Министерство науки и высшего образования 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 работам по дисциплине
«Выбор материалов и технологий в машиностроении»
для направления подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Составитель:
Л.В. Картонова

Владимир – 2022 г.

УДК 620.22

Рецензент:

Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технология машиностроения»
Жданов Алексей Валерьевич

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Выбор материалов и технологий в машиностроении» для направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых; Сост.: Л.В.Картонова. – 2-е изд. испр. и доп. – Владимир. 2022. – 27 с.

Содержат методические указания к практическим работам по дисциплине «Выбор материалов и технологий в машиностроении» для направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Табл. 9. Ил. 1. Библиогр.: 60 назв.

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины «Выбор материалов и технологий в машиностроении» – приобретение универсальных и профессиональных компетенций (УК-1, ПК-1, ПК-4), предусмотренных требованиями ФГОС ВО, связанных с изучением научных основ и формированием навыков 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.

Основные задачи курса:

формирование знаний, необходимых для решения практических задач проектирования в условиях современного производства;

владеть навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения;

уметь обосновывать выбор материалов и способ изготовления конкретной детали;

владеть знаниями и навыками в решении практических задач по замене материалов.

Практические занятия являются формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования, необходимых для освоения основной профессиональной образовательной программы. В табл. 1 представлен возможный перечень практических работ.

Таблица 1

Перечень практических работ

№ п/п	Наименование практических и лабораторных работ
1.	Изучение нормативно-технической документации на машиностроительные материалы
2.	Выбор конструкционных сталей и их термообработки для деталей с заданными свойствами
3.	Выбор цветного сплава для литой заготовки и определение термической обработки
4.	Определение типа производства (с разбором конкретной ситуации)

Приступая к выполнению практической 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.

ПРАКТИЧЕСКАЯ 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 380-2005, ГОСТ 1050-2013, ГОСТ 1435-99, ГОСТ 4543-2016, ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 14959-2016, ГОСТ 19281-2014, ГОСТ 19265-73, ГОСТ 28393-89, ГОСТ 10994-74, ГОСТ 7293-85, ГОСТ 1215-79, ГОСТ 1412-85, ГОСТ 11069-2001, ГОСТ 4784-97, ГОСТ 1583-93, ГОСТ 859-2014, ГОСТ 15527-2004, ГОСТ 17711-93, ГОСТ 5017-2006, ГОСТ 18175-78, ГОСТ 613–79, ГОСТ 493-79, ГОСТ 492-2006, ГОСТ 19807-91, ГОСТ 25140-93, ГОСТ 14957-76, ГОСТ 2856-79, ГОСТ 1320-74).

2. Выполнить задание 1 (сталь углеродистая обыкновенного качества): указать основные химические элементы по анализу ковшовой пробы, описать их влияние на свойства стали. Написать обозначение данной марки стали по международным стандартам.

3. Выполнить задание 2 (нелегированная конструкционная качественная или специальная сталь): привести химический состав стали по ковшовой пробе, требуемые механические свойства. Указать возможную область применения данной стали.

4. Выполнить задание 3 (конструкционная легированная сталь): привести химический состав стали по ковшовой пробе, требуемые механические свойства. Указать режимы термической обработки.

5. Ответить на контрольные вопросы.

6. Составить отчет.

Общие положения

Широкое использование сплавов на основе железа связано с большим содержанием железа в земной коре, низкой стоимостью, высокими технологическими и механическими свойствами.

Углеродистые стали, как наиболее дешевые, технологичные и имеющие достаточно высокий комплекс механических свойств, применяются для металлоконструкций общего назначения, используются в строительных конструкциях, для изготовления деталей в машиностроении и т.д.

Углеродистые стали подразделяются на

- конструкционные (до 0,65 % С);
- инструментальные (более 0,65 % С).

По содержанию углерода углеродистые стали делятся на:

- низкоуглеродистые до 0,25 % С,
- среднеуглеродистые – от 0,3 до 0,5 % С,
- высокоуглеродистые – более 0,50 % С.

