

Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Самарской области
«Тольяттинский социально-экономический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению практических занятий
по дисциплине

ОП.05 Основы материаловедение

основной профессиональной образовательной программы подготовки
квалифицированных рабочих и служащих

*15.01.37 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике*

для студентов очной формы обучения

Тольятти 2024г.

Составлено в соответствии с требованиями ФГОС к результатам образовательной программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии *15.01.37 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике*

Составитель: Дюгаева О.А.- преподаватель

Содержание

Введение	4
Практическая работа №1	6
Практическая работа №2	13
Практическая работа №3	20
Приложения	26

Пояснительная записка

Настоящие методические рекомендации определяют цели и задачи, а также конкретное содержание заданий по практическим работам по дисциплине **ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**, особенности организации и порядок выполнения практических работ, требования к подготовке отчета о выполнении практических работ, а также содержат критерии оценивания образовательных результатов.

Приступая, к выполнению практической работы Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о практической работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине и допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Практическое занятие 1.

ВЫБОР МАРКИ МАТЕРИАЛА И РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ДЕТАЛЕЙ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОЙ ТЕРМИЧЕ-СКОЙ ОБРАБОТКИ.

Цель занятия — приобрести навыки в соответствии ПК1.1-ПК1.6;ПК2.1-ПК2.3: выбор марки сплава, режима термической и химико-термической обработки металлов в зависимости от назначения изделий.

Задание: Согласно задания своего варианта: 1) изучить условия работы заданной детали и требования, предъявляемые к ней; 2) выбрать марку стали для изготовления заданной детали, изучить ее химический состав и механические свойства; 3) разработать в зависимости от условий работы детали, необходимый вид и режим термической или химико-термической обработки; 4) дать обоснование выбранного вида и режима обработки детали.

№ варианта	№ задачи	№ варианта	№ задачи
1	1,6,15	16	7,14,5
2	2,7,14	17	8,10,3
3	3,8,13	18	9,11,7
4	4,9,12	19	10,5,13
5	5,10,15	20	11,9,1
6	6,12,2	21	12,6,4
7	7,14,5	22	13,10,5
8	8,10,3	23	14,6,9
9	9,11,7	24	15,4,10
10	10,5,13	25	1,6,15
11	11,9,1	26	2,7,14
12	12,6,4	27	3,8,13
13	13,10,5	28	4,9,12
14	14,6,9	29	5,10,15
15	15,4,10	30	3,9,14

Методические указания

Практическое занятие предусматривает обосновать выбор металла для изготовления заданной детали и выбор вида и режима термической и химико-термической обработки, которая обеспечит надежность детали в условиях эксплуатации, указанных в каждой задаче.

Для решения задачи необходимо прежде всего определить материал, обладающий свойствами, близкими к требуемым. Для этой цели рекомендуется ознакомиться с классификацией, составом и назначением основных материалов, используемых в технике.

Если для улучшения свойств выбранного материала нужны термическая или химико-термическая обработка, то необходимо указать их режимы, получаемую структуру и свойства. При рекомендации режимов обработки необходимо также указать наиболее экономичные и производительные способы. Например, для деталей, изготавливаемых в больших количествах, — обработку с индукционным нагревом, газовую цементацию и др.; для деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, например для валов, зубчатых колес многих типов, необходимо рекомендовать обработку, повышающую предел выносливости (в зависимости от рекомендуемой стали к ним относятся цементация, цианирование, азотирование, закалка с индукционным нагревом, обработка дробью).

При решении задач рекомендуется использовать учебные пособия, ГОСТы, справочники.

В помощь учащимся при выполнении практического занятия приведено под-робное решение одной типовой задачи.

Задачи по выбору сплавов и режимов термической обработки в зависимости от условий работы деталей и конструкций.

1.Завод изготавливает коленчатые валы диаметром 35 мм; сталь в готовом изделии должна иметь предел прочности не ниже 750 МПа и ударную вязкость не ниже 50 МПа. Кроме того, вал должен обладать повышенной износостойкостью не по всей поверхности, а только в шейках, т. е. в участках, сопряженных с подшипниками и работающими на истирание.

Подберите марку стали, рекомендуйте режим термической обработки всего вала для получения заданных свойств и режим последующей термической обработки, повышающей твердость только в отдельных участках поверхности вала.

Приведите структуру и твердость стали в поверхностном слое шейки вала и структуру и механические свойства в остальных участках.

2.Стаканы цилиндров мощных двигателей внутреннего сгорания должны обладать высоким сопротивлением износу на поверхности. Для повышения износостойкости применяют азотирование.

Подберите сталь, пригодную для азотирования, приведите химический состав, рекомендуйте режим термической обработки и режим азотирования. Укажите твердость поверхностного слоя и механические свойства низлежащих слоев в готовом изделии.

3. Станкостроительный завод изготавливает шпиндели токарных станков. Шпиндели работают с большой скоростью в условиях повышенного износа, поэтому твердость в поверхностном слое должна быть HRC 58—62.

Подберите сталь для изготовления шпинделя, рекомендуйте режим термообработки, обеспечивающий получение заданной твердости в поверхностном слое. Укажите структуру стали в поверхностных слоях и в сердцевине шпинделя, механические свойства сердцевины после окончательной термической обработки.

4. Червяк редукторов диаметром 35 мм можно изготовить из цементируемой и нецементируемой стали. Предел прочности в сердцевине детали должен быть 580—686 МПа.

Выберите марку цементируемой и нецементируемой углеродистой качественной стали. Обоснуйте, в каких случаях целесообразно применять цементируемую и в каких случаях — нецементируемую сталь.

Укажите химический состав, рекомендуемый режим химико-термической и термической обработки и сопоставьте механические свойства стали обоих типов в готовом изделии.

5. Палец шарнира диаметром 30 мм работает на изгиб и срез и должен обладать высокой износостойкостью на поверхности и высокой вязкостью в сердцевине.

