

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

Факультет механизации
Кафедра ремонта машин и материаловедения

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЧНОСТИ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Методические указания
к выполнению расчётно-графической работы № 2
по дисциплине «Конструкционные и защитно-отделочные материалы»
для студентов, обучающихся по направлению
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Краснодар
КубГАУ
2017

Рецензент:

В.С. Курасов – доктор технических наук, профессор
(Кубанский государственный аграрный университет)

Составители: М. И. Чеботарёв, И.Г. Савин

Разработка конструктивно-технологических мероприятий по повышению прочности деталей машин: Метод. указания к выполнению расчётно-графической работы для студентов обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / сост. М. И. Чеботарёв, И.Г. Савин – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 25 с.

В методических указаниях приведены методика и пример выполнения расчетно-графической работы по разработке технологического процесса повышения прочности деталей машин. Она позволяет закрепить теоретические знания по конструкционным и защитно-отделочным материалам.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Технические средства агропромышленного комплекса».

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультета механизации Кубанского госагроуниверситета имени И.Т. Трубилина, протокол № ____ от _____ 2017 г.

© М. И. Чеботарёв,
И.Г. Савин, 2017
© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный
аграрный университет
имени И. Т. Трубилина», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Методика разработки технологического процесса и расчета режимов термической обработки детали	5
2 Пример выполнения расчетно-графической работы на тему: «Разработка конструктивно- технологических мероприятий по повышению прочности деталей машин».....	15
Список использованных источников.....	24
Приложение – Варианты индивидуальных заданий к расчетно-графической работе по теме: «Разработка конструктивно-технологических мероприятий по повышению прочности деталей машин»	25

ВВЕДЕНИЕ

Свойства металлов и сплавов определяются их внутренним строением – структурой. Одним из эффективных способов позволяющих изменить в значительной степени структуру и улучшить свойства металлов и сплавов является термическая обработка, значение которой трудно переоценить в современном машиностроении.

Следует отметить, что термическая обработка деталей машин является важным и трудно усвояемым разделом дисциплины «Конструкционные и защитно-отделочные материалы». Поэтому расчетно-графическая работа студента на тему: «Разработка конструктивно-технологических мероприятий по повышению прочности деталей машин» позволит ему закрепить теоретические знания и получить практические навыки для применения их в производственной деятельности.

Термическая обработка деталей машин является основным и одним из наиболее эффективных конструктивно-технологических способов повышения их прочности. Однако технология ее выполнения достаточно сложна, так как направлена на изменение строения и структуры металла в упрочняемом слое. Поэтому знание основных способов термической обработки, умение определять их режимы и параметры имеют важное значение для получения требуемого качества при выполнении технологических процессов повышения прочности деталей машин.

1 МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И РАСЧЕТА РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Цель работы

Освоить методику и получить практические навыки по разработке технологического процесса и назначению режимов термической обработки деталей машин.

1.2 Задание

1.2.1 Разработать технологический процесс и назначить параметры режима термической обработки заданной детали

1.2.2 Составить отчет

1.3 План выполнения работы

1.3.1 Предварительно до выполнения расчётно-графической работы изучить (используя учебники и справочную литературу по конструкционным материалам, лекционные материалы, лабораторный практикум, интернет) существующие производственные технологические процессы термической обработки деталей машин

1.3.2 Получить у преподавателя вариант индивидуального задания с исходными данными для выполнения работы

1.3.3 Дать описание материала в состоянии поставки, из которого изготовлена заданная деталь и обосновать его выбор

1.3.4 Обосновать и назначить виды термической обработки заданной детали и составить маршрутную карту технологического процесса

1.3.5 Обосновать и назначить параметры режима термической обработки заданной детали

1.3.6 Разработать технологическую карту процесса термической обработки заданной детали

1.3.7 Сделать выводы и составить отчет

1.4 Общие сведения

1.4.1 Термическая обработка металлов

Термической обработкой называют технологические процессы, состоящие из нагрева, изотермической выдержки и охлаждения металлических изделий с целью изменения их структуры для улучшения механических свойств (рисунок 1). Термической обработке подвергают как черные, так и цветные металлы, и их сплавы, в том числе слитки, отливки, поковки, сварные соединения, детали машин, инструменты и другое.

