1. **Общая характеристика изделия и его материала**

**1.1 Анализ служебного назначения инструмента и требования, предъявляемые к нему по основным свойствам**

Резьбонакатные ролики представляют собой цилиндрические диски, на наружной поверхности которых образована многозаходная резьба, либо кольцевые витки. Конструктивные элементы резьбонакатных роликов и их размеры зависят от принятого способа накатывания резьбы, размеров детали, модели применяемого станка. Ролики являются универсальным инструментом, так как позволяют накатывать резьбу высокой точности, различной длины с мелкими и крупными шагами, на весьма разнообразных материалах.

Ролик должен обладать твердостью после термообработки HRC 59–61. В процессе накатывания резьбы ролики увлекают заготовку, происходит процесс взаимной обкатки ролика и заготовки, в результате которого витки резьбы ролика вдавливаются в материал заготовки и как негативный отпечаток образуют на ней резьбу. В момент окончания обработки поверхности резьб роликов и обработанная поверхность резьбы детали взаимно касаются друг друга. Для обеспечения взаимного касания рассматриваемых винтовых поверхностей необходимо, чтобы угол подъема резьбы на роликах был равен углу подъема резьбы детали и ролики изготовлялись с левой резьбой при накатывании правой резьбы, и наоборот, с правой резьбой при накатывании левой резьбы.

Сталь Х12ВМ применяется для изготовления холодных штампов высокой устойчивости против истирания, не подвергающихся сильным ударам и толчкам, волочильных досок и волок, глазков для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочных и формовочных штампов, сложных кузовных штампов, матриц и пуансонов вырубных и просечных штампов, штамповок активной части электрических машин.

**1.2 Анализ технологических свойств стали**

Сталь Х12ВМ штамповая сталь холодного деформирования с повышенным содержанием хрома. Сталь Х12ВМ обладает хорошей теплостойкостью и прочностью, высокой прокаливаемостью, закаливаемостью и износостойкостю. Также эта сталь технологична, хорошо обрабатывается резанием и давлением, удовлетворительно шлифуется.

**1.3 Анализ химического состава стали и его влияние на структуру, фазовый состав, основные и технологические свойства**

Химический состав штамповых сталей соответствует ГОСТ 5950–2000

Химический состав, % (по массе) табл. 1

Химический элемент %

Углерод (С) 2.0–2.20

Вольфрам (W) 0.50–0.80

Ванадий (V) 0.15–0.30

Кремний (Si) 0.10–0.40

Медь (Cu) ≤ 0.30

Молибден (Mo) 0.60–0.90

Марганец (Mn) 0.15–0.45

Никель (Ni) ≤ 0.35

Фосфор (P) ≤ 0.030

Хром (Cr) 11.00–12.50

Сера (S) ≤ 0.030

Высокая твёрдость определяется высоким содержанием углерода. Стали с содержанием С 2–2.2% являются сталями ледебуритного класса, т.е. содержат в литом состоянии карбидную эвтектику, имеют после закалки твёрдость HRC 62–64. Эти стали содержат высокое количество карбидоборазующих элементов, повышенное содержание углерода и хрома обеспечивает образование повышенного кол-ва карбидов хрома (M7C3, M23C6). Общее количество карбидов составляет порядка 20%.

Основным легирующим элементом штамповой стали холодного деформирования является хром. Он повышает режущие свойства и износостойкость, увеличивает прочность и прокаливаемость стали, что особенно важно для крупных пуансонов и матриц. При наличии свыше 2,5% повышает устойчивость стали против отпуска, особенно при нагреве инструмента до температур, выше 300° С. Вместе с марганцем уменьшает коробление при закалке. Однако, у сталей с содержанием хрома 12% появляются недостатки. Резко выраженная карбидная неоднородность и повышенная склонность к коагуляции карбидов, способствующая разупрочнению сталей при нагреве.

Вольфрам(W) вводят для повышения твердости, износостойкости и прокаливаемости стали, улучшает режущую способность инструмента.

Ванадий(V) в штамповых сталях присутствует в карбиде VC и твердом растворе. Ванадий существенно уменьшает чувствительность штамповых сталей к перегреву, повышает теплостойкость сталей, улучшает распределение частиц избыточной фазы. При содержании ванадия 0,3 – 0,5% прочность и пластичность стали будет значительно выше, чем у высокованадиевых сталей.