Подберите углеродистую сталь, укажите ее состав и марку, рекомендуйте режим химико-термической и термической обработки, укажите структуру, механические свойства в сердцевине и твердость на поверхности после окончательной обработки. Укажите желаемую толщину твердого поверхностного слоя.

6. Выберите марку стали для изготовления топоров. Лезвие топора не должно сгибаться или выкрашиваться в процессе работы; поэтому оно должно иметь твердость в пределах HRC 50—55 на высоту не более 30—40 мм; остальная часть топора не подвергается закалке и имеет более низкую твердость.

Укажите химический состав стали, режим термической обработки, обеспечивающий указанную твердость, а также способ закалки, позволяющий получить эту твердость только на лезвии топора.

7. Выберите марку стали для изготовления продольных пил по дереву и укажите режим термической обработки, микроструктуру и твердость готовой пилы.

Режимы термической обработки выберите таким образом, чтобы предупредить деформацию пилы при закалке и отпуске, а также обеспечить получение в стали высоких упругих свойств после отпуска (пила должна спружинить»).

8. Автосцепки вагонов на железнодорожном транспорте изготавливаются литыми. Для повышения механических свойств отливки подвергают термической обработке.

Выберите марку стали и обоснуйте термическую обработку, если предел прочности должен быть не ниже 343 МПа.

Укажите структуру и механические свойства стали после литья и после термической обработки.

9. Завод изготавливает зубчатые колеса диаметром 60 мм и высотой 80 мм. Предел текучести должен быть не ниже 530—540 МПа.

Выберите сталь для изготовления зубчатых колес и приведите состав и марку, учитывая технологические особенности термической обработки и необходимость предотвратить деформацию и образование трещин при закалке.

Рекомендуйте режим термической обработки и укажите механические свойства в готовом состоянии.

10. Многие измерительные инструменты плоской формы (шаблоны, линейки, штангенциркули) изготавливают из листовой стали; они должны обладать высокой износостойкостью в рабочих кромках. Приведите режимы обработки, обеспечивающей получение этих свойств, если инструменты изготавливают большими партиями из сталей 15 и 20.

11. Выберите марку стали для изготовления рабочих колес центробежного насоса. Рабочие колеса должны обладать высокой коррозионной стойкостью. Укажите режим Т. О. и механические свойства колес в готовом состоянии.

12. Выберите марку стали для изготовления гаечного ключа и укажите режим термообработки и твердость готового ключа. Ключ не должен сминаться или выкрещиваться в процессе работы, а это возможно если твердость ключа будет HRC 40/50.

13. Выберите марку сплава из цветных металлов для изготовления поршней авиационных двигателей.

Укажите механические свойства, химический состав данного сплава, учитывая требования к условиям работы (высокая вязкость и прочность). Обоснуйте свой выбор.

14. Выберите марку стали для изготовления рессор железнодорожного вагона и укажите режим Т. О. и твердость готовых рессор.

Режимы Т. О. выберите таким образом, чтобы предупредить : деформацию рессор, а также обеспечить получение в стали упругих свойств.

15. Выберите марку стали для изготовления червячного вала редуктора. Вал должен обладать высокой жесткостью и прочностью. Укажите режим Т. О. и механические свойства валов в готовом состоянии.

Пример решения типовой задачи по выбору сплавов и режимов термообработки

Задача. Завод имеет сталь двух марок: 45 и 20ХНЗА, из которых можно изготовить вал диаметром 70 мм для работы с большими нагрузками.

Какую из сталей следует применить для изготовления вала, если сталь должна иметь предел текучести не ниже 740 МПа?

Решение.

Химический состав стали ,%

Сталь	С	Мп	* Si	Cr	Ni	S	P
Сталь 45	0,42-0,50	0,50—0,80	0,17-0,37	0,25 0,6—	0,25	0,045	0,040
20ХНЗА	0,17—0,23	0,3 —0,6	0,17—0,37	0,9	2,75- 3,15	0,025	0,025

Сталь 45 согласно ГОСТу в состоянии поставки (после прокатки и отжига) имеет твердость не более НВ 207. При твердости НВ 190—200 сталь имеет предел прочности не выше 588—608 МПа. Предел текучести стали 45 не превышает 265—314 МПа.

Сталь 20ХНЗА согласно ГОСТу в состоянии поставки (после прокатки и отжига) имеет твердость не более НВ 250. Предел прочности не превышает 735 МПа и может быть ниже 588 МПа для плавок с более низкой твердостью. Предел текучести стали не превышает 343— 392 МПа.

Таким образом, для получения заданного предела текучести вал необходимо под-вергнуть термической обработке.

Для такого ответственного изделия, как вал двигателя, поломки которого нарушают работу машины, необходимо применить сталь качественную. Сталь 45 относится к классу качественной углеродистой, а сталь 20ХНЗА — к классу высококачественной легированной. Они содержат соответственно 0,42—0,50 и 0,17—0,23% углерода и принимают закалку. Для повышения прочности можно принимать нормализацию или закалку с высоким отпуском.

Так как вал двигателя воспринимает в работе динамические нагрузки, а также вибрацию, более целесообразно применить закалку и отпуск.

После закалки в воде углеродистая сталь 45 получает структуру мартенсита. Однако вследствие небольшой прокаливаемости углеродистой стали эта структура в изделиях диаметром более 20—25 мм образуется только в сравнительно тонком поверхностном слое толщиной 2—4 мм. Последующий отпуск вызовет превращение мартенсита и троостита в сорбит только в поверхностном слое, но не влияет на структуру и свойства перлита и феррита в основной массе изделия. Сорбит отпуска обладает более высокими механическими свойствами, чем феррит и перлит.

Наибольшие напряжения от изгиба, кручения и повторно переменных нагрузок воспринимают наружные слои. Однако в сопротивлении динамическим нагрузкам, которые воспринимает вал, участвуют не только поверхностные, но и нижележащие слои металла.

Сталь 20ХНЗА легирована никелем и хромом для повышения прокаливаемости и закаливаемости. Она получает после закалки однородную структуру и механические свойства в сечении диаметром до 75мм.