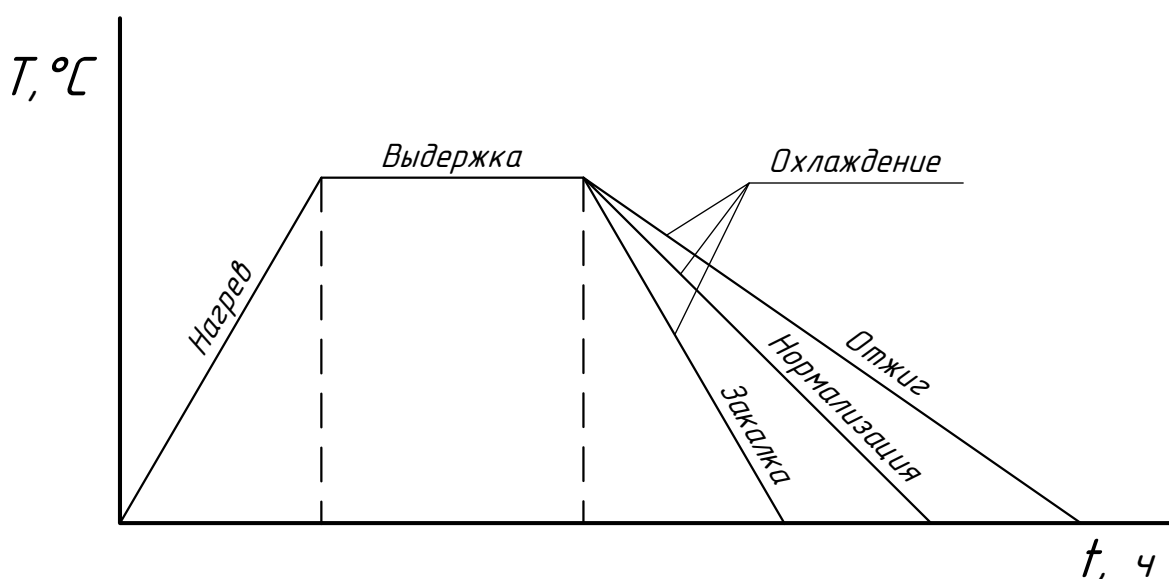


Рисунок 1 – Схема термической обработки

Различают следующие основные виды термической обработки металла: отпуск, закалка и отжиг (рисунок 1).

Отжигом называют вид термической обработки металла, заключающийся в нагреве до определенной температуры, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении. Цель отжига – снижение твердости и улучшение обрабатываемости металла, изменение формы и величины зерна в металле, выравнивание химического состава и снятие внутренних напряжений.

Закалка – это технологический процесс термической обработки металла, заключающийся в его нагреве до температуры выше фазовых превращений, выдержке при этой температуре и охлаждению со скоростью обеспечивающей получение неравновесной

структуры (рисунок 1). Качество закалки зависит от температуры нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения, то есть основными параметрами закалки являются температура нагрева, время выдержки и скорость охлаждения.

Она применяется для сплавов, претерпевающих при нагреве и охлаждении фазовые превращения. Принципиальным отличием между отпуском и закалкой является большая скорость охлаждения при закалке, достаточная для предотвращения обратных фазовых превращений в сплаве. Закалке в основном подвергаются – стали и чугуны. Наряду с ним закалывают и сплавы на основе цветных металлов: алюминия, меди, титана, никеля и других.

Отпуск – это процесс термической обработки, который заключается в нагреве закаленной стали до температуры ниже фазовых превращений A_{c1} , выдержке при заданной температуре и последующем охлаждении с определенной скоростью (обычно на воздухе).

Отпуску подвергают закаленную сталь с целью получения более устойчивого структурного состояния, повышения ее ударной вязкости и пластичности, уменьшения твердости, хрупкости закаленной стали, снятия внутренних напряжений. Отпуск является окончательной операцией термической обработки в результате, которого сталь получает требуемые механические свойства и структуру.

Таким образом, термическая обработка позволяет улучшить свойства сплавов за счет изменения их микроструктуры. Принципиальная возможность применения различных видов термической обработки для различных сплавов может быть определена на основании диаграмм состояния.

Оборудованием для нагревания стали служат нагревательные термические печи и печи-ванны, которые подразделяют на электрические и топливные, обогреваемые за счет сгорания топлива (газа, мазута, угля и другого). Наиболее благоприятен нагрев в печах с нейтральной или защитной атмосферой, обеспечивающей предохранение деталей от окисления.

Нормализация – это предварительная термическая обработка, она является разновидностью отжига. Предназначена для образования в стали перлита более тонкого строения. При этом снимает внутренние напряжения, повышает механические свойства стали.

Является энергосберегающей операцией и широко применяется в машиностроении, а также при ремонте автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин и различного оборудования.