Молибден(Mo) вводится в высокохромистую сталь для увеличения её вязкости и повышения прокаливаемости. Также молибден оказывает отрицательное влияние на окалиностойкость. Поэтому содержание молибдена в штамповых сталях ограничивается 1,4 – 1,8%.

Марганец(Mn) вводят для повышения прокаливаемости стали. В сочетании с хромом молибден уменьшает коробление при закалке, но увеличивает склонность к перегреву.

Кремний(Si) вводят, чтобы увеличить прокаливаемость стали, повысить стойкость против отпуска.

Таким образом сталь Х12ВМ с высоким содержанием хрома относится к полутеплостойким сталям. Они пригодны для изготовления штампов, пуансонов, роликов с твёрдостью 45…52 HRC и при температуре эксплуатации до 700оС.

**2. Проектирование технологического процесса предварительной Т.О.**

**2.1 Определение структуры технологического процесса предварительной термической обработки**

Сталь Х12ВМ по структурному признаку является сталью ледебуритного класса, т.е. содержит в литом состоянии карбидную эвтектику. Для измельчения карбидной эвтектики и снижения балла карбидной неоднородности стали ледебуритного класса перед отжигом обязательно куют в интервале температур 1100–850оС. В процессе ковки карбидная эвтектика дробится и более равномерно распределяется по структуре. Но тем не менее всё равно сохраняется карбидная неоднородность.

После ковки подвергаем заготовку из стали Х12ВМ изотермическому отжигу. Отжиг применяется с целью снятия внутренних напряжений, улучшения обрабатываемости резанием, получения мелко зернистой равномерной структуры стали для последующей качественной закалки инструмента, исправления дефектной структуры легированных сталей.

Предварительная термическая обработка проводится с целью получения оптимальных структуры и свойств стали в исходном состоянии.

**2.2 Проектирование технологических операций ковки и отжига**

**2.2.1 Ковка**

Применяется для улучшения структуры инструментальных сталей, а также для предания требуемой формы заготовкам инструмента.

Чтобы обеспечить высокое качество инструмента, следует нагреть заготовки по представленному ниже режиму. Ковка является ответственной операцией, при недостаточной поковки возникает карбидная ликвация – местное скопление карбидов в виде участков неразрешенной эвтектики.

А) Предварительный нагрев заготовок.

Заготовки погружаются в печь с температурой до 700оС. Выдержку заготовок (0,5 – 1 ч) проводят для выравнивания температуры, а затем осуществляют нагрев со скоростью 50 – 70 С/ч до 900 – 950оС.

При установке температуры начала ковки (1100оС для стали Х12ВМ) стремятся обеспечить достаточно низкую температуру конца ковки (850оС для стали Х12ВМ).

Температуры нагрева под ковку выбирают из условий достижения наиболее высокой пластичности в достаточно широком интервале температур. Эвтектики высокохромистых сталей, особенно в центральных зонах слитков, плавятся при 1190 – 1210оС и обуславливают высокую чувствительность их к перегреву и пережогу. По этой причине температура нагрева таких сталей не должна превышать 1140 – 1180оС, хотя максимальная пластичность поверхностных зон достигается при более высокой температуре.

Температуру окончания ковки выбирают с учётом того, чтобы избежать образования трещин и рванин вследствие значительного снижения пластичности металла и подготовки необходимой структуры (размера зерна аустенита, распределения и дисперсности избыточных фаз и др.), обеспечивающей высокие механические свойства после окончательной термической обработки. Для предупреждения возникновения трещин по мере понижения температуры металла необходимо уменьшать и величину единичных обжатий.

Указанные рекомендации по режимам нагрева и оптимальным температурным интервалам ковки вполне применимы и к условиям машиностроительных и инструментальных предприятий. В этом случае ковку заготовок в большинстве случаев выполняют не столько с целью получения необходимых размеров, сколько для улучшения структуры и свойств, так как сортовой металл в состоянии поставки имеет развитую структурную полосчатость и высокую анизотропию свойств в поперечном и продольном направлениях. Это, как было отмечено, приводит к нежелательным последствиям как при термической обработке, так и при эксплуатации инструментов.

Б) Окончательный нагрев.

