

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра технологии функциональных и конструкционных материалов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим и лабораторным работам по дисциплине
«Выбор материалов и технологий в машиностроении»
для направления подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(уровень бакалавриата)

Составитель:
Л.В.Картонова

Владимир – 2016 г.

УДК 620.22

Методические указания к практическим и лабораторным работам по дисциплине «Выбор материалов и технологий в машиностроении» для направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (уровень бакалавриата)/ Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова. Владимир. 2016. – 34 с.

Содержит методические указания к практическим и лабораторным работам по дисциплине «Выбор материалов и технологий в машиностроении» для направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (уровень бакалавриата)

Библиогр.: 8 назв.

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины «Выбор материалов и технологий в машиностроении» состоит в обучении студентов научным основам выбора материала с учетом его состава, структуры, термической обработки и достигающихся при этом эксплуатационных и технологических свойств, необходимых для машиностроения, а также принципам выбора технологических процессов для решения задач профессиональной деятельности.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются основные профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО, к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Таблица 1. Требования к результатам освоения программы бакалавриата

Код	Требования к результатам освоения программы бакалавриата
ПК-2	способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау
ПК-9	готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления техническими процессами
ПК-11	способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов

В результате освоения дисциплины «Выбор материалов и технологий в машиностроении» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: основы методологического анализа (ПК-2); принципы выбора материалов и технологии (ПК-9, 11);

Уметь: использовать на практике современные представления наук о материалах; выбирать материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности (ПК-2, 9, 11);

Владеть: методами анализа свойств материалов, технологиями их получения и обработки (ПК-2); навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения; принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования, навыками использования традиционных и новых технологических процессов с элементами экономического анализа (ПК-9, 11).

Практические и лабораторные занятия являются формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования, необходимых для освоения основной профессиональной образовательной программы (ПК- 2, 9, 11).

Таблица 2. Перечень тем практических работ

№ п/п	Наименование практических и лабораторных работ	Формируемые компетенции
1.	Изучение нормативно-технической документации на машиностроительные материалы	ПК-2, ПК-9, ПК-11
2.	Изучение методологии выбора материалов с особыми физическими свойствами	ПК-2, ПК-9, ПК-11
3.	Выбор конструкционных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами	ПК-2, ПК-9, ПК-11
4.	Выбор инструментальных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами	ПК-2, ПК-9, ПК-11
5.	Выбор цветного сплава для литой заготовки и определение термической обработки	ПК-2, ПК-9, ПК-11
6.	Определение типа производства (с разбором конкретной ситуации)	ПК-2, ПК-9, ПК-11
7.	Выбор заготовки (с разбором конкретной ситуации)	ПК-2, ПК-9, ПК-11
8.	Изучение технологичности заготовок (с разбором конкретной ситуации)	ПК-2, ПК-9, ПК-11

Приступая к выполнению практической или лабораторной работы, студент должен заранее, при подготовке к работе, ознакомиться с методическими материалами по данной работе и с рекомендованной литературой, изложенными в практикуме по заданной тематике.

В течение очередного занятия студенты должны защитить оформленный отчет по предыдущей работе и выполнить следующую работу.

РАБОТА N 1

Изучение нормативно-технической документации на машиностроительные материалы

Цель работы: изучение нормативно-технической документации на машиностроительные материалы.

Задания

1. Используя литературные источники, ознакомиться с нормативно-технической документацией на машиностроительные материалы (ГОСТ 380-94, ГОСТ 1050-88, ГОСТ 4543-71, 14959-79, ГОСТ 19281-89, ГОСТ 1435-90, ГОСТ 5950-73).

2. Выполнить задание по варианту указанному преподавателем: для выданного материала привести химический состав, рассмотреть возможность упрочняющей обработки, механические свойства, подобрать аналог.

4. Ответить на контрольные вопросы.

5. Составить отчет.

Общие положения

Машиностроительные материалы поставляются в соответствии со стандартами, предусматривающими их химический состав, свойства. Перечень некоторых ГОСТов приведен ниже.

1. Сталь углеродистая обыкновенного качества – ГОСТ 380-94.
2. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали – ГОСТ 1050-88.
3. Прокат из легированной конструкционной стали – ГОСТ 4543-71.
4. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали – ГОСТ 14959-79.
5. Прокат из стали повышенной прочности – ГОСТ 19281-89.
6. Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали – ГОСТ 1435-90.
7. Прутки и полосы из инструментальной легированной стали – ГОСТ 5950-73.
8. Прутки и полосы из быстрорежущей стали – ГОСТ 19265-73, ГОСТ 28393-89.
9. Сплавы прецизионные с особыми физическими свойствами – ГОСТ 10994-74.
10. Чугун с пластинчатым графитом для отливок – ГОСТ 1412-85.
11. Чугун с шаровидным графитом для отливок – ГОСТ 7293-85.
12. Алюминий первичный – ГОСТ 11069-74.
13. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые – ГОСТ 4784-74
20. Медь – ГОСТ 859-78.
21. Баббиты – ГОСТ 1320-74.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Второе задание выполняется по варианту, указанному преподавателем. Студентам выдается по 2-3 марки машиностроительных материалов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Номер варианта	Марка стали		
	Вариант 1	Ст0	05кп
Вариант 2	Ст1кп	10	65С2А
Вариант 3	Ст3кп	08кп	15ХА
Вариант 4	Ст4сп	10пс	30ХРА
Вариант 5	Ст2сп	15	40ГР
Вариант 6	Ст5Гсп	20кп	40ХМФА
Вариант 7	Ст1пс	55пп	20ХН4ФА
Вариант 8	Ст5пс	18кп	18ХГТ
Вариант 9	Ст5пс	60	50ХФА
Вариант 10	Ст2кп	20пс	25ХГТ
Вариант 11	С4сп	40	70С2ХА