Поверхностная закалка стали

Поверхностная закалка стали состоит в нагреве поверхностного слоя стальных деталей до аустенитного состояния и быстрого охлаждения с целью получения высокой твердости и прочности в поверхностном слое в сочетании с вязкой сердцевиной. Существуют различные способы нагрева поверхности под закалку: в расплавленных металлах или солях, пламенем газовой горелки, лазерным излучением, током высокой частоты. Последний способ получил наибольшее распространение.

Химико-термическая обработка металлов

Многие детали машин по условиям эксплуатации должны иметь высокую твердость поверхности при сохранении достаточной пластичности сердцевины (шестерни коробки скоростей, распределители, поршневые пальцы и другое). Высокая пластичность этим изделиям необходима для того, чтобы противостоять ударным, знакопеременным или изменяющимся по величине нагрузкам. Большая твердость поверхности обеспечивает ее износостойкость, если детали одновременно работают в условиях поверхностного трения. Стальные изделия с твердой поверхностью и мягкой пластичной сердцевиной можно получить путем химико-термической обработки (ХТО) малоуглеродистых сталей, или поверхностной закалкой углеродистых сталей.

К основным видам химико-термической обработки относятся цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация и другое.

Цементация – это процесс насыщения поверхностного слоя стальных деталей углеродом. Она производится путем нагрева стальных деталей при 880–950 °С в углеродосодержащей среде, называемой карбюризатором. Различают два основных вида цементации – газовую и твердую. Газовая цементация проводится в газе с содержанием метана CH_4 и оксида углерода CO . Твердая цементация проводится в стальных ящиках, куда укладываются детали

вперемешку с карбюризатором. Карбюризатором служит порошок древесного угля с добавкой солей Na_2CO_3 или BaCO_3 .

Азотированием – называется процесс насыщения поверхности стали азотом. При этом повышаются не только твердость и износостойкость, но и коррозионная стойкость. Производится азотирование при температуре 500–600 °С в среде аммиака, в течение длительного времени (до 60 ч). Аммиак при высокой температуре разлагается с образованием активного атомарного азота, который и взаимодействует с металлом. Твердость стали повышается за счет образования нитридов легирующих элементов. Поэтому азотированию подвергают только легированные стали. Наиболее сильно повышают твердость такие легирующие элементы, как хром, молибден, алюминий, ванадий. Глубина азотированного слоя составляет 0,3–0,6 мм, твердость поверхностного слоя по Виккерсу достигает до HV 1200 МПа (при цементации HV 900 МПа).

Преимущества азотирования – отсутствие необходимости в дополнительной термической обработке, более высокая твердость и износостойкость, высокая коррозионная стойкость поверхности детали. **Недостатками** являются низкая скорость процесса и необходимость применения дорогих легированных сталей.

Цианирование (нитроцементация) – это процесс одновременного насыщения поверхности стали углеродом и азотом. Проводится цианирование в расплавах цианистых солей NaCN или KCN или в газовой среде, содержащей смесь метана CH_4 и аммиака NH_3 . Различают низкотемпературное и высокотемпературное цианирование.

Низкотемпературное цианирование проводится при температуре 500–600 °С. При этом преобладает насыщение азотом. Глубина цианированного слоя составляет 0,2–0,5 мм, твердость поверхности – HV 1000 МПа.

При высокотемпературном цианировании температура составляет 800–980 °С. Преобладает насыщение углеродом. Глубина поверхностного слоя составляет 0,6–2,0 мм. После высокотемпературного цианирования следует закалка с низким отпуском. Твердость после термообработки HRC 60.

Поверхностное упрочнение пластическим деформированием

Основано на способности стали к наклепу при пластическом деформировании. Наиболее распространенными способами такого упрочнения поверхности является дробеструйная обработка и обработки поверхности роликами или шариками.

При *дробеструйной обработке* на поверхность детали из специальных дробеметов направляется поток стальной или чугунной дроби малого диаметра (0,5–1,5мм). Удары концентрируются на весьма малых поверхностях, поэтому возникают очень большие местные давления. В результате повышается твердость и износостойкость обработанной поверхности. Кроме того, сглаживаются мелкие поверхностные дефекты. Глубина упрочненного слоя при дробеструйной обработке составляет около 0,7 мм.

Обработка роликами производится с помощью специальных приспособлений на токарных станках. Помимо упрочнения, обработка снижает шероховатость обрабатываемой поверхности. Глубина упрочненного слоя доходит до 15 мм.

