**1. Общая характеристика изделия**

**1.1 Анализ служебного назначения изделия**

Резец является наиболее распространенным инструментом. Его применяют при работе на токарном, револьверном, карусельном, расточных станках.

Резец из быстрорежущей стали применяют для обработки конструкционных сталей.

**1.2 Анализ технологических свойств материала**

Сталь Р6М5 - это вольфрамомолибденовая сталь с содержанием вольфрама 6%. Она обладает хорошей закаливаемостью и прокаливаемостью, хорошо обрабатывается давлением, достаточно хорошо резанием из-за сравнительно невысокой твердости в отожженном состояние НВ не более 255.

Р6М5 предназначена для всех видов режущих инструментов при обработке на обычных скоростях резания углеродистых и среднелегированных конструкционных сталей.

**1.3 Анализ химического состава материала**

Химический состав быстрорежущих сталей соответствует ГОСТ 19265-73.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mn | Cr | W | V | Mo | Другие элементы |
| 0,80-0,90 | <0,5 | <0,4 | 3,8-4,4 | 5,5-6,5 | 1,7-2,1 | 5,0-5,5 |   |

Таблица 1. Химический состав Р6М5. Высокая твердость и износостойкость определяется содержанием углерода и мало зависит от степени легирования стали с содержанием углерода 0,80 - 0,90 являются заэвтектойдными сталями, имеет после закалки твердость HRC 63 - 65

Основная задача легирования - повышение закаливаемости и прокаливаемости. Кроме того легирование позволяет сохранить мелкое зерно и высокую прочность и вязкость.

При легировании в структуре быстрорежущей стали находятся: растворимые и нерастворимые, при нагреве под закалку карбиды. Нерастворимые карбиды - это карбиды первичные.

Первичные карбиды полностью не растворяются и задерживают рост зерна аустенита при нагреве. Они обеспечивают также и отрицательное свойство - карбидная неоднородность, а значит понижение твердости стали.

Вторичные карбиды обеспечивают повышенную твердость стали, в том числе за счет дисперсионного твердения при отпуске, они же обеспечивают теплостойкость стали за счет растворения при нагреве под закалку, обеспечивая таким образом высоколегированный мартенсит.

Основным легирующим элементом быстрорежущих сталей является вольфрам. Он необходим для получения основного карбида Ме6С. Повышение содержание вольфрама повышает температуру закалки, твердость, прокаливаемость, увеличивает устойчивость против нагрева, повышает температуру интенсивного роста зерна.

Хром вводят для образования основного карбида Ме23С6, который при растворение обогащает твердый раствор элементами, к тому же без хрома карбид ванадия Ме6С не будет растворятся при закалки. Хром обеспечивает так же прокаливаемость стали. Но содержание ограничено 3,8 - 4,4%, т.к. он увеличивает количество остаточного аустенита, что приводит к снижению теплостойкости.

Ванадий вводят для образование особо твердого и плохо растворимого карбида МеС. Повышенное содержание ванадия вводится для повышения износостойкости. Поскольку часть ванадия, вводимого в сталь, расходуется на насыщение карбидов Ме2зС6, то образующегося одновременно карбида МеС несколько меньше. При недостаточном содержании углерода уменьшается количество карбидов Ме2зС6 и Ме6С, насыщающих твердый раствор, и в структуре даже при высоком нагреве для закалки сохраняется избыточный феррит. Ванадий почти не участвует в образование скелетообразной и веерообразной эвтектике и присутствует в карбиде МеС, выделяющийся изолированных включений. Вследствие этого даже при повышенном содержании углерода мало ухудшает карбидную неоднородность.

Кремний присутствует в а - растворе и искажает его решетку, снижает прочность и вязкость и, кроме того, усиливает обезуглероживание.

Молибден увеличивает вязкость на 15 - 20% и прочность на 5 — 8%, не уменьшает теплостойкость.

Таким образом, сталь Р6М5 относится к сталям умеренной теплостойкости.

**2. Проектирование технологического процесса предварительной термической обработки**

**2.1 Определение структуры технологического процесса термической обработки**

Сталь Р6М5 является сталью ледобуритного класса, т.е. содержит в литом состоянии карбидную эвтектику, в состав которой входят карбиды Ме6С, МеС,Ме23*С6.* Эвтектика значительно снижает механические свойства, поэтому перед отжигом ее обязательно *куют.* Благодаря этому технологическому приему, карбиды дробятся и равномернее распределяются в структуре. Но даже после больших степеней деформации карбидная неоднородность сохраняется, что является недостатком быстрорежущих сталей.