После предварительного нагрева в первой печи заготовка переносится во вторую печь для окончательного нагрева до температур начала ковки.

Ковка заготовок инструментов из штамповых сталей выполняют на достаточно мощном кузнечном оборудовании, обеспечивающем деформацию металла по всему сечению поковки. Во избежании трещин заготовки непосредственно после ковки следует подвергать специальному охлаждению в колодцах при 750 – 800 оС; после чего заготовки непосредственно поступают на отжиг.

После ковки штамповой стали достигается твёрдость HRC 52 – 54. Для предварительного нагрева используется печь ПН – 12. Это наиболее простая и надёжная, по способу герметизации, камерная электропечь с подвижным ободом. Окончательный нагрев будем проводить в камерной печи Г – 30 (рис. 2, лист 1), высокотемпературной с защитой атмосферы.

Максимальная рабочая температура печи Г – 30 1300оС, ПН – 12 950оС.

**2.2.2 Отжиг**

Отжиг заготовок, предназначенных для изготовления инструмента, производится в целях:

● получения оптимальной твёрдости, обеспечивающей хорошую обрабатываемость стали резанием;

● получения мелкозернистой равномерной структуры стали перед последующей закалкой инструмента;

● исправления дефектной структуры.

Отжиг обеспечивает получение структуры зернистого перлита в инструментальных сталях. Эта структура имеет низкую твердость, хорошую обрабатываемость резанием и обеспечивает лучшие свойства при последующей закалке. У заэвтектоидных сталей перлитного класса отжиг при определенных условиях устраняет карбидную сетку.

Сталь Х12ВМ – заэвтектоидная и для получения в её структуре зернистого перлита лучше всего использовать изотермический отжиг.

Сталь (заготовка) загружается в печь нагревается до 830 – 850оС. Затем охлаждается с печью 40 град/ч до температуры изотермической выдержки 700 – 720оС и выдерживается 2 – 3 ч. Далее охлаждается с печью 50 град/ч до температуры 550оС, а потом охлаждается на воздухе. После отжига твердость стали становится равной не более HB 255 для стали Х12ВМ.

Структура стали после отжига Пз+КI+КII – оптимальная для последующей качественной закалке.

Так как предпочтительным является отжиг 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 электрической печи с защитной атмосферой типа Н30х65 (рис. 1, лист 1) с максимальной рабочей температурой 950оС. В качестве защитной атмосферы используем ПН00 (СО – Н2 - W2).

**2.3 Выбор вспомогательных операций и оборудования**

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

Приспособление для т.о. – подвхват для загрузки ящиков, поддонов, деталей в камерные печи и их вызгрузки. Такое приспособление надежно и просто в изготовление.

Выбор вспомогательных операций:

А) Предварительная промывка инструмента от солей и масла производится в моечной машине. В этой машине инструмент подвергается химическому и механическому воздействию горячего щелочного раствора. Состав приготовляется из жидкого стекла и каустической соды, общая щелочность раствора должна составлять 0,38 – 0,41

Б) Кипячение в подкисленной воде (в кипящем 2%-ом растворе соляной кислоты) осуществляется перед травлением для сокращения расхода кислоты и времени травления.

Кипячение производится в течении 5–10 мин. и имеет целью растворить соли, оставшиеся на поверхности инструмента после нагрева в солях, а также разрыхлить окалину.

В) Травление предназначено для окончательного снятия окалины, разрушения удаления оставшихся от предварительного кипячения хлористых солей. Травление производится в растворе технической соляной кислоты, воды 0,5% присадки «Глютам». Продолжительность травления 3–5 мин при 18–20о (в зависимости от слоя или толщины окалины).

Г) Повторная промывка применяется для полного удаления кислоты и грязи, образовавшихся на изделии (заготовки) при травлении, и осуществляется в проточной воде. Промывка сопровождается многократным встряхиванием.

Д) Кипячение в 2%-ом содовом растворе производится для полной нейтрализации кислоты в течении 10 мин.

Е) Пассивирование осуществляется для того, чтобы предохранить изделия от коррозии. Оно производится в горячем водяном растворе содержащем 25% NaNO2. Выдержка инструмента в ванне указанного состава 3–5 мин.

После такой многооперационной обработки изделие получится чистым и защищенным от коррозии. Данные операции после отжига в полном объеме могут не использоваться.