1.5 Методика и порядок выполнения работы

1.5.1 Получить у преподавателя вариант индивидуального задания с исходными данными для выполнения работы

В приложении приведены варианты индивидуальных заданий, где указаны исходные данные для выполнения работы:

название детали

размеры детали

марка сплава

технические условия, предъявляемые к детали после термической обработки

1.5.2 Дать характеристику сплава и обосновать его выбор для изготовления заданной детали

Используя справочную литературу привести химический состав металла в состоянии поставки и изложить влияние различных примесей (марганец, кремний, сера, хром и другое) на механические, физические, химические, а также технологические и эксплуатационные его свойства материала.

Кроме того, привести структуру стали (используя справочную литературу) и по ней рассчитать содержание углерода. Для этого нужно ориентировочно определить площади (в процентах), занимаемую различными структурами.

В микроструктуре доэвтектоидной стали содержится феррит (Ф) и перлит (П). Приняв во внимание, что содержание углерода в феррите (Ф) ничтожно мало, можно допустить, что имеющийся в стали углерод сосредотачивается в зернах перлита (П). Это позволяет составить пропорцию:

$$100 \% \text{ П} - 0,8 \% \text{ С}$$

$$F_n - X$$

$$X = \frac{F_n \cdot 0,8}{100} \%$$

где F_n – площадь, занятая перлитом, %;

X – содержание углерода, %.

В структуре заэвтектоидной стали содержится перлит (П) и цементит (Ц). Количество цементита возрастает с увеличением содержания углерода. Зная площади, занимаемые различными структурными составляющими, можно определить содержание углерода в заэвтектоидной стали. Например, если 95 % площади шлифа занимает перлит, а вторичный цементит – 5 %, то содержание углерода в стали – X , %:

а) на участках перлита содержится углерода X_1 , %:

$$X = \frac{95 \cdot 0,81}{100} = 0,77 \% \text{ С};$$

б) в цементитной сетке – X_2 , %:

$$100 \% \text{ Ц} - 6,67 \% \text{ С}$$

$$5 \% \text{ Ц} - X_2$$

$$X = \frac{5 \cdot 6,67}{100} = 0,34 \% \text{ С};$$

в) общее содержание углерода в стали:

$$X = X_1 + X_2 = 1,11 \% C.$$

1.5.3 Обосновать выбор видов термической обработки для заданной детали и составить маршрутную карту технологического процесса

1.5.4 Определить параметры режима технологического процесса предварительной термической обработки

Предварительная термическая обработка включает различные виды отжига и их разновидность – нормализацию. Используя справочную литературу обосновать вид предварительной термической обработки и назначить параметры режима нормализации: температуру нагрева, время выдержки и среду охлаждения.

Используя справочную литературу привести микроструктуру и твердость стали после нормализации.

Сделать выводы.

1.5.5 Определить параметры режима технологического процесса отпуска стали

Основными параметрами отпуска стали является температура нагрева и время выдержки.

Температура нагрева варьируется в широких пределах от 150° до 700°С. В зависимости от цели различают низкий, средний и высокий отпуск.

Используя справочную литературу привести микроструктуру и твердость стали после отпуска.

Сделать выводы.

Примеры режима технологического процесса цементации и других видов химико-термической обработки с последующей термической обработкой определяются по справочной литературе.

1.5.6 Выбрать нагревательное устройство

Нагревательное устройство выбирается с учетом размеров детали и максимальной температуры нагрева по справочной литературе. Предпочтительно для нагрева детали выбирать печи с нейтральной или защитной атмосферой.

1.5.7 Разработать карту технологического процесса термической обработки

Полученные данные по термической обработке заданной детали занести в технологическую карту (таблица 1).

1.5.8. Выводы

Указать, как повлияла выбранная термообработка на свойства стали. Проанализировать возможность применения других процессов термообработки для заданной детали.

Таблица 1 – Карта технологического процесса термической обработки детали (учебная)

Дубл.		Взам.		Годл.		ГОСТ 3.1118-82		форма 1							
КубГ АУ															
Н. контр.															
M01															
M02	Код	ЕВ	МД	К/М	Н. расх.	К/М	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ					
A	Цех	Уч.	Р/М	Опер.	Код, наименование операции	С/М	Проф.	Р	УТ	Обозначение документа					
B	Код, наименование оборудования		Среды		УА	УК	Т-РА	Сюрость	Время	КШ/Д	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
P1	ЛГ	IA	IC	UA	UK	MG	IG	IB	UG	Твёрдость	UN				
P2															
03															
04															
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
МК/ОК										Операционная карта					

2 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

Введение

Термическая обработка является одним из эффективных способов улучшения свойства металла за счет изменения его внутренней структуры. Поэтому она широко применяется в современном машиностроении, а также при ремонте автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин и различного оборудования.