При этом для указанных материалов привести химический состав, рассмотреть возможность упрочняющей обработки (деформацией или термической обработкой), механические свойства, подобрать аналог.

Химический состав материала приводится в виде таблицы с указанием постоянных примесей.

Для сталей, подвергаемых упрочняющей термической обработке, привести значения критических точек (A_3 , A_1), режимы термической обработки, достигаемые механические свойства.

Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Выполненное второе задание.
3. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Как маркируются углеродистые стали обыкновенного качества?
2. Какова область применения углеродистых сталей обыкновенного качества?

3. Как маркируются конструкционные качественные углеродистые стали? Их область применения.
4. Как маркируются конструкционные легированные стали?
5. Как маркируются инструментальные стали?
6. Как маркируются чугуны?
7. Как маркируются алюминиевые сплавы?
8. Как маркируются медные сплавы?

РАБОТА № 2

Изучение методологии выбора материала с особыми физическими свойствами

Цель работы: освоить выбора материала с особыми физическими свойствами.

Задания

1. Используя литературные источники изучить методику выбора материала с особыми физическими свойствами
2. Установить определяющие свойства, предъявляемые к заданным деталям.
3. Выбрать основу и группу сплава. Выбрать конкретный сплав, охарактеризовать его.
4. Охарактеризовать влияние примесных элементов на свойства сплава.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие положения

Стали и сплавы с особыми физическими свойствами условно можно разделить на следующие группы:

- магнитные стали и сплавы;
- немагнитные стали и сплавы;
- стали и сплавы с высоким электросопротивлением;
- сплавы с особенностями теплового расширения;
- сплавы с высокими упругими свойствами;
- криогенные;
- термобиметаллы.

В качестве магнитно-мягких материалов широко используется электротехническая тонколистовая сталь. Она предназначена для изготовления деталей магнитных цепей электротехнических машин, аппаратов и приборов, которые работают в переменных магнитных полях. Электротехническая сталь должна иметь малую коэрцитивную силу и большую магнитную проницаемость, следовательно, малые гистерезисные потери.

При использовании в мощных силовых трансформаторах сталь должна иметь минимальные удельные потери и высокую индукцию в сильных полях. Применение стали в трансформаторах для автоматики и телефонии требует высокой проницаемости в слабых полях и при подмагничивании постоянным током. Хорошую штампуемость наряду с высокими магнитными свойствами должна иметь сталь, применяемая в мелких специальных электрических машинах.

Двигатели и генераторы повышенных частот (от 400 до 25000 Гц и выше), а также различные трансформаторы в радиотехнических и радиолокационных установках требуют применения стали с особо высокой магнитной проницаемостью и малыми потерями. В этих случаях применяют ленты толщиной 0,05—0,20 мм вместо листов обычной толщины (0,27—0,50 мм). Для стали, применяемой в трансформаторах тока, важны высокие свойства в широком диапазоне величин индукции.

К электротехническим сталям предъявляются определенные требования по пластичности, оцениваемой путем гибов листа. При изготовлении магнитопроводов листы подвергают штамповке, поэтому хрупкость металла недопустима.

Широкий круг сплавов с особыми физическими свойствами составляют сплавы прецизионные, в которых необходимый комплекс свойств определяется точным химическим составом, чистотой сплава от включений и вредных примесей, структурным состоянием и высокой точностью изготовления.

Сплавы прецизионные магнитно-мягкие – это ферромагнитные сплавы, характеризующиеся узкой петлей гистерезиса, они обладают высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой. Сплавы используют в качестве сердечников магнитопроводов, а также магнитных экранов аппаратуры радиосвязи, радиолокации, автоматики и др.

По основным магнитным, электрическим, механическим свойствам прецизионные магнитно-мягкие сплавы подразделяют на следующие группы групп: сплавы с наивысшей магнитной проницаемостью в слабых полях; сплавы с высокой магнитной проницаемостью и повышенным удельным электрическим сопротивлением; сплавы с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией насыщения; сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса; сплавы с высокой индукцией насыщения; сплавы с низкой остаточной индукцией; сплавы с повышенной деформационной стабильностью и износостойкостью; сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР); сплавы с высокой коррозионной стойкостью; сплавы с высокой магнитострикцией; термомагнитные сплавы и материалы; сплавы для работы на сверхвысоких частотах.