**2.4 Контроль качества после предварительной термической обработки сталей**

Результат предварительной т.о. оценивают по твердости и микроструктуре. Микроструктуру при отжиге заготовок заэвтектоидных сталей контролируют систематически на зернистый перлит.

Параметры, контролируемые у штамповых сталей после отжига:

▬ твердость в состоянии поставки по ГОСТ 5950–73, HB ≤ 255

▬ карбидная неоднородность ≤ 4 балла

▬ обезуглероженный слой, глубина ≤ 0,5 мм

**2.5 Дефекты и способы их устранения**

Окисление и обезуглероживание – дефекты, являющиеся результатом химической реакции происходящей при нагреве стали между поверхностным слоем металла и кислорода окружающим среду. Эти процессы оказывают отрицательное влияние на конструктивную прочность изделий, приводящее к потери прочности металла на удар, обуславливает необходимость увеличения припусков для последующей механической обработки.

Окисление определяют непосредственным осмотром заготовки, а обезуглероживание испытанием на твердость или металлографическим испытанием.

При глубине проникновения больше чем припуск на шлифование, брак неисправимый. Для предупреждения следует вести нагрев в защитной атмосфере, а при отсутствии такой в ящиках с чугунной стружкой, древесным углем с 5% кальциированной соды, пережонным асбестом, белым песком и т.п. В соленые ванны для предохранения от обезуглероживания добавляют молотый ферросилиций в количестве 0,5 – 1% от веса соли или буру, борную кислоту, желтую кровенную соль.

Контроль твердости обычно производят с помощью ЦБМ (пресса Бринеля) – для отоженных сталей.

Карбидная неоднородность возникает из-за недостаточной степени укова. Для её устранения изменяют характер деформирования за счёт применения: усадки, прессования, с последующей прокаткой, ковки с многократной вытяжкой, экструзии и т.д.

Нафталинистый излом характеризуется своеобразным видом излома, что является следствием разрушения по определенным кристаллографическим плоскостям, сопровождается значительным снижением прочностных свойств и особенно ударной вязкостьи.

Вызывается окончанием горячей механической обработки при излишне высокой температуре (1050 – 1150оС), если степень деформации при последнем отжигании была не большой и если последующий отжиг выполнен недостаточно полно и не обеспечил необходимого значения твердости (HB 255) выполнением повторной закалки без промежуточного отжига.

Устранение нафталинистого излома и восстановление механических свойств сложно. Это достигается многократным и длительным отжигом или отпуском.

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

**3.1 Определение структуры упрочняющей Т.О.**

Основной механизм упрочнения это мартенситное превращение. Т.о. заключается в высокой температурной закалке (1000 – 1050оС масло). Исходная структура перлит + карбиды I + карбиды II. Особенностью закалки является высокий нагрев. Чтобы растворить вторичные карбиды хрома и получить высоколегированный аустенит. Также высокий нагрев обеспечивает получение высоколегированного мартенсита устойчивого от распада. После закалки в масле в структуре содержится наряду с мартенситом, карбидами, повышенное количество остаточного аустенита (<20%).

После закалки проводим низкий отпуск. Два варианта отпуска:

1) температура 170 -200оС – на максимальную твердость (60 – 62);

2) температура 300 – 350оС – на максимальную ударную вязкость KCU (0,2 – 0,3).

В окончательной структуре стали всё равно сохраняется до 10% остаточного аустенита.

**3.2 Проектирование операций закалки и отпуска**

**3.2.1 Закалка**

От выбора температуры закалки зависит фазовый состав, размер зерна, количество остаточного аустенита, а следовательно, свойства сталей. Оптимальная температура нагрева сталей под закалку выше линии Ас1 в заэвтектоидных сталях перлитного класса. Чем выше температура нагрева, тем выше легированность твердого раствора за счёт растворения большего количества карбидной фазы, что положительно скажется на теплостойкости стали. Но с другой стороны, интенсивность растворения карбидов при нагреве выше определённых температур вызывает интенсивный рост зерна аустенита, а значит снижает прочность, и особенно, ударную вязкость.

Качество термической обработки контролируют по структуре и свойствам. Лучший комплекс свойств штамповых сталей достигается при величине зерна балла 9 – 11. Увеличение размера зерна от балла 11 к баллу 9 приводит к снижению прочности и ударной вязкости примерно в 1,5 раза.