После ковки заготовку подвергаем отжигу. Отжиг проводится в целях получения оптимальной твердости, обеспечивающей хорошую обрабатываемость резанием. Таким образом предварительная т.о. проводится с целью получения оптимальной структуры и свойств стали в исходном состоянии.

**2.2 Проектирование отдельных операций**

Ковка применяется для улучшения структуры инструментальных сталей, а также для придания требуемой формы заготовкам инструмента. Чтобы обеспечить высокое качество инструмента, следует нагревать заготовки перед ковкой по описанному режиму, т.к. ковка стали является ответственной операцией. При недостаточной поковке возникает карбидная ликвация - местное скопление карбидов в виде участков не разрушенной карбидной эвтектики.

Предварительный нагрев заготовок. Заготовки загружаются в печь с температурой 450 - 500 С и подогреваются до 850 - 870 С и скоростью 100 С/ч. Выдержка при: этой температуре составляет 1/ 3 времени нагрева. При установке температуры начала ковки (1180 -1140 С) стремится обеспечить достаточно низкую температуру конца ковки (850 - 840 С).

Сталь Р6М5 рекомендуют ковать ниже линии Аст, заканчивать ковку следует при температуре на 30 - 50 С выше Aсl. Для легированных сталей начало превращений γ - раствора в α-раствора при охлаждение не совпадает, вследствие Гистерезиса, с превращением для углеродистой стали соответствующего состава, а всегда будет ниже.

Деформировать такую сталь в двухфазовом состоянии было бы нецелесообразно, т.к. пришлось бы затягивать до 600 С.

Требование строго соблюдать начальную и конечную температуру ковки вызвано тем, что в процессе ковки пластическая деформация при ударе должны чередоваться с возвратом пластических свойств металла в промежутке времени между ударами.

В случае осуществления ковки при температуре ниже ковочного интервала, пластические свойства металла не возвращаются, в следствии в материале возникают упругие деформации,превышающие предел прочности и приводящие к возникновению трещин,

Ковка при температуре выше ковочного интервала ведёт либо к перегреву материала, сопровождающимися значительным укрупнением зерна и падением пластических свойств, особенно ударной вязкости, либо к пережогу металла в результате нагрева при температурах, близких к точке начала плавления, вследствие чего по границам зёрен наблюдается оплавление основного металла и эвтектики, приводящее к потере связей между зернами.

Для качественной проковки заготовок следует выбирать нагревательные средства, обеспечивающие поддержания равномерного нагрева до температур начало и конца ковки. Окончательный нагрев.

После предварительного нагреве в первой печи,заготовки переносят во вторую печь для окончательного нагрева до температуры начало поковки.

Выдержка при температуре окончательного нагрева дается из расчета 30 мин на каждые 25 мм сечения заготовки.

Во время нагрева заготовку кантовать не менее двух раз.

Ковка заготовок должна производиться путем многократной обратной вытяжки, причем деформация должна происходить по всему сечению заготовки, а не ограничиваться лишь ее поверхностью.

Во избежание трещин заготовки непосредственно после ее ковки следует подвергать специальному охлаждению в печи с температурой 750 — 800 С. После выравнивания температур выдержка заготовок в печи должна быть не менее 3 часов. После выдержки заготовки переносят в печь для нагрева до температуры 840 - 860 С.

После ковки твердость HRC 53 - 56. Для предварительного нагрева используется печь ПН -12. Это наиболее простая и надежная, по способу герметизации, камерная электропечь с подвижным сводом.

Окончательный нагрев будем производить в камерной Г - 30 о высокотемпературной защитной атмосферой.

Максимальная рабочая температура печи ПН - 12 - 950. С, Г-30-1300. С, Непосредственное охлаждение после ковки будем производить в колодцах при 750 - 800 С

Отжиг

Задача отжига - перекристаллизация для измельчения зерна и получения структуры зернистого перлита, Эта структура обеспечивает низкую твердость, хорошую обрабатываемость резанием и лучшие свойства при последующей закалки

Отжиг инструмента из быстрорежущей стали производиться в печах с защитной атмосферы, а в случаях отсутствия последней можно применять упаковку в ящики со свежей чугунной стружкой.

Стружка из серого чугуна должна быть предварительно просеяна т.к. наличие мелких выпавших частиц графита может способствовать науглероживанию отожжённого инструмента. Старая, использованная стружка; ржавая, сырая и загрязненная другими металлами может, наоборот, вызвать обезуглероживание, вследствие чего применение ее не рекомендуется.