Магнитно-твердые сплавы обладают высокой магнитной энергией и в соответствии с главными областями их применения подразделяются на четыре группы: сплавы для постоянных магнитов; для активной части роторов гистерезисных электродвигателей; для элементов памяти систем управления автоматизации и связи; для носителей магнитной записи информации.

Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР) используют для спаев металла с неорганическим диэлектриком в конструкциях электровакуумных, газоразрядных и полупроводниковых приборов, для деталей измерительных приборов,

для бескомпенсационных трубопроводов для перекачки сжиженных газов. Сплавы обладают достаточной прочностью и высокой пластичностью при заданном значении ТКЛР. Их классифицируют с учетом их магнитных свойств (ферромагнитные сплавы и немагнитные) и значений ТКЛР (минимальные, низкие, средние и высокие).

Ферромагнитные сплавы составляют большую часть номенклатуры сплавов с заданным тепловым расширением. Эти сплавы являются двойными или сложнолегированными на железоникелевой основе, что связано с наличием в системе Fe—Ni области, в которой сплавы обладают резко выраженной аномалией теплового расширения и рядом других свойств.

Кроме ферромагнитных сплавов аустенитного класса со средним по величине ТКЛР, производятся также ферритные сплавы на основе системы Fe—Cr. Легирование в этом случае проводят для стабилизации α -фазы в области температур соединения сплава со стеклом.

Немагнитные сплавы с низким и средним ТКЛР разработаны на основе хрома с небольшими легирующими добавками железа, кобальта, марганца и других элементов. Эти сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, твердостью, однако они имеют низкую пластичность. Немагнитные сплавы со средним ТКЛР разработаны также на основе систем Ni—W, Ni—Mo.

Сплавы с заданными свойствами упругости должны обладать высоким сопротивлением малым пластическим деформациям и релаксационной стойкостью в условиях статического и циклического нагружения. Сплавы применяют в качестве пружин и пружинных элементов, упругочувствительных элементов измерительных приборов, мембран расходомеров, резонаторов фильтров для выбора, генерирования и настройки на заданную частоту.

Сплавы прецизионные сверхпроводящие предназначены для работы только при низких температурах и характеризуются определенным комплексом тепловых, электрических, магнитных и механических свойств при этих температурах.

Сплавы прецизионные с высоким электрическим сопротивлением обладают сочетанием высокой жаростойкости с высоким удельным электрическим сопротивлением.

Термобиметаллы представляют собой материал, состоящий из двух и более слоев металлов или сплавов с различными ТКЛР, сваренных между собой по всей поверхности соприкосновения, и применяются для автоматического регулирования заданной нагрузки и температуры в различного рода компенсационных устройствах, терморегуляторах, а также в приборах бытовой техники. Основным свойством термобиметаллов является термочувствительность, т.е. способность изгибаться при изменении температуры.

Стали немагнитные повышенной прочности используют для немагнитных бандажных колец электрогенераторов. В этих сталях аустенитного класса повышенные прочностные свойства, соответствующие уровню свойств конструкционных улучшаемых сталей, достигаются холодной или теплой пластической деформацией, упрочнением в результате дисперсионного твердения, упрочнением посредством фазового наклепа при последовательном проведении прямого и обратного мартенситных превращений.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Второй, третий и четвертый пункты задания выполняются для деталей, указанных в табл. 2.1. в соответствии с выданным вариантом.

Таблица 2.1.

Номер варианта	Требования, предъявляемые к детали
1	2
Вариант 1	деталь, работающая при низких температурах
Вариант 2	деталь, работающая в агрессивной среде
Вариант 3	детали измерительных приборов, от которых требуется достаточная прочность и высокая пластичность при заданных значениях ТКЛР (температурный коэффициент линейного расширения)

1	2
Вариант 4	немагнитные бандажные кольца электрогенераторов
Вариант 5	детали генератора повышенных частот
Вариант 6	тензодатчики для аппаратуры, регистрирующей и управляющей тепловыми нагрузками
Вариант 7	детали магнитных цепей электротехнических приборов
Вариант 8	детали с высоким сопротивлением малым пластическим деформациям и релаксационной стойкостью в условиях статического и циклического нагружений
Вариант 9	детали с низким температурным коэффициентом электросопротивления для нагревательных элементов в промышленных печах
Вариант 10	детали, от которых требуется деформационная стабильность и износостойкость
Вариант 11	упругочувствительные элементы измерительных приборов

Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Выполненное задание в соответствии с указанным вариантом.
3. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Какая группа сталей применяется в качестве магнитно-мягких материалов?
2. Чем характеризуются прецизионные магнитно-мягкие сплавы?
3. Как подразделяются прецизионные магнитно-мягкие сплавы?
4. Охарактеризуйте магнитно-твердые сплавы.
5. Как подразделяются магнитно-твердые сплавы?
6. Охарактеризуйте сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения.
7. С какой целью применяют прецизионные сверхпроводящие сплавы?
8. Применение прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением.

РАБОТА № 3

Выбор конструкционных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами

Цель работы: освоить научные основы принципа выбора сталей и их термообработки для конкретных деталей с заданными свойствами.

