МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И.

Сатпаева Институт промышленной инженерии

Кафедра инженерной физики

Рахи Асылтас Тенелбайкызы

Разработка режима термической обработки вал- шестерни из стали 20Х

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В071000 - Материаловедение и технология новых материалов

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра инженерной физики

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Инженерная физика»,
доктор PhD

_____ Р.Е. Бейсенов
_____ 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработка режима термической обработки вал- шестерни из стали 20Х»

по специальности 5В071000 - Материаловедение и технология новых материалов

Выполнила Рахи Асылтас Теңелбайқызы

Рецензент
канд.техн.наук, Зав.Национальной научной лабораторией АО «ИМиО»
_____ А.В.Паничкин
«17» 05 2019 г.

Научный руководитель, лектор
_____ Б.Ш. Кошимбаев
«16» мая 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра инженерной физики

5В071000 - Материаловедение и технология новых материалов

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
«Инженерная физика»,
Доктор PhD

_____Р.Е. Бейсенов
_____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Рахи Асылтас Тенелбайкызы*
Тема: *Разработка режима термической обработки вал- шестерни из стали 20Х*
Утверждена приказом ректора университета № 603. –П. от. «23» 12. 2014 г.
Срок сдачи законченной работы « 22 » 05 2019 г.
Исходные данные к дипломной работе: *Разработать режим термической обработки для вал –шестрени из стали 20Х*
Краткое содержание дипломной работы:
а) Выбор материала для изготовления вал-шестерни;
б) Разработка режима термической обработки;
в)Технологический расчет режима термической обработки легированной стали 20Х;
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *Чертеж стали 20Х после термической обработки цементации с последующим подстуживанием и закалкой в малсло и низкотемпературный отпуск с охлаждением на воздухе.*
Рекомендуемая основная литература:

1 Основы материаловедения. Учебник для вузов. /Под ред. И.И. Сидорина. – М.: Машиностроение, 1976. – 436с.

2 Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

3 К.У.Туркбенбаев. Оборудование, Технология термической обработки и проектирование термических цехов. -218с.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Выбор материала для изготовления вал-шестерни	28.02.2019г. 11.03.2019г.	
Режим термообработки, расчет режима термической обработки и планировка термического участка	15.03.-25.04.2019г.	
Результаты исследования и их обсуждение	25.04.2014г. 08.05.2019г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технологическая часть дипломной работы	Кошимбаев Б.Ш. лектор	16.05.2019г.	
Нормоконтролер	Телешева А.Б. Доктор PhD	16.05.2019г.	

Научный руководитель _____Кошимбаев Б.Ш.

Задание принял к исполнению обучающийся _____Рахи А.Т.

Дата «17» 05. 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На дипломную работу

Рахи Асылтас Теңелбайқызы

5В071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Тема: Разработка режима термической обработки вал-шестерни из стали 20Х

В дипломной работы был подобран материал, который бы удовлетворял требуемые механические свойства и смог работать в предложенных условиях работы и разработан режим термической обработки.

Материал подбирался с учетом не только механических свойств, но и с учетом условий работы, экономической стоимости материала.

Чтобы изготовить деталь «вал-шестерня», исходя из механических и экономических характеристик,была выбрана сталь 20Х и еще помимо этого для сравнения 2 марки стали:15Х,15ХФ. Эти стали подходят для изготовления вала-шестерни, но рациональной маркой стали является сталь 20Х. Проводилась химико-термическая обработка: цементация в газовом карбюризаторе при температуре 950^0С с последующим подстуживанием до 850^0С под закалку. Выдержка при цементации составляет 5 часов с глубиной цементационного слоя 0,5 мм.

После выдержки цементации проводим постуживание до 850^0С, так как с температуры цементации нельзя проводить закалку. Отпуск проводили при температуре 200°С с охлаждением на воздухе.

Был спроектирован термический цех, так же было выбрано оборудование, подходящее для проведения термической обработки и для контроля качества после её проведения.

На основании выше изложенного считаю, что дипломная работа принята к защите.

Научный руководитель
Лектор _____ Кошимбаев Б.Ш..
(подпись)
«17» мая 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Рахи Асылтас Тенелбайқызы
специальность 5В071000 – Материаловедение и технология новых материалов
На тему: Разработка режима термической обработки вал-шестерни из стали 20Х

Выполнено:
а) графическая часть на 3 листах
б) пояснительная записка на 32 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

1. В работе выявлено большое количество стилистических ошибок и повторов.
2. В задании сразу указана сталь 20Х, но при этом отсутствуют требования к механическим характеристикам поверхности детали, непонятно тогда для чего необходим выбор материала для изготовления детали "вал-шестерня" и на основании чего далее разрабатывались режимы термической обработки.
3. Отсутствует информация об объеме производства, соответственно не ясно правильно ли подобрано оборудование для термического цеха и его количество.
4. В разделе 1.2 описываются различные виды термической обработки сталей и химико-термическая обработка - цементация в твердом карбюризаторе, однако затем для науглероживания выбрана цементация в газообразном карбюризаторе. Состав газового карбюризатора не приводится в дипломной работе.
5. Непонятно какое оборудование планируется использовать в цеху для подготовки газового карбюризатора.
6. Не ясно при помощи какой оснастки планируется осуществлять загрузку и выгрузку детали вал-шестерня в печи и проводить закалку?

Оценка работы

В ходе выполнения дипломной работы был обоснован выбор материала - сталь 20Х, который удовлетворяет требуемым механическим свойствам и обеспечивает работу детали "вал-шестерня" в описаных условиях. Разработан режим термической обработки этой детали.

Предложенный режим химико - термической обработки детали "вал-шестерня" из стали 20Х включает цементацию в газовом карбюризаторе при температуре 950^0С. Выдержка при цементации составляет 5 часов, что обеспечивает глубину цементационного слоя 0,5 мм. После завершения цементации проводится подстуживание до 850^0С, поскольку с температуры цементации нельзя проводить закалку. После подстуживания проводится закалка в масле. Отпуск проводится при температуре 200^0С на воздухе.

Был создан график термической обработки, где указано почасовое, поминутное время термообработки.

Рецензент
канд. техн. наук, Зав.национальной
научной лабораторией АО «ИМиО»
_____ А.В.Паничкин
(подпись)
«17» 05 2019 г.

Қолы/подпись Паничкина А.В
растаймын / заверяю
Басқарушы хатшы / Главный ученый секретарь
«Материалтану және кен байыту институты» АҚ
«Институт металлургии и обогащения» АО
17 05 2019 ж.

Қазақстан Республикасы Алматы қ. «Материалтану және кен байыту институты» акционерлік қоғамы * РК г. Алматы акционерное общество «Институт металлургии и обогащения» * 070740005957
Құқық және кадрлармен жұмыс Департаменті

АҢДАТПА

Бұл жұмыста беріліс білігін жасауда термиялық өңдеу режимін технологиялық өндіру үшін материалды таңдаудың нәтижелері талданған және жинақталған. Эксплуатациялық, технологиялық және экономикалық сипатына сәйкес 20Х болат таңдалған. Термикалық өңдеу ретінде маймен араластырып, сосын суытып, төменгі температурада босату үшін цементтеу таңдалған. Қажетті қаттылықты алу үшін міндетті түрде химиялық-термикалық өңдеу жүргізу (цементтеу) керек екендігі анықталды.

Көрсетілген детальды өңдеу бойынша термикалық учаске жасалды, негізгі және қосалқы құрылғының мәселелері, сондай-ақ термикалық өңдеу үшін технологиялық құрылғыны орналастыру қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

В работе проанализированы и обобщены результаты выбора материала для технологической разработки режима термической обработки заготовкивал-шестерни. Выбрана сталь 20Х в соответствии с эксплуатационными, технологическими и экономическими характеристиками. В качестве термической обработки выбрана цементация с последующим подстуживанием под закалку в масле и низкотемпературного отпуска. Установлено, что для получения нужной твердости необходимо провести химико-термическую обработку (цементация).

Разработан термический участок по обработке указанной детали, рассмотрены вопросы основного и вспомогательного оборудования, а также планировка технологического оборудования для термической обработки вал-шестерни.