1 Цель работы

Освоить методику и получить практические навыки по разработке технологического процесса и назначению режимов термической обработки вала ведущего.

2 Задание

Разработать технологический процесс и назначить режимы термической обработки вала ведущего.

Исходные данные для выполнения работы:

Вариант № 3

Название детали	Вал ведущий
Размер детали	Ø 60 × 120 мм
Марка материала	Сталь 40
Технические условия, предъявляемые к детали после термической обработки	35–40 HRC

Вал – это охватываемая поверхность, отверстие – это охватывающая поверхность. Для рассматриваемого примера это соединение вала (охватываемой поверхности) с отверстием (охватывающей поверхности) с помощью шлицев (пазов) и зубьев (выступов), радиально расположенных на поверхности. Обладает большой прочностью, обеспечивает соосность вала и отверстия, с возможностью осевого перемещения детали вдоль оси, который может привести к усталостному излому (рисунок 2.1).

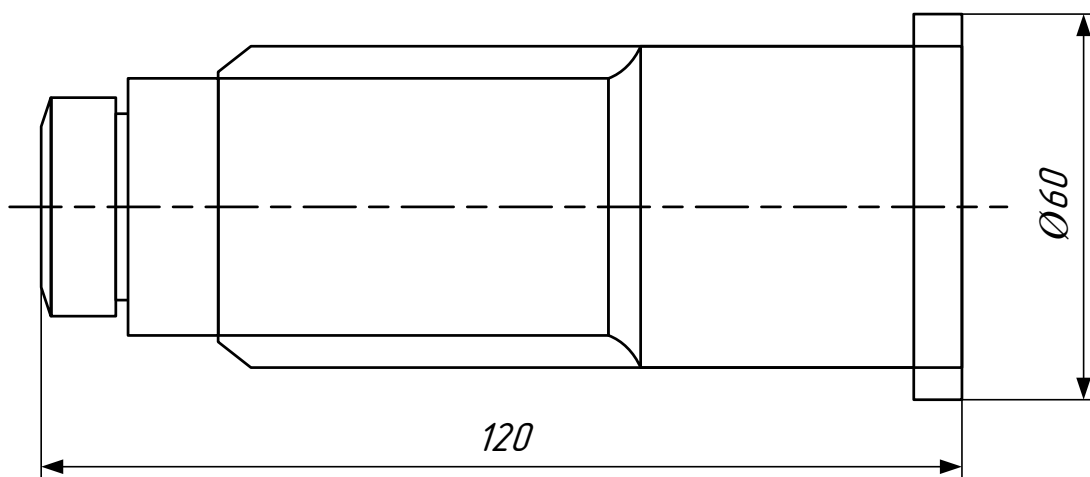


Рисунок 2.1 – Эскиз вала ведущего

2.1 Характеристика сплава и обоснование его выбора для изготовления заданной детали

Сталь 40 относится к группе конструкционных, углеродистых, высококачественных марок сталей. В промышленности из этой стали изготавливают трубы, поковки, крепежные детали, валы, диски, роторы, фланцы, зубчатые колеса, втулки для длительной и весьма длительной службы при температуре до 450 °С.

Вид поставки: сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050-88, калиброванный пруток ГОСТ 7417-75.

Химический состав стали 40 и механические свойства приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 40

Химический элемент	Содержание, %	Влияние на свойства стали
Углерод С	0,37–0,45	Оказывает основное влияние на свойства стали. Увеличение углерода ведет к изменению структуры стали, повышению твердости, прочности и понижению пластичности.
Сера (S)	до 0,04	Вредная примесь в стали в виде FeS. Придает ей хрупкость при высоких температурах 800–1200 °С. Например, при нагреве под ковку или прокатку вызывает трещины, а также ведет к разрушению заготовки.
Фосфор (P)	до 0,035	Вредная примесь стали. Растворяясь в феррите повышает ее твердость и вызывает хладноломкость, то есть, сталь становится хрупкой при нормальной и особенно при низкой температуре.

Химический элемент	Содержание, %	Влияние на свойства стали
Кремний (Si)	0,17–0,37	Полезная примесь в стали. Растворяясь в феррите, повышает твердость, упругость и жесткость стали.
Марганец (Mn)	0,50–0,80	Полезная примесь в стали. Растворяясь в феррите, увеличивает прочность стали. Устраняет вредное влияние серы.
Хром (Cr)	0,25	Повышает прокаливаемость, способствует получению высокой и равномерной твердости стали.
Медь (Cu)	до 0,25	Повышает коррозионную стойкость.
Никель (Ni)	до 0,25	Благоприятно влияет на все свойства стали, повышая сопротивление хрупкому излому, пластичность и ударную вязкость.