Таким образом, свойствами, которые обеспечат требования для изготовления вала диаметром 70мм для работы с большими нагрузками, обладает сталь 20ХНЗА, которую необходимо применять для изготовления валов с соответствующей термодинамической обработкой(закалка с 820-835 град. в масле и отпуск 520-530 град. в масле)

Вопросы для самопроверки:

1. Дать определение стали
2. Перечислить основные компоненты стали, примеси.
3. Классификация углеродистых сталей по назначению.
4. Расшифровать марки сталей:

У8А

ВСтЗкп

65

А20

1. Дать определение закалки
2. Назначение закалки.
3. Виды отпуска
4. Поверхностное упрочнение стали, виды.

Практическое занятие 2.

ВЫБОР МАРКИ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ РАБОТЫ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА.

Цель занятия — приобрести навыки в соответствии с ПК1.1-ПК1.6;ПК2.1-ПК2.3: работа со справочной литературой по выбору легированной стали для деталей в зависимости от условий работы.

Задание: Согласно задания своего варианта: 1) изучить условия работы по заданной детали или инструмента и требования, предъявляемые к ней; 2) выбрать марку легированной стали для изготовления детали или инструмента, изучить ее химический состав и механические свойства; 3) дать обоснование выбора материала для заданной детали или инструмента; 4) составить отчет о практическом занятии.

№ варианта	№ задачи	№ варианта	№ задачи
1	1,6,15	16	7,14,5
2	2,7,14	17	8,10,3
3	3,8,13	18	9,11,7
4	4,9,12	19	10,5,13
5	5,10,15	20	11,9,1
6	6,12,2	21	12,6,4
7	7,14,5	22	13,10,5
8	8,10,3	23	14,6,9
9	9,11,7	24	15,4,10
10	10,5,13	25	1,6,15
11	11,9,1	26	2,7,14
12	12,6,4	27	3,8,13
13	13,10,5	28	4,9,12

14	14,6,9	29	5,10,15
15	15,4,10	30	3,9,14

Методические указания

Практическое занятие 2 аналогично первому по методике выбора стали для конкретных деталей.

Легированные стали после термической обработки (закалки и отпуска) обладают лучшими механическими свойствами, которые сравнительно мало отличаются от механических свойств углеродистой стали в изделиях малых сечений, а в изделиях крупных сечений (Диаметром свыше 15—20 мм) механические свойства легированных сталей значительно выше, чем углеродистых. Особенно сильно повышаются предел текучести, относительное сужение и удельная вязкость. Это объясняется тем, что легированные стали обладают меньшей критической скоростью закалки, а следовательно, лучшей прокаливаемостью. Из-за большей прокаливаемости и меньшей критической скорости закалки замена углеродистой стали легированной позволяет производить закалку деталей в менее резких охладителях (масло, воздух), что уменьшает деформации изделий и опасность образования трещин. Поэтому легированные стали применяют не только для крупных изделий, но и для изделий небольшого сечения, имеющих сложную форму. Чем выше в стали концентрация легирующих элементов, тем выше ее прокаливаемость.

Инструментальные стали, как имеющие высокие твердость, износостойкость и прочность, используют для режущих инструментов, штампов холодного и горячего деформирования, измерительных инструментов, различных размеров и форм.

Для характеристики и выбора инструментальных сталей следует учитывать прежде всего главное свойство этих сталей — теплостойкость, поскольку рабочая кромка инструментов в зависимости от условий эксплуатации может нагреваться до температуры 500—700°C у режущих инструментов и до 800°C — у штампов.

Стали для резания или горячего деформирования должны сохранять при нагреве высокие твердость, прочность и износостойкость, т. е. обладать теплостойкостью (красностойкостью). Это свойство создается легированием и термической обработкой. В связи с этим стали различают:

нетеплостойкие, сохраняющие высокую твердость (HRC 60) при нагреве не выше 190—225°C и используемые для резания мягких металлов с небольшой скоростью, а также для деформирования в холодном состоянии. Это углеродистые и легированные стали (с относительно невысоким содержанием легирующих элементов). Карбидная фаза их — цемент;

полутеплостойкие, преимущественно штамповые, рабочая кромка которых нагревается до 400—500°С. Это стали, легированные хромом и дополнительно вольфрамом, молибденом и ванадием. Карбидные фазы — легированный цементит и карбид хро-ма;

теплостойкие для резания с повышенной скоростью. Нагрев рабочей кромки до 500 — 650°С (быстрорежущие стали); штамповка стали при повышенном нагреве до 600 — 800°С. Основная карбидная фаза — карбид вольфрама (молибдена). Твердость HRC 60—62 у быстрорежущих сталей после нагрева до 600—680°С и HRC 45—52 у штамповых — 650— 700° С.

При решении задач рекомендуется использовать учебные пособия, ГОСТы, справочники.

Для получения навыков в выборе легированной стали в зависимости от условий их работы приводится примерное решение задачи.

Задачи по выбору марки легированной стали в зависимости от условий их рабо-ты

1. Щеки и шары машин для дробления руды и камней работают в условиях повышенного износа, сопровождаемого ударами.

Подберите сталь для изготовления щек и шаров, укажите ее химический состав и свойства.

2. Лопатки реактивных и турбореактивных двигателей работают в окислительной среде при высоких температурах (800—900°С). Металл должен обладать повышенной коррозионной стойкостью и прочностью при указанной температуре.

Подберите металл и сплав, укажите его состав и свойства.

3. Рессоры грузового автомобиля изготавливают из качественной легированной стали; толщина рессоры до 10 мм. Сталь должна обладать высокими пределами прочности, выносливости и упругости.

Подберите сталь, укажите ее состав и свойства в зависимости от термической обработки.

4. Сталь, применяемая для пароперегревателей котлов высокого давления, должна сохранять повышенные механические свойства при длительных нагрузках при температурах 500°С и иметь достаточно высокую пластичность для возможности выполнения холодной деформации (гибки, завальцовки и т.п.) при сборке котла

Подберите сталь, укажите ее состав и механические свойства при комнатной и повышенной температурах.

