

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**КАЛИНИНГРАДСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО**  
**БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**  
**КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1**  
**ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

ПОЛЕССК  
2013

Составитель: к.т.н. Рожков А.С.

Методические указания к выполнению контрольной работы №1 по дисциплине  
«Материаловедение. Технология конструкционных материалов» Калининградский филиал  
ФГБОУ ВПО СПбГАУ. – Полесск, 2013 – 14 с.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства

протокол №\_\_ от « »\_\_\_\_\_2013 г.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к печати на заседании учебно-  
методического отдела Калининградского филиала ФГБОУ ВПО СПбГАУ

протокол № \_\_от « »\_\_\_\_\_2013 г.

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа №1 включает вопросы раздела "Материаловедение" дисциплины "Технология конструкционных материалов и материаловедение".

К выполнению контрольной работы следует приступать только после ознакомления с программой курса и усвоения материала. При выполнении контрольной работы перед каждым ответом студент должен написать текст вопроса и указать его номер по табл.1. Все ответы должны быть краткими по форме и полными и точными по содержанию. Ответ нужно давать своими словами, не переписывая соответствующий текст учебника. Объем контрольной работы не должен превышать 10 листов ученической тетради. На каждой странице необходимо оставлять поля для замечаний рецензента. Контрольная работа пишется черными чернилами (пастой) четко и разборчиво. Ответы, там где это необходимо, должны иллюстрироваться схемами и графиками. Не допускается калькирование схем, рисунков и других графических материалов. Необходимые расчеты с помощью микрокалькулятора проводятся с точностью до 0,1.

При использовании в ответе на контрольный вопрос формул, табличных и других справочных данных, необходимо указать в квадратных скобках номер использованного литературного источника.

Если студент при выполнении контрольной работы встретит затруднения, то ему рекомендуется обращаться на кафедру Механизации сельского хозяйства Калининградского филиала СПбГАУ. Контрольная работа должна быть выполнена до лабораторно-экзаменационной сессии. В конце работы необходимо привести список применяемой литературы, указать дату выполнения и подписать ее.

### **Рекомендуемая литература**

#### **Основная**

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов,
2. Гуляев А.П. Металловедение.
3. Кондратьев Е.Т. Технология конструкционных материалов
4. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению.

#### **Дополнительная**

1. Арзамасов Б.К., Косолапов Ф.Г, и др. Материаловедение. М., Машиностроение,
2. Лахтин С.И., Леонтьева И.П, Материаловедение. М., Машиностроение,
3. Основы материаловедения. Под ред. Сидорина И.И.И., Машиностроение
4. Филанов С.А., Фиргер И.В. Справочник термиста, Л.. Машиностроение.

### **Выбор варианта контрольной работы**

В каждый вариант контрольного задания включено семь вопросов (табл.1), Номер варианта соответствует двум последним цифрам учебного шифра. Последняя цифра берется по горизонтали, а предпоследняя - по вертикали.

В Приложении приведены методические указания для подготовки ответа на вопрос №121.