ABSTRACT

In work results of material selection for technological development of the heat treatment mode were analyzed and summarized. 20Cr steel is selected according to exploitative, technological and economic characteristics. As heat treatment cementation is selected followed by boiling for quenching in oil and low-temperature tempering. It was found that to obtain the desired hardnessit is necessary to carry out chemical-thermal treatment.

Thermal processing area and the specified detail was developed, main and auxiliary equipment issues was considered, as well as planning of technological equipment for heat treatment was considered too.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Технологическая часть	10
1.1 Выбор материала для изготовления вал-шестерни	10
1.1.1Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей	14
1.1.2 Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа	16
1.2 Виды термической обработки легированных сталей	17
2 Технологический расчет режима термической обработки легированной стали 20Х	23
3 Оборудование необходимое для проведения термической обработки	26
3.1 Основное оборудование	27
4 Планировка и размещение основного и вспомогательного оборудования.	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

ВВЕДЕНИЕ

Современное материаловедение – это наука о взаимосвязи строения, состава, структуры материалов с их физическими, химическими, технологическими и служебными свойствами и устанавливающая закономерности их изменения в зависимости от температурного, механического, механо - термического и химико- термического воздействия в различных термодинамических и кинетических условиях их эксплуатации.

Задача материаловедения заключается в установлении закономерностей изменения комплекса свойств материалов в зависимости от их состава, строения, структуры, состояния, а также в изучении всех факторов, оказывающих влияние на их свойства.

Главная задача технического материаловедения состоит в разработке оптимальных высокоэффективных материалов и технологий, обеспечивающих требуемый уровень качества и свойств продукции металлургического и машиностроительных производств. Целью технического материаловедения является решение важнейших технических проблем, связанных с улучшением служебных и эксплуатационных свойств изделий и полуфабрикатов машиностроительного производства, повышением точности, надежности и работоспособности механизмов и приборов, снижением их массы, экономии материалов, замены дорогостоящих металлов более дешевыми, не уступающими им по свойствам синтетическими материалами.

Чтобы изготовить любое спроектированное устройство, конструкцию или изделие, вам нужен подходящий материал.

Материаловедение и инженерия - это изучение всех материалов, от тех, которые мы видим и используем каждый день, такие как стекло или предмет спортивного снаряжения, до материалов, используемых в аэрокосмической и медицинской областях.

Это имеет огромное влияние на социальные проблемы, включая:

- окружающая среда и изменение климата;
- передовое производство
- возобновляемая и устойчивая энергия
- эффективность материалов
- здравоохранение
- биотехнология
- аэрокосмическая и транспортная
- связь и информационные технологии.

Ученые или инженеры по материалам, понимая, как работают материалы, могут создавать новые материалы для новых применений, а также разрабатывать существующие материалы для повышения производительности. Они могут контролировать структуру материала, начиная с атомного уровня, так что его свойства, например прочность, могут быть адаптированы к конкретному применению

1Технологическая часть

1.1 Выбор материала для изготовления вал-шестерни

Один из основных видов сталей является конструкционные.

Конструкционные стали, применяемые для изготовления ответственных конструкций, деталей машин и приборов, должны удовлетворять следующим требованиям:

1) Обладать высокой конструктивной прочностью, то есть определенным комплексом механических свойств, обеспечивающим длительную и надежную работу материала в условиях службы;

2) Иметь хорошие технологические свойства – хорошую обрабатываемость давлением, резанием, свариваемость.

Конструкционные стали представляют собой наиболее обширную форму, предназначенную для изготовления строительных сооружений, деталей машин и приборов. Среди них можно выделить цементуемые, улучшаемые, высокопрочные и рессорно – пружинные стали.

Для конструкционных сталей важно также, чтобы они содержали возможно меньше дорогих и дефицитных легирующих элементов. Требование обеспечения конструктивной прочности является определяющим.

Легированные стали производят качественными, высококачественными и особовысококачественными. Их, как правило, применяют после закалки и отпуска; в отожженном состоянии они по механическим свойствам практически не отличаются от углеродистых.

Легирующие элементы вводятся для повышения конструктивной прочности стали. Улучшение механических свойств обусловлено влиянием легирующих элементов на свойство феррите, дисперсность карбидной фазы, устойчивость мартенсита при отпуске, прокаливаемость, размер зерна.

В конструкционных сталях феррит – основная структурная составляющая, во многом определяющая их свойства. Легирующие элементы, растворяясь в феррите, упрочняют его.

Большинство легирующих элементов измельчает зерно, что способствует повышению работы развития трещины и снижению порога хладноломкости.

Хром вводят до 2%. Он растворяется в феррите и цементите, оказывая благоприятное влияние на механические свойства стали. К тому же хром относится к недефицитным легирующим элементам, что предопределило его широкое применение в конструкционных сталях.

Для изменения основных эксплуатационных качеств металлов довольно часто проводиться процесс легирования. Он предусматривает включение в основной состав металла дополнительных химических элементов, которые способны изменить определенные свойства. Процесс легирования настолько распространен, что большинство современных металлов относится именно к этой группе. Примером можно назвать сталь 20х. Она является представителем

группы конструкционных сталей, но при этом в состав был добавлен хром для изменения некоторых эксплуатационных качеств металла.

Конструкционная легированная хромистая сталь 20Х используется для изготовления цементуемых деталей с высокой твердостью поверхности и низкой прочностью сердцевины, работающих при трении на износ – шестерни, втулки, гильзы, обоймы, плунжеры, диски, рычаги, другая продукция.Конструкционные легированные стали применяют встроительстве, машиностроении, приборостроении и т.д. По сравнению с углеродистыми легированные стали обладают благоприятным сочетанием прочности,пластичности и вязкости, а также высокой хладостойкостью. Из них производят рамы машин и вагонов, металлоконструкции промышленных зданий, пролѐты мостов и эстакад, магистральные нефте- и газопроводы. В машиностроении из легированных сталей изготовляют детали ответственного назначения – шестерни, толкатели,оси, плунжеры, гайки, болты, червяки, кулачки, звездочки, рессоры, пружины, сварные конструкции в самолетостроении,шпиндели, валы и т.д.

1.3.1. Легированные конструкционные стали

Таблица 1 - Химический состав стали 20Х

Химический элемент	% по массе
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu), не более	0,30
Марганец (Mn)	0,50-0,80
Никель (Ni), не более	0,30
Фосфор (P), не более	0,035
Хром (Cr)	0,70-1,00
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C)	0,17-0,23

Проводить расшифровку маркировки конструкционных сталей достаточно просто. Рассматриваемый металл имеет следующий состав:

1. Содержание углерода составляет от 0,17 до 0,23%. Этот элемент определяет твердость и хрупкость металла.

2. Легирование в этом случае проводится путем добавления в состав хрома. Тот момент, что после буквы, обозначающей элемент, не стоит цифра указывает на концентрацию хрома в составе не более одного процента.

3. Присутствуют и другие элементы, свойственные конструкционным сталям.

Легирование рассматриваемого металла проводится для того, чтобы повысить твердость поверхностного слоя, оставив сердцевину менее прочной и более гибкой.

При необходимости рассматриваемый металл заменяется аналогами 15Х или 18ХГТ. В других странах есть аналоги этой стали, которые маркируются по иным стандартам.

В качестве заготовки на заводы поставляют:

1. Прокат после отжига;
2. Горячекатаный прокат.

Относительно невысокая прочность структуры и другие физико-химические качества определяют нижеприведенные особенности применения металла:

1. При изготовлении измерительного инструмента, который при финишной обработке не подвергается процессу шлифования, рекомендуется проводить термическую обработку, представленную сочетанием закалки и отпуска.

2. Рекомендуется выполнять цементацию при изготовлении ответственных инструментов. В зависимости от толщины самого инструмента выбирается наиболее подходящая глубина цементации.

3. Для нагрева металла под закалку могут применяться камерные печи. Охлаждение выполняется в соляных или свинцовых ваннах. Если конфигурация детали сложная, то выполняется подогрев путем двукратного или трехкратного погружения с расплавленную соль. За счет этого обеспечивается равномерность разогрева структуры.

4. Охлаждение можно проводить в масляной ванной или в расплавленной соли. За счет этого можно существенно уменьшить степень проявления дефектов.