5. Детали приборов и оборудования, которые устанавливают на морских судах, должны быть устойчивыми не только против действия воды, водяных паров и атмосферы воздуха, но и более сильного корродирующего действия морской воды.

Подберите сталь, укажите химический состав и механические свойства.

6. Крупные пневматические долота, применяемые при разработке горных пород, обладают относительно высокой твердостью и износостойкостью, но вместе с тем должны иметь достаточную вязкость, так как они испытывают в работе ударные нагрузки.

Подберите легированную сталь, укажите химический состав и режим термической обработки.

7. Завод выполняет токарную обработку чугунных и стальных деталей с большой скоростью резания.

Выберите сплавы для резцов, обеспечивающие высокую производительность обработки стали и чугуна.

Приведите химический состав, структуру, твердость, прочность и теплостойкость и способ изготовления этих сплавов и сравните их с аналогичными характеристиками быстрорежущей стали.

8. Подберите сталь для червячных фрез, обрабатывающих конструкционные стали твердостью HB 230.

Объясните причины, по которым для этого назначения нецелесообразно использовать углеродистую инструментальную сталь У12 с высокой твердостью (HRC 63-64)

Укажите режимы термической обработки фрез из выбранной легированной стали.

9. Получение заготовок горячей деформации является производительным способом обработки.

Выберите марку стали для изготовления крупного молотового штампа; рекомендуйте режим термической обработки штампа, укажите микроструктуру и механические свойства после отпуска.

Объясните, почему подобные штампы не следует изготавливать из углеродистой стали.

10. Пружины приборов при нагреве даже в области критических температур могут изменять свои характеристики в связи с изменением модуля упругости. Это снижает точность работы приборов.

Подберите сталь для изготовления пружин, модуль упругости которого не изменяется при температурах до -220°C .

Укажите режим упрочнения стали.

11. Выберите марку стали для изготовления насосно-компрессорных труб. Металл должен обладать коррозионной стойкостью, прочностью.

Укажите его состав и механические свойства.

12. Выбрать сталь для изготовления рабочих колес центробежного насоса.

Указать механические свойства и обосновать выбор.

13. Выбрать сталь для изготовления пружин, работающих в агрессивной среде.

Указать механические свойства, обосновать выбор данной марки.

14. Выбрать сталь для изготовления хирургического скальпеля.

Указать механические свойства, химический состав и обосновать выбор.

15. Выберите марку стали для изготовления кулачковой муфты. Кулачки, муфты должны обладать высокой твердостью, износостойкостью поверхностей и общей прочностью.

Указать механические свойства, химический состав выбранной марки, дать обоснование.

Пример решения типовой задачи по выбору марки легированной стали

З а д а ч а. Подберите легированную инструментальную сталь повышенной теплостойкости, пригодную для решения жаропрочных сталей, укажите ее марку и химический состав, термическую обработку и микро-структуру в готовом инструменте.

Сопоставьте теплостойкость стали Р12 и выбранной стали.

Решение.

При резании сталей и сплавов с аустенитной структурой (нержавеющих, жаропрочных и др.), получающих все более широкое применение в промышленности, стойкость инструментов и предельная скорость резания могут сильно снижаться по сравнению с получаемыми при резании обычных конструкционных сталей и чугунов с относительно невысокой твердостью (до НВ 220—250). Это связано главным образом с тем, что теплопроводность аустенитных сплавов пониженная.

Вследствие этого теплота, выделяющаяся при резании, лишь в небольшой степени поглощается сходящей стружкой и деталью и в основном воспринимается режущей кромкой. Кроме того, эти сплавы сильно упрочняются под режущей кромкой в процессе резания, из-за чего заметно возрастают усилия резания.

Для резания подобных материалов, называемых труднообрабатываемые, мало пригодны быстрорежущие стали умеренной теплостойкости типа P12, сохраняющие высокую твердость (HRC 60) и мартенситную структуру после нагрева не выше 615—620 °С.

Химический состав сталей, %

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Co
P18	0,85	0,3	0,3	3,6	12,5	1	1,7	-
P12Ф4К5	1,3	0,3	0,3	3,8	12,5	1	3,5	5,5
P8МЗК6С	1,1	0,9	0,3	3,8	8	3,6	1,7	6

Для обработки аустенитных сплавов необходимо выбирать быстрорежущие стали повышенной теплостойкости, а именно кобальтовые стали сохраняют твердость HRC 60 после более высокого нагрева до 640—645 °С.

Кроме того, кобальт заметно повышает теплостойкость быстрорежущей стали, а следовательно, снижает температуру режущей кромки из-за лучшего отвода тепла в тело инструмента. Стали с кобальтом имеют высокую твердость — до 68.

Для сверл и фрез, применяемых для резания аустенитных сплавов, рекомендуются кобальтовые сплавы марок P12Ф4К5 или P8МЗК6С.

Термическая обработка кобальтовых сталей принципиально не отличается от обработки других быстрорежущих сталей.

Закалка до 1240-1250 °С (P13Ф4К5) и 1210-1220 °С (P8МЗК6С), что необходимо для растворения большого количества карбидов и насыщения аустенита (мартенсита) легирующими элементами.

Более высокий нагрев недопустим: он вызывает рост зерна, что снижает прочность и вязкость. Структура после закалки: мартенсит, остаточный аустенит (15-30%) и избыточные карбиды, не растворяющиеся при нагреве и задерживающие рост зерна. Твердость HRC 60-62.

Затем инструменты отпускают при 550-560 °С (3 раза по 60 минут). Отпуск:

а) вызывает выделение дисперсных карбидов мартенсита, что повышает твердость до HRC66-69

б) превращает мягкую составляющую- остаточный аустенит в мартенсит

в) снимает напряжения, вызываемые мартенситным превращением.

После отпуска инструмент шлифуют, а затем подвергают цианированию, чаще всего жидкому с выдержкой 15-30 минут в зависимости от сечения инструмента.