Таблица 1. ШКАЛА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Предпол. цифра шифра	Последняя цифра шифра				
	1	2	3	4	5
1	1, 22, 23, 40, 80, 109, 121	11, 22, 33 50, 90, 119, 121	21, 22, 26, 60, 100, 118, 121	10, 22, 70, 36, 81, 117, 121	20, 22, 70, 36, 81, 117, 121.
2	2, 22, 24, 41, 81, 110, 121	12, 22, 34 51, 91, 109, 121	1, 22, 27, 61, 101, 119, 121	11, 22, 37, 71, 82, 118, 121	21, 22, 30, 42, 92, 117 121
3	3, 22, 25, 42, 82, 111, 121	13, 22, 35, 52, 92, 110, 121	2, 22, 28, 62, 102, 109, 121	12, 22, 38, 72, 83, 119, 121	1, 22, 31, 43, 93, 118, 121
4	4, 22, 26, 43, 83, 112, 121	14, 22, 36, 53, 93, 111, 121	3, 22, 29, 63, 103, 110, 121	13, 22, 39, 73, 84, 109, 121	2, 22, 32 44, 94, 119, 121
5	5, 22, 27 44, 83, 112, 121	15, 22, 37, 54, 94, 112, 121	4, 22, 30, 64, 104, 111, 121	14, 22, 23 74, 85, 110, 121	3, 22, 33, 45, 95, 109, 121
6	6, 22, 28, 45, 85, 114, 121	16, 22, 36, 55, 95, 113, 121	5, 22, 31, 65, 105, 112, 121	115, 24, 75, 86, 111, 22, 121	4, 22, 34, 46, 96, 110, 121
7	7, 22, 29, 46, 86, 115, 121	17, 22, 39 56, 96, 114 121	6, 22, 32, 66, 106, 113, 121	16, 22, 25 76, 87, 112, 121	5, 22, 35, 47, 97, 111, 121
8	8, 22, 30 47, 87, 116, 121	18, 22, 23, 57, 97, 113, 121	7, 22, 33, 67, 107, 114, 121	17, 22, 26 77, 88, 113, 121	6, 22, 36, 48, 98, 112, 121
9	9, 22, 31, 48, 88, 117, 121	15, 22, 24 58, 98, 116, 121	8, 22, 34, 68, 108, 115, 121	18, 22, 27, 78, 89, 114, 121	7, 22, 37, 49, 99, 113, 121
0	10, 22, 32, 49, 89, 118, 121	20, 22, 25, 59, 99, 117, 121	9, 22, 35, 69, 80, 116, 121	19, 22, 28, 79, 90, 115, 121	8, 22, 38, 50, 100, 114, 121

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛИЦЫ 1

Предпоследняя цифра	Последняя цифра шифра				
	6	7	8	9	0
1	9, 22, 39, 51,101,115, 121	19, 22, 32, 61, 82, 114, 121	8, 22, 25, 13, 92, 113, 121	18, 22, 35, 43, 102, 112, 121	7, 22, 53, 28, 111, 83, 121
2	10, 22, 23, 52, 102, 116, 121	12, 22, 33, 62, 83, 115, 121	19, 22, 36, 44, 103, 113, 121	8, 22, 29, 54, 84, 112, 121	9, 22, 26, 72, 93, 114, 121
3	11, 22, 24, 53, 103, 117, 121	21, 22, 33, 63, 84, 116, 121	10, 22, 27, 73, 94, 115, 121	20, 22, 37, 45, 104, 114, 121	9, 22, 30, 55, 85, 113, 121
4	12, 22, 25, 54, 104, 118, 121	1, 22, 35, 64, 85, 117, 121	11, 22, 27, 73, 94, 115, 121	20, 22, 37, 45, 104, 114, 121	10, 22, 31, 56, 86, 114, 121
5	13, 22, 26, 55, 106, 109, 121	2, 22, 36, 65, 86, 118, 121	12, 22, 29, 75, 96, 117, 121	1, 22, 39, 47, 106, 116, 121	11, 22, 32, 57, 87, 115, 121
6	14, 22, 27, 56, 106, 109, 121	3, 22, 37, 66, 87, 119, 121	13, 22, 30, 76, 97, 118, 121	2, 22, 23, 48, 107, 117, 121	12, 22, 33, 58, 88, 116, 121
7	15, 22, 28, 57, 107, 110, 121	4, 22, 38, 67, 88, 109, 121	14, 22, 31, 77, 98, 119, 121	3, 22, 24, 49, 108, 118, 121	13, 22, 34, 59, 98, 117, 121
8	16, 22, 29, 58, 108, 111, 121	5, 22, 39, 68, 89, 110, 121	15, 22, 32, 50, 80, 109, 121	4, 22, 25, 78, 99, 119, 121	14, 22, 35, 60, 90, 118, 121
9	17, 22, 30, 59, 80, 112, 121	6, 22, 23, 69, 90, 111, 121	16, 22, 33, 79, 100, 110, 121	5, 22, 26, 51, 81, 109, 121	15, 22, 36, 61, 91, 119, 121
0	18, 22, 31, 60, 81, 113, 121	7, 22, 24, 70, 91, 112, 121	17, 22, 34, 42, 101, 111, 121	6, 22, 27, 52, 82, 110, 121	16, 22, 37, 62, 92, 109, 121