5. Целью проводимого отпуска становится снижение внутренних напряжений, которые могут возникать при проведении закалки. Подобные напряжения становятся причиной образования трещин и других дефектов на момент шлифования или выполнения чистовой обработки.

Сталь 18ХГТ – это конструкционный легированный сплав. Добавление букв в название ее означает присутствие указанных элементов в сплаве. Например, буквы ХГТ в расшифровке стали 18ХГТ дают понять, что в ней содержится хром, марганец и титан. Добавочные компоненты вводятся специально для того, чтобы сплав смог достичь требуемых от него механических или физических свойств. Такие добавки повышают прочность, антикоррозийность и другие свойства металла.

По химическому составу сталь 18ХГТ содержит следующие элементы в процентном соотношении:

Таблица 2 - Химический состав стали заменителя 18ХГТ (% по массе)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0.17 - 0.23	0.17 - 0.37	0.8 - 1.1	до 0.3	до 0.035	до 0.035	1 - 1.3	0.03 - 0.09	до 0.3

На основные характеристики стали 18ХГТ присутствие таких элементов, как хром. Он является дешевым легирующим элементом. В соединении с углеродом химический элемент придает марке данного сплава прочность и устойчивость материала. При этом наблюдается незначительное понижение вязкости. А также хром положительно влияет на критическую скорость термообработки стали 18ХГТ.

Присутствие марганца положительно влияет на ковкость и дает хорошую свариваемость металлу. Этот компонент не образует карбида. Он растворяется и превращается в легированный цементит. Присутствие большого количества марганца делает ее хрупкой при закалке.

Присутствие кремния в этом типе сплава придает ей прочность. Благодаря этому элементу также не теряется пластичность. Другой элемент – титан. При соединении с углеродом компонент образует высокотвердые изделия. Детали, в которых присутствует титан, способны сопротивляться смятию.

Свариваемость 18ХГТ не имеет ограничений. Металл хорошо соединяется с любыми сплавами.

Свариваются детали без подогрева и термообработки в последующем. Только с деталями, обработанными химико-термически, возможны проблемы во время сварки.

Конструкционная легированная сталь не подвержена различным внутренним дефектам. Во время проверки на излом или разрыв сплав данной марки показывает отличные результаты. Изделия из нее также не склонны к хрупкости во время отпуска детали и проверки на излом.

К физическим свойствам относится отличная износостойкость, вязкость. Из этой марки изготавливаются детали, которые могут работать под длительными и высокими вибрационными и динамическими нагрузками.

Температура среды, в которой допустима работа деталей из конструкционного сплава, может колебаться отминус семидесяти градусов по Цельсию до четырех сот пятидесяти со знаком плюс.

Сталь 18ХГТ нашла применение в изготовлении таких деталей, как поршневые пальцы, зубчатые колеса полуоси. К последним предъявляются большие требования, так как они работают при среднем давлении и набольших скоростях. Материал из которых они изготовлены должен иметь высокую прочность, вязкость и твердость. Характеристики 18ХГТ соответствуют всем вышеперечисленным критериям.

Таблица 3 - Химический состав стали заменителя 15Х (% по массе)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.12 - 0.18	0.17 - 0.37	0.4 - 0.7	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.7 - 1	до 0.3

Деталь «Вал-шестерня» входит в состав цилиндрического двухступенчатого редуктора и служит для передачи крутящего момента с быстроходного вала на тихоходный.

Редуктор – механизм, служащий для уменьшения частоты вращения и увеличения вращающего момента. Это законченный механизм, соединяемый с двигателем и рабочей машиной муфтами или другими разъемными устройствами.

В корпусе редуктора размещены зубчатые или червячные передачи, неподвижно закрепленные на валах. Валы опираются на подшипники, размещенные в гнездах корпуса; в основном используют подшипники качения.

Цилиндрические редукторы комплектуются только цилиндрическими зубчатыми передачами и отличаются числом ступеней и положением валов. Цилиндрические двухступенчатые редукторы обычно выполняют по развернутой, раздвоенной или соосной схеме с одним, двумя или тремя потоками мощности. Наиболее распространена развернутая схема. Редукторы, выполненные по этой схеме, весьма технологичны, имеют малую ширину, допускают легкую и рациональную унификацию.

Таким образом, материал детали вал-шестерня полностью отвечает своему назначению: это крупная деталь с зубчатым венцом, работающим на износ при трении.

Указанный материал предполагает включение в технологический маршрут соответствующих операций химико-термической обработки: улучшение после черновой обработки для снятия возникших остаточных напряжениях, что бы в дальнейшем деталь не повело.

Деталь «Вал-шестерня» представляет собой тело вращения типа «Вал». Она состоит из шести ступеней, не имеет центрального отверстия. На большей из ступеней «Вала-шестерни» выполнены зубья шестерни тихоходной ступени редуктора. На другой ступени выполнены шлицы, служащие для соединения с зубчатым колесом быстроходной ступени редуктора. Две крайние ступени служат для установки на них подшипников.

В процессе эксплуатации зубья шестерни подвергаются: изгибу при максимальном однократном нагружении, изгибу при многократных циклических нагрузках, вследствие чего в корне зуба развиваются наибольшие напряжения, и может происходить усталостное разрушение, так же в процессе эксплуатации происходит износ поверхностного слоя.

В связи с условиями работы вала-шестерни, он должен обладать высокой прочностью и износостойкостью поверхностного слоя, высоким пределом выносливости при изгибе и контактных нагрузках при вязкой сердцевине. Также вал-шестерня работает в условиях вибраций и при отрицательных температурах, в связи с чем от данного изделия требуется ударная вязкость при отрицательных температурах [1].

1.1.1Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей

Сталь является многокомпонентным сплавом, содержащим углерод и ряд постоянных или неизбежных примесей Mn,Si,S,P,O,N,H и других, которые влияют на ее свойства.

Влияние углерода. Структура стали после медленного охлаждения состоит из двух фаз – феррита и цементита. Количество цементита возрастает в стали прямо пропорционально содержанию углерода.

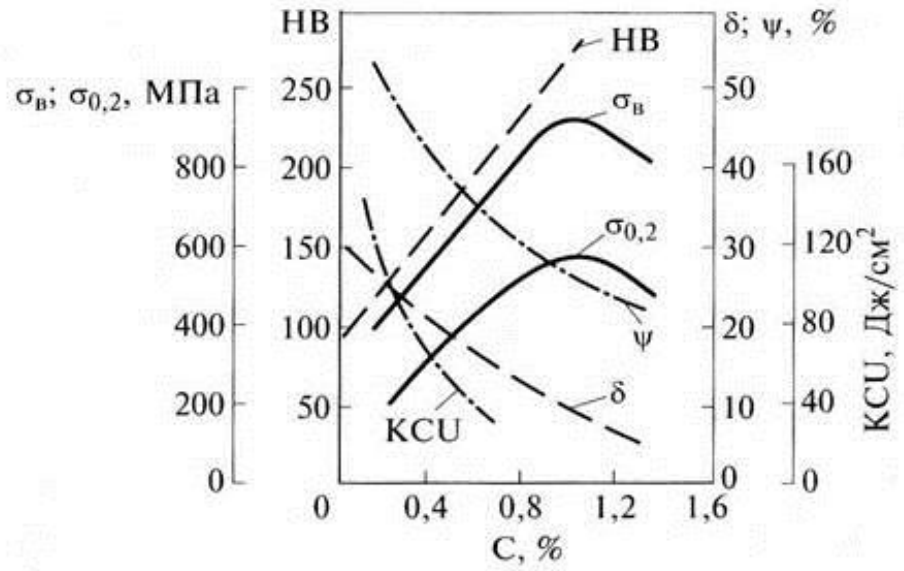

Рисунок 1 – Влияние углерода на механические свойства и количество феррита и цементита в стали

Твердые и хрупкие частицы цементита повышают сопротивление движению дислокаций, то есть повышают сопротивление деформации и уменьшают пластичность и вязкость. По этой причине с увеличением в стали углерода возрастают твердость, временное сопротивление разрыву и предел текучести, а уменьшаются относительное удлинение, относительное поперечное сужение и ударная вязкость.

