделя; $D_{зад}$ – диаметр заготовки в мм.

В процессе определения режимов резания необходимо частоту вращения шпинделя станка, подачу или число двойных ходов скорректировать по паспорту станка. В справочной литературе и каталогах на металлорежущие станки обычно указывается минимальная n_{min} и максимальная n_{max} частота вращения шпинделя станка, двойных ходов ($n_{min, дв.ход}$, $n_{max, дв.ход}$) и подача (S_{max} , S_{min}), поэтому необходимо производить расчет промежуточных указанных значений. Максимальную частоту вращения шпинделя станка или максимальное число двойных ходов и подач определяют по формуле

$$n_{max} = n_{min} \cdot \varphi^{z-1},$$

где φ – знаменатель геометрической прогрессии; $z_{СТ}$ – общее число ступеней подач, частоты вращений или двойных ходов станка.

По данной формуле можно определить любую величину (n_{max} , n_{min} , φ , $z_{СТ}$), если известны значения всех остальных. В станкостроении принято семь стан-

дартных значений знаменателей φ (1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2,00). Стандартные знаменатели имеют следующую область применения: $\varphi = 1,06$ – вспомогательное значение; $\varphi = 1,12$ – в автоматах, где требуется более точная настройка на заданный режим работы; $\varphi = 1,26$ и $\varphi = 1,41$ – основные ряды в универсальных станках (токарных, фрезерных, расточных и др.); $\varphi = 1,58$ и $\varphi = 1,78$ – в станках, где время обработки невелико по сравнению с временем холостых ходов; $\varphi = 2,00$ применяется редко и имеет вспомогательное значение.

В станкостроении стандартизованы не только знаменатели прогрессии φ , но и частота вращения шпинделя станка, подача и число двойных ходов. Значения φ^{z-1} (диапазон регулирования) определяют по формуле:

$$\varphi^{z-1} = n_{\max} / n_{\min}.$$

Значения стандартных знаменателей φ , возведенные в степени, приведены в таблицах. Пользуясь данной таблицей, можно легко определить значение φ на основании заданных характеристик станка n_{\max} , n_{\min} , Z_{CT} .

Частоту вращения шпинделя, подачу или двойные ходы станка определяют следующим образом:

1) определяют ступень регулирования из выражения по принятой модели станка;

2) определяют диапазон регулирования данного станка по формуле (3.50) и в строке таблицы, соответствующей степени Z_{CT-1} , находим то числовое значение φ^{z-1} , которое равно или близко вычисленному указано стандартное значение знаменателя φ ;

3) расчетное значение ($n_{расч}$; $S_{расч}$; $n_{расч.лв.ход}$) делим на минимальное значение по паспорту станка ($n_{\min.ст}$; $S_{\min.ст}$; $n_{\min.дв.ход}$) и находим расчетный диапазон данного станка φ^{z-1} .

Для стандартного значения φ выбираем ближайшее меньшее число, соответствующее вычисленному значению $\varphi^{z-1} = n_{расч} / n_{\min}$, затем, умножив найденное в таблице значение φ^{z-1} на минимальное значение по паспорту станка ($n_{\min.ст}$, $S_{\min.ст}$ и т.д.), получим значение, которое соответствует паспорту станка. Полученные значения округляют до ближайших величин стандартных рядов, например:

$$n_{ст} = n_{\min} \cdot \varphi^5 = 12,6 \cdot 3,16 = 39,5 \text{ об/мин} \approx 40 \text{ об/мин},$$

где n_{\min} – минимальная частота вращения токарно-винторезного станка 16К20; $n_{\min} = 12,5$ об/мин, $\varphi^5 = 3,16$.

После установления частоты вращения шпинделя станка и расчета действительной скорости резания определяют эффективную мощность станка $N_{эф}$ в кВт, затрачиваемую на процесс резания

$$N_{эф} = P_z \cdot V \cdot 10^{-3},$$

где P_z – составляющая силы резания; V – действительная скорость резания.

$$P_z = C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{np} \cdot K_p,$$

где C_p – постоянная для данных условий резания; x_p , n_p – показатели степени; K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{zp} \cdot K_{fp} \cdot K_{sp} \cdot K_{cp},$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств конструкционных сталей; если механические свойства обрабатываемого материала отличаются от приведенных в таблице, то вводится поправочные коэффициенты K_{zp} , K_{fp} , K_{sp} , K_{cp} , учитывающие геометрические параметры режущей

части резца. После определения эффективной мощности следует проверить достаточность мощности привода станка, т.е. выполнения условия

$$N_{\text{эфф}} < N_{\text{шп}},$$

где $N_{\text{шп}}$ – мощность на шпинделе станка.