По качеству стали подразделяют на стали:

- обыкновенного качества (не более 0,06% S, 0,07% P);
- качественные (не более 0,04% S, 0,035% P);
- высококачественные (не более 0,025% S, 0,025% P);
- особо высококачественные (не более 0,015% S, 0,025% P.

В ряде случаев углеродистые стали не отвечают требованиям, которые предъявляются к сплавам в современном производстве, так как

не обладают достаточно высокими физико-химическими и механическими свойствами. С целью повышения твердости и прочности стали при сохранении достаточной вязкости, а также получения особых свойств, таких как, жаропрочность, окалиностойкость, коррозионную стойкость и другие, на широко применяют *легированные стали*:

- конструкционные,
- инструментальные,
- с особыми свойствами.

В машиностроении, помимо черных металлов и сплавов, широко используются цветные металлы и сплавы на их основе, которые обладают различными ценными свойствами.

Алюминиевые сплавы классифицируют по технологии изготовления (литейные, деформируемые и спеченные (порошковые)); способности к термической обработке (упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой); свойствам (сплавы повышенной пластичности, низкой прочности, нормальной прочности, высокопрочные, жаропрочные и др.).

Медные сплавы классифицируют по химическому составу (латуни, медно-никелевые сплавы, бронзы); технологии изготовления (литейные, деформируемые).

Титановые сплавы классифицируются по способу производства (деформируемые и литейные); способности упрочняться термической обработкой (упрочняемые и неупрочняемые); механическим свойствам (нормальной прочности, высокопрочные, жаропрочные и повышенной пластичности); структуре (α-, β-, α+β-сплавы).

Машиностроительные материалы поставляются в соответствии со стандартами, предусматривающими их химический состав, свойства.

Порядок выполнения работы

Первое задание студенты выполняют при подготовке к работе.

Второе, третье и четвертое задания выполняется по варианту,

указанному преподавателем. Студентам выдается по 3 марки машиностроительных материалов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Задания к практической работе № 1

Номер варианта	Марка стали		
Вариант 1	Ст0	05кп	65Г
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

Следует обратить внимание, что химический состав материала необходимо представить в виде таблицы с указанием постоянных примесей.

Контрольные вопросы

1. Как маркируются углеродистые стали обыкновенного качества? Укажите область применения этих сталей.
2. Какие химические элементы в сталях являются постоянными примесями?
3. Чем определяется качество сталей?
4. Как маркируются конструкционные качественные углеродистые стали? Их область применения.
5. Как маркируются конструкционные и инструментальные легированные стали?
6. Как маркируются чугуны?
7. Как маркируются алюминий и сплавы на его основе?
8. Как классифицируют медные сплавы? Маркировка меди и медных сплавов.

9. Как классифицируют титановые сплавы? Маркировка титановых сплавов.
10. Как маркируются никелевые сплавы?
11. Как маркируются баббиты?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

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 в соответствии с распределенным вариантом.
2. Выбрать марку сплава, указать его химический состав.
3. Описать влияние легирующих и примесных элементов на свойства сплава.
4. Назначить режимы термообработки стали. Указать свойства после термической обработки.
5. Описать технологические свойства выбранной стали.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Составить отчет.

Общие сведения

Для изготовления деталей машин и механизмов необходимо применять материалы, имеющие высокую прочность, надежность и долговечность. Наилучшем сочетанием данных характеристик обладают стали. Поэтому сталь является основным материалом для изготовления

деталей машин, работающих при больших нагрузках.

В зависимости от условий работы конструкционные стали должны обладать высокими механическими свойствами, поэтому углеродистые стали имеют ограниченное применение. Для изготовления ответственных деталей применяют конструкционные легированные стали, которые обладают более высокими механическими свойствами и прокаливаемостью по сравнению с углеродистыми сталями.