Марганец – полезная примесь ; он вводится в сталь для раскисления и остается в ней в количестве 0,3- 0,8 %. Марганец уменьшает вредное влияние кислорода и серы.

Кремний – полезная примесь: он вводится в сталь в качестве активногораскислителя и остается в ней в количестве до 0,4 %.

Сера – вредная примесь, вызывающая красноломкость стали – хрупкость при горячей обработке давлением. В стали она находится в виде сульфидов. Сульфиды FeS образуют с железом эвтектику, отличающуюся низкой температурой плавления и располагающуюся по границам зерен. При горячей деформации границы зерен оплавляются, и сталь хрупко разрушается.

Фосфор – вредная примесь. Он растворяется в феррите, упрочняет его, но снижает вязкость при пониженных температурах, т.е. вызывает

хладноломкость. Кроме того, фосфор повышает температурный интервал перехода стали в хрупкое состояние, так называемый порог хладноломкости. Хрупкость стали, вызванная фосфором, тем выше, тем больше в ней углерода.

Кислород, азот и водород – вредные скрытые примеси. Их влияние наиболее сильно проявляется в снижении пластичности и повышении склонности стали к хрупкому разрушению.

1.1.2 Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа

Легирующие элементы при введении в сталь могут образовывать с железом твердые растворы, растворяться в цементите или давать самостоятельные специальные карбиды, образовывать с железом интерметаллические соединения.

Все элементы, за исключением углерода, азота, водорода и отчасти бора образуют с железом твердые растворы замещения. Растворяясь в железе, они влияют на положение точек А3 и А4, определяющих температурную область существования α и γ железы.

Легирующие элементы, растворенные в феррите, повышают его временное сопротивление, не изменяя существенно относительного удлинения, за исключением марганца и кремния при содержании их 2,5- 3,0 %.

Наиболее сильно упрочняют феррит Si, Mn и Ni. Остальные элементы сравнительно мало изменяют прочность феррита.

Легирующие элементы при введении их в сталь в количестве 1-2% снижают ударную вязкость, а при более высоком содержании повышают порог хладноломкости. Исключение составляет Ni, который упрочняет феррит, одновременно увеличивает его ударную вязкость и понижает порог хладноломкости.

Для придания необходимых свойств сталям в них вводятся легирующие элементы, среди которых основными являются Cr, Ni , Мп, Si, к дополни-тельным относятся Ti, V, Mo, W, Co, B и другие.

Фазовое состояние легированных сталей обусловливается взаимодействием железа и углерода с легирующими элементами и включает новые фазы: твердые растворы легирующих элементов, легированный цементит, собственные карбиды, а также интерметаллиды – промежуточные фазы.

Твердые растворы в железе создают все легирующие элементы, замещая в кристаллической решетке атомы железа. При этом с увеличением концентрации элементов изменяют свое положение точки А3 и А4 полиморфных превращений железа так, что на диаграмме состояния "железо - легирующий элемент" линии точек А3 и А4 образуют определенные области устойчивого существования твердых растворов на основе Feα и Feγ . В зависимости от преобладания образующейся той или другой фазовой области легирующие элементы разделяют на две основных группы.

Первая группа включает Ni и Mn , которые понижают температуру точки А3 и повышают температуру точки А4, расширяя область устойчивого существования твердых растворов на основе Feγ– аустенита. В случае, если концентрация легирующего элемента превышает величину х, то возникает его неограниченная растворимость в Feγ, и затвердевший сплав при любой температуре является аустенитным.

Вторая группа элементов содержит Cr, Mo,W, V, Si, Ti, которые способны понизить температуру точки А4 и повысить температуру точки А3, чем обусловливается устойчивое существование твердых растворов на основе Feα – феррита. При увеличении концентрации элемента сверх значения уего растворимость в Feα может стать неограниченной, и сплавы приобретают ферритное фазовое состояние.

Карбидные фазы создаются в легированных сталях карбидообразующими элементами в отличие от графитизирующих элементов, способствующих образованию свободного графита за счет его выделения из твердого раствора либо при распаде карбида. К графитизирующим элементам относятся Si, Ni, Al , которые содержатся в легированных сталях в виде твердого раствора в железе. Карбидообразующие элементы можно расположить в ряд по возрастающей степени их химического сродства с углеродом и устойчивости карбидных фаз: Fe, Mn, Cr, Mo, W, Nb, V, Ta, Zr, Ti.

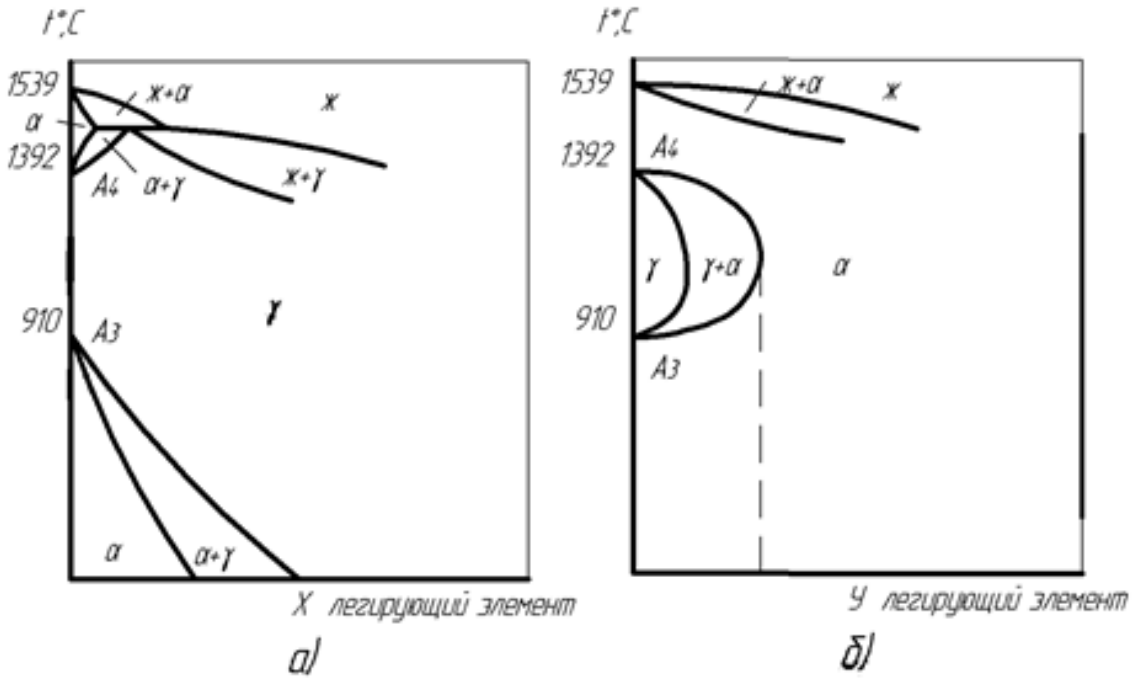

Рисунок 2 - Влияние легирующих элементов на температуры полиморфных превращений железа: а – расширение области устойчивого существования фазы на основе Feγ; б – расширение области устойчивого существования фазы на основе Feα

1.2 Виды термической обработки легированных сталей

В машиностроении для большинства изготавливаемых деталей для получения нужных механических свойств металла в большинстве случаев необходимо применение термообработки. Во время операций термообработки металл подвергается нагреву или охлаждению, чтобы приобрести особые свойства у этого металла.Под термообработкой понимается процесс, состоящий из совокупности операций нагрева, выдержки и охлаждения изделий из металлов и сплавов.Цель металлообработки – изменение структуры и свойств в заданном направлении.

Для этого участок термической обработки оснащён мощными крупногабаритными электропечами, позволяющими осуществлять нагрев до 900 градусов садок весом до 3-х тонн.

Рисунок 3- Цех термической обработки

Технологический режим термической обработки состоит из :

1) Цементация;
2) Закалка;
3) Низкотемпературный отпуск.