Контрольные вопросы:

1. Для чего требуются припуски на механическую обработку отливки?
2. От чего зависит величина припуска?
3. Как обрабатывается отверстия в отливке с высоким классом чистоты поверхности?
4. Какие используются резцы для чистовой обработки цилиндрической поверхности, обработки внутренних отверстий, обработки торцевых поверхностей, нарезания резьбы?

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Тестовые задания закрытого типа

1. Исходными материалами для получения чугуна являются:
 - 1) железная руда, топливо, флюс;
 - 2) железная руда и руды цветных металлов;
 - 3) железная руда и пустая порода;
 - 4) железная руда и магнезит.
2. Методами получения высококачественной стали являются:
 - 1) электрошлаковый переплав, плавка в вакуумных индукционных печах, электронно-лучевой переплав, плазменный переплав;
 - 2) электродуговой переплав;
 - 3) кислородно-конвертерный процесс;
 - 4) скрап-рудный и рудный процесс.
3. Основными процессами получения алюминия является:
 - 1) растворение бокситов и получение металлического алюминия;
 - 2) получение глинозема из бокситов, получение металлического алюминия путем электролиза;
 - 3) расплавление руды и ее окисление;
 - 4) обогащение руды и ее восстановление.
4. Наиболее чистую медь 99,95 % получают путем:
 - 1) электролитического рафинирования;
 - 2) быстрого охлаждения;
 - 3) пламенным рафинированием;
 - 4) раскислением.
5. По степени раскисления стали являются:
 - 1) кипящая, спокойная, полуспокойная;
 - 2) кислая, нейтральная;
 - 3) полукислая, кислая;
 - 4) окисленная.
6. Основными видами машиностроительных чугунов являются:
 - 1) доэвтектический, заэвтектический;
 - 2) серый, ковкий, высокопрочный;
 - 3) белый, серый;
 - 4) высокопрочный, износостойкий.
7. Большинство чугунных изделий изготавливается способом:
 - 1) обработкой давлением;
 - 2) механической обработкой;
 - 3) литьем;
 - 4) ковкой.
8. Основной характеристикой ковочного молота является:
 - 1) масса падающих частей;
 - 2) количество ударов в минуту;
 - 3) давление воздуха в рабочем цилиндре;
 - 4) диаметр рабочего цилиндра.

Задания открытого типа:

1. С точки зрения их внутреннего строения, свойства металлов зависят от:
2. От степени переохлаждения металла при кристаллизации размер зерен зависит от:
3. Процесс кристаллизации металла или сплава . . .
4. Испытаниями на растяжение определяют _____ свойства металлов.
5. Испытаниями на стойкость против коррозии определяют _____ свойства металлов.
6. К химическим свойствам металлов относятся:
7. Продуктами доменного процесса являются:
8. Целью легирования сталей является:
9. Сталью называют сплав железа с углеродом, содержащий до ____ % углерода.
10. Изменение формы и размеров деталей под действием нагрузок – это. . .
11. Группа свойств, характеризующих способность конструкционных материалов выдерживать различные нагрузки – это. . .
12. Способность конструкционных материалов изменять свою форму и размеры под действием нагрузки и сохранять остаточную деформацию после снятия нагрузки – это. . .
13. Величина, равная отношению массы вещества к занимаемому объему называется. . .
14. Величина усадки чугуна при получении литых изделий составляет:
15. Материалом для изготовления стержней литейных форм является:
16. Температура стального расплава при изготовлении литых деталей составляет:
17. Наименьший угар металла при способе нагрева металла перед ковкой получают:
18. Необходимое напряжение для ручной электросварки:
19. Сила тока при ручной электросварке:
20. Температура пламени при газовой сварке:
21. Поверхности на обрабатываемой заготовке это:
22. Элементы режима резания это:
23. Марки быстрорежущих сталей это:
24. Сплавы титана перспективно использовать в отраслях:
25. Силумином называют сплав:

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев, А. А. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 656 с.
2. Тазетдинов, Р. Г. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Р. Г. Тазетдинов. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 400 с.
3. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. П. Глухов [и др.]; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 272 с.
4. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Л. Тимофеев [и др.]; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
5. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А. И. Батышева, А. А. Смолькина. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 288 с.
6. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Л. Тимофеев [и др.]; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 272 с.