Назначение конструкционных легированных сталей:

- *Машиностроительные* – служат для производства различных деталей машин и механизмов, которые в большинстве случаев проходят термическую обработку.
- *Строительные* – чаще всего используются при изготовлении сварных металлоконструкций и термической обработке подвергаются в редких случаях.

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 %.

Применение легирующих элементов существенно влияет на стоимость стали. Чаще используются конструкционные стали легируют недорогими и недефицитными элементами, такими как, кремний, марганец и хром. Для изготовления нагруженных деталей стали легируют более дорогими и дефицитными элементами: никелем, вольфрамом, молибденом, ниобием. Чем выше степень легирования стали, тем больше её стоимость.

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

Легированные стали также классифицируют по структуре в отожженном и нормализованном состояниях.

По структуре в *отожженном состоянии* различают:

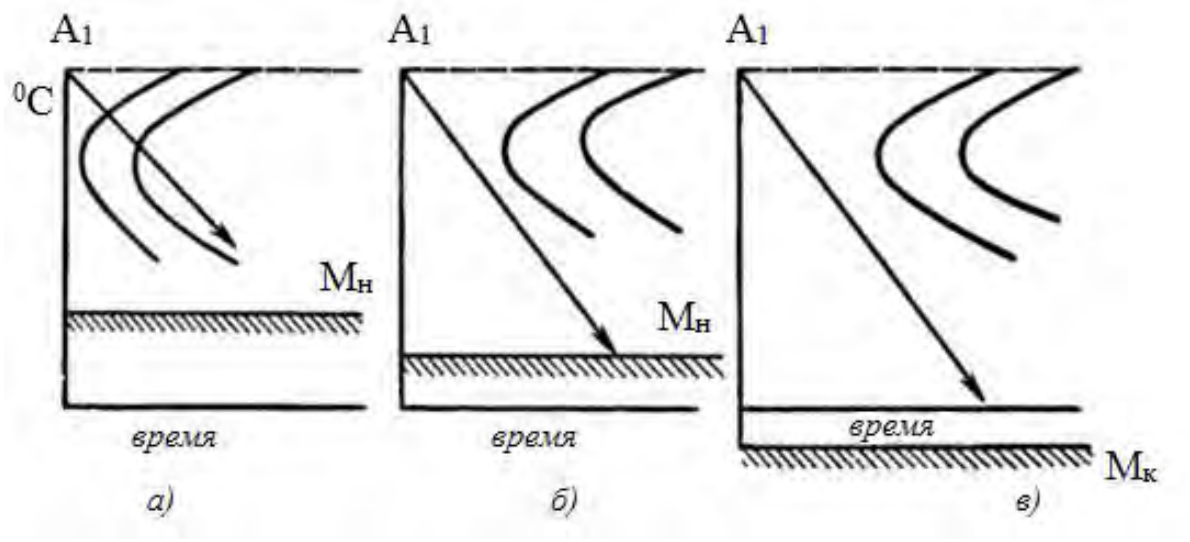
- доэвтектоидные стали, имеющие структуру легированного перлита и избыточного легированного феррита;

- эвтектоидные – перлитную структуру;
- заэвтектоидные – легированного перлита и вторичных карбидов;
- ледебуритные стали, в структуре которых присутствуют первичные карбиды.

По структуре в *нормализованном состоянии* легированные стали подразделяют на три класса:

- перлитный (1 класс);
- мартенситный (2 класс);
- аустенитный (3 класс).

Образование данных классов легированной стали можно проиллюстрировать диаграммой изотермического превращения, на которой нанесена кривая охлаждения на воздухе (рис.2.1).



Ри.2.1. Диаграмма изотермического распада:
а – перлитный класс, б – мартенситный класс, в – аустенитный класс

- *Перлитный класс*. К данному классу относятся стали с низким содержанием легирующих элементов (ЛЭ <5%), при этом кривая нормализации данных сталей пересекает кривую изотермического превращения в зоне образования феррито-цементитной смеси, с образованием сорбита, троостита или же с образованием перлита.
- *Мартенситный класс* включает стали, в которых содержание легирующих находится на среднем уровне (5%<ΣЛЭ<13%), при

этом кривая нормализации не должна пересекать кривую изотермического превращения, при этом происходит переохлаждение аустенита, в результате этого образуется структура.