Сталь Р6М5 заэвтектойдная и для получения в ее структуре и для получения в ее структуре зернистого перлита лучше всего использовать изотермический отжиг. Заготовка загружается в печь и нагревается до температуры отжига берется из расчета 60 мин на каждые 25 мм расчетной толщины заготовки. Выдерживается 1-2 часа. Затем охлаждается с печью до температуры изотермической выдержки 840 - 860 С и выдерживается 3-4 часа Далее охлаждение с печью до температуры ~ 600 С, с последующим охлаждением на воздухе. Скорость охлаждения во время отжига 50 С/час. Время выдержки после прогрева заготовок 2 — 3 часа.

После отжига твердость стали становится равной НВ 269, что повышает обрабатываемость её резанием. Структура стали после отжига Пс + K1 + К2 оптимально для последующей качественной закалки.

Так как предпочтительнее является отжига в защитной атмосфере (предохраняющий поверхность от окаленообразования и обезуглероживания, а также сокращающий длительность процесса, поскольку заготовку нагревают в открытом виде) будем проводить его в камерной электропечи, с защитной атмосферой, типа НЗО х 65, с максимальной рабочей температурой 950 С. В качестве защитной атмосферы используют ГШОО (СО - H2 -N2),

**2.3 Выбор приспособлений для выполнения термической обработки**

Наличие соответствующей оснастки для основных и промежуточных операций предварительной т.о. способствует повышению технологического процесса, повышает качество обрабатываемого инструмента, улучшает условия труда рабочих.

В качестве приспособлений используем: клещи с плоскими губками, верхонки.

**2.4 Выбор вспомогательных операций**

1. Предварительная промывка инструмента от солей и масла производится в моечной машине. В этой машине инструмент подвергается химическому и механическому воздействию горячего щелочного раствора. Состав приготовлен из жидкого стекла каустической соды. Общая щелочность раствора должна составлять 0,38 - 0,41 NaOH.

2. Кипячение в подсоленной воде (в кипящем 2% растворе соляной кислоты) осуществляется перед травлением для сокращением распада кислоты и времени травлением. Кипячение производится в течение 5-10 мин и имеет целью растворить соли, оставшиеся на поверхности инструмента после нагрева в солях, а также разрыхлить окалину.

3. Травление предназначается для окончательного снятия окалины, разрушения и удаление оставшейся после предварительного кипячения хлористых солей. Травление производится в растворе 2ч технической соляной кислоты Л ч воды, 0,5% присадки, и КС. Продолжительность травления 3-5 мин при 18 - 20 С ( в зависимости от слоя и толщины окалины),

4. Повторная промывка применяется для полного удаления кислоты и грязи образовавшихся на заготовки при травлении осуществляется в проточной воде. Промывка сопровождается многократным встряхиванием.

5. Кипячение в 2% содовом растворе производится для полной нейтрализации кислоты в течение 10 мин

6. Пассивирование осуществляется для того, чтобы предохранить изделие от коррозии. Оно происходит в горячем водяном растворе, содержащим 25% NaN02 Выдержка в ванне 3 -5 мин., после такой многократной обработки изделие получается чистым и защищенным от последующей коррозии. Данные операции после отжига, в полном объеме могут не использоваться.

**2.5 Выбор и обоснование требуемых операций для контроля качества термической обработки**

Результатом предварительной т.о, оценивается по твердости и микроструктуре. Микроструктуру при отжиге контролируют на зернистый перлит.

Параметры контролируемые у быстрорежущих сталей после отжига: химический состав, размер заготовки в состояние поставки, микроструктура по ГОСТ 10243-75, твердость в отожженном состоянии по ГОСТ 9012-59, не ниже НВ 255, глубина обезуглероженного слоя 0,5-1 % от d.

**2.6 Анализ возможных дефектов термической обработки и способы их устранения**

Окисление и обезуглероживание - дефекты, которые являются результатом химической реакции, проходящие при нагреве стали между поверхностным слоем металла и кислородом. Эти процессы оказывают отрицательное влияние на конструктивную прочность изделий, приводящие к потерям металла на удар, обуславливают необходимость увеличение припусков для последующей механической обработки.

Окисление определяют непосредственным осмотром заготовки, а обезуглероживание контролем на прочность при металлографическом исследовании.

При глубине проникновения, больше чем припуск на шлифования, брак неисправный. Для предупреждения следует вести нагрев в защитной атмосфере, а при отсутствии таковой - в ящиках с чугунной стружкой,древесным углем с 5% кальцинированной соды, пережженном асбестом, белым песком и т.п. В соляные ванные для сохранения от обезуглероживания добавляют молотый фурросилицин в количестве 0,5 - 1 % от веса соли или буру, борную кислоту, желтую кровяную соль.