Таблица 2.2 – Механические свойства стали 40

$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	σ_5 (%)	Ψ %	КСУ (Дж/см ²)	НВ, не более
215	430	18	40	44	123–167

По справочной литературе находят микроструктуру стали 40 до термической.

Она приведена на рисунке 2.2. По микроструктуре определяем площадь феррита (Φ) и перлита (Π), которая соответственно составляет 50 и 50 %.

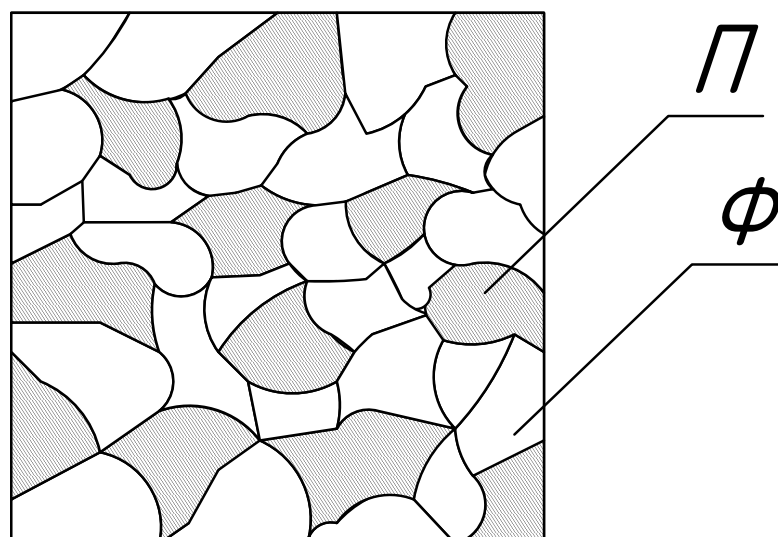


Рисунок 2.2 – Микроструктура стали до термической обработки

Определяем содержание углерода в стали до закалки.

В связи с тем, что в феррите растворено небольшое количество углерода, практически можно считать, что в доэвтектоидной стали весь углерод находится в перлите, тогда его количество определяем из пропорции:

$$100 \% \text{ П} - 0,8 \% \text{ С}, \\ F_n - X,$$

$$X = \frac{F_n \cdot 0,8}{100} \%$$

где F_n – площадь, занятая перлитом, %;
 X – содержание углерода, %.

Тогда:

$$X = \frac{50 \cdot 0,8}{100} = 0,4 \%$$

Таким образом, содержание углерода в стали составляет 0,4 % с твердостью НВ 217 (по справочной литературе).

Для ремонта заданного вала ведущего, работающего в условиях знакопеременных нагрузок сталь 40 выбрана правильно. Обусловлено это тем, что она обладает высокой твердостью, прочностью, износостойкостью и способностью противостоять значительным динамическим нагрузкам. Кроме того, она стойка против коррозии, а также сохраняет неизменными размеры и форму детали в течение длительного времени.

2.2 Обоснование видов термической обработки вала ведущего и маршрута технологического процесса

Анализ справочной литературы показал, что для деталей испытывающих в работе знакопеременные нагрузки предпочтительны стали 40, 45, 50, 40Х, 45ХН со структурой зернистого сорбита отпуска. Структуру зернистого сорбита получают путем термической обработки до твердости 35–40 НРС.

Для получения зернистого сорбита отпуска (Со) в микроструктуре стали 40 необходимо провести следующие виды термической обработки вала ведущего: нормализацию, закалку и отпуск.

Нормализация заключается в нагреве металла на 30–50 °С выше точки A_{c3} или A_{cm} линии GSE (900–1200 °С), выдержке при этой температуре и последующим охлаждением на воздухе.

Закалка применяется с целью получения высокой твердости и требуемых физико-механических свойств. Для вала ведущего после закалки необходимо получить структуру – мартенсит с твердостью 55 HRC.

Закалка осуществляется путем нагрева детали до температуры в интервале превращений или выше, выдержки при этих температурах и последующем охлаждении со скоростью выше критической в интервале наименьшей устойчивости аустенита. В зависимости от температуры нагрева различают полную и неполную закалку стали. Для доэвтектоидной стали применяют полную закалку, при этом ее нагревают до температуры на 30–50 °С выше точки A_{c3} линии GS (600–910 °С). Для заэвтектоидных сталей применяют неполную закалку с нагревом на 20–50 °С выше точки A_{c1} линии SK (600 °С).