Задания

1. Провести анализ условий эксплуатации деталей по заданному преподавателем варианту задания.
2. Выбрать основу и группу сплава. Выбрать марку сплава и ее характеристика.
3. Охарактеризовать влияние легирующих и примесных элементов на свойства и характеристика выбранного сплава на основе анализа диаграммы состояния.
4. Выбрать режимы термообработки указанных деталей.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие сведения

Углеродистые стали в ряде случаев не отвечают требованиям, предъявляемым к металлам и сплавам в современном производстве, так как не обладают достаточно высокими физико-химическими и механическими свойствами. Легирование значительно повышает твердость и прочность стали при сохранении достаточной вязкости, также придает сталям ряд особых свойств: жаропрочность, окислительную стойкость, коррозионную стойкость и др.

Легирующие элементы (Cr, Ni, Mo, Ti, W, V, Si, Mn, Al, Co, B и др.) вводятся в сталь в определенных концентрациях с целью изменения её строения и свойств:

- Легирующие элементы, растворяясь в феррите, изменяют параметры решетки и повышают твердость, снижая пластичность. Однако никель, интенсивно упрочняя феррит, не снижает его вязкость и понижает порог хладноломкости.

- Все легирующие элементы при нагреве сдерживают рост зерна аустенита, т.е. способствуют образованию мелкозернистой структуры; кроме марганца и бора.

- Все легирующие элементы расширяют область существования α -железа, т.е. являются α -стабилизаторами. Исключение: марганец и никель – γ -стабилизаторы.

- Все легирующие элементы, растворяясь в аустените, замедляют диффузию углерода, что в свою очередь замедлит распад аустенита и повысит прокаливаемость стали. Исключение – кобальт.

- Легирующие элементы не влияют на кинематику мартенситного превращения, их влияние сказывается на температурном интервале мартенситного превращения. Некоторые элементы повышают мартенситную точку и уменьшают количество остаточного аустенита (алюминий, кобальт), другие не влияют на нее (кремний), но большинство снижает мартенситную точку и увеличивает количество остаточного аустенита.

- Легирующие элементы замедляют процесс распада мартенсита. Никель и марганец влияют незначительно, тогда как большинство (хром, молибден, кремний и др.) – весьма заметно, что позволит поднять температуру отпуска и увеличит его продолжительность.

В зависимости от суммарного содержания легирующих элементов различают *низколегированные*, содержащие не более 2,5 % легирующих элементов, *среднелегированные* – 2,5 – 10 % и *высоколегированные* стали – более 10 %.

Необходимый комплекс свойств в легированных сталях выявляется только после термической обработки, в результате которой можно получить наиболее оптимальную структуру, а следовательно, и изменение свойств.

Применение легирующих элементов существенно влияет на стоимость стали. Чем выше степень легирования стали, тем больше её

стоимость. Высокой стоимостью отличаются стали, содержащие большое количество Ni, Mo, W, Co.

Легированные стали, как правило, классифицируют по структуре в равновесном состоянии, по структуре после охлаждения на воздухе, по количеству легирующих элементов и назначению.

Приведенная ниже классификация отражает назначение сталей.

1. Строительные стали – 15ХСНД, 17ГС, 18Г2АФ.

2. Конструкционные стали:

2.1. Стали общего назначения:

- *цементуемые* – 15ХН, 12Х2Н4А, 18ХГТ;
- *улучшаемые* – 35ХГСА, 38ХМЮА, 40ХН, 45Х;
- *высокопрочные* – Н18К9М5Т, Н9Х12Д2ТБ, 30Х9Н8М4Г2С2.

2.2. Специализированного назначения:

- *шарикоподшипниковые* – ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ;
- *рессорно-пружинные* – 50С2, 50ХГСФА, 60С2Н2А;
- *износостойкие* – 110Г13, Х12Ф1.

3. Инструментальные стали:

- режущие – Х, ХВГ;
- быстрорежущие – Р18, Р6М5;
- штамповые:
 - для штампов холодного деформирования – Х12Ф1, Х6ВФ;
 - штампов горячего деформирования – 5ХНМ, 3Х2В8Ф.

4. Стали и сплавы с особыми свойствами:

- нержавеющие – 12Х13, 12Х18Н10Т, 15Х25Т;
- жаропрочные – 12Х2МФБ, Х10С2М, Х25Н20С2;
- с особыми магнитными свойствами:
 - ферромагнитные – ЮНДК15, 80ХНС;
 - парамагнитные – 110Г13, 55Г9Н9;
- с особыми электротехническими свойствами – 79ХН, 1211, 3411;
- особыми тепловыми и упругими свойствами – Н36, Н48, Н35ХМВ.

Порядок выполнения работы

Первый, второй, третий и четвертый пункты задания выполняются по варианту, указанному преподавателем (табл.3.1).