Химико-термическая обработка (Цементация).Химико-термической обработкой (ХТО) называют технологические процессы, приводящие к диффузионному насыщению поверхностного слоя деталей различными элементами. ХТО применяют для повышения твердости, износостойкости, сопротивления усталости и контактной выносливости, а также для защиты от электрохимической и газовой коррозии. При ХТО деталь помещают в среду, богатую насыщающим элементом. При ХТО происходят три элементарных процесса:диссоциация, абсорбция и диффузия. Диссоциация протекает в газовой среде и состоит в распаде молекул и образовании активных атомов диффундирующего элемента. Степень распада молекул газа называется степенью диссоциации. Абсорбция происходит на границе «газ-металл» и заключается в поглощении поверхностью металла насыщающего элемента. Под диффузией понимают проникновение элемента вглубь насыщаемого металла. В результате ХТО образуется диффузионный слой.

Наиболее распространенными видами химико-термической обработки являются цементация, азотирование, цианирование (нитроцементация), борирование, хромирование.

Цементацией называется процесс насыщения поверхностного слоя стали углеродом. Различают два основных вида цементации: твердыми углеродсодержащими смесями (карбюризаторами) и газовую цементацию с последующей закалкой и отпуском применяют для повышения работоспособности деталей металлургических машин (всевозможные шестерни , зубчатые муфты и втулки , пальцы , втулки и ролики шлепперов и т.д.) , испытывающих в процессе эксплуатации статические, динамические и переменные нагрузки н подверженных изнашиванию. Для цементации обычно используют низкоуглеродистые стали (0,1-0,18 % С). Для крупногабаритных деталей применяют стали с более высоким содержанием углерода (0,2-0,3 %) . Выбор таких сталей необходим для того, чтобы сердцевина изделия , не насыщающаяся углеродом при цементации , сохраняла высокую вязкость после закалки.Для цементации детали поступают после механической обработки нередко с припуском на шлифование 0,05-0,10 мм . Во многих случаях цементации подвергается только часть детали , тогда участки , не подлежащие упрочнению , защищают тонким слоем меди (0,02- 0,04 мм) , которую наносят электролитическим способом или изолируют специальными обмазками , состоящими из смеси огнеупорной глины , песка и асбеста , замешанных на жидком стекле , и др.

После медленного охлаждения от температуры цементации поверхностная зона диффузионного слоя, в которой содержание углерода больше эвтектоидного, имеет структуру заэвтектоидной стали и состоит из перлита и карбидов (цементита). Это, так называемая заэвтектоидная зона. Далее следует эвтектоидная зона, представляющая собой перлит. Содержание углерода в эвтектоидной зоне углеродистых сталей около 0,8 %. Под эвтектоидной находится доэвтектоидная зона со структурой перлита и феррита. Микроструктура поверхностной области стали после цементации приведена на рисунке 4.

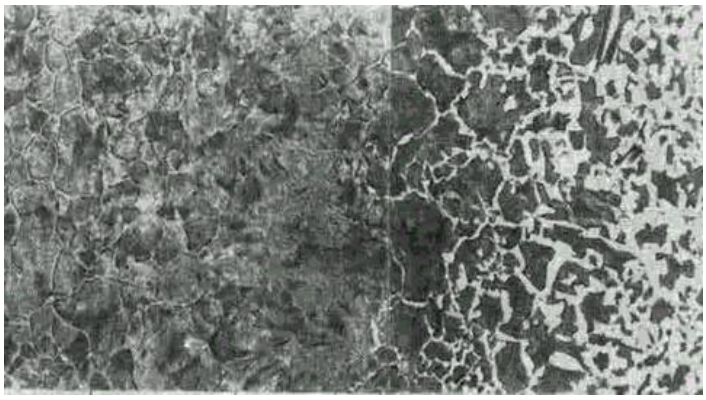

Рисунок 4 – Микроструктура поверхностной области стали, подвергнутой цементации

После цементации изделия подвергаются закалке с последующим низким отпуском. В результате термической обработки высокоуглеродистая поверхностная зона приобретает структуру отпущенного мартенсита часто с включением карбидов (цементита). Твердость ее достигает значения HRC 62.

После термической обработки твердость сердцевины определяется химическим составом стали и находится в пределах HRC 15-35. В зависимости от упрочнения сердцевины цементируемые стали делятся на три группы: углеродистые стали с неупрочняемой сердцевиной, низколегированные стали со слабо упрочняемой сердцевиной, высоколегированные стали с упрочняемой сердцевиной. К первой группе относятся стали 10, 15, 20. В этом случае даже после закалки в воде сердцевина имеет феррито-перлитную структуру. При закалке в масле сердцевина низколегированных сталей второй группы к которым относятся 15Х, 20Х,15ХР,20ХН, претерпевает бейнитное превращение и заметно упрочняется. В сердцевине высоколегированных цементируемых сталях 20ХГР, 20ХНР, 18ХГТ, 30ХГТ, 12ХН3, 12Х2Н4, 18Х2Н4В после охлаждения в масле и далее на воздухе образуется структура нижнего бейнита или мартенсита, что приводит к весьма интенсивному упрочнению.

Цементация твердым карбюризатором. В этом процессе насыщающей средой является твердый карборизатор - древесный уголь (дубовый или березовый) в зернах 3,5-10мм . Широко применяемый карбюризатор состоит из древесного угля 20-25 % BaCO , и до 3,5 % CaCO , " Рабочую смесь для цементации составляют из 25-35 % свежего карборизатора и 65-75 % отработанного , содержание $BaCO_3$, в такой смеси составляет 5-7 % Изделия , подлежащие цементации , после предварительной очистки уклады ваот в ящики: сварные стальные или реже литые чугунные прямоугольной или цилиндрической формы . При упаковке изделий на дно ящика насыпают и утрамбовывают слой карбюризатора толщиной 20-30 мм , на который укладывают первый ряд деталей , выдерживая расстояния между деталями и до боковых стенок ящика 10-15 мм . Засыпают и утрамбовывают ряд деталей и т.д. Последний (верхний) ряд деталей засыпают слоем карборизатора толщиной -40 мм с тем , чтобы компенсировать возможную ero усадку .

Процесс высокотемпературного насыщения поверхностного слоя стали углеродом. Науглероживание поверхности стальных изделий для увеличения их твёрдости и стойкости против истирания. Производится нагреванием изделий природным газом при 930…950 °С. Качество процесса цементации оценивается по эффективной толщине цементованного слоя, которая определяется по одному из двух показателей – твёрдости и структуры слоя (глубина – 0,5...2 мм).

Основными видами термической обработки, различно изменяющими структуру и свойства стали и назначаемыми в зависимости от требований,предъявляемых к полуфабрикатам таким как отливки,поковки, прокат и готовым изделиям, являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Закалка. Операции термообработки требуют закалки как неотъемлемой части этого процесса

Выбор температуры закалки. Доэвтектоидное стали нагревают до температуры на 20-30^{0}С выше точки Ас3. В этом случае сталь с исходной структурой перлит+феррит при нагреве приобретает структуру аустенита, которая при последующем охлаждении со скоростью выше критической превращается в мартенсит.

Продолжительность нагрева при аустенитизации стали. Продолжительность нагрева должна обеспечить прогрев изделия по сечению и завершение фазовых превращений, но не должна быть слишком большой, чтобы не вызвать роста зерна и обезуглероживания поверхностных слоев стали.

Отпуск. Отпуск состоится в нагреве закаленной стали до температуры ниже Ас1,выдержке при заданной температуре и будущем охлаждении с очевидной скоростью. Отпуск представляет собой окончательную операцию термической обработки, в конечным счете которой сталь обретет требуемые механические свойства. К тому же, отпуск полностью или частично уничтожает внутренние напряжение, возникающие при закалке. Эти напряжения снимаются тем полнее, чем выше температура отпуска.

Скорость охлаждения после отпуска тоже оказывает огромное влияние на величину остаточных напряжений. По этой же причине изделия сложной формы во избежание их коробления после отпуска рои больших температурах следует охлаждать медленно,а изделия из легированных сталей, склонных к обратимой отпускной хрупкости,после отпуска при 500-650 ^{0}С во всех случаях следует охлаждать быстро.