Поскольку вал ведущий изготовлен из доэвтектоидной стали назначаем для него полную закалку.

Для большинства деталей в машиностроении после закалки обязательно применяют отпуск стали. Закалка с последующим высоким отпуском называется **улучшением**. Отпуску подвергают закаленную сталь с целью повышения ударной вязкости, пластичности, уменьшения твердости, снятия внутренних напряжений, уменьшения хрупкости закаленной стали, а также получения требуемой равновесной структуры и заданных механических свойств.

Отпуск – это процесс термической обработки, который заключается в нагреве закаленной стали до температуры ниже базовых превращений A_{c1} , выдержке при заданной температуре и последующим охлаждением с определенной скоростью. Отпуск является окончательной операцией при термической обработке в результате, которого сталь получает требуемые механические свойства.

При отпуске сталь нагревают до температуры точки A_{c1} и затем охлаждают обычно на воздухе. В зависимости от температуры нагрева различают три вида отпуска: низкий (150–250 °С), средний (300–500 °С) и высокий (500–650 °С).

Вал ведущий, работающий в условиях знакопеременных нагрузок требует проведения высокого отпуска и получения твердости 35–40 HRC со структурой сорбита отпуска.

На основании проведенного анализа назначаем следующий маршрут термической обработки вала ведущего:

НОРМАЛИЗАЦИЯ → ЗАКАЛКА → ОТПУСК

Для выбранного маршрута составляют карту технологического процесса термической обработки детали (рисунки 2.3, 2.4).

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

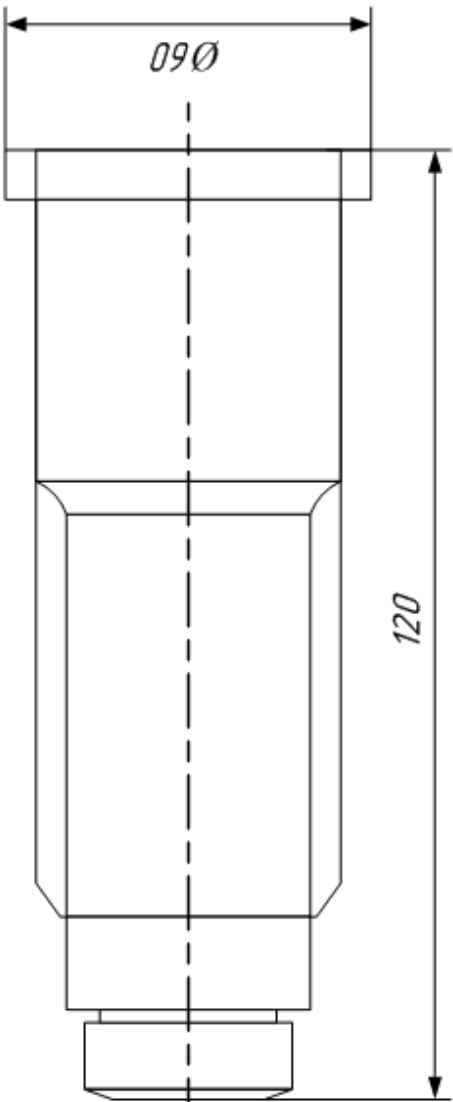
Дурл.									
Бзам.									
Тлол.									
Разраб.									
Проб.									
ГЛКОНГр.									
КудГ АЧ		Вал ведуший							
									
КЭ								Карта эскизов	

Рисунок 2.3 – Карта технологического процесса термической обработки детали (учебная)

Дубл.														
Взам.														
Годл.														
Разраб.		Кудог АУ		КСКУ 38.06.602А		МХРМ.000000.111			МХРМ.000000.111					
Проверил									МХРМ.000000.111					
Н. контр.				Вал ведущий										
M01	010 Термообработка													
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.раск.	К/М	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Р	УТ	Кшт.				
Б	Код, наименование оборудования		Среды			СМ		Проф.	КР	КОИД	ЕН	ОП	Тпз	Тшт.
P1							Т-РА		Скорость	Время	Твёрдость			
P2	ЛГ	IA	IC	UA	UK	МГ	IG	IB	UG	UN		NG		
03														
04	1. Заложить деталь в печь КЭСМ - 60N													
05														
06	2. Закалка, нагреть и выдержать 850 60 270° С/с													
07														
08	Проверить твёрдость поверхности 35-40 HRC													
09	Твердомер Роквелла													
10	3. Отпуск, нагреть и выдержать 450 132													
11														
12	Вынуть и охладить деталь													
13	Проверить твёрдость поверхности детали													
14														
15														
МК/ОК										Операционная карта				

Рисунок 2.4 – Карта технологического процесса термической обработки детали (учебная)

2.3 Выводы

Выбранный маршрут технологического процесса ТО позволит улучшить механические свойства и структуру вала ведущего.