Таблица 3.1

Вариант	Требования, предъявляемые к детали
Вариант 1	Подобрать сталь для изготовления сварной конструкции
Вариант 2	Выбрать материал для изготовления валов электродвигателей $\sigma_T \geq 25 \text{ кгс/мм}^2$, $\delta \geq 17\%$
Вариант 3	Выбрать сталь для изготовления распределительного вала диаметром 70 мм с $\sigma_T > 50 \text{ кгс/мм}^2$, $\delta > 20\%$, на поверхность кулачков HRC > 50
Вариант 4	Выбрать материал и термообработку для изготовления валов диаметром 50 мм, $\sigma_T \geq 150 \text{ кгс/мм}$, $\psi \geq 15\%$
Вариант 5	Выбрать сталь для изготовления пружин, работающих в агрессивных средах
Вариант 6	Подобрать сталь для изготовления зубьев ковшей экскаватора
Вариант 7	Выбрать сталь и режим термообработки для изготовления вала зубчатой передачи диаметром 45 мм ($\sigma_T \geq 60 \text{ кгс/мм}$, $\psi \geq 30\%$). Твердость поверхности шейки вала - 50 - 54 HRC
Вариант 8	Выбрать сталь для изготовления ответственных шестерен вместо сталей 12ХН3А, 20Х2Н4А
Вариант 9	Подобрать стали для изготовления подшипников качения (шариков, роликов и др. деталей)
Вариант 10	Подобрать сталь для изготовления тяжелонагруженного вала диаметром 40мм
Вариант 11	Подобрать сталь для изготовления стяжных болтов, которые должны иметь твердость HB220-230

Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Выполненное задание в соответствии с указанным вариантом.
3. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Как влияют легирующие элементы на свойства стали?
2. Какие элементы являются α -стабилизаторами?
3. Какие элементы являются γ -стабилизаторами?
4. Как влияет марганец на свойства стали?
5. Что понимают под прокаливаемостью стали?
6. Выбор стали с учетом прокаливаемости.
7. Какова классификация легированных сталей?
8. Упрочнение сталей под действием термической обработки?
9. Чем объясняется упрочнение сталей под действием закалки?
10. Какого назначения отпуск? Виды отпуска.

РАБОТА № 4

Выбор инструментальных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами

Цель работы: освоить научные основы принципа выбора инструментальных сталей и их термообработки для конкретных деталей с заданными свойствами.

Задания

1. Провести анализ условий эксплуатации деталей по заданному преподавателем варианту задания.
2. Выбор марки сплава и ее характеристика.
3. Охарактеризовать влияние легирующих и примесных элементов на свойства и характеристика выбранного сплава на основе анализа диаграммы состояния.
4. Выбрать режимы термообработки указанных деталей.

5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие сведения

В качестве инструментальных сталей применяются углеродистые и легированные стали, обладающие высокой твердостью 60-65 HRC, прочностью и износостойкостью.

Одной из основных характеристик инструментальных сталей теплостойкость (или красностойкость), под которой понимается способность стали сохранять высокую твердость при нагреве, т.е. устойчивость при нагреве инструмента в процессе работы против отпуска.

Красностойкость создается легированием стали карбидообразующими элементами (например, вольфрамом, молибденом, хромом, ванадием) в таком количестве, при котором они связывают почти весь углерод в специальные карбиды.

Все инструментальные стали подразделяются на три группы:

- не обладающие теплостойкостью (углеродистые и легированные стали, содержащие до 3-4% легирующих элементов);
- полутеплостойкие до 400-500°C (содержание свыше 0,6-0,7% С и 4-18% Cr);
- теплостойкие до 550-650°C (высоколегированные стали, содержащие Cr, V, W, Mo, Co, ледебуритного класса – быстрорежущие стали).

Другой важной характеристикой инструментальных сталей является прокаливаемость. Высоколегированные теплостойкие и полутеплостойкие стали обладают высокой прокаливаемостью.

Термическая обработка быстрорежущих сталей имеет свои особенности.

Для предотвращения вероятности возникновения нафталинистого излома необходимо перед закалкой провести изотермический отжиг (нагрев до 860 – 900°C и после выдержки охлаждение до 700 – 750 °C, в этом интервале температур сталь выдерживают до окончательного превращения аустенита, которое заканчивается за 1,5 – 2 ч).

Необходим медленный нагрев под закалку до 800°C, чтобы сталь не растрескалась из-за малой теплопроводности и пластичности. Температуру закалки стали P18 принимают равной 1270°C и стали P6M5 – 1220°C. Высоколегированный аустенит, полученный при нагреве под закалку, обладает большой устойчивостью, поэтому охлаждающей средой при закалке чаще всего является масло. Структура быстрорежущей стали после закалки представляет собой высоколегированный мартенсит, нерастворенные избыточные карбиды и остаточный аустенит. Обычно содержание остаточного аустенита в стали P18 составляет 25 – 30 % и в стали P6M5 – 28 – 34 %.

После закалки следует отпуск при 550 – 570°C, вызывающий превращение остаточного аустенита в мартенсит и дисперсионное твердение в результате частичного распада мартенсита и выделения дисперсных карбидов. Это сопровождается увеличением твердости. При однократном отпуске только часть остаточного аустенита превращается в мартенсит. Поэтому применяют многократный (чаще трехкратный) отпуск. Продолжительность каждого отпуска 45 – 60 мин.