Дополнительная учебная литература

1. Дальский, А. М. «Технология конструкционных материалов»: учеб. пособие / А. М. Дальский [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2005. – 592 с.
2. Маталин, А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2010. – 512 с.
3. Схирладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроительном производстве / А. Г. Схирладзе. – Москва: Высшая школа, 2007. – 926 с.
4. Суслов, А. Г. Технология машиностроения: учебник для вузов / А. Г. Суслов. – Москва: Машгиз, 2007. – 430 с.
5. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник / Ю. П. Солнцев. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.
6. Фетисов, Г. П. Материаловедение и технология металлов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.]. – Москва: Высшая школа, 2001. – 638 с.
7. Панов, А. Д. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / А. Д. Панов [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1988. – 784 с.
8. Усынин, В. Ф. Технология конструкционных материалов: в 2 ч.: учеб. пособие / В. Ф. Усынин, Ю. Ф. Правдин. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – Ч.1. – 135 с.
9. Усынин, В. Ф. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / В. Ф. Усынин, Ю. Ф. Правдин. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – Ч. 2. – 214 с.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Усынин, В. Ф. Лабораторный практикум по технологии конструкционных материалов / В. Ф. Усынин, В. И. Щербаков. – Калининград, КГТУ, 2014. – 159 с.
2. Громько, А. Г. ТКМ и ТП в машиностроении: метод. указ. по вып. лаб. раб. по литейному производству и обработке давлением / А. Г. Громько [и др.]. – Калининград: КГТУ, 1998. – 132 с.
3. Громько, А. Г. Технология сварочного производства: метод. указ. по вып. лаб. раб. по сварочному производству / А. Г. Громько [и др.]. – Калининград: КГТУ, 1998. – 98 с.
4. Громько, А. Г. ТП в машиностроении. ТКМ раздел «Обработка резанием» / А. Г. Громько [и др.]. – Калининград: КГТУ, 1998. – 138 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 – Припуски на механическую обработку для отливок из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм					
		до 50	50–120	121–200	261–500	501–800	801–1250
II класс точности							
До 120	Верх	3,5	4,0	-	-	-	-
	Низ, бок	2,5	3,0				
121–260	Верх	4,0	4,5	5,0	-	-	-
	Низ, бок	3,0	3,5	4,0			
261–500	Верх	4,5	5,0	6,0	6,5	-	-
	Низ, бок	3,5	4,0	4,5	5,0		
01–800	Верх	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	-
	Низ, бок	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	
801–1250	Верх	6,0	7,0	7,0	7,5	8,5	8,5
	Низ, бок	4,0	5,0	5,0	5,5	5,5	6,5
1251–2000	Верх	7,0	7,5	8,0	8,0	9,0	9,0
	Низ, бок	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5
III класс точности							
До 120	Верх	-	4,5	-	-	-	-
	Низ, бок		3,5				
121–260	Верх	-	5,0	5,5	-	-	-
	Низ, бок		4,0	4,5			
261–500	Верх	-	6,0	7,0	7,0	-	-
	Низ, бок		4,5	5,0	6,0		
01–800	Верх	-	7,0	7,0	8,0	9,0	-
	Низ, бок		5,0	5,0	6,0	7,0	
801–1250	Верх	-	7,0	8,0	8,0	9,0	10,0
	Низ, бок		5,5	6,0	6,0	7,0	7,5
1251–2000	Верх	-	8,0	8,0	9,0	9,0	10,0
	Низ, бок		6,0	6,0	7,0	7,0	8,0