Контроль твердости обычно производится с помощью ЦБМ для отожженных изделий.

Нафталинистый излом - характеризуется своеобразным видом излома, что является следствием разрушения по кристаллографическими плоскостям; сопровождается значительным снижением прочностных свойств и особенно ударной вязкости, вызывается окончанием горячей классической обработки при излишне высокой температуре (выше 1180 С ), если степень деформации при последующем отжиге была небольшой и если последующий отжиг выполнен недостаточно точно и не обеспечивает необходимого значения твердости (НВ 255 - 269), выполняем повторную закалку без промежуточного отжига. Устранение нафталинного излома и восстановление механических свойств можно многократным отпуском.

**3. Проектирование технологического процесса упрочняющей термической обработки**

**3.1 Определение структуры технологического процесса термической обработки**

Упрочняющая т.о. быстрорежущей сталь специфична. Она заключается высокотемпературном нагреве под закалку и последующем трехкратным температурный отпуск, по 1 часу каждый. Температура закалки - 1280 - 1290 С, а температура 580 -600 С.

**3.2 Проектирование отдельных операций термической обработки**

Закалка - процесс термической обработки, обуславливающий получение неравновесных структур превращения или распада аустенита при резком его переохлаждении со скоростью выше критической. Конечный результат процесса закалки зависит от скорости охлаждения и температуры конца мартенситного превращения. Чем выше температура нагрева, тем выше легированность твердого раствора за счет растворение вторичных карбидов, а следовательно, выше теплостойкость и вторичная твердость. НО с другой стороны, интенсивность растворения большого карбидов при нагреве выше определенных температур вызывает интенсивность роста зерна аустенита, а значит, снижает прочность и ударную вязкость.

При назначение температуры закалки учитывается условия эксплуатации инструмента. Для инструмента работающего о высокими ударными нагрузками температуру закалки иногда понижают с целью повышения прочности и закаливают на более мелкое зерно 11 балла. Для инструмента, работающего в особо тяжелом температурном режиме температуру закалки повышают относительно оптимальной, проводя обработку на максимальную теплостойкость.

Для стали Р6М5 режим закалки заключается в высокотемпературной ступенчатой закалке.

Первый подогрев проводят при температуре 400 - 500. С, с предварительным погружением на 15 — 20 сек. в пересыщенный раствор буры, второй подогрев будем проводить при температуре 830-860 С.

Ступенчатый подогрев под закалку будем производить в соленых ваннах, которые широко используются, т,к. имеют следующий ряд преимуществ: высокой интенсивностью и равномерностью нагрева, возможность осуществления местного нагрева, предотвращение окисления и обезуглероживания. защита инструмента, от воздействия кислорода.

При нагреве будем использовать наиболее распространенную соль БМЗБ, в состав которой входит; 9б,9% ВаС12+ 3% МgF2, 0,1% В.

Условия охлаждения при закалки должны обеспечить сохранение высокой концентрации углерода, а для легированных и быстрорежущих сталей сведение до минимума закалочной деформации и отсутствие трещин. Сталь Р18Ф2 будем охлаждать в масле.

Отпуск

Отпуск - процесс т.о., обусловливающий превращение неустойчивых структур закаленного состояния в более устойчивые, Отпуск осуществляется путем нагрева до температуры ниже интервала превращений, выдержки при этой температуре и последующего охлаждения.

Отпуск быстрорежущей стали должен обеспечивать более полное превращения остаточного аустенита, что достигается применением многократного отпуска с охлаждением 20 - 40С.

Температура отпуска, продолжительность и число отпусков определяются химическим составом и выбранным условием проведения этой операции. Отпуск обеспечивает одновременно высокую твердость и теплостойкость. Основная цель отпуска заключается в дисперсном твердение.

В процессе отпуска, происходит выделение из твердого раствора дисперсных карбидов. И превращение остаточного аустенита в мартенсит. Остаточный аустенит объединяется при нагреве с легирующими элементами и при охлаждении с температур отпуска превращается в мартенсит.

Для стали Р6М5 будем производить трехкратный отпуск с температурой 570 С по 1 часу, твердость после отпуска составляет 63 HRC. А образование дисперсных карбидов обеспечивается высокую теплостойкость ( 600 — 650 С )

Структура сталей после отпуск состоит из отпущенного мартенсит, карбидов (15- 20 %) и остаточного аустенита ( 2 -3%), Наибольшее количество остаточного аустенита превращается при первом отпуске 10-12%, при втором - 6 - 8 %, а после третьего - 3 - 5 *%.*

Отпуск будем производить в стандартной элетродно-солянной ванне с прямоугольной формой рабочего пространства типа С -100, с температурой 850 С.