Инструмент простой формы из быстрорежущей стали иногда для уменьшения содержания остаточного аустенита непосредственно сразу после закалки (во избежание стабилизации аустенита) охлаждают до – 80 °C (обработка холодом). При охлаждении от комнатной температуры до – 80°C образуется дополнительно около 15 – 20 % мартенсита (от общего объема стали) и после обработки холодом сохраняется 10 – 15 % остаточного аустенита. Этот аустенит превращается в мартенсит после однократного отпуска при 560 °C.

Твердость после закалки составляет 62 – 63 HRC, а после отпуска – 63 – 65 HRC.

Порядок выполнения работы

Первый, второй, третий и четвертый пункты задания выполняются по варианту, указанному преподавателем (табл.4.1).

Таблица 4.1

Номер варианта	Требование, предъявляемое к детали
Вариант 1	Выбрать сталь для изготовления пуансона вырубного штампа
Вариант 2	Выбрать сталь для изготовления матрицы штампа для горячего прессования
Вариант 3	Выбрать сталь для изготовления торцевой фрезы диаметром 50 мм
Вариант 4	Выбрать сталь для изготовления измерительного инструмента
Вариант 5	Выбрать сталь для изготовления штампов инструмента, испытывающего ударные нагрузки, сечением 45-50 мм
Вариант 6	Выбрать сталь для изготовления хирургического инструмента
Вариант 7	Выбрать сталь для изготовления сверл высокой производительности
Вариант 8	Выбрать сталь для изготовления пресс-формы для прессования пластмассы, выделяющей химически активные пары
Вариант 9	Выбрать сталь для изготовления машинных метчиков диаметром 40 мм
Вариант 10	Выбрать сталь для изготовления резьбовой плашки
Вариант 11	Выбрать сталь для изготовления протяжки диаметром 25 мм

Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Выполненное задание в соответствии с указанным вариантом.
3. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к инструментальным материалам?
2. Что такое красностойкость?
3. Как маркируются углеродистые инструментальные стали?
4. Как маркируются легированные инструментальные стали?

5. Как маркируются быстрорежущие стали?
6. Термическая обработка быстрорежущих сталей.

РАБОТА № 5

Выбор цветного сплава для литой заготовки и определение термической обработки

Цель работы: освоить научные основы принципа цветного сплава для изготовления литой заготовки и определение вида и режимов термообработки.

Задания

1. Определить комплекс необходимых свойств изделия по заданию преподавателя.
2. Выбор марки сплава и ее характеристика.
3. Охарактеризовать влияние легирующих и примесных элементов на свойства и характеристика выбранного сплава на основе анализа диаграммы состояния.
4. Выбрать режимы термообработки указанных деталей.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

Общие сведения

Как известно, цветные металлы и сплавы широко применяются в различных отраслях промышленности. Так, например, в авиационной промышленности широко применяются алюминиевые, магниевые, титановые сплавы.

Легкие сплавы широко применяются в различных областях производства. Они, как правило, отличаются высокой удельной прочностью.

Применение меди разнообразно, она применяется в качестве электротехнического материала, но одновременно медь используется как основа важных промышленных сплавов, таких как, латуни, бронзы, медно-никелевых сплавов. Медь также может применяться в качестве легирующего элемента в сплавах.

Широкое применение для современной техники получили тугоплавкие металлы, такие как, хром, вольфрам, молибден и др.

Порядок выполнения работы

Первый, второй, третий и четвертый пункты задания выполняются по варианту, указанному преподавателем (табл.5.1).

Таблица 5.1

Номер варианта	Требование, предъявляемое к детали
Вариант 1	Выбрать сплав для изготовления фасонных отливок из жаропрочного материала ($\sigma_b=300$ МПа)
Вариант 2	Выбрать сплав для изготовления литой детали червячной передачи
Вариант 3	Выбрать сплав для изготовления легких нагруженных деталей ($\sigma_b=150$ МПа), работающих при 90°C
Вариант 4	Выбрать медный сплав для изготовления деталей приборов
Вариант 5	Выбрать сплав для изготовления легкоплавких деталей малой нагруженности ($\sigma_b=120-130$ МПа) с высокими требованиями по герметичности
Вариант 6	Выбрать медный сплав для изготовления деталей сложным литьем
Вариант 7	Выбрать медный сплав для паровой арматуры
Вариант 8	Выбрать сплав для изготовления ювелирных деталей
Вариант 9	Выбрать сплав для изготовления червячной передачи
Вариант 10	Выбрать легкоплавкий сплав для изготовления подшипника скольжения
Вариант 11	Выбрать сплав для изготовления литьем под давлением деталей средней прочности

Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Выполненное задание в соответствии с указанным вариантом.
3. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Какими свойствами обладает медь и её сплавы?
2. Какие медные сплавы и их свойства вы знаете? Область применения медных сплавов.
3. Какими свойствами обладают алюминий и его сплавы?
4. Какова термическая обработка дуралюминов?
5. Какими свойствами обладают магний и его сплавы?
6. Какими свойствами обладают титан и его сплавы?