- *Аустенитный класс*. К данному классу относят стали с высоким содержанием легирующих элементов (ΣЛЭ≥13%, среди которых имеются γ-стабилизаторы структура), при этом кривая изотермического превращения, как и у сталей мартенситного класса, сдвинута вправо, но точка мартенситного превращения понижена и расположена ниже комнатной температуры. Так как кривая нормализации не пересекает кривую изотермического превращения и не доходит до точки мартенситного превращения в структуре стали сохраняется аустенит.

Высоколегированные стали, не содержащие γ-стабилизаторов, после нормализации будут иметь ферритную или ледебуритную структуру.

По отношению к углероду легирующие элементы разделяются на две группы:

- ✓ элементы, образующие с углеродом устойчивые химические соединения – карбиды (хром, марганец, молибден, вольфрам, ванадий, титан); карбиды могут быть простые (например, Cr_4C, Mo_2C) или сложные легированные (например, $(FeCr)_7C_3$ и др.); твердость их обычно выше твердости карбида железа, а хрупкость ниже;
- ✓ элементы, не образующие в присутствии железа карбидов и входящие в твердый раствор – феррит (никель, кремний, кобальт, алюминий, медь).

Конструкционные стали должны иметь хорошие технологические свойства, такие как, хорошая обрабатываемость давлением, и резанием, обладать высокой прокаливаемостью, иметь малую склонность к деформациям и трещинообразованию при закалке и др.

Строительные конструкционные стали должны обеспечивать хорошую свариваемость.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с вариантом, указанным преподавателем (таблица).

При выполнении первого задания необходимо провести анализ условий эксплуатации деталей. При этом определить основные эксплуатационные требования предъявляемые к материалу.

При выполнении второго задания выбрать марку сплава, указать его химический состав.

Охарактеризовать влияние легирующих и примесных элементов (третье задание) на свойства сплава.

Назначить режимы возможной термообработки (четвертое задание) выбранной стали. Указать свойства после термической обработки.

Описать технологические свойства (пятое задание) стали.

Первый, второй, третий и четвертый пункты задания выполняется для варианта, указанного преподавателем (табл.2.1).

Описать технологические свойства (пятое задание) стали.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют конструкционных легированных сталей
2. Как классифицируют легированные стали по структуре в отожженном и нормализованном состояниях?
3. Как влияют легирующие элементы и постоянные примеси на свойства стали?
4. Какие элементы являются α-стабилизаторами?
5. Какие элементы являются γ-стабилизаторами?
6. Как влияет марганец на свойства стали?
7. Что понимают под прокаливаемостью стали?
8. Выбор стали с учетом прокаливаемости.
9. Чем объясняется упрочнение сталей под действием закалки?
10. Какого назначение отпуска? Виды отпуска.

Таблица 2.1

Задания к практической работе № 2

Вариант	Требования, предъявляемые к детали
Вариант 1	Подобрать сталь для изготовления сварной конструкции
Вариант 2	Выбрать материал для изготовления валов электродвигателей $\sigma_т \geq 250$ МПа, $\delta \geq 17\%$
Вариант 3	Выбрать сталь для изготовления распределительного вала диаметром 50 мм с $\sigma_т > 500$ МПа, $\delta > 20$ %, на поверхность кулачков HRC>50
Вариант 4	Выбрать материал и термообработку для изготовления валов диаметром 50 мм, $\sigma_т \geq 1500$ МПа, $\psi \geq 15\%$
Вариант 5	Выбрать сталь для изготовления упругих элементов, работающих в условиях высоких динамических нагрузок
Вариант 6	Подобрать сталь для изготовления зубьев ковшей экскаватора
Вариант 7	Выбрать сталь и режим термообработки для изготовления вала зубчатой передачи диаметром 45 мм ($\sigma_т \geq 600$ МПа, $\psi \geq 30\%$). Твердость поверхности шейки вала - 50 - 54 HRC
Вариант 8	Выбрать сталь для изготовления ответственных шестерен вместо сталей 20Х2Н4А
Вариант 9	Подобрать стали для изготовления подшипников качения (шариков, роликов и др. деталей)
Вариант 10	Подобрать сталь для изготовления тяжелонагруженного вала диаметром 70 мм
Вариант 11	Подобрать сталь для изготовления стяжных болтов, которые должны иметь твердость НВ220-230