**ТАБЛИЦА 2 ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ (ДЛЯ ОТВЕТА НА ВОПРОС №22)**

Предпол. цифра шифра	Последняя цифра шифра				
	1 и 2	3 и 4	5 и 6	7 и 8	9 и 10
1	0,1	1,1	0,1	1,1	0,2
	2,2	4,2	4,2	2,2	6,0
2	0,2	1,2	0,2	1,2	0,4
	2,4	4,3	4,3	2,4	5,5
3	0,3	1,3	0,3	1,3	0,6
	2,6	4,4	4,4	2,6	5,0
4	0,4	1,4	0,4	1,4	0,8
	2,8	4,6	2,8	4,6	4,0
5	0,5	1,5	0,5	1,5	1,0
	3,0	4,8	4,8	3,0	3,4
6	0,6	1,6	0,6	1,6	1,2
	3,2	5,0	5,0	3,2	3,0
7	0,7	1,7	0,7	1,7	1,4
	3,4	5,2	5,2	3,4	2,4
8	0,8	1,8	0,8	1,8	0,3
	3,6	5,4	5,4	3,6	1,6
9	0,9	1,9	0,9	1,9	0,4
	3,8	5,6	5,6	3,8	1,8
0	1,0	2,0	1,0	2,0	0,6
	4,0	5,8	5,8	4,0	2,0

**ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ (теория сплавов):**

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Приведите основные типы кристаллических решеток металлов. Что такое параметр и координационное число кристаллической решетки?
4. Опишите реальное строение металлических кристаллов Дефекты кристаллической решетки.
5. Дайте определение дендрита, кристаллита и зерна.
6. Что такое анизотропия свойств кристаллов и ее применение в технике?
7. Изложите сущность процесса кристаллизации. Энергетические условия и механизм процесса кристаллизации. Что такое критический размер зародыша?
8. Что такое аллотропия?
9. В чем сущность модифицирования?

10. Что называется металлическим сплавом? Основные структурные составляющие сплавов; механические смеси, твердые растворы и химические соединения.
11. Что называется диаграммой состояния сплавов и каково ее теоретическое и практическое значение?
12. Что называется фазой, компонентом, системой и числом степеней свободы?
13. Приведите уравнение правила фаз и объясните физический смысл числа степеней свободы.
14. Изложите порядок построения диаграмм состояния сплавов (термический метод). Что называется критической точкой (температурой)?
15. Приведите диаграмму состояния системы сплавов, образующих механические смеси.
16. Приведите диаграмму состояния системы сплавов, образующих неограниченные твердые растворы.
17. Как изменяется прочность стали в зависимости от плотности дислокации?
18. Приведите графики изменения свойств сплавов в зависимости от типа диаграммы состояния (по Н.С.Курнакову).
19. Что такое упругая и пластическая деформация металлов? Наклеп металлов.
20. Как изменяются характеристики механических свойств стали при ее холодной обработке в зависимости от степени пластической деформации? Примеры использования наклепа в технике.
21. Что такое рекристаллизация? В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?