Как правило, температура закалки, необходимая для получения большей теплостойкости, лежит выше 40 – 60оС по сравнению с температурой, позволяющей получить высокую прочность, вязкость и минимальную деформацию инструмента.

Таким образом, высокотемпературный нагрев под закалку возможен из-за наличия нерастворимых первичных карбидов, которые располагаясь по границам зерна сдерживают его рост.

После закалки в структуре штамповых сталей обязательно присутствует остаточный аустенит. Его количество зависит от получаемой степени легированности при нагреве под закалку. С увеличением легированности твердого раствора доля остаточного аустенита возрастает. Количество остаточного аустенита после закалки у полутеплостойких высокохромистых сталей – до 20%. Присутствие остаточного аустенита снижает твердость на 0,5 – 2,0 единицы HRC, предел текучести – примерно на 50 Мпа на каждый процент аустенита.

Охлаждение после аустенизации проводят в масле. Для предупреждения образования закалочных трещин и снижения коробления рекомендуется применять ступенчатую закалку.

Режим закалки для штамповой стали Х12ВМ будет заключаться в высокотемпературной ступенчатой закалке:

1-ый подогрев в ванне-печи до 300 – 350оС

2-ой подогрев в ванне-печи до 650 – 700оС

Окончательный нагрев в ванне-печи до 1000 – 1020оС

Первый и второй подогрев проводится медленнее для превращения перлита в аустенит и выдерживается до выравнивания нужных температур по сечению детали.

Ступенчатый нагрев под закалку будем производить в соляной ванне. Широкое применение этого метода обусловлено следующими преимуществами: высокой интенсивность и равномерностью нагрева, возможностью осуществления местного нагрева, предотвращением окисления и обезуглероживания, жидкая среда защищает нагреваемый инструмент от непосредственного воздействия воздуха, припятствует окислению его поверхности в процессе нагрева, в момент переноса закаленного инструмента в охлаждающюю среду на его поверхности сохраняется тонкая пленка застывшей соли, которая защищает инструмент от интенсивного окисления в процессе охлаждения.

Ступенчатость нагрева нужна для того, чтобы обеспечить равномерный прогрев по сечению, уменьшить внутренние напряжения и деформацию, и снизить опасность образования трещин.

При нагреве инструмента под закалку будем использовать наиболее распространенную соль БМ3Ю состав по массе 96,9% BaCl2+3MgF2+0,1B; tплав=940оС, tприм=1050–1300оС. Ректификаторы вводятся (через каждые 4 часа) отдельно:

1. Бура 0,5%

2. Ферромлиций 0,3%

3. Фтористый магний 0,5%

Закалку будем проводить в печи-ванне электродной, рабочей температуре 1230 – 1260оС, с max рабочей температурой 1300оС.

После закалки твердость стали Х12ВМ HRC 63 – 65. Микроструктура М + КI(5–10%) + Aост(до 20%)

**3.2.2 Отпуск**

После закалки обязательно делается отпуск для получения более стабильного состояния сплава. Он снимает напряжение, остаточный аустенит и обеспечивает окончательные свойства сталям.

В процессе отпуска происходит выделение из твердых растворов дисперсионных карбидов и превращение Аост объединяется в мартенсит. Аост объединяется при нагревах с легирующими элементами и при охлаждении с температур отпуска превращается в мартенсит. В результате отпуска твердость повышается до HRC 57–59 (одновременно повышается и предел прочности). Структура сталей после отпуска состоит из Мотп+КI(10 -15%)+Аост(до 10%)

Отпуск для стали Х12ВМ следующий: однократный 1,5 часовой с температурой 350 – 400оС. Отпуск будем проводить в стандартной электродной соляной ванне с формой рабочего пространства в виде шестигранной призмы типа С – 75 (рис. 3, лист 2), с max рабочей температурой 1300оС.