Твердость цианирования слоя на глубину 0,02-0,03мм достигает HRC69-70. Цианирование повышает стойкость инструмента на 50-80%.

После цианирования возможен кратковременный нагрев при 450-500°C с охлаждением в масле, поверхность инструмента приобретает синий цвет и несколько улучшает стойкость против воздушной коррозии.

Вопросы для самопроверки:

1. Легированные стали, Дать определение.
2. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
3. Классификация легированных сталей по назначению.
4. Расшифровать марки сталей:

P6M5Φ2K8

12X18H12T

ШХ20СГ

50ХГФА

H18K9M5T

1. Особенности термической обработки легированных сталей.
2. Прокаливаемость. Дать определение.
3. Закаливаемость. Дать определение.

Практическое задание 3.

ВЫБОР МАРКИ СПЛАВА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ДЕ-ТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ РАБОТЫ

Ц е л ь з а н я т и я: приобрести навык в работе со справочной литературой по выбору сплава цветных металлов в зависимости от условий их работы

З а д а н и е: Согласно задания своего варианта :1)изучить условия заботы заданной детали и требования, предъявляемые к ней; 2)выбрать сплав цветных металлов для изготовления заданной детали, изучить ее химический состав и механические свойства; 3)дать обоснование выбора сплава для заданной детали; 4)составить отчет о практическом занятии.

№ варианта	№ задачи	№ варианта	№ задачи
1	1,6,15	16	7,14,5
2	2,7,14	17	8,10,3
3	3,8,13	18	9,11,7
4	4,9,12	19	10,5,13
5	5,10,15	20	11,9,1
6	6,12,2	21	12,6,4
7	7,14,5	22	13,10,5
8	8,10,3	23	14,6,9
9	9,11,7	24	15,4,10
10	10,5,13	25	1,6,15
11	11,9,1	26	2,7,14
12	12,6,4	27	3,8,13
13	13,10,5	28	4,9,12
14	14,6,9	29	5,10,15
15	15,4,10	30	3,9,14

Методические указания

Практическое занятие 3, как и предыдущие, учит пользоваться справочной литературой, умению самостоятельно разобраться в большом числе сплавов и подборе их для изготовления деталей.

Для изготовления деталей машин и механизмов используют медные, алюминиевые, магниевые и титановые сплавы.

Медные сплавы.

Наиболее применение имеют латуни марок Л62, Л68 – для получения листов, предназначенных для изготовления деталей методом глубокой штамповки;

Л59, ЛС59-1 – для получения катаных и прессованных прутков, из которых изготавливают втулки, гайки, кольца и т. д.

Из специальных латуней благодаря высокой коррозионной стойкости и хорошим механическим свойствам получила широкое применение латунь марки ЛО70-1.

Алюминиевые бронзы БрА5, БрА7, БрПМц9-2 применяют для изготовления лент, полос, трубок. Бронзы БрАЖН10-4-4Л, БрАЖ9-4Л применяют для фасонного литья. Добавки в бронзу никеля, железа, марганца повышают ее сопротивление коррозии и улучшают механические свойства; например, бронза БрАЖН10-4-4 в результате закалки в воде при температуре 920С и последующего отпуска при температуре 650С имеет HB 200-250.

Свинцовистая бронза БрС30 обладает высокими антифрикционными свойствами и применяется для сильно нагруженных подшипников с большими удельными давлениями (например, коронные подшипники турбин).

Алюминиевые сплавы обладают высокими свойствами, небольшим удельным весом и устойчивы против коррозии. Различают две группы алюминиевых сплавов: литейные и деформируемые. Литейные сплавы применяют для изготовления литейных деталей путем отливки в земляные и металлические формы. Деформируемые сплавы применяют для изготовления листов, проволоки, фасонных профилей и производства различных деталей путемковки, штамповки и прессования.

Магниевые сплавы представляют собой сплавы магния с алюминием, марганцем и цинком. Их широко применяют в промышленности - как литейные (МЛ2 – МЛ6), так и деформируемые (МА1 – МА5). Из указанных литейных сплавов наибольшее распространение получил сплав МЛ5, обладающий лучшей жидкотекучестью. Сплав МЛ5 для улучшения механических свойств закаливают (температура нагрева до 415С с последующим охлаждением на воздухе).

Деформируемые магниевые сплавы имеют большую вязкость, пластичность и прочность, чем литейные сплавы, и применяются для изготовления кованных и штампованных деталей. Для улучшения свойств магниевых сплавов в них вводят в небольших количествах бериллий, титан и другие элементы и подвергают термической обработке.

При решении задач рекомендуется использовать учебные пособия, ГОСТы, справочники.

Задачи по выбору марки сплавов цветных металлов для конкретных деталей в зависимости от условий их работы

1. Детали арматуры турбин и котлов гидронасосов работают во влажной атмосфере и изготавливают массовыми партиями литьем, имеют сложную форму и высокую точность размеров.

Подберите применяемый для этой цели цветной сплав и сталь для изготовления форм.

2. Трубки в паросиловых установках должны быть стойки против коррозии.

Подберите марку сплава на медной основе, пригодную для изготовления трубок, не содержащего дорогих элементов. Укажите способ изготовления трубок и сравните механические свойства выбранного сплава с механическими свойствами стали, стойкости против коррозии в тех же условиях.

3. Необходимо изготовить зубчатые колеса из сплавов, стойкого против действия во-ды и пара и обладающего небольшим коэффициентом трения. Предел прочности не ниже 340 МПа.

Объясните, почему в таких случаях не применяют нержавеющую сталь, стойкую против коррозии в условиях воды и пара. Укажите цветной сплав, пригодный для изготовления подобных зубчатых колес.

4. Детали самолетов: педали, рычаги, стойки педалей и т.п. изготавливают из сплава с хорошими литейными свойствами, обладающего, кроме того, хорошей обрабатываемостью резанием. Предел прочности сплава должен быть не ниже 220 МПа.

Рекомендуйте состав сплава, укажите механические свойства его в готовом изделии и сопоставьте его свойства с аналогичными свойствами стали.