## **ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ**

22. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит, укажите на каждом участке диаграммы состояния, структурные составляющие, а в скобках фазы; начертите кривые охлаждения двух сплавов с заданным содержанием углерода (табл.2.) и на наклонных и горизонтальных (середина площадки) участках кривой охлаждения, укажите существующие фазы; опишите превращения, происходящие в сплаве при медленном охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры.
23. Что называется сталью и чугуном?
24. Дайте определения фазам системы сплавов железо-цементит
25. Дайте определения следующим структурным составляющим: ферриту, аустениту, перлиту, ледебуриту и цементиту.
26. Каковы характеристики механических свойств перлита, ледебурита и цементита?
27. Объясните, при каких случаях в железоуглеродистых сплавах выделяется первичный, вторичный и третичный цементит.
28. Что такое эвтектика и эфтектоид, при каких условиях они образуются (по диаграмме железо-цементит).
29. Как классифицируются и маркируются по ГОСТ углеродистые стали обыкновенного качества и качественные.
30. Как влияют углерод, марганец, кремний, сера и фосфор на свойства углеродистых сталей?
31. Какие стали называются автоматными? Их назначение, свойства и маркировка.
32. Какие стали применяются для листовой холодной штамповки?
33. Какая может быть металлическая основа серых, ковких и высокопрочных чугунов? Возможные формы графитовых включений.
34. Серые чугуны, их маркировка по ГОСТ. Что такое модифицирование серого чугуна? Какие детали тракторов и автомобилей изготавливаются из серого чугуна?
35. Высокопрочные чугуны, их маркировка по ГОСТ. Приведите примеры деталей тракторов и автомобилей из высокопрочного чугуна.
36. Ковкие чугуны, их свойства и маркировка по ГОСТ. Приведите примеры деталей тракторов и автомобилей из ковкого чугуна.

37. Приведите график отжига белого чугуна на ковкий с ферритной, перлитной и феррито-перлитной металлической основой.
38. Как влияют содержание углерода и кремния, скорости охлаждения на структуру чугуна (приведите графики)?
39. Перечислите основные преимущества чугуна перед сталью.

## **ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ**

40. Что называется термической обработкой? Цель и режим термической обработки. Приведите график термической обработки.
  41. На какие типовые группы классифицируются способы термообработки по А.А. Бочвару?
  42. Поясните, какие сплавы могут\* подвергаться закалке?
  43. Приведите основные сведения о четырех превращениях при нагреве и охлаждении стали.
  44. Опишите процесс образования аустенита из перлита (первое основное превращение). Рост аустенитного зерна.
  45. Опишите процесс изотермического превращения аустенита в ферритно-цементитную смесь (второе основное превращение).
  46. Опишите процесс превращения аустенита в мартенсит (третье основное превращение).
  47. Чем отличается мартенсит от феррита? Чем объясняется высокая твердость мартенсита?
  48. Опишите процессы превращения при нагреве закаленной стали (четвертое основное превращение).
  49. Отжиг стали; назначение, виды отжига (по диаграмме железо-цементит), охлаждение изделия при отжиге и получаемые структуры.
  50. Нормализация стали, назначение и получаемые структуры!
  51. Что называется закалкой стали? Назначение закалки?
  52. Какая закалка (полная или неполная) является правильной для доэвтектоидных сталей? Структура этих сталей после\* неполной и полной закалки.
  53. Какая закалка (полная или неполная) является правильной для заэвтектоидных сталей? Структура этих сталей после полной и неполной закалки.
  54. Как изменяется твердость закаленной стали в зависимости от содержания углерода? Приведите график и объясните его.
  55. Лайте характеристику различных закалочных средств. Химическое действие нагревающей среды на поверхность изделия.
  56. Сравните дождевую и водопроводную воду по их закаляющей способности.
  57. Приведите векторы скорости охлаждения при различных способах закалки (использовать С-образную кривую).
- Что называется критической скоростью закалки?
58. Опишите процесс обработки стали холодом.
  59. В структуре стали Ст40 после закалки остаточный аустенит не обнаруживается, а в стали У12 количества остаточного аустенита достигает 30%. Объясните причину этого явления, используя третье основное превращение в сталях.
  60. Начертите на диаграмме изотермического превращения аустенита для стали У8 графики изотермического отжига и закалки (укажите структуры, получаемые при этих режимах обработки).
  61. В чем заключаются недостатки закалки в воде по сравнению с закалкой в масле?
  62. Объясните сущность прокаливаемости стали? От чего зависит прокаливаемость стали? Как определяется глубина закаленного слоя?
  63. Отпуск закаленной стали, назначение и виды.
  64. Опишите процесс закалки деталей с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). Какие детали тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин подвергается закалке с нагревом ТВЧ?
  65. Что такое самоотпуск при закалке деталей с нагревом токами высокой частоты и как он практически осуществляется?