Различают три вида отпуска:

Низкотемпературный отпуск проводят с нагревом до 250^{0}С. При этом снижаются внутренние напряжения, мартенсит закалки переходит в отпущенный мартенсит, повышается прочность и немного улучшается вязкость, без заметного снижения твердости. Низкий отпуск осуществляется путем нагрева закаленной стали до температур 120-250 ^{0}С.При температурах отпуска 120-150^{0}С в инструментальных сталях твердость несколько повышается,а в сталях с меньшим содержанием углерода практический не изменяется по сравнению с закаленным состоянием.При температурах отпуска 200-250^{0}С твердось несколько снижается,но сохраняет высокие значения,свойственные мартенситу отпуска.

Среднетемпературный отпуск выполняют при 350 – 500^{0}С и применяют главным образом для пружин и рессор, а также для штампов.

Высокотемпературный отпуск проводят при 500- 680^{0}С. Структура стали после высокого отпуска – сорбит отпуска. Высокий отпуск создает наилучшее соотношение прочности и вязкости стали.

Низкотемпературный отпуск.Низкий отпуск осуществляется путем нагрева закаленной стали до температур 120-250 ^{0}С.При температурах отпуска 120-150^{0}С в инструментальных сталях твердость несколько повышается,а в сталях с меньшим содержанием углерода практический не изменяется по

сравнению с закаленным состоянием.При температурах отпуска 200-250^{0}С твердось несколько снижается,но сохраняет высокие значения,свойственные мартенситу отпуска.

Типичные примеры применения низкого отпуска;режущий и мерительный инструмент,детали шариковых и роликовых подшипников,цементированные детали,высокопрочные легированные конструкционные стали, постоянные магниты из углеродистых или низколегированных сталей.

Сталь 20Х относится к низкоуглеродистым,пластичны,хорошо штампуются и свариваются. В нормализованном состоянии их используют для деталей машин и приборов невысокой прочности. Более широко этот сталь применяет для цементуемых и цианируемых деталей небольшого размера,от которых требуется твердная, износоскойкая поверхность и вязкая сердцевина. Поверхностный слой после цементации упрочняется закалкой в воде в сочетании с низким отпуском. Сердцевина из-за низкой прокаливаемости не упрочняется.

2 Технологический расчет режима термической обработки легированной стали 20Х

При расчете норм времени нагрева детали необходимо определить критерий Bi, который позволяет отнести изделия к «тонким» или «массивным» телам.

$$Bi=\frac{S*\alpha}{\lambda} \quad (1.1)$$

где: S-геометрический размер, диаметр для цилиндра, мм;
α-коэффициент теплоотдачи,ккал/м^2·град;
λ-коэффициент теплопроводности,41Вт/м^{0}С=35 ккал/м*час град.

$$\alpha=0,09*(\frac{t\text{печи}}{100})3+10=67,3\text{ккал/м2гград}$$

$$Bi=\frac{0,034*67,3}{35}=0,065<0.25,$$

относится к тонким телам.

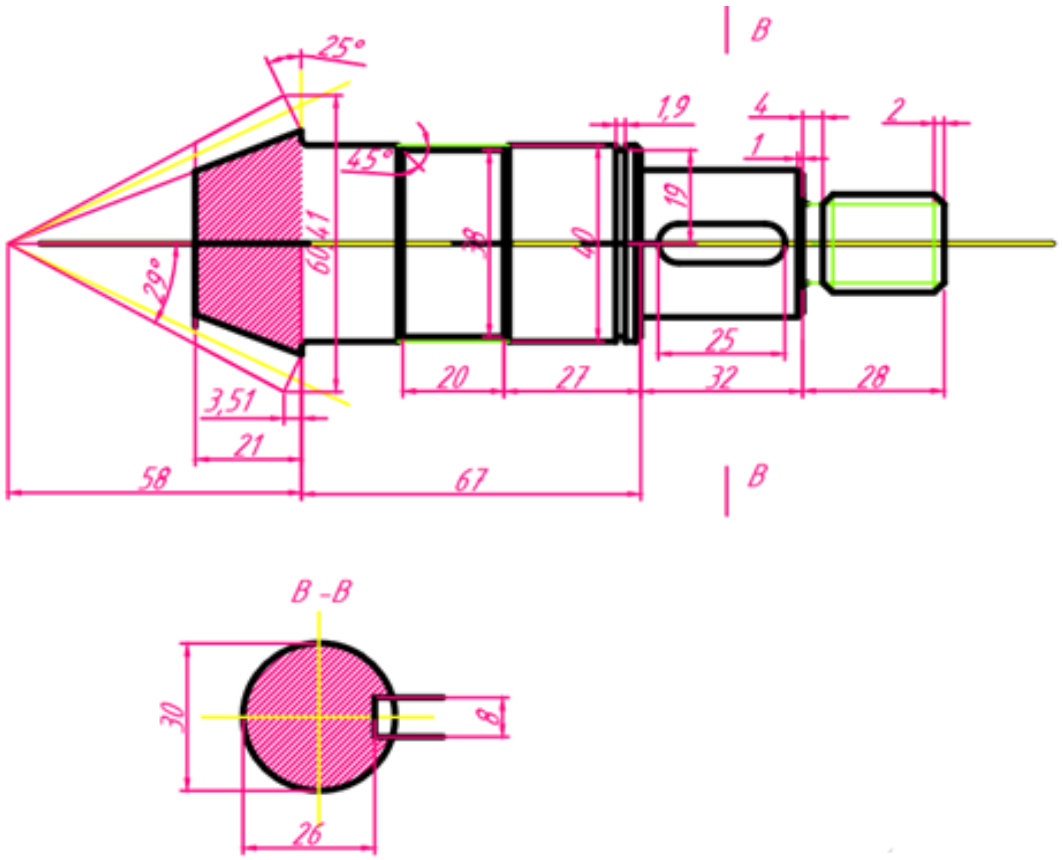

Рисунок 5- Деталь вал-шестерня

$d_{ср}$=45,68мм
m=1кг 900г
F=0.021м^2
V=0.24м^3

1. Цементация проводится при температуре 950ºС с последующим подстуживанием до 860^{0}С

$$\tau_н = k\frac{V}{F}$$

$$\tau_н = 45\frac{0,25}{0,021} = 8\text{часов}$$

Выдержка при цементации составляет 5 часов с глубиной цементационного слоя 0,5 мм

$$\tau_в = 5\text{часов}$$

После выдержки цементации проводим постуживание до 860^{0}С, так как с температуры цементации нельзя проводить закалку.

$$\tau_{охл}^{860} = \frac{950-860}{5^{℃}/_{мин}} = 18\text{мин}$$

После подстуживания проводим закалку в масле

$$\tau_{охл}{}^{300}{}_1 = \frac{860-300}{150^{℃}/_{сек}} = 3,7\text{сек}$$

$$\tau_{охл}^{20} = \frac{300-20}{50} = 5,6\text{сек}$$

$$\tau_{охл} = \tau охл_1 + \tau охл = 9,3\text{сек}$$

2. Отпуск проводим при температуре 200ºС на воздухе

$$\tau_н = \frac{G \cdot C}{\alpha \cdot F} 2.3 \lg\left(\frac{t_{ср} - t_{мн}}{t_{ср} - t_{мк}}\right), \text{час}$$

где G-масса тела, кг;
C- удельная теплоемкость, ккал/кг*град;
α-коэффициент теплоотдачи, ккал/м2 ч.град;
F - активная площадь, м;
tср - температура печи, 0С;
tмн - температура начальная, комнатная, 0С;

tмк - температура закалки,0С.