РАБОТА N 6

Выбор типа производства

Цель работы: изучение методики расчета коэффициента закрепления операций и определения типа производства.

Задания

1. Используя литературные источники, ознакомиться с технологической характеристикой различных типов производства.
2. Под руководством преподавателя изучить методику расчета коэффициентом закрепления операции и определения типа производства на конкретном примере.
3. Выполнить задание по варианту, указанному преподавателем.

4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Составить отчет.

Общие положения

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операции $K_{з.о.}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест. Так как $K_{з.о.}$ отражает периодичность обслуживания рабочего всей необходимой информацией, также снабжения рабочего места всеми необходимыми вещественными элементами производства, то $K_{з.о.}$ оценивается применительно к явочному числу рабочих подразделения из расчета на одну смену:

$$K_{з.о.} = \sum P_o / P_{я},$$

где $\sum P_o$ – суммарное число различных операций; $P_{я}$ – явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции.

Для массового производства $K_{з.о.} = 1$, для крупносерийного производства $1 \leq K_{з.о.} \leq 10$. Практическое значение $K_{з.о.}$ для массового производства может быть $0,1 \dots 1,0$.

Порядок расчета коэффициента закрепления операций

Исходные данные:

Годовая программа выпуска $N_l = [\quad]$ шт.

Количество деталей на изделие $m = [\quad]$ шт.

Запасные части $\beta = [\quad]$ %.

Режим работы предприятия $[\quad]$ смен в сутки.

Годовая программа $N = N_l m (1 + \beta/100) = [\quad]$ шт. деталей.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования

$F_d = [\quad]$ ч.

Таблица 6.1

Операция	T _{шт}	m _p	P	η _{з.ф}	O

Коэффициент закрепления $K_{з.о} = \sum O / \sum P = [\quad]$ операций.
Производство [\quad].

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Второе задание выполняется под руководством преподавателя всей группой. При выполнении задания производится расчет типа производства для конкретной детали (хвостовик вала рулевого управления).

Третье задание студенты выполняют самостоятельно.

Содержание отчета

1. Название, цель работы и задание.
2. Выполненное второе и третье задание.
3. Список используемой литературы.

Контрольные вопросы

1. В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий на какие типы подразделяют современное производство?
2. Охарактеризуйте единичное производство.
3. Какое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени.
4. На какие типы подразделяется серийное производство?
5. Охарактеризуйте серийное производство.
6. Охарактеризуйте массовое производство.

РАБОТА № 7

Выбор заготовки

Цель работы: ознакомление с видами заготовок, их характеристикой, рекомендациями по выбору заготовок.

Задания

1. Используя литературные источники, ознакомиться со структурой технологического процесса.
2. Изучить виды заготовок и их характеристику.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Составить отчет.

Общие положения

Изготовление деталей начинается с производства заготовок. Различают следующие виды заготовок:

Профили – заготовки постоянного или периодического сечения, изготавливаемые в условиях металлургического производства.

Штучные заготовки – заготовки, получаемые обработкой давлением, методами порошковой металлургии, литьем и сваркой.

Комбинированные заготовки – сложные изделия, получаемые соединением (в частности сваркой) отдельных более простых элементов. Комбинированные заготовки позволяют снизить металлоемкость изделий.

Сварные заготовки – изделия, получаемые с использованием технологического процесса сварки элементов (профилей, литых, кованных, штампованных).

Заготовки характеризуются конфигурацией и размерами, точностью получаемых размеров, структурой металла, состоянием поверхности и т.д. Форма и размеры заготовки определяют технологию её изготовления и последующую механическую обработку.

Проектирование заготовки осуществляют в соответствии с государственными стандартами. Реальный слой металла, снимаемый в процессе обработки резанием, может колебаться в широких пределах. В процессе проектирования заготовки назначают припуски на механическую обработку и могут предусматривать напуски.

Припуск на механическую обработку – это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых геометрической формы и размеров детали.

Оптимальный припуск зависит от материала, размеров, конфигурации и вида заготовки, толщины дефектного поверхностного слоя и др. Как известно, полученные в песчаных формах отливки имеют на поверхности раковины, песчаные включения, а поковки, изготовленные ковкой, покрыты окалиной.

Напуск – это объем металла на поверхности заготовки (сверх припуска), предназначенный для упрощения конфигурации заготовки и облегчения условий ее получения. Как правило, напуск удаляют механической обработкой резанием.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Работа проводится в виде семинарского занятия, в процессе которого рассматриваются следующие вопросы:

1. Профили.
2. Штучные заготовки.
3. Комбинированные заготовки.
4. Сварные заготовки

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой технологический процесс?
2. Чем определяется выбор заготовок из профиля?
3. Преимущества и недостатки литых заготовок.
4. Преимущества и недостатки штампованных заготовок.

5. Что такое напуск?
6. Что понимают под припуском на механическую обработку? Как его рассчитывают?

РАБОТА № 8

Изучение технологичности заготовок

Цель работы: ознакомление с технологичностью изготовления заготовок.