66. Нарисуйте структуры перлита, сорбита и тростита объясните в чем их сходство и различие.
67. Что такое перегрев и пережог стали? Как можно исправить перегрев?
68. Перечислите дефекты деталей после различных видов термической обработки.
69. Как можно исправить крупнозернистую структуру ковальной углеродистой стали? Дайте обоснование выбранного режима термической обработки.
70. Как изменяется твердость и структура закаленной стали (на примере стали 45) в зависимости от температуры отпуска?
71. Что такое улучшение стали? Какие детали тракторов и автомобилей подвергаются улучшению?
72. Приведите примеры применения различных процессов термической обработки железоуглеродистых сплавов при ремонте сельскохозяйственной техники.
73. Что называется химико-термической обработкой? Основные виды, механизм диффузионного процесса.
74. Что называется цементацией стали?
75. Приведите графики возможных вариантов термической обработки деталей после цементации.
76. Объясните, почему после термической обработки цементированных деталей из малоуглеродистой стали в сердцевине получается феррит и перлит, в у легированных - малоуглеродистый мартенсит?
77. В чем заключается сущность азотирования сталей и чугунов? Объясните, почему после азотирования не требуется термическая обработка?
78. Цианирование сталей: определение, назначение и виды.
79. Сравните процессы цементации и азотирования (их преимущества и недостатки).

## ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

80. Что называется легированной сталью? Классификация легированных сталей по назначению и составу.
81. Приведите преимущества и недостатки легированных сталей перед углеродистыми.
82. В каком виде могут находиться легирующие элементы в промышленных сталях?
83. Как влияют легирующие элементы на полиморфизм железа и свойства феррита?
84. Как влияют легирующие элементы на изотермический распад аустенита (на C-образную кривую), и мартенситное превращение?
85. Как влияют легирующие элементы на рост зерна аустенита и превращения при отпуске?
86. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими? Карбиды каких типов могут образовываться в легированных сталях?
87. Приведите классификацию легированных сталей по структуре в условиях равновесия и после охлаждения на воздухе.
88. Маркировка легированных сталей по ГОСТ.
89. Шарикоподшипниковые стали: назначение, маркировка, термическая обработка и полученная структура.
90. Рессорно-пружинные стали: назначение, маркировка, термическая обработка и получаемая структура.
91. Цементируемые стали: назначение и маркировка.
92. Улучшаемые стали: назначение, маркировка, термическая обработка и получаемая структура.
93. Строительные стали: назначение, классификация и маркировка.
94. Что такое термомеханическая обработка стали (ТМО)? Свойства стали после ТМО.
95. Приведите особенности термической обработки легированных сталей по сравнению с углеродистыми.

96. Что такое отпускная хрупкость стали I и II рода? Как избежать отпускную хрупкость II рода?
97. Быстрорежущая сталь: состав, маркировка, термическая обработка и получаемая структура.
98. Приведите классификацию инструментальных сталей. Стали для изготовления штампов.
99. Жаропрочность и жаростойкость стали: определение и маркировка. От каких факторов зависят жаропрочность и жаростойкость деталей?
100. Нержавеющие стали: назначение и маркировка.
101. Что такое межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей?
102. От каких факторов зависит коррозионная стойкость нержавеющей сталей?
103. Расшифруйте следующие марки сталей: А12; 30ХГСА; 10Х14АГ15; ШХ15; 60Г; 40Х13; 12Х18Н9Г; Р18; Ст45; У10А; Ст3?
104. Чем отличаются магнито-твердые сплавы от магнито-мягких?
105. В чем заключается термическая обработка магнито-твердых и магнито-мягких сплавов?
106. Марганцовистая сталь 110Г13Л: ее состав, свойства. Для чего производится закалка этой стали в воде?
107. Титан и его сплавы. Основные свойства, назначения, маркировка.

## **ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

108. Опишите технологию производства изделий методом порошковой металлургии.
109. Инструментальные твердые сплавы, их состав и маркировка.
110. Наплавочные твердые сплавы.