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

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.

Цветные металлы и сплавы условно подразделяют на легкие и тяжелые. К легким относятся металлы, у которых плотность не превышает 5 г/см^3. Среди промышленных металлов наименьшей плотностью обладает магний (1,7 г/см^3). К легким металлам также относятся бериллий, алюминий, титан и др. Металлы, у которых плотность превышает 5 г/см^3, называются тяжелыми.

Легкие сплавы, 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 выполняется по варианту, указанному преподавателем (табл.3.1).

Таблица 3.1

Задания к практической работе № 3

Номер варианта	Требование, предъявляемое к детали
Вариант 1	Выбрать сплав для изготовления фасонных отливок из жаропрочного материала ($\sigma_в$=300 МПа)
Вариант 2	Выбрать сплав для изготовления литой детали червячной передачи
Вариант 3	Выбрать сплав для изготовления легких нагруженных деталей ($\sigma_в$=150 МПа), работающих при 90^0С
Вариант 4	Выбрать медный сплав для изготовления деталей приборов
Вариант 5	Выбрать сплав для изготовления легкоплавких деталей малой нагруженности ($\sigma_в$=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

Контрольные вопросы

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

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА N 4

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. 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

Машиностроительное производство в соответствии с ГОСТ 14.004-83 характеризуется типом производства, который является

классификационной категорией. В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции различают следующие типы производства:

- ✓ единичное,
- ✓ серийное;
- ✓ массовое.

Объем выпуска продукции – количество изделий определенных наименований, типоразмеров и исполнений, изготовляемых или ремонтируемых предприятием или его подразделением в течение планируемого периода времени.

Единичное производство определяется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. В зависимости от количества изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

Коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$ определяется отношением числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест, на которых выполняются эти операции.

В соответствии с ГОСТ 3.1121-84 коэффициент закрепления операций принимают равным: для мелкосерийного производства – свыше 20 до 40 включительно; для среднесерийного производства – свыше 10 до 20 включительно; для крупносерийного производства – свыше 1 до 10 включительно.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Коэффициент закрепления операций в соответствии с ГОСТ 3.1121-84 для массового производства принимают равным 1.

Основным типом современного машиностроительного производства является серийное производство. По всем технологическим и производственным характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

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.

При выполнении третьего задания студенты делятся на 2-3 группы, каждой из которых выдается отдельное задание.

Исходные данные для расчета коэффициента закрепления операций:

годовая программа выпуска N_1 = [ ] шт.;

количество деталей на изделие m = [ ] шт.;

запасные части β = [ ] %;

режим работы предприятия [ ] смен в сутки.

С учетом этих данных корректируется годовая программа выпуска:

$$N = N_1\, m\, (1 + \beta/100) = [\ \ ] \text{ шт. деталей.}$$

Так же выдается штучно-калькуляционное время на операции (табл.4.1).

