Министерство образования и науки Украины

Донецкий национальный технический университет

Кафедра «физическое

материаловедение»

Индивидуальное задание

по курсу:

«Технологические основы термической обработки»

на тему:

«Разработка технологии термической обработки втулки из стали 45»

Выполнил ст. гр. ПМ-04

Мармур М.К.

Проверил доцент

Егоров Н. Т.

Донецк 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……………………………………………………………… 4

1 Описание условий работы втулки и предъявляемых к ней требований ………………………………………………….........……. 5

2 Выбор и обоснование марки стали ………………………………….… 7

3 Разработка технологии термической обработки втулки ………….... 10

4 Контроль качества …………………………………………………….. 13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ …………………………………………………………. 15

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ......................................................................... 16

ВВЕДЕНИЕ

Термическая обработка – это одна из важнейших этапов производства проката, инструментов, деталей машин и стальных изделий.

Так с помощью термической обработки можно добиться требуемых свойств исследуемой втулки относительно дешёвым способом, при этом можно обойтись (либо существенно снизить) легированием дорогостоящими элементами, и понизить её стоимость благодаря уменьшению массы изделия. В ряде случаев не обязательно получить комплекс свойств по всему сечению, достаточно применить термическую обработку к поверхностным слоям втулки и получить требуемые свойства, не в ущерб эксплуатационным характеристикам.

Целью данной работы является разработка технологии термической обработки для втулки токарного станка. Исследуемая втулка, предназначенная для уменьшения коэффициента трения на рабочем валу двигателя токарного станка. Двигатель сконструирован так, что установить подшипники на валу нельзя, поэтому для уменьшения коэффициента трения качения и предотвращения износа вала применяют только втулки. При этом втулка должна иметь достаточное сопротивление контактному износу, высокую конструктивную прочность и стойкость при кручении. Требуемый комплекс свойств можно получить разными путями: деформационно-термической обработкой, обработкой металла давлением (вытяжкой, волочением), применением композиционных материалов и т. д. Но самым эффективным целесообразным и простым способом обработки втулки является термическая обработка.

Эффективность этого процесса во многом зависти от режимов и параметров термической обработки. Именно поэтому разработка технологии термической обработки втулки является важной задачей производственного процесса в целом.

1 ОПИСАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ВТУЛКТИ И

ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К НЕЙ ТРЕБОВАНИЙ

Втулка, которая изображёна на рисунке 1.1. предназначена для сниже-

Рисунок 1.1 – Эскиз втулки

ния нагрузок, которые испытывает рабочей вал, при работе двигателя токарного станка. При вращении якоря постоянного тока – собственно движущего механизма станка, возникает сопротивление, вызванное трением на валу двигателя. К тому же данная втулка при эксплуатации испытывает нагрузки на изгиб, смятие и кручение. Для снижения этих нагрузок применяется втулка, снаружи она прикрепляется к двигателю станка, а внутри неё вращается, собственно, рабочий вал. Чтобы уменьшить трение при работе механизма, втулка изнутри покрыта смазывающим веществом, для которого предусмотрены 4 смазочные канавки.

Таким образом, данная втулка является важной деталью двигателя, так как предотвращает возможные снижения технических показателей токарного станка, и поэтому она должна соответствовать ряду требований.

Основными характеристиками втулки являются: высокая усталостная и конструктивная прочность, определяемая оптимальным сочетанием прочности и ударной вязкости, также она должна иметь достаточную твёрдость и износостойкость. Необходимыми технологическими свойствами втулки является хорошая обрабатываемость резанием, малая склонность к образованию трещин и обезуглероживанию при термообработке; но самое главное – это свозная прокаливаемость и постоянство свойств по всему сечению. Также не следует забывать и то, что к данной втулке должны быть соблюдены требования к поверхности, т. е. наличие окалины, трещин, следов короблений не допускается.

Учитывая всё это, конструкторские исследования показали, необходимо использовать втулку, которая будет обладать следующими свойствами:

* + предел текучести – σт не менее 570-600 Н/мм2;
  + временное сопротивление – σв не менее 730-750 Н/мм2;
  + твёрдость – 210-240 НВ;
  + ударная вязкость KCU менее 160 Дж/см2.

2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МАРКИ СТАЛИ

Исходя из условий работы и предъявляемых к изделию требований, мы предположим, что заготовка, из которой в последствии будет выточена втулка, может быть изготовлен из трёх марок стали: Ст 35, Ст 40 и Ст 45.

Так для обеспечения данной втулке требуемых свойств за основной показатель при выборе улучшаемой стали примем прокаливаемость. Так как в зависимости от прокаливаемости стали изменяются глубина закаленного слоя по всему изделию. К тому же данная втулка при эксплуатации испытывает нагрузки на изгиб, кручение смятие, для этого ей необходим закалённый слой со структурой состоящей не менее, чем из 90% мартенсита расположенного на глубине не меньше чем 2-3 мм [3]. Такие свойства можно обеспечить с помощью закалки и высокого отпуска, т.е. улучшения для придания, для придания необходимых свойств втулке.