## **ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ**

111. Укажите основные свойства и марки меди.
112. Латунь: их состав, свойства, маркировка и область применения.
113. Бронзы: их состав, свойства, маркировка и область применения.
114. Приведите, основные свойства » марки алюминия.
115. Деформируемые алюминиевые сплавы: состав, марки и область применения.
116. Литейные алюминиевые сплавы состав, марки и область применения.
117. Для чего и как проводится модифицирование алюминиваемых сплавов?
118. Какой термической обработке подвергают алюминиваемые сплавы?
119. Приведите основные требования к подшипниковым сплавам.
120. Баббиты: состав, свойства, маркировка и область применения. Приведите примеры применения различных подшипниковых сплавов в сельхозмашиностроении.
121. Разработать технологический процесс термической обработки деталей или инструмента. Данные брать из табл.3.

**Таблица 3. Варианты исходных данных для ответа на вопрос 121**

Последняя цифра шифра	Наименование детали	Марка стали <sup>1</sup>	Твердость после окончательной термообработки. HRC
1.	Палец поршневой	20*	56-62
2.	Лист рессоры	55С2А	36 -42
3.	Резец	P18	60-64
4.	Седло нагнетательного клапана	ШХ15	59-63
5.	Пружина форсунки	50ХФА	40-45
6.	Полец шестерни	45*	56-62
7.	Шестерня		58-60
8.	Зубило(рабочая часть)	У8	52-56
9.	Шатун	40Г2	25-30
0.	Крестовина кардана	20Х*	57-60

1. Примечание: \* - детали из этих сталей перед окончательной термообработкой необходимо цементировать на глубину 0,8-1,0 мм.

**Методические указания для подготовки ответа на седьмой вопрос контрольной работы (вопрос 121 раздела "Вопросы к контрольной работе").**

Прежде всего, необходимо определить группу сталей, к которой относится заданная марка стали детали или инструмента (углеродистая, конструкционная или инструментальная, легированная, шарикоподшипниковая, рессорно-пружинная, быстрорежущая и др.). Далее в учебной литературе или справочниках определить и выписать химический состав сталей.

В задании требуется твердость деталей и инструментов дана по Роквеллу (шкала "С"). В справочниках же твердость данной марки стали после соответствующей термообработки может быть дана иначе- например: по Бринеллю или Виккерсу. В таких случаях необходимо пользоваться таблицей соотношения чисел твердости, определенных различными методами, имевшейся в справочниках по термической обработке металлов.

Предварительными, операциями термообработки являются отжиг и нормализация. Полный отжиг очень длительная и дорогостоящая операция, поэтому необходимо предусматривать эту операцию только для особо ответственных деталей. Необходимо помнить, что инструментальные стали металлургическими заводами поставляются потребителю в отожженном состоянии.

Заключительными операциями термической обработки являются закалка и отпуск при различных температурах.

Необходимо помнить, что чем выше температура отпуска закаленной стали, тем ниже

будет твердость деталей. При закалке деталей с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ) применяют только самоотпуск. Сущность самоотпуска при закалке деталей с нагревом токами высокой частоты, заключается в том, что изделие при закалке после нагрева в первый момент резко охлаждается так, чтобы на поверхности изделия образовался слой мартенсита нужной глубины, затем охлаждение прекращается и закаленный поверхностный слой, подвергается отпуску за счет тепла, которое сохранилось, в более глубоких слоях или сердцевине изделия. Когда требуется высокая твердость (НРС 55-63) рабочих поверхностей деталей, из малоуглеродистых сталей, в начале необходимо предусмотреть цементацию, а затем закалку и отпуск. Температуры нагрева при различных видах термообработки следует брать из справочников.

Выбор закалочных средств определяется составом термически обрабатываемой стали: как правило, углеродистые стали при закалке охлаждаются в воде, а легированные - в масле. Продолжительность нагрева должна обеспечить прогрев изделия по всему сечению. Общая продолжительность нагрева при нормализации и закалке изделий складывается из: продолжительности сквозного прогрева до заданной (конечной) температуры и продолжительности выдержки при данной температуре. Время нагрева деталей до заданной температуры зависит от многих факторов: типа и размеров нагревательного устройства, размеров и форм деталей, способе их укладке в нагревательное устройство, массы, одновременно загруженных деталей и др. Время выдержки при данной температуре определяется только составом и исходным состоянием стали.