Таблица 4.1

Штучно-калькуляционное время на операции

№ операции	Наименование операции	Штучно-калькуляционное время, $T_{шт\text{-}к}$
005		
010		
015		

Результаты расчетов заносятся в табл. 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2

Количество рабочих мест по операциям

№ операции	Наименование операции	Штучно-калькуляционное время, $T_{шт-к}$	Количество единиц оборудования (станков), $m_р$	Принятое количество рабочих мест, P
			Итого:	$\sum P$

Таблица 4.3

Количество операций на данном рабочем месте

№ операции	Наименование операции	Коэффициент загрузки рабочего места, $\eta_{з.ф.}$	Количество операций на данном рабочем месте, O
		Итого:	$\sum O$

Количество единиц оборудования (станков) $m_р$ определяется по формуле:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_д \cdot \eta_{з.н.}},$$

где $F_д$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Если тип производства только определяется, усредненные значения нормативного коэффициента загрузки оборудования можно принять порядка 0,75…0,8, так как это не приведет к большим погрешностям в расчетах. Фактические значения коэффициента загрузки оборудования будут определяться после детальной разработки технологического процесса. Поэтому принимаем $\eta_{з.н.}$ = 0,75.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяется с учетом количества календарного числа дней в году, количества выходных праздничных и предпраздничных дней, рабочих

суббот; числа смен работы оборудования; продолжительности рабочего дня; потерь на проведение ремонтов, обслуживания, настройки и подналадки оборудования. При расчете принимаем $F_д$ = 4015 ч.

Для каждой операции коэффициент загрузки рабочего места определяется по формуле:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_р}{Р},$$

количество операций, выполняемых на рабочем месте:

$$О = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}.$$

Коэффициент закрепления операций рассчитывается следующим образом:

$$\eta_{з.о.} = \frac{\sum О}{\sum Р}.$$

Исходные данные для выполнения практической работы №4 представлены в табл. 4.4 и 4.5.

Таблица 4.3

Данные по заводскому технологическому процессу детали «хвостовик вала рулевого управления»

№ операции	Операция	$T_{шт}$
005	Фрезерно-центровальная	1,012
010	Автоматная токарная	0,657
015	Токарно-гидрокопировальная	2,384
020	Круглошлифовальная	0,610
025	Круглошлифовальная	0,712
030	Круглошлифовальная	0,755
035	Зубофрезерная	3,675
040	Горизонтально-фрезерная	1,0878
045	Горизонтально-фрезерная	0,749
050	Токарно-револьверная	0,919
055	Токарно-винторезная	0,702
060	Болтонарезная	0,315
065	Болтонарезная	0,315
070	Слесарная	0,349

Таблица 4.4

Задание для выполнения практической работы №3

Для выполнения практической работы №	Задания для выполнения практической работы №3		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Годовая программа выпуска N_1, шт.	200 000	100 000	300 000
Количество деталей на изделие m, 1 шт.	1	1	1
Запасные части β, 0,3 %	0,3	0,3	0,3
Режим работы предприятия *смены/сутки*	2	2	2
Действительный годовой фонд времени работы оборудования $F_д$, ч.	4029	4029	4029