$$\tau_н = \frac{1,9 \cdot 0,67}{151 \cdot 0,021} 2,3 \lg\left(\frac{600-20}{600-200}\right) = 0.16 \text{ час}$$

$$\tau_в = 2ч + 1минута на 1мм услоной толщины$$

$$\tau_в = 2ч + 45,68 = 165,68мин = 2,76час$$

$$\tau_в = 2,76час$$

Скрость охлаждения на воздухе составляет 75^0С/ч

$$\tau_{охл} = \frac{t_{отп} - t_к}{75}$$

$$\tau_{охл} = \frac{200-20}{75} = 2,4час$$

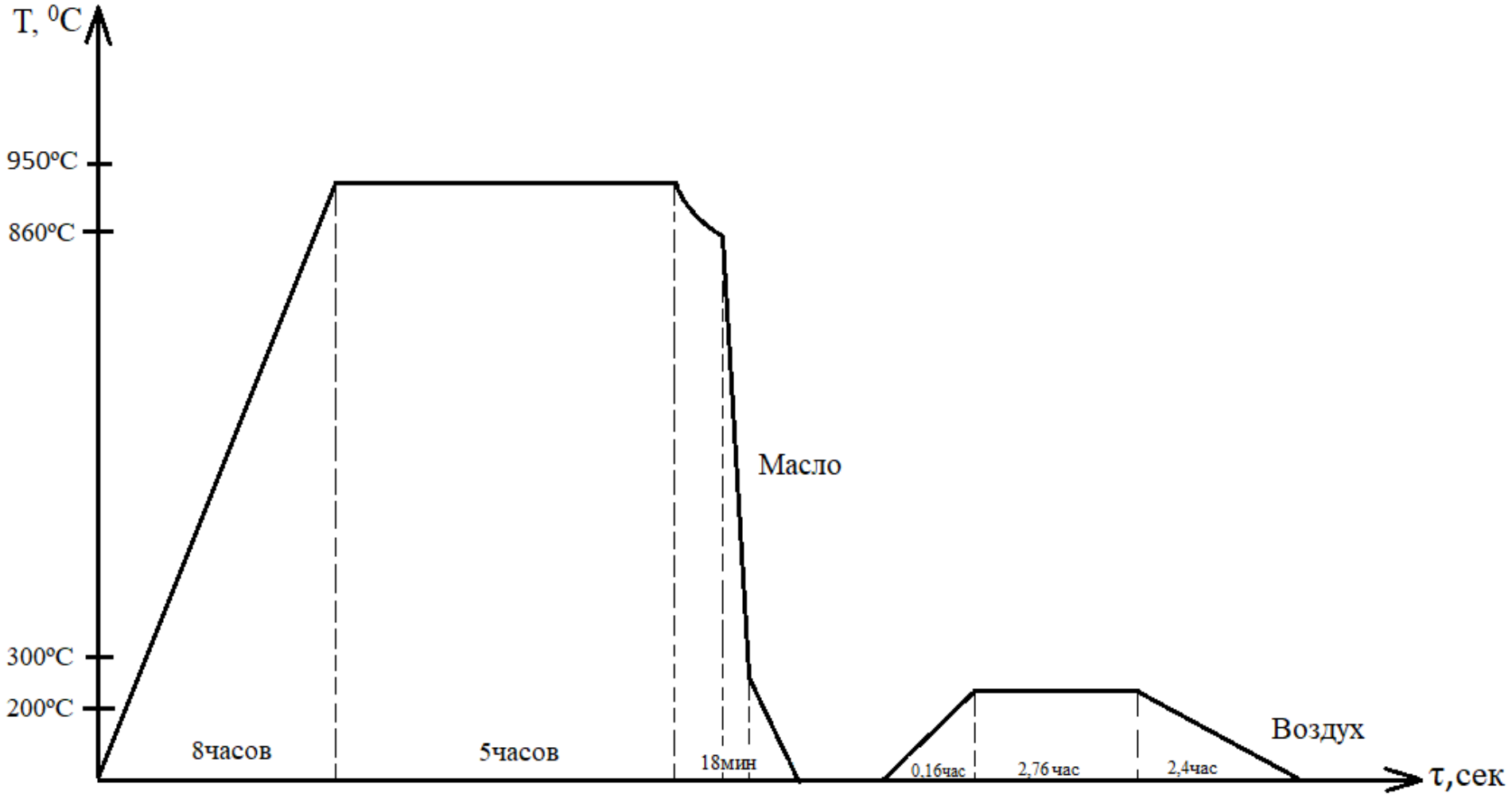

Рисунок 6 – Режим термической обработки для стали 20Х

3 Оборудование необходимое для проведения термической обработки

К основному оборудованию для термической обработки относятся печи, нагревательные установки и охлаждающие устройства. По источнику теплоты печи подразделяют на электрические и топливные (газовые и редко — мазутные)

Для того чтобы избежать окисления и обезуглероживания стальных деталей при нагреве, рабочее пространство современных термических печей заполнят специальными защитными газовыми средами или нагревательную камеру вакуумируют. Для повышения производительности при термической обработке мелких деталей машин и приборов применяют скоростной нагрев, то есть детали загружают в окончательно нагретую печь. Возникающие при нагреве временные тепловые напряжения не вызывают образования трещин и короблений. Однако скоростной нагрев опасен для крупных деталей таких как прокатных валков,валов и корпусных деталей, поэтому такие детали нагревают медленно вместе с печью или ступенчато. Иногда быстрый нагрев проводят в печах ваннах с расплавленной солью (сверла, метчики и другие мелкие инструменты). На машиностроительных заводах для термической обработки применяют механизированные печи и автоматизированные агрегаты.

Механизированная электропечь предназначена для закалки штампов и мелких деталей, укладываемых на поддон. Нагревательную и закалочную камеру можно заполнять защитной атмосферой, предохраняющей закаливаемые детали от окисления и обезуглероживания. С помощью цепного механизма 5 поддон с деталями по направляющим роликам перемещается в нагревательную камеру 4.

После нагревания и выдержки тем же цепным механизмом поддон перемещается в закалочную камеру 2 и вместе со столиком 1 погружается в закалочную жидкость таких как масло или воду. После охлаждения столик поднимается пневмомеханизмом, поддон выгружается из печи. Детали нагреваются в результате излучения электронагревателей 6 и конвективного теплообмена. Вентиляторы 3, установленные в нагревательной камере и в закалочном баке, предназначены для интенсификации теплообмена, а также равномерного нагрева и охлаждения деталей.

В механизированных и автоматизированных агрегатах проводят весь цикл термической обработки деталей, например как закалку и отпуск. Такие агрегаты состоят из механизированных нагревательных печей и закалочных баков, моечных машин и транспортных устройств конвейерного типа.

Поверхностный нагрев деталей проводят тогда когда, в результате поверхностной закалки требуется получить высокую твердость наружных слоев при сохранении мягкой сердцевины. Чаще всего закаливают наружный слой трущихся деталей машин.

Наиболее совершенным способом поверхностной закалки является закалка в специальных установках с нагревом токами высокой частоты. Этот способ нагрева очень производителен, может быть полностью автоматизирован

и позволяет получать при крупносерийном производстве стабильное высокое качество закаливаемых изделий при минимальном их короблении и окислении их поверхности.

3.1 Основное оборудовние

Для проведения термической обработки использовали основное оборудование которое относятся электрические печи периодического действия: камерной или шахтной печи.

Для своей детали я использовала шахтную печь. Шахтная печь для закалки и отпуска.

Шахтные печи по сравнению с камерными имеют меньшую площадь и более производительны. Они предназначены для всех видов термической и химико- термической обработки. Использование шахтных печей при обработке изделий большой длины (труб,осей,валов,роторов,турбин,коленчатых валов и другие) позволяет уменьшить коробление. Печи работают как с обычной, так и с контролируемой атмосферой,могут быть муфельными и безмуфельными. Загружают и разгружают их с помощью мостовых кранов, электротельферов и консольных кранов.Вспомогательное оборудование.Кран-балка — это мостовой кран с ручным или электрическим приводом. Грузоподъемность кран-балки до 5 т. Груз поднимается при помощи тельфера, передвигающегося по нижним полкам балки, обычно двутавровой. Управление тельфером и передвижение кран-балки производится подвесным кнопочным механизмом.

Для загрузки и разгрузки шахтных печей и соляных ванн применяют поворотные консольные краны, монорельс с электротельфером и т. д.

Вспомогательное оборудование также состоит из установок для приготовления твердого и жидкого карбюризаторов, газовых атмосфер, воздуходувок и т. д.

4 Планировка и размещение основного и вспомогательного оборудования.

Планировка цеха – это план размещения производственного,подъемно – транспортного и иного оборудования.План цеха выполняется в масштабах 1:200 или 1:100; на них должны быть нанесены условные обозначения следующих элементов: колонн зданий, стен наружных и внутренних,перегородок с проемами для ворот,дверей и окон,рельсовых путей для внутрицехового транспорта,кранов,кран-балок и т.д, а также всего технологического оборудования,проходов и проездов, складов и резервных мест.