Задания

1. Используя литературные источники, ознакомиться со структурой технологического процесса
2. Ознакомиться с понятием технологичности конструкции.
3. Изучить рекомендации по проектированию различных видов заготовок.
4. Ответить на контрольные вопросы.
4. Составить отчет.

Общие положения

Под *технологичностью* понимается совокупность свойств изделия, заложенных при проектировании и обеспечивающих производство изделий с минимальными затратами.

Технологичная конструкция должна обеспечивать следующие требования:

1. форма деталей должна обеспечивать возможность изготовления заготовок с наименьшими припусками и с наименьшим количеством обрабатываемых поверхностей с применением наиболее прогрессивных методов обработки;
2. наименьшая масса машины;

3. наименьшее количество применяемых в ней материалов;
4. применение унифицированных стандартизованных деталей и элементов;
5. взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц с оптимальными значениями полей допусков;
6. максимально возможная жесткость конструкции для работы на максимальных режимах;
7. доступность наблюдения за работой машины;
8. наличие в детали максимальной базирующей поверхности;
9. должна быть целесообразная степень точности;
10. необходимо стремиться к полному устранению или минимальному применению слесарно-приготовочных работ путем изготовления взаимозаменяемых деталей и применением деталей-компенсаторов;
11. упрощения сборки и возможность выполнения параллельной во времени и пространстве сборки отдельно сборочных узлов и изделия в целом;
12. возможность применения механизации, автоматизации при изготовлении и сборки.

Вопросы технологичности решают комплексно, начиная со стадии проектирования заготовки, выбора метода ее изготовления и заканчивая процессами ее механической обработки и сборки всего изделия.

Современная тенденция состоит в том, что отработка конструкции на технологичность смещается на стадию разработки конструкторской документации. Поэтому при проектировании деталей конструктор должен уметь выбрать оптимальные методы и способы получения заготовки, ее последующей обработки, обеспечивающие требуемое качество.

Выбор показателей технологичности зависит от назначения детали, типа производства и условий эксплуатации. Для заготовок в качестве показателей технологичности применяют коэффициент использования материала, трудоемкость изготовления, технологическую себестоимость и др.

Коэффициент использования материала – это безразмерная величина, определяемая отношением массы детали к массе израсходованного материала.

Обеспечение технологичности деталей на стадии проектирования достигается при соблюдении следующих условий:

- конфигурация изделия представляет собой сочетание наиболее простых геометрических форм;
- формы и размеры отдельных элементов детали (уклоны, радиусы закругления и др.) должны быть по возможности унифицированы;
- точность размеров и шероховатость поверхности деталей должны быть обоснованными;
- желательно использовать способы получения заготовок, которые не требуют последующего снятия стружки, например, холодную объемную штамповку.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Работа проводится в виде семинарского занятия, в процессе которого рассматриваются следующие вопросы:

1. Технологичность литых заготовок.
2. Технологичность кованных заготовок.
3. Технологичность сварных заготовок.
4. Технологичность заготовок, подвергаемых термической обработке.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под технологичностью?
2. Какими требованиями обеспечивается технологичность конструкции?
3. Технологичность литых заготовок.
4. Технологичность кованных заготовок.

5. Технологичность сварных заготовок.
6. Технологичность заготовок, подвергаемых термической обработке.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Выбор материалов и технологий в машиностроении: Учебное пособие / Токмин А.М., Темных В.И., Свечникова Л.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, СФУ, 2016. - 235 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат), ISBN 978-5-16-006377-5, <http://znanium.com/bookread2.php?book=556057>
2. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ)), ISBN 978-5-16-010712-7, <http://znanium.com/bookread2.php?book=501197>
3. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий: Учебное пособие / Н.Н. Сергель. – М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 732 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006465-9, <http://znanium.com/bookread2.php?book=391619>

Дополнительная литература:

1. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: Учебник / В.Е. Зоткин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 320 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование), ISBN 978-5-8199-0346-9, <http://znanium.com/bookread2.php?book=263957>
2. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В.Ю.- Электрон. текстовые данные. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014. – 504 с.: <http://www.iprbookshop.ru/22545>

3. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / К.А. Батышев, В.И. Безпалько; Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-004821-5 <http://znanium.com/bookread2.php?book=397679>

4. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006899-2, <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>

5. Материаловедение. Применение и выбор материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – [http://www.studentlibrary.ru / book / ISBN9785938081406.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081406.html)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
РАБОТА № 1.	
Изучение нормативно-технической документации на машиностроительные материалы	5
РАБОТА № 2.	
Изучение методологии выбора материала с особыми физическими свойствами	8
РАБОТА № 3.	
Выбор конструкционных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами	14
РАБОТА № 4.	
Выбор инструментальных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами	18
РАБОТА № 5.	
Выбор цветного сплава для литой заготовки и определение термической обработки	22
РАБОТА № 6.	
Выбор типа производства	24
РАБОТА № 7.	
Выбор заготовка	27
РАБОТА № 8.	
Изучение технологичности заготовок	29
Учебно-методическое обеспечение дисциплины	32