5. Вкладыши коренных и шатунных подшипников двигателей внутреннего сгорания изготавливают из сплавов, обладающих высокими антифрикционными свойствами.

Подберите состав сплава, укажите причины хорошей их работы в условиях износа и назовите сплавы, применяемые для заливки подшипников.

6. Бесшовные трубы опреснительных установок, подающие морскую воду, нагретую до 80-120С, целесообразно для повышения их долговечности изготавливать из сплава со значительно большей стойкостью против коррозии в этих условиях, чем у нержавеющей стали 12Х18Н0Т.

7. Сварные бензиновые и масляные баки, от материала которых не требуется высоких механических свойств, изготавливают в авиапромышленности из легких листов сплавов, обладающих повышенной стойкостью против коррозии, пластичностью и хорошей свариваемостью.

Подберите сплав, пригодный для данного назначения, и для сравнения приведите марку стали, стойкой против коррозии в указанных средах.

8. Червяк редуктора для уменьшения коэффициента трения часто изготавливают из стали, а венец колес - из сплава на медной основе.

Подберите марку и состав сплава для венца, колеса, обладающего высокими антифрикционными свойствами. Укажите для сравнения сталь для изготовления червяка редуктора диаметром 30 мм.

9. Выберите состав цветного сплава, обладающего высокой пластичностью, для изготовления деталей из листа способом глубокой вытяжки.

Укажите назначение термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки для повышения пластичности, и приведите для сравнения сталь с аналогичными свойствами.

10. Выберите латунь для изготовления на станках – автоматах винтов, болтов и гаек, которая позволяет получить чистую поверхность и высокую производительность.

Сравните механические свойства выбранного сплава с аналогичными характеристиками латуни высокой вязкости и пластичности.

11. Выберите цветной сплав для изготовления резервуаров, используемых в пищевой промышленности. При необходимости назначьте режимы термической обработки, укажите механические свойства и химический состав сплава.

12. Выбрать сплав для цветных металлов для изготовления седла клапанов двигателей. Выбранный сплав должен сохранять свои механические свойства при повышенных температурах (400/500°C). Приведите для сравнения сталь с аналогичными свойствами.

13. Выберите марку стали для изготовления валов редуктора станка-качалки и укажите режим Т.О. и твердость готового вала. Предел текучести валов должен быть не ниже 540 МПа. Приведите состав и марку стали, учитывая необходимость предотвращения деформации вала.

14. Выберите цветной сплав для изготовления шестерни зубчатой передачи, работающей в агрессивной среде. Сравните механические свойства выбранного сплава с

аналогичными характеристиками конструктивной стали высокой коррозионной стойкости.

15. Выберите цветной сплав для изготовления теплообменников, работающих в азотной кислоте. Сравните механические свойства выбранного сплава с аналогичными характеристиками нержавеющей стали.

Пример решения типовой задачи по выбору марки цветного сплава

З а д а ч а. Выберите марку цветного сплава для изготовления ряда деталей самолета. Укажите состав и характеристики механических свойств сплава после термической обработки. Опишите способ упрочнения этого сплава и объясните природу упрочнения.

Решение.

Сплав Д16 $\sigma_{0.2}=400\text{МПа}$, $\sigma_{\text{в}}=540\text{МПа}$, $\delta=11\%$.

Сплавы Д16. В конструкциях средней и повышенной прочности, требующих повышенной долговечности при переменных нагрузках; в строительных конструкциях, не требующих высокой коррозионной стойкости, для изготовления ферм, а также для различных высоконагружаемых деталей и элементов-конструкций, за исключением штамповок и поковок. Ставится в конструкциях, работающих при температуре до 250°C .

Сплав Д16 - наиболее распространенный сплав. Относится к системе $\text{Al} - \text{Cu} - \text{Mg} - \text{Mn}$. Он интенсивно упрочняется термической обработкой. Сплав хорошо деформируется в горячем и холодном состоянии. Горячая деформация возможна в широком интервале температур от 350°C до 450°C . Деформации при комнатной температуре сплав может подвергаться как в отожженном, так и в закаленном состоянии. Механические свойства полуфабрикатов после закалки и естественного старения в значительной мере зависят от условий предварительной обработки. Сплав Д16 удовлетворительно сваривается.

Сплав Д16 обладает более высокими пластическими характеристиками и жаропрочностью. При сварке термически упрочняемых сплавов сварной шов и околошовная зона значительно ослабляются, отчего снижается коррозионная стойкость. Поэтому сплавы этой группы относятся к несвариваемым. Сборку конструкций из этих сплавов осуществляют при помощи заклепочных и реже - болтовых соединений. Для производства профилей, применяемых при изготовлении тяжелонагруженных конструкций используют сплав Д16.

Сплав Д16 в качестве ковочного не используют, но выпускают в широком ассортименте в виде прессованных и катаных изделий.

Д16 изготавливают детали растянутой зоны крыльев и обшивку фюзеляжей, для обшивки гермокабин.

Обшивку самолетов производят из сплава Д16 искусственно состаренного для увеличения коррозионной стойкости.

Упрочнение дуралюминов Д16 при термической обработке достигается в результате образования зон Гинье-Перстона сложного состава или упрочняющих фаз CuAl_2 , Al_2CuMg . Именно поэтому медь и магний в дуралюминах является главными легирующими компонентами, определяющими природу сплава.

Вопросы для самопроверки:

1. Медные сплавы, Перечислить, дать определение.
2. Сплавы алюминия, свойства, применение.
3. Титан и его сплавы.
4. Деформируемые и литейные магниевые сплавы. Назначение, свойства.
5. Расшифровать марки сплавов: БрАЖМц 10-3-1,5

Л63

АЛ4

ВТ9

Д1

Приложение.