Закалка в сочетании с высоким отпуском (улучшением) обеспечили получение структуры сорбита отпуска, которая является более устойчивой структурой закаленной стали. Это дисперсная механическая смесь феррита и цементита. Образуется из мартенсита закалки в результате его распада при нагреве до температуры 500 °С (высокий отпуск). Он обеспечивает повышение предела выносливости, ударной вязкости, пластичности, снижение хрупкости и снятие внутренних напряжений. Механические свойства: 35–45 HRC МПа, $\sigma_B = 750\text{--}900$ МПа, $\delta = 4\text{--}10$ %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основной

- 1 Афанасьев, А. А., Погодин, А. А. Технология конструкционных материалов : Учебник / Старый Оскол : ТНТ. 2014. – 655 с.
- 2 Богодухов, С. И. и др. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении. Старый Оскол : ТНТ. 2013.

Дополнительный

- 1 Ачеркан, Н. С. Справочник металлиста. Том № 0. М. : Металлургия.
- 2 Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / Оськин В.А., Байкалова В.Н. и др. – М. : КолосС. – 2007.
- 3 Оськин, В. А., Евсюков, В. В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 1. – С : КолосС. – 2008.
- 4 Лахтин, Ю. М. Материаловедение и термическая обработка. – М. : Metallurgy, 2003.
- 5 Фетисов, Г. П. и др. Материаловедение и технология металлов. – М. : Высшая школа, 2004.
- 6 Филинов, С. А. и др. Справочник термиста. М. : Машиностроение, 1975.
- 7 Шмыков, А. А. Справочник термиста. М. : Машгиз, 1961.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Варианты индивидуальных заданий к расчетно-графической работе «Разработка конструктивно-технологических мероприятий по повышению прочности деталей машин»

№ вар.	Наименование детали	Размеры детали, мм	Марка сплава	Технические условия, предъявляемые к детали после термообработки
1	Болт шатуна	M12 × 120	40X	HB 240–300
2	Ролик муфты	Ø10 × Ø25 × 20	45	HRC 45–50
3	Вал ведущий	Ø60 × 120	40	HRC 35–40
4	Палец поршневой	Ø40 × Ø20 × 100	20	HRC 56–60 на глубину 1 мм
5	Палец поршневой	Ø45 × Ø25 × 80	15X	HRC 56–60 на глубину 0,8 мм
6	Палец поршневой	Ø30 × Ø15 × 60	18ХГТ	HRC 54–58 на глубину 0,5 мм
7	Ведомый вал коробки скоростей	Ø60 × 300	30ХГСА	HB 300–350
8	Ось качения	Ø5 × 220	50	HRC 58 на глубину 2–4 мм
9	Валик масляного насоса	Ø15 × 57	45X	HRC 45
10	Ведомый вал коробки скоростей ДВС	Ø55 × 300	50ХН	HRC 46–50
11	Конус Морзе	Ø35 × 190	45	HRC 45
12	Конус Морзе	Ø35 × 190	20	HRC 62 на глубину 1 мм
13	Конус Морзе	Ø35 × 190	18ХГТ	HRC 60 на глубину 0,8мм
14	Клапан выхлопной ДВС	Ø41 × Ø11 × 168	X9C2	HB 250–300 HRC 48–50 ножки
15	Клапан всасывающий ДВС	Ø45 × Ø12 × 168	45X	HB 250–300
16	Коленчатый вал	Ø50 × 500	45	HRC 56–62 шатунных и коренных шеек
17	Передняя ось	Ø45 × 300	15X	HRC 40–55

Учебное издание

Чеботарёв Михаил Иванович
Савин Иосиф Григорьевич

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЧНОСТИ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Методические указания
к расчетно-графической работе № 2*

В авторской редакции

Подписано в печать _____ 2017. Формат 60×80 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. – 1,6. Уч.-изд. л. – 1,1

Тираж ... экз. Заказ № ...

Типография Кубанского государственного аграрного университета
имени И. Т. Трубилина.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13