В качестве жидкой среды применяются сравнительно простые по составу среды, обладающие высокой жидкотекучестъю, не разъедающие поверхность закаленных изделий, такие как расплавленная соль 30% ВаСl2 + 20% NaCl + 50% CaCl2.

После закалки и отпуска сталь Р18Ф2 должна обладать твердостью 65 - *66* HRC теплостойкость Т = 630 С, вязкость хорошая, шлифуемость низкая.

Оснастка для т.о. имеет решающее значение при осуществлении технологических процессов в термических цехах. Отсутствие или неправильное использование оснастки может вызвать значительный брак. В данном процессе т.о. будем использовать; корзину для закалки в соляных ваннах, клещи о прямыми плоскими губками, ковш для слива из соляных ванн, ложку для очистки соляных ванн.

**3.3 Выбор вспомогательных операций**

К вспомогательным операциям относят его очистку после т.о. правку и антикоррозийную обработку,

Инструмент подвергается очистки с целью удаления мыла, солей*,* окалины.

Операция химической очистки:

1. Предварительная промывка выварочным бочке в горячем ( 90 С ) щелочном растворе 0,38 — 0,41 % NaOH

2. Кипячение в подкисленной воде (в кипящем *2%* растворе соляной кислоты ).

3. Травление

4. Повторная промывка в проточной воде

5. Кипячение в содовом растворе

6. Пассивирование.

После этой многоуровневой очистки инструмент получается чистым и защищенным от последующей коррозии.

**3.4 Выбор и обоснование требуемых операций контроля качества термической обработки**

При закалки быстрорежущей стали контролируют температуру нагрева., время выдержки, обезуглероживающую активность ванн окончательного нагрева*,* температуру ванн охлаждения, Параметрами контроля является;

- твердость ГОСТ 9013-59, HRC 63 - 65

- величина аустенитного зерна ГОСТ 5636-82, 10-11 балл После закалки и отпуска контролируется:

- твердость, HRC 63 - 65

- теплостойкость

- карбидная неоднородность (2-3 балл ) Допускаемое количество остаточного аустенита 2 - 3%

**3.5 Дефекты термической обработки и способы их устранения**

1. Потеря формы инструмента при закалке - дефект возникающий у сталей, температура закалки которых близка к температурам начала плавления. В результате чрезмерного перегрева или расположения инструмента в ванне близко к электродам, возникают оплавление инструмента..Поэтому при помещении инструмента в ванну следует выключить ток. Этот недостаток можно устранить так же, установкой защитной стенки из кирпичей, отделяющих электроды от инструмента.

2. Недостаточная твердость после отпуска может быть следующими причинами;

а) пониженной температуры закалки ( выявляется микроанализом ) вследствие чего образуется недостаточно легированный мартенсит

б) низким нагревам при отпуске ( эта причина может быть выявлена магнитным анализом ).

Дефектом возникающим в результате этих причин,устраняется соответственно отжигом и последующими правильными закалкой и отпуском.

в) обезуглероживание

г) порча теплостойкости

3. Порча теплостойкости возникает в результате очень длительного или многократного нагрева выше области Aс1 вследствие обогащением карбидов МебС вольфрамом, что уменьшает их растворимость при закалки, вследствие чего получается недостаточно легированный мартенсит, Выявляется по снижению вторичной твердости или теплостойкости. Данный дефект предотвращается соблюдением определенной области нагрева температур и длительности т.о.

4. Деформация и коробление определяется проверкой размеров. Возникают из-за внутренних напряжений*,* образовавшихся при закалки; неравномерный нагрев под закалку и неправильное погружение в охлаждающую среду в мартенситном интервале; правильным погружением в закалочную среду, равномерным нагревом и проверкой на кривизну перед закалкой.

5. Повышенная хрупкость определяется по износу. Образуется из-за значительного повышения температуры нагрева при закалке или излишне длительной выдержки. Этот брак исправляется также как и при недостаточной твердости.

6. Окисление и обезуглероживание.

**Список литературы**

1. Ю. А. Геллер " Инструментальные стали " М: Металлургия, 1975,

2. И.М. Сергейчев, A.M. Печковский " Термическая обработка режущего инструмента " М: МАШГИЗ, 1960,

3. Термическая обработка в машиностроение. Справочник под ред. ЛахтинаЮ.М.,1980.

4. А. А Шмыков " Справочник термиста " М; Машиностроение, 1961,

*5. Т.Н.* Долматов, Е.А. Кондаков " Оборудование термических цехов и лабораторий испытания металлов " М.. 1988