Марка стали	Назначение
ВСтЗсп	Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат- для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках.
ВСт5пс	Детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, цапфы, рычаги, упоры, штыри, пальцы, стержни, звездочки, трубчатые решетки, фланцы и др. детали, работающие в интервале температур от 0 до +425С; поковки сечением до 800 мм.
Сталь10	Детали, работающие при температурах от -40 до 450С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, после химико-термической обработки – детали с высокой поверхностной твердостью при невысокой прочности сердцевины.
Сталь 35	Детали невысокой прочности, испытывающие небольшие напряжения: оси, цилиндры, коленчатые валы, шатуны, шпиндели, звездочки, тяги, ободы, траверсы, бандажи, диски и другие детали.
Сталь 45	Вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.
Сталь 60	Цельнокатанные колеса вагонов, валки рабочие листовых станов для горячей прокатки металлов, шпиндели, бандажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов, замочные шайбы, регулировочные шайбы, регулировочные прокладки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости.
A20	Мелкие детали машин и приборов, малонагруженные детали сложной конфигурации, к которым предъявляются требования высокой точности размеров и качества поверхности, после цементации и цианирования – малонагруженные детали, к которым предъявляются требования износостойкости и повышенного качества поверхности.
A40Г	Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях: оси, валики, втулки, кольца, шестерни, пальцы, винты, болты, гайки, ходовые винты.

15X	Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении.
40X	Оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.
15XCHД	Элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450С.
20XH	Шестерни, втулки, пальцы, детали крепежа и другие детали, от которых требуется повышенная вязкость и умеренная прокаливаемость.
30XГC	Различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, тормозные ленты моторов, фланцы, корпуса обшивки, лопасти компрессорных машин, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали.
45XH2MФА	Торсионные валы, коробки передач и другие нагруженные детали, работающие повторно- переменных нагрузках и испытывающие динамические нагрузки.
25XГТ	Нагруженные зубчатые колеса и другие детали, твердость которых более HRC 59
38XГH	Детали экскаваторов, крепеж, валы, оси, зубчатые колеса, серьги и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.
ШХ15	Шарики диаметром до 250 мм, ролики диаметром до 23 мм, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм , втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, корпуса распылителей, ролики толкателей и другие детали, от которых требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность.
ШХ15СГ	Крупногабаритные кольца шарико- и роликоподшипников со стенками толщиной более 20-30 мм; шарики диаметром более 50 мм; ролики диаметром более 35 мм.
60Г	Плоские и круглые пружины, рессоры, пружинные кольца и другие детали пружинного типа, от которых требуются высокие упругие свойства и износостойкость; бандажи, тормозные барабаны и ленты, скобы, втулки и другие детали общего и тяжелого машиностроения.

50ХФА	Тяжелонагруженные ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой усталостной прочности, пружины, работающие при температурах до 300С и другие детали.
70СЗА	Тяжелонагруженные пружины ответственного назначения.
У7А,У7	Инструмент, который работает в условиях, не вызывающих разогрева рабочей кромки: зубила, долота, бородки, молотки, лезвия ножниц для резки металла, топоры, колуны, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды.
У10,У10А	Инструмент, работающий в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, рашпили, надфили, пилы для обработки древесины, матрицы для холодной штамповки, гладкие калибры, топоры.
У12,У12А	Режущие инструменты, работающие в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, метчики машинные мелкоразмерные, плашки для крупов, развертки мелкоразмерные, надфили, измерительный инструмент простой формы: гладкие калибры, скобы.
9ХС	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампели, клейма для холодных работ. Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, кручении, контактном нагружении, а также упругими свойствами.
Х12МФ	Профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волоки, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповки активной части электрических машин.
6ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки преимущественно фигурных отверстий в листовом и полосовом материале, небольшие штампы для горячей штамповки, главным образом, когда требуется минимальное изменение размеров при закалке.
Р6М5К5	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки.
Р9	Для изготовления инструментов простой формы, не требующих большого объема шлифовки, для обработки обычных конструкционных материалов.
Р18	Резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, долбяки, развертки, венкеры, метчики, протяжки для обработки конструкционных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600С.

P9M4K8	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки: зуборезный инструмент, фрезы, фасонные резцы, зенкеры, метчики.
12X17	Крепежные детали, валики, втулки и другие детали аппаратов и судов, работающих в разбавленных растворах азотной, уксусной, лимонной кислоты, в растворах солей, обладающих окислительными свойствами. Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная до 850С ферритного класса.
08X17T	Изделия, работающие в окислительных средах, а также в атмосферных условиях, кроме морской атмосферы, в которой возможна точечная коррозия. Теплообменники, трубы. Сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок и работающие при температуре не ниже -20С. Сталь жаростойкая, коррозионно-стойкая ферритного класса.
25X13H2	Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивированных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.). Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.
10X23H18	Листовые стали, трубы, арматура (при пониженных нагрузках), работающие при 1000°С. Сталь жаростойкая, жаропрочная, аустенитного класса.

Химический состав углеродистых конструкционных сталей, %

Марка стали	C	Mn	Si	P	S	Cr	Cu	As
				не более				
ВСтЗсп	0,14-0,2	0,4-0,65	0,12-0,3	0,04	0,05	0,3	0,3	0,08
ВСт5пс	0,28-0,37	0,5-0,8	0,05-0,17	0,04	0,05	0,3	0,3	0,08
Сталь10	0,07-0,14	0,35-0,65	0,17-0,37	0,035	0,04	0,15	0,25	0,08

Сталь 35	0,32-0,40	0,5-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,08
Сталь 45	0,42-0,50	0,50-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,08
Сталь 60	0,57-0,65	0,5-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,08
A20	0,17-0,24	0,7-1,0	0,15-0,35	0,06	0,08-0,15	-	-	-
A40Г	0,37-0,45	1,2-1,55	0,15-0,35	0,05	0,18-0,3	-	-	-