Сведения о прокаливаемости сталей 35, 40, 45 приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Влияние среды охлаждения на прокаливаемость сталей 35, 40,45 [3]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сталь | Прокаливаемость на 90% мартенсита, мм | |
| Охлаждение в масле | Охлаждение в воде |
| 35 | 8-10 | 17-20 |
| 40 | 10-15 | 15-20 |
| 45 | 8-15 | 15-22 |

Анализ таблицы 2.1 показывает, что необходимую для данной втулки глубину закалённого слоя равную 10 мм можно получить при закалке в воде на всех сталях данной группы. С экономической точки зрения среди этих сталей наиболее дешёвой является Ст 35. Следовательно, учитывая это и то, что все стали данной группы обеспечивают требуемую глубину закаленного слоя, то выбор материала остановим на Ст 35.

Сведения по химическому составу и критических точек стали 35 приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Химический состав и критические точки качественной углеродистой стали 35 [3]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Основные элементы, % | | Критические точки, оС | | | |
| С | Mn | Ас1 | Ас3 | Ar1 | Ar3 |
| 0,32-0,40 | 0,5-0,8 | 730 | 802 | 691 | 791 |

Для подробного определения структур в процессе термической обработки можно воспользоваться изотермической и термокинетической диаграммами для стали 35, которые представлены на рисунке 2.1.

а б

Рисунок 2.1 – Влияние скорости охлаждения на структуру стали35 (0,36% С; 0,27% Si; 0,65% Mn; 0,4 Cr; 0,22% Cu; А1=735 0С; А3=810 0С; tауст=850 0С) [3]

Из рисунка следует, что для получения необходимой структуры (90% мартенсита) на требуемой глубине, необходимо втулку охлаждать со скоростью не менее, чем 120 оС/с , так как:

νохл  = (Ас3 – Тохл)/t, = (800-500)/2,5 = 120 оС/с.

Для получения такой скорости охлаждения рациональнее всего использовать воду, так как она обеспечит и достаточную прокаливаемость (5 мм), [3] и является наиболее экономичной средой. При этом согласно рисунку 3.1 средняя скорость охлаждения должна быть νохл не менее 120 оС/с.

Чтобы уменьшить возникшие после закалки напряжения и придать втулке требуемые свойства, её подвергают высокому отпуску. На рисунке 2.2 показано влияние температуры отпуска на свойства изделий из стали 45.



Рисунок 3.2 – Зависимости свойств Ст 35 от температуры отпуска (в интервале 400- 600 оС) для сечения ≤ 20 мм [3]

Из представленных рисунков видно, что наиболее приемлемой температурой отпуска придания необходимых свойств стали 35 является 500-510 оС.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВТУЛКИ

Для обеспечения заданного уровня свойств втулки из стали 45 необходимо разработать термическую обработку. Для придания необходимых свойств и получения необходимой структуры на требуемой глубине она будет подвергаться закалке и высокому отпуску. Предлагаемый режим термической обработки представлен на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 – Режим термической обработки втулки

В начале втулка подвергается закалке в воде при tзак= 840-870 оС при это время выдержки составит 2 мин. Необходимые параметры для термической обработки представлены ниже.

Время нагрева рассчитаем по формуле А. П. Гуляева [2];

τн=0,1\*К1\* К1\* К2\*К3\*Д1, мин

где К1=2 – коэффициент формы изделия, для цилиндрического изделия;

К2=2 – коэффициент среды, для нагрева в газовой среде;

К3=1,3 – коэффициент равномерности изделия, для нагрева большого количества втулок с помощью приспособления, находящихся на расстоянии примерно 2d (схема укладки печь изображена на рисунке 3.2);

Д1=10 мм – минимальный размер максимального сечения изделия.

Таким образом, τн=0,1\*2\*2\*1,3\*10 = 5,2 мин.

Так как втулка будет нагреваться в печи с приспособлением, то необходимо учесть и время нагрева на приспособление, по формуле:

τпр=(0,2÷0,3)\*τн  ,

где τпр  - время нагрева на приспособление;

τн - время нагрева без приспособления [2].

Тогда общее время нагрева будет определяться как:

τн об= 1,25\*τн  = 1,25\*5,2 = 6,5 ≈ 7 мин.

Рисунок 3.2 – Схема укладки втулок в печь

Температура нагрева стали определяется химическим составом и значением критических точек (которые для стали 35 приведены в таблице 2.1), и рассчитывается по формуле[1]:

tн=Ас3+(30 ÷ 50 оС) , оС

Но для данной стали наиболее лучшей температурой нагрева считается tн  = 840-870 оС .