В качестве среды для отпуска будем использовать расплав соли:

30% BaCl2 + 20% NaCl + 50% CaCl2, с tплав = 450оC, tраб = 500 – 675оС

После проведения закалки и отпуска сталь Х12ВМ должна обладать следующими свойствами: твердость не ниже 57 – 59 HRC, теплостойкость T=420оС, удовлетворительная прочность и вязкость, высокое сопротивление малым пластическим деформациям. Структура стали: М+КI(10–15%)+Аост(до 10%)

**3.3 Выбор вспомогательных операций и оборудования**

Оснастка для т.о имеет решающее значение при осуществлении технологических процессов в термических цехах. Отсутствие или неправильное использование оснастки может вызвать значительный брак инструмента. В связи с повышенными требованиями к инструменту, проходящему т.о, решаются вопросы не только получения надлежащих физико-механических свойств, но также сохранения размеров с точностью до десятых, а иногда и сотых долей миллиметра.

Т.о штампа или ролика не требует особо сложных приспособлений и устройств. В данном процессе т.о будем использовать: корзинки для закалки мелкого инструмента в соляных ваннах, клещи с прямыми плоскими губками, ковш для слива солей из соляных ванн.

К вспомогательным операциям, сопровождающим т.о инструмента, относят его очистку после т.о, правку и антикоррозийную обработку. После т.о инструмент подвергается, очистке с целью удаления масла, солей и окалены.

Простым оборудованием для очистки инструмента могут служить обычные выборочные бочки, подогреваемые газовыми горелками, нефтяными форсунками или паровыми змеевиками.

Дальнейшая очистка инструмента после промывки производится на гидро-пескоструйных аппаратах. В гидро-пескоструйных установках обработка производится смесью воды и песка.

Штамп или ролик проходит химическую отчистку, состоящую из следующих операций:

1) Предварительная промывка в выварочном баке в горячем (90оС) щелочном растворе (0,38 – 0,41 NaOH);

2) Кипячение в подкисленой воде (в кипящем 2%-ом 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 последствий коррозии. Благодаря полному удалению хлористых солей и покрытию его поверхности нитридной пленкой.

**3.4 Контроль качества стали после упрочняющей термической обработки**

Для штамповых сталей в закаленном состоянии параметрами контроля являются:

▬ твердость ГОСТ 5950 – 73 HRC 63 – 65

▬ величина аустенитного зерна ГОСТ 5639 – 82 8–9 балл, Аост до 20%

После закалки и отпуска контроль проводится на следующие параметры:

▬ твердость HRC 57 – 59

▬ теплостойкость 420оС

▬ карбидная неоднородность (1 балл)

Контролируемые параметры зависят так же от назначения, марки и массы инструмента.

Допускаемое количество Аост < 10% после отпуска.

**3.5 Дефекты и способы их устранения**

1. Недостаточная твердость после отпуска может быть вызвана следующими причинами:

▬ пониженной температурой закалки (выявляется микроанализом), вследствие чего образуется недостаточно легированный мартенсит.

▬ низким нагревом при отпуске (эта причина может быть выявлена магнитным анализом). Дефект возникающий в результате этих причин, устраняется, соответственно, отжигом и последующими правильными закалкой и отпуском или правильным отпуском.

▬ обезуглероживанием

▬ порчей теплостойкости

2. Порча теплостойкости возникает в результате очень длительного или многократного нагрева выше Ас1 вследствие обогащения карбидов М6С вольфрамом, что уменьшает их растворимость при закалке, вследствии чего получается недостаточно легированный мартенсит. Выявляется по снижению вторичной твердости или теплостойкости. Данный дефект предотвращается соблюдением определенной области нагрева температур и длительности т.о.

3. Повышается хрупкость. Определяется по излому – крупнозернистый. Образуется из-за значительного превышения температуры нагрева при закалке или излишне длительной выдержки. Этот брак исправляется, также, как и при недостаточной твердости.

4. Нафталинистый излом (см п. 2.5)

5. Окисление и обезуглероживание (п. 2.5)

**Литература**

1. Короткова Л.П. Инструментальные материалы: учебное пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006 г. – 179 с.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали – М.: Металлургия, 1983 г.–526 с.
3. Поздняк Л.А. Штамповые стали – М.: Металлургия, 1980 г. – 244 с.
4. Поздняк Л.А. Инструментальные стали: справочник – М.: Металлургия, 1977 г. – 167 с.
5. Деордиева Н.Т. Штамповые стали – М.: Машиностроение, 1966 г.-149 с.
6. ГОСТ 5950 – 73. Прутки и полосы из инструментальной легированной стали. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1973 г.-65 с.