Контрольные вопросы

1. На какие типы подразделяют современное производство?
2. Охарактеризуйте единичное производство.
3. Какое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени?
4. На какие типы подразделяется серийное производство? Что лежит в основе данной классификации?
5. Охарактеризуйте серийное производство.
6. Охарактеризуйте массовое производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Адаскин, А. М.** Материаловедение в машиностроении : учеб. для бакалавров / А. М. Адаскин [и др.]. – М. : Юрайт, 2013. – 535 с. – (Сер. Бакалавр. Углубленный курс). – ISBN 978-5-9916-2867-9.
2. **Антонюк, В. Е.** Конструктору станочных приспособлений : Справ. пособие. – Мн.: Беларусь, 1991. – 400 с. – ISBN 5-338-00229-9.
3. **Гелин, Ф. Д.** Металлические материалы : справочник / Ф. Д. Гелин. – Минск : Высш. шк., 1987. – 368 с.
4. **Геллер, Ю. А.** Материаловедение : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Геллер, А. Г. Рахштадт ; под ред. А. Г. Рахштадта. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1989. – 456 с. – ISBN 5-229-00228-X.
5. **Гуляев, А. П.** Металловедение : учеб. для втузов / А. П. Гуляев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1986. – 542 с.
6. **Журавлев, В. Н.** Машиностроительные стали : справочник / В. Н. Журавлев, О. И. Николаева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1992. – 480 с. – ISBN 5-217-01306-0.
7. **Иванов, Г. П.** Надежность материала в технических расчетах / Г. П. Иванов [и др.] ; под ред. Д. В. Бушенина. – Владимир : Посад, 2002. – 128 с.
8. **Кечин, В. А.** Цинковые сплавы / В. А. Кечин, Е. Я. Люблинский. – М. : Металлургия, 1986. – 246 с.
9. **Колачев, Б. А.** Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учеб. пособие для вузов по специальности «Металловедение и технология термической обработки металлов» / Б. А. Колачев, В. А. Ливанов, В. И. Елагин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : МИСИС, 2001. – 414 с. – ISBN 5-8763-027-8.
10. Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. В. Васильева ; Ю. М. Тарнопольского. – М. : Машиностроение, 1990. – 510 с. – ISBN 5-217-01113-0.
11. Конструкционные материалы : справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под ред. Б. Н. Арзамасова. – М. : Машиностроение, 1990. – 687 с. – (Сер. Основы проектирования машин). – ISBN 5-217-01112-2.
12. **Лахтин, Ю. М.** Материаловедение : учеб. для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 528 с. – (Сер. Для вузов). – ISBN 5-217-00858-X.
13. **Лахтин, Ю. М.** Металловедение и термическая обработка металлов : учеб. для вузов. – 3-е изд. стер. – М. : Металлургия, 1984. – 360 с.

14. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие для вузов по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / А. В. Шишкин [и др.] ; под ред. В. С. Чередниченко. – 2-е изд., стер. – М. : Омега-Л, 2006. – 752 с. – (Сер. Высшее техническое образование). – ISBN 5-365-00041-2.

15. Материаловедение : учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под ред. Б. Н. Арзамасова. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 646 с. – (Сер. Учебник для технических вузов). – ISBN 5-7038-1860-5.

16. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для вузов по направлению «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. Б. Арзамасов [и др.] ; под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепахина. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 447 с. – (Сер. Высшее профессиональное образование, Машиностроение). – ISBN 978-5-7695-6499-4.

17. Материаловедение и технология металлов : учеб. для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. – Изд. 4-е, испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2006. – 862 с. – ISBN 5-06-004418-1.

18. Материалы в машиностроении: выбор и применение : справочник. В 5 т. Т. 1: Цветные металлы и сплавы / И. А. Алексахин [и др.] ; под ред. Л. П. Лужникова. – М. : Машиностроение, 1967. – 304 с.

19. **Мозберг, Р. К.** Материаловедение : учеб. пособие для вузов / Р. К. Мозберг. – Изд. 2-е, перераб. – М. : Высш. шк., 1991. – 448 с. – ISBN 5-06-001909-8.

20. **Мухин, Г.Г.** Стали. Чугуны. Т.2 /Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. — Москва: Машиностроение, 2001. — 784с.

21. **Новиков, И. И.** Теория термической обработки металлов : учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1978. – 392 с.

22. **Плошкин, В. В.** Материаловедение : учеб. пособие / В. В. Плошкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2011. – 463 с. – (Сер. Основы наук). – ISBN 978-5-9916-1222-7.

23. Производство отливок из сплавов цветных металлов : учебник / А. В. Курдюмов [и др.] ; под ред. В. Д. Белова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. дом МИСиС, 2011. – 615 с. – ISBN 978-5-87623-573-2.

24. **Ржевская, С. В.** Материаловедение : учеб. для вузов в области техники и технологии / С. В. Ржевская. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Логос, 2006. – 421 с. – ISBN 5-98704-179-X.

25. **Рогов, В. А.** Современные машиностроительные материалы и заготовки : учеб. пособие для вузов по направлениям «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. – М. : Академия, 2008. – 330 с. – (Сер. Высшее профессиональное образование, Машиностроение). – ISBN 978-5-7695-4254-1.