Время выдержки τв определяется из формулы:

τв=(0,2÷0,3)\*τн  ,

и для данной втулки составит: τв  = 0,23\*6,5 = 1,5 ≈ 2 мин.

Для придания твёрдости окончательных свойств её подвергают отпуску при температуре tотп=500-520 оС длительностью 25 минут.

Режим отпуска назначим по следующим параметрам:

Температура отпуска, её лучше всего назначить, пользуясь зависимостями «температура отпуска – свойство», которые представлены на рисунке 3.2. Так из рисунков видно, что только при tотп=500-520 оС обеспечится заданный комплекс свойств для данной втулки. Время отпуска при определяется с помощью формулы:

τотп = (10+δ\*τуд)\*Кпр , мин,

где δ = 10 мм – толщина изделия;

Кпр  =1,25 - коэффициент учитывающий нагрев на приспособление;

τуд  = 1 мин/мм – удельное время, определяется для углеродистых сталей как 1 минута на 1 мм толщины.

Значит, время отпуска составит τотп=(10+10\*1)\*1,25 = 25 мин.

В качестве охлаждающей среды примем простую и дешёвую охлаждающую среду воздух.

После проведенной термической обработки втулка будет подвергаться контролю качества.

4 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Необходимо регулярно проводить контроль предъявляемых требований к изготовляемым изделиям. Определение свойств, произведенных втулок проводят следующим образом. Из партии (100 шт.) отбирают 5 втулок для исследования, если хотя бы два из них не соответствуют требованиям, то всю партию бракуют.

Вначале контроль проводят визуально, невооруженным глазом без помощи оптических приборов, при обнаружении несоответствий линейным размерам, наличие окалины, трещин, следов коробления втулку бракуют.

После визуального контроля на втулке измеряют твёрдость. Для контроля твёрдости от отобранных втулок поперёк отрезают образец толщиной не менее 10 мм, на котором проводят испытания. На образцах проводят по 3 замера, а затем находят среднее значение. Контролируют твёрдость путём вдавливания стального шарика. Этот метод носит название метод Бринелля и регламентирован согласно ГОСТ 9012-59. Для данного изделия используют стальной шарик диаметром D=10 мм, который вдавливается в образец с силой Р=1000 кгс. В результате на поверхности образца остается отпечаток в форме шарового сегмента диаметром d. Диаметр отпечатка будет тем меньше, чем твёрже материал. Число твёрдости по Бринеллю (кгс/мм2) вычисляют по формуле:

НВ = Р/F,

где Р – нагрузка действующая на шарик, кгс;

F - площадь поверхности отпечатка, мм2 [3].

Если площадь поверхности отпечатка выразить через диаметр шарика и диаметр отпечатка, то формула для определения твёрдости по Бринеллю примет вид:

НВ = 2\*Р / (π\*D\*(D – (D2 – d2) ½))

Диаметр отпечатка d, измеренный с помощью измерительной лупы или отсчетного микроскопа, служит мерой твёрдости. Погрешность измерительного прибора недолжна превышать ±0,01 мм на одно наименьшее деление шкалы и ±0,02 мм на всю длину шкалы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учётом требуемых свойств, исходя из условий работы, разработана технология термической обработки втулки токарного станка.

Проанализировав условия работы втулки на рабочем валу и выдвигаемые к ней требования (σт ≤ 570-600 Н/мм2; σв ≤ 730-750 Н/мм2), произведён выбор наилучшей марки стали, с точки зрения эксплуатационных характеристик (достаточная контактная износостойкость и оптимальное сочетание прочности ударной вязкости) и экономических факторов. Так оптимальным материалов для производства втулки является сталь 35.

Таким образом, на основании предъявляемых требований разработана технология термической обработки втулки, которая будет включать в себя закалку и высокий отпуск, т. е. улучшение. При этом нагрев под закалку будет осуществляться до температур tзак=840-870 оС, в течение 7 минут, выдержка составит 2 мин и охлождение будет проводиться в воде. Отпуск будет характеризовать суммарным временем нагрева и выдержки τотп=25 мин и температурой отпуска tотп=500-520 оС.

Следовательно, цель проведенной работы достигнута, а данная технология является важной разработкой которая может применятся в производственных процесах на металлургических и машиностроительных предприятиях, потому что обеспечивает необходимый уровнь свойств втулки при минимальном уровне экономических и веременных затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башнин Д. А., Ушаков В. К., Синей А. Т. Технология термической обработки. – М.: Металлургия, 1986. – 424 с.
2. Гуляев А. П. Термическая обработка стали. – М.: Металлургия, 1984. – 496 с.
3. Тылкин М. А. Справочник термиста. – М.: Металлургия, 1981.- 648 с.