Химический состав конструкционных легированных сталей, %

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	S	P	Ni	Cu
								Не более			
15X	0,12-0,18	0,17-0,37	0,4-0,7	0,7-1,0	-	-	-	0,035	0,035	0,3	0,3
40X	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,80	0,8-1,1	-	-	-	0,035	0,035	0,3	0,3
15XCHД	0,12-0,18	0,4-0,7	0,4-0,7	0,6-0,9	-	-	-	0,035	0,04	0,008	-
20XH	0,17-0,23	0,17-0,37	0,4-0,70	0,45-0,75	-	-	-	0,035	0,035	1,0-1,4	0,3
30XГC	0,28-0,35	0,9-1,2	0,8-1,1	0,8-1,1	-	-	-	0,035	0,035	0,3	0,3

45XH2MФА	0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,80	0,8-1,1	0,2-0,3	0,1-0,18	-	0,025	0,025	-	0,3
25ХГТ	0,22-0,29	0,17-0,37	0,8-1,1	1,0-1,3	-	-	0,03-0,09	0,035	0,035	0,3	0,3
38ХГН	0,35-0,43	0,17-0,37	0,8-1,1	0,5-0,8	-	-	-	0,035	0,035	0,7-1,0	0,3
ШХ15	0,95-1,05	0,17-0,37	0,2-0,4	1,3-1,65	-	-	-	0,02	0,02	0,3	0,25
ШХ15СГ	0,95-1,05	0,4-0,65	0,9-1,2	1,3-1,65	-	-	-	0,02	0,027	0,3	0,25
60Г	0,57-0,65	0,17-0,37	0,7-1,0	0,25	-	-	-	0,035	0,035	0,25	0,20
50ХФА	0,46-0,54	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	-	0,1-0,20	-	0,025	0,025	0,25	0,2
70С3А	0,66-0,74	2,4-2,8	0,6-0,9	0,3	-	-	-	0,025	0,025	0,25	0,2

Химический состав углеродистых инструментальных сталей, %

Марка стали	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
				Не более				
У7А	0,66-0,73	0,17-0,28	0,17-0,33	0,018	0,025	0,2	0,2	0,2
У7	0,66-0,73	0,17-0,33	0,17-0,33	0,028	0,03	0,2	0,25	0,25

У10	0,96-1,03	0,17-0,33	0,17-0,33	0,028	0,03	0,2	0,25	0,25
У10А	0,96-1,03	0,17-0,28	0,17-0,33	0,018	0,025	0,2	0,2	0,2
У12	1,16-1,23	0,17-0,33	0,17-0,33	0,028	0,03	0,2	0,25	0,25
У12А	1,16-1,23	0,17-0,28	0,17-0,33	0,018	0,025	0,2	0,2	0,2

Химический состав легированных инструментальных сталей, %

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	S	P	Ni	Cu
								Не более			
9ХС	0,85-0,95	1,2-1,6	0,3-0,60	0,95-1,25	0,2	0,15	0,2	0,03	0,03	0,35	0,3
Х12МФ	1,45-1,65	0,1-0,4	0,15-0,45	11,0-12,5	-	0,15-0,3	0,4-0,6	0,03	0,03	0,35	0,3
6ХВГ	0,55-0,7	0,15-0,35	0,9-1,2	0,5-0,8	0,5-0,8	-	0,3	0,03	0,03	0,35	0,3
P6M5K5	0,84-0,92	0,5	0,5	3,8-4,3	5,7-6,7	1,7-2,10	4,8-5,3	0,03	0,03	0,4	-
P9	0,85-0,95	0,5	0,5	3,8-4,4	8,5-9,5	2,3-2,7	1,0	0,03	0,03	0,4	-
P18	0,73-0,83	0,5	0,5	3,8-4,4	17,0-18,5	1,0-1,4	1,0	0,03	0,03	0,4	-
P9M4K8	1,0-1,1	0,5	0,5	3,0-3,6	8,5-9,5	2,3-2,7	3,8-4,3	0,03	0,03	0,4	-

Химический состав коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей.

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
					Не более				
12X17	0,12	0,8	0,8	16,0-18,0	0,025	0,035	0,2	0,3	0,6
08X17T	0,08	0,8	0,8	16,0-18,0	0,025	0,035	0,8	0,3	0,6
25X13H2	0,2-0,3	0,5	0,8-1,2	12,0-14,0	0,15-0,25	0,08-0,15	0,2	0,3	1,5-2,0
10X23H18	0,1	1,0	2,0	22,0-25,0	0,02	0,035	0,2	0,3	17,0-20,0

Ориентировочные режимы термической обработки и механические свойства легированных конструкционных сталей

Марка стали	Температура	Температура	Механические свойства		
	Нагрева под Закалку, С	Отпуска, С	твёрдость	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ , %

30X	825-870	540-580	HB207-229		
40X	825-860	300-400		730-780	14-18
		400-500	HRC 52-45	-	-
		500-600	HRC 45-36	-	-
45X	820-850	500-580		-	-
		600-650	HRC 36-30	980	9
40XΦA	840-880	450-400		830	10
		620-680	HB280-300	1070	8
40XΓ	840-880	550-600		880	10
40XΓT	850-880	500-520	HB230-280	980	10
30XΓT	860-890	460-520		1070	12
		560-600	HRC 35-40	1080-1420	-
35XΓC	860-880	640-600		980-1070	-
30XM	860-890	640-660	HB 255	740	16
		540-560	HB272-300	1170-1270	-
40XH	800-840	550-600		880-1070	-
30XH3A	810-840	530	-	830-930	14-16
37XH3A	810-840	200-220	HRC 45-52	1560	9
40XHMA	840-850	525-575	HB321-387	1070	10
		200-330		1610	9
		610	HRC 48-53	1070	12
			HB 302		

Ориентировочные режимы термической обработки быстрорежущей стали.

Марка стали	Отжиг		Закалка	Отпуск			
	Температура нагрева	Твердость, НВ	Температура нагрева	Охлажд. среда	HRC	Температура нагрева	HRC
P9	850-870	210-255	1225-1240	Масло и воздух	60- 61	560	62
P9M	850-870	210-255	1225-1240	-//-	60- 61	560	62
P18	850-870	210-255	1270-1285	-//-	60- 62	560	62
P18M	850-870	210-255	1270-1285	-//-	60- 62	560	62