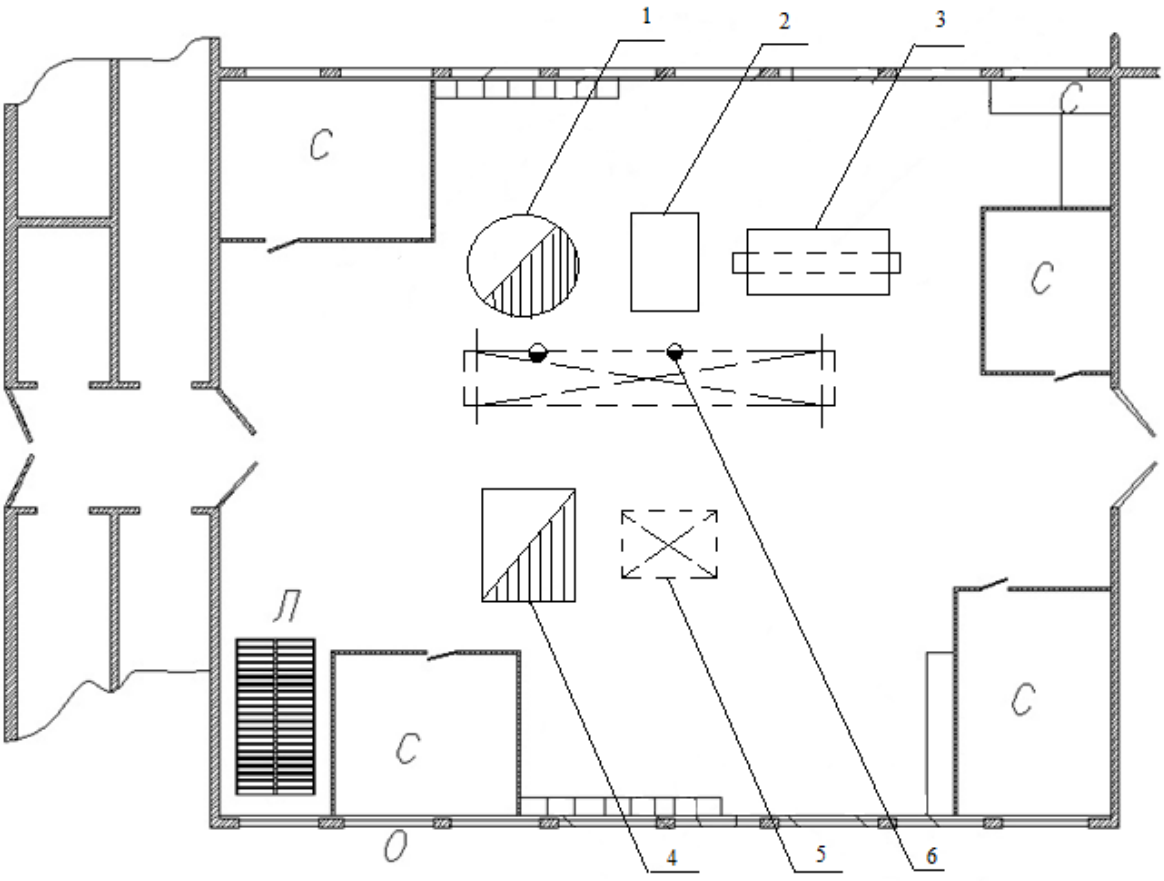

Рисунок 8 – План термического участка

Таблица 11 – Перечень оборудования в термическом цеху

Номер	Наименование
1	Цементационная шахтная печь
2	Закалочный бак (масло)
3	Моечная машина
4	Камерная печь
5	Место складирования
6	Рабочее место

При размещении оборудования руководствуются следующими требованиями:

1) Оборудование размещать по участкам сходных операций и в направлении основного грузопотока;

2) Участки с вредным и опасным производством (цианирование,ТВЧ и пр.) отделить от других участков;

3) Дробеструйные, гидропескоструйные аппараты; травильные ванны, установки контролируемых атмосфер располагать в закрытых помещениях, у наружных стен цеха с вентиляцией;

4) Проходы между печами непрерывного действия принимать не менее 3-4м,между печами периодического действия -1-2м, расстояние печей от стен – 1,5 – 2м;

5) В цехе должны быть один- два проезда шириной 2,5-4м.

Технологическое оборудование нумеруют сквозной порядковой нумерацией по часовой стрелке.

Общая площадь цеха состоит из производственной, вспомогательной и служебно – бытовой площадей.

Производственная площадь цеха занята производственным и транспортным оборудованием, рабочими местами с заделами деталей, заготовок и инструмента, экспресс- лабораториями и участками ОТК. К производственной площади относятся проходы и проезды между рядами оборудования, за исключением магистральных и транспортных проездов.

Вспомогательная площадь – это территория цеха, занятая вспомогательными службами, а также магистральными и пожарными проездами, обслуживающими несколько цехов и участков, расположенных в одном корпусе.

Производственная вспомогательная площади в сумме составляют общую технологическую площадь цеха. Площадь служебно- бытовых помещений к технологической не относится и учитывается только в строительной части проекта.

Определяют площадь цеха укрупненно. В качестве укрупненных показателей используют показатели удельной площади, приходящейся на единицу оборудования или на одно рабочее место. В чистом термическом цехе

с конвейерными печами этот удельный показатель составляет от 50 до 90 $м^2$ на одну печь; в инструментально- термическом - 25-30 $м^2$;в кузнечно термическом- 80-130 $м^2$; в штампово- термическом – 30-50 $м^2$. После подсчета к полученной производственной площади добавляют 25-30% на проходы и проезды. При определении технологической площади к производственной площади добавляют еще 25-30% для размещения вспомогательных помещений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы был обоснован выбор материала, который удовлетворяет требуемым механическим свойствам и обеспечивает работу детали вал-шестерня предложенных условиях. Разработан режим термической обработки этой детали.

Материал подбирался с учетом условий работы, механических свойств, возможности термообработки и химико-термической обработки стоимости.

Чтобы изготовить деталь «вал-шестерня», исходя из механических и экономических характеристик, была выбрана сталь 20Х. Эти стали подходят для изготовления вала-шестерни, но рациональной маркой стали является сталь 20Х. Предложенный режим химико- термической обработки включает цементацию в газовом карбюризаторе при температуре 950^0С. Выдержка при цементации составляет 5 часов что обеспечивает глубину цементационного слоя 0,5 мм. После завершения цементации проводится подстуживание до 850^0С, поскольку с температуры цементации нельзя проводить закалку. После подстуживания проводится закалка в масле. Отпуск проводится при температуре 200^0С на воздухе.

Был создан график термической обработки, где указано почасовое, поминутное время термообработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Основы материаловедения. Учебник для вузов. /Под ред. И.И. Сидорина. – М.: Машиностроение, 1976. – 436с.

2 Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

3К.У.Туркбенбаев. Оборудование, Технология термической обработки и проектирование термических цехов. -218с.

4 Гольдштейн М.И. , Грачев С.В. , Векслер Ю.Г. Специальные стали, - Металлургия , 1999

5Ляхович Л.С. Специальные стали, -Минск . : Высшая школа , 1985 .

6 Гудремон Э. Специальные стали, -М . : Кара жанетустi металлургия адебиеттербойыншагылыми - техникалых баста , 2 томдык , 1960 .

7 Винокур Б.В. , Бейнисович Б.Н. , Геллер А.Л. , Натонсон М.Э. Легирование машиностроительной стал и.-М. : Металлургия 1977 .

8 Материаловедение . Технология конструкционных материал . 2 том , /А.В.Шишкин , В.С.Чередниченко , А.Н. Черепанов . В В.Марусин . - Ново Сибирск , НМТУ баспасы , 2004 .

9 Гуляев А.П. Металловедение , -М .: Металлургия , 1977 .

10 Смагулов Д.У., Металлография . Алматы , 2002 .

11 Колочев Б.А., Елагин В.И. , Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов , -М .: МИСИС , 1999

12 Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов, Металлургия , 1976 . Механические испытания и свойства металлов.

13 http://mashxxl.info/page/523//