26. **Рощин, В. Е.** Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Челябинск : ЮУРГУ, 2013. – 572 с. – ISBN 978-5-696-04354-8.

27. **Сильман, Г. И.** Материаловедение : учеб. пособие для вузов / Г. И. Сильман. – М. : Академия, 2008. – 336 с. – ISBN 978-5-7695-4255-8.

28. **Солнцев, Ю. П.** Материаловедение : учеб. для вузов по металлург., машиностроит. и общетехн. специальностям / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под ред. Ю. П. Солнцева. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – СПб. : Химиздат, 2004. – 735 с. – (Сер. Учебник для вузов). – ISBN 5-93808-075-4.

29. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.; под общ. ред. А.М. Дальского. – 6-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 592 с. – ISBN 5-217-03311-8.

30. **Токмин, А. М.** Выбор материалов и технологий в машиностроении : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 150100 "Материаловедение и технологии материалов" / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова ; Сиб. федерал. ун-т. - Москва : ИНФРА-М. – СФУ, 2013. – 234 с. : ил. – (Высшее образование – бакалавриат). - Библиогр.: с. 230-231. – ISBN 978-5-16-006377-5.

31. Химико-термическая обработка металлов и сплавов : справочник / Г. В. Борисенок [и др.] ; под ред. Л. С. Ляховича. – М. : Металлургия, 1981. – 424 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ

1. ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
2. ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технически условия.
3. ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технически условия.
4. ГОСТ 4543-2016. Металлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия.
5. ГОСТ 5950-2000. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технически условия.
6. ГОСТ 14959-2016. Металлопродукция из рессорно-пружинной нелегированной и легированной стали. Технические условия.
7. ГОСТ 19281-2014. Прокат повышенной прочности. Общие технически условия.
8. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия.
9. ГОСТ 28393-89. Прутки и полосы из быстрорежущей стали, полученной методом порошковой металлургии. Общие технически условия.
10. ГОСТ 10994-74. Сплавы прецизионные. Марки.
11. ГОСТ 7293-85. Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки.
12. ГОСТ 1215-79. Отливки из ковкого чугуна. Общие технически условия.
13. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки.
14. ГОСТ 11069-2001. Алюминий первичный. Марки.
15. ГОСТ 4784-2019. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.
16. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия.
17. ГОСТ 859-2014. Медь. Марки.

18. ГОСТ 15527-2004. Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки.

19. ГОСТ 17711-93. Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки.

20. ГОСТ 5017-2006. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки.

21. ГОСТ 18175-78. Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки.

22. ГОСТ 613–79. Бронзы оловянные литейные. Марки.

23. ГОСТ 493-79. Бронзы безоловянные литейные. Марки.

24. ГОСТ 492-2006. Никель, никелевые и медно-никелевые сплавы, обрабатываемые давлением. Марки.

25. ГОСТ 19807-91. Титан и титановые сплавы, обрабатываемые давлением. Марки.

26. ГОСТ 25140-93. Сплавы цинковые литейные. Марки.

27. ГОСТ 14957-76. Сплавы магниевые деформируемые. Марки.

28. ГОСТ 2856-79. Сплавы магниевые литейные. Марки.

29. ГОСТ 1320-74. Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.
Изучение нормативно-технической документации
на машиностроительные материалы 4

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.
Выбор конструкционных сталей и их термообработки
для деталей с заданными свойствами 8

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.
Выбор цветного сплава для литой заготовки и
определение термической обработки 14

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.
Выбор типа производства 16

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 22
ПЕРЕЧЕНЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ 25

ПЕРЕРАБОТАННЫЕ И ДОПОЛНЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
"ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ"

Составитель
КАРТОНОВА Любовь Владимировна

Методические указания рассмотрены и одобрены
на заседании кафедры ТФ и КМ (протокол № 1 от 30.08.2022 г.)

Методические указания рекомендованы УМК по направлению 22.03.01
для использования в учебном процессе (протокол № 1 от 30.08.2022 г.)