Общая продолжительность нагрева, чаще всего определяется опытным путем или эмпирическими формулами.

При выполнении данной контрольной работ общая продолжительность нагрева при нормализации и закалке рекомендуется определить ориентировочными данными, приведенными в таблице 4.

На некоторых заводах, данные приведенные в таб.4, увеличены в 1,5 -2 раза.

Общая продолжительность нагрева при отпуске также зависит от многих факторов, но при выполнении контрольной работы, рекомендуется принимать это время равным 1...2 ч.

**Таблица 4**  
**Ориентировочная продолжительность нагрева изделий до 800-860°C при нормализации и закалки в различных нагревательных устройствах**

Нагрев	Продолжительность нагрева на 1 мм сечения (или толщины изделия), С		
	круглое	квадратное	прямоугольное
В электропечи	40..50	50..60	60..75
В пламенной печи	35..40	45..50	55..60
В соленой ванне	12..15	15..18	18..22
В свинцовой ванне	6..8	8..10	10..12

*В среднем скорость цементации при температуре процесса 920 -950 С° для получения слоя глубиной до 2 мм, может быть принята равной 0,1...0,12 мм/ч в твердом карбюризаторе и 0,12...0,15 мм/ч - при газовой цементации. Продолжительность нагрева при закалке с нагревом токами высокой частоты, при выполнении контрольной работы, рекомендуется принимать, равной 5...10 с.*

*Время выдержки изделий из стали с большим количеством остаточного аустенита при обработке холодом, определяют из расчета сквозного их охлаждения (60...90 на каждый миллиметр диаметра или- толщины изделия).*

*Температуры охлаждения при обработке холодом составляет примерно 60...80 °С.*

*При определении продолжительности нагрева изделий, их размеры берутся примерными.*

В технологической карте, необходимо указать структуру, которая образуется после окончательной термической обработки. Микроструктуру приблизительно можно определить по твердости отдельных структурных составляющих или их смесей.

**Таблица 5 Примерные значения твердости отдельных структурах составляющих и их смесей**

<b>Структура</b>	<b>Твердость (HRC)</b>
<b>Перлит</b>	<b>16...22</b>
<b>Перлит сорбитообразный</b>	<b>22...26</b>
<b>Сорбит</b>	<b>26...32</b>
<b>Троостит</b>	<b>35...45</b>
<b>Мартенсит с трооститом</b>	<b>45...55</b>
<b>Мартенсит</b>	<b>55...64</b>

Необходимо помнить, что структура поверхностного слоя сердцевины изделия после цементации, закали в отпуска, а также после закалки с нагревом токами высокой частоты, будут отличаться между собой. Так, структура после цементации, закалки и отпуска в поверхностном слое, как правило, представляет мартенсит с цементитом, а в сердцевине - феррит с перлитом (низкоуглеродистые стали) или мартенсит низкоуглеродистый (легированные стали). Структура в поверхностном слое изделия после закалки с нагревом токами высокой частоты с самоотпуском, представляет мартенсит, а в сердцевине - феррит с перлитом. Выше перечисленные структуры сердцевины изделия являются ориентировочными, так как они сильно зависят от размеров изделия, химического состава и др. факторов.

Все данные, по термообработке детали или инструмента, необходимо занести в технологическую карту, форма которой приведена ниже.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

термической обработки детали (инструмента)

Наименование детали (инструмента) \_\_\_\_\_ (см. табл. 3)

Марка стали \_\_\_\_\_ (см. табл. 3)

Группа стали (конструкционная легированная и др.) \_\_\_\_\_

Химический состав, % \_\_\_\_\_

Твердость \_\_\_\_\_

Наименование операции	Температура нагрева, °С	Время нагрева и выдержки, мин.	Охлаждающая среда	Микроструктура после окончательной термической обработки