Таблица 2 – Припуски на механическую обработку для стальных отливок

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм					
		до 120	121–260	261–500	501–800	801–1250	1251–2000
II класс точности							
До 120	Верх	4	-	-	-	-	-
	Низ, бок	4	-	-	-	-	-
121–260	Верх	5	4	-	-	-	-
	Низ, бок	4	6	-	-	-	-
261–500	Верх	6	7	7	-	-	-
	Низ, бок	5	5	6	-	-	-
501–800	Верх	7	8	9	10	-	-
	Низ, бок	5	6	6	7	-	-
801–1250	Верх	8	9	10	10	11	-
	Низ, бок	6	7	7	8	2	-
1251–2000	Верх	9	10	10	11	13	13
	Низ, бок	7	7	8	8	9	9
III класс точности							
До 120	Верх	5	-	-	-	-	-
	Низ, бок	4	-	-	-	-	-
121–260	Верх	5	6	-	-	-	-
	Низ, бок	4	5	-	-	-	-
261–500	Верх	6	8	9	-	-	-
	Низ, бок	5	6	6	-	-	-
501–800	Верх	7	8	10	11	-	-
	Низ, бок	5	6	7	7	-	-
801–1250	Верх	9	10	11	12	13	-
	Низ, бок	6	7	8	8	9	-
1251–2000	Верх	10	11	12	13	14	16
	Низ, бок	7	8	9	9	10	11

Таблица 3 – Уклоны моделей

Измеряемая высота поверхности модели, мм	Модель	
	металлическая	деревянная
До 20	1°30'	3°
21–50	1°	1°30'
51–100	0°45'	1°
101–200	0°30'	0°45'
201–300	0°20'	0°30'
301–500	0°20'	0°30'
501–800	-	0°30'
801–1180	-	0°20'
1181–1600	-	0°20'
1601–2000	-	0°20'
2001–2500	-	0°15'
Более 2500	-	0°15'

Таблица 4 – Линейная усадка литейных сплавов

Сплав	Линейная усадка, %		
	мелкое литье	среднее литье	крупное литье
Серый чугун	0,8–1,2	0,6–1,0	0,4–0,8
Сталь	1,8–2,2	1,6–2,2	1,4–1,8
Бронза, латунь	1,6–2,0	1,5–1,9	1,4–1,8
Алюминиевые и магниевые сплавы	1,0–1,5	0,8–1,4	1,8–2,3

Таблица 5 – Длина горизонтальных стержневых знаков l , мм

D или (a+b)/2, мм	Длина стержней L, мм							
	до 50	51–150	151–300	301–500	501–750	751–1000	1001–1500	1501–2000
до 25	15	25	40	-	-	-	-	-
25–50	20	30	45	60	-	-	-	-
51–100	25	35	50	70	90	110	-	-
101–200	30	40	55	80	100	120	140	160
201–300	-	50	60	90	110	130	150	180
301–400	-	-	80	100	120	140	160	200
401–500	-	-	100	120	130	150	180	230
501–750	-	-	-	140	150	170	200	250
751–1000	-	-	-	-	180	200	230	280
1001–1250	-	-	-	-	200	230	250	300
1251–1500	-	-	-	-	-	250	280	330

Таблица 6 – Высота нижних стержневых знаков h , мм

D или (a+b)/2, мм	Длина стержней L, мм							
	до 50	51–150	151–300	301–500	501–750	751–1000	1001–1500	1501–2000
До 25	20	25	-	-	-	-	-	-
25–50	20	40	60	70	-	-	-	-
51–100	25	35	50	70	100	120	-	-
101–200	30	30	40	60	90	110	160	200
201–300	35	35	40	50	80	100	150	190
301–400	40	40	40	50	70	90	140	180
401–500	40	40	40	50	60	80	130	170
501–750	50	50	50	50	60	70	120	160
751–1000	50	50	50	50	50	60	110	150
1001–1250	-	60	60	60	60	60	100	140

Таблица 7 – Соотношение высоты нижних (h) и верхних (h_1) вертикальных знаков

h , мм	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
h_1 , мм	15	15	20	20	25	30	35	40	50	55	60	65	70	80	85	90	95	100	110	115

Таблица 8 – Уклоны стержневых знаков

Высота знака h или h ₁ , мм	Стержень			
	вертикальный		горизонтальный	
	нижний	верхний	нижний	верхний
До 25	α	β	α	β
25–50	10 ⁰	15 ⁰	10 ⁰	15 ⁰
51–100	7 ⁰	10 ⁰	7 ⁰	10 ⁰
101–200	6 ⁰	8 ⁰	6 ⁰	8 ⁰
201–300	5 ⁰	6 ⁰	5 ⁰	6 ⁰
301–400	-	-	5 ⁰	6 ⁰
401–500	-	-	4 ⁰	5 ⁰
501–800	-	-	3 ⁰	3 ⁰ 30'
Более 800	-	-	2 ⁰ 30'	3 ⁰

Локальный электронный методический материал

Тамара Петровна Колина

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 3,5. Печ. л. 2,8

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1