СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ПОДГОТОВКИ ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ ПОД ХОЛОДНУЮ ВЫСАДКУ

Филиппов А.А., Пачурин Г.В.

Нижегородский государственный технический университет

Н. Новгород, Росссия

Конкурентное присутствие производителей метизов на внутреннем рынке может обеспечиваться только качественным суммарным результатом всех технологических операций, формирующих качество и себестоимость метизов. К метизным изделиям относят, в первую очередь, проволоку, проволочные изделия, крепеж и пружины. Широкий сортамент и большие разнообразия свойств метизов продиктовано спецификой их использования в различных областях машиностроения. Характеристики метизов и их эксплутационные показатели определяются на всех этапах металлургического передела. Они зависят от выбора шихтовых материалов для выплавки металла и заканчиваются технологией подготовки калиброванного проката и высадкой готовых изделий. На технологию изготовления и свойства метизов сильно влияет содержание всех элементов (даже в пределах одной марки стали). Свойства стали (химический состав, механические свойства, макро и микроструктура, наличие неметаллических включений и др.) оказывают большое влияние на технологичность переработки калиброванного проката и эксплутационные показатели крепежа, полученного методом холодной высадки.

При разработке современных конкурентноспособных технологий получения высокопрочных крепежных изделий (класса прочности 8.8 и более) необходимо использовать дополнительные резервы повышения качества на всех переделах:

- совершенствовать технологию выплавки и внепечной обработки стали;
- разрабатывать ресурсосберегающие технологии подготовки металла к высадке;
- применять прогрессивные смазочные материалы и способы подготовки поверхности материала перед высадкой;
- оптимизировать технологию высадки.

Анализ литературных и производственных данных позволил выделить основные параметры, влияющие на качество калиброванного проката под холодную высадку: способность выдерживать осадку до 1/3 первоначальной высоты образца; удовлетворительная микроструктура; относительное удлинение; временное сопротивление разрыву; сужение; твердость проката.

Горячекатаный прокат перед холодной высадкой подвергается калиброванию с различными степенями обжатия. Возможная степень обжатия проката зависит от пластических свойств стали, определяемых микроструктурой. Наилучшие свойства достигаются при однородной мелкоглобулярной микроструктуре с равномерным распределением цементита в феррите. Чтобы получить оптимальные свойства, нужно точно установить степень обжатия и режим термической обработки проката. В качестве промежуточной термической обработки применяют отжиг. После отжига в микроструктуре не должно обнаруживаться крупные выделения свободного феррита, которые могут получиться при нарушении температурного нагрева или охлаждения проката. При наличии структурно свободного феррита прокат не способен к большим обжатиям из-за быстрого наклепа ферритных участков.

Нами проведены исследования механических свойств и твердости калиброванного проката различных марок сталей, изготовленных из горячекатаного проката методом калибрования по трем различным технологиям.

При этом изучалось:

1) влияние степени обжатия после изотермической обработки различных марок сталей на механические свойства калиброванного проката, предназначенного для изготовления метизных изделий методом холодной высадки;

2) влияние изотермической обработки на механические свойства калиброванного проката, подвергающегося окончательному калиброванию с различными степенями обжатия;

3) влияние изотермической обработки и степени обжатия калиброванного проката для дальнейшего изготовления болтов, соответствующих классу прочности 8.8 и выше, без их дальнейшей закалки.

В работе исследовались три технологических варианта изготовления болтов из стали 35Х, 38ХА и 40Х для холодной высадки стержневых изделий. Для исследования был отобран горячекатаный прокат следующих марок сталей и размеров:

1. Сталь 35Х – диаметр 13,0 мм
2. Сталь 38ХА – диаметр 11,0 мм
3. Сталь 40Х – диаметр 11,0 мм

4. Сталь 40Х – диаметр 13,0 мм

Химический состав сталей 35Х, 38ХА, 40Х соответствовал ГОСТ 10702-78 «Сталь качественная конструкционная углеродистая и легированная для холодного выдавливания и высадки». Механические свойства горячекатаного проката сталей 35Х, 38ХА и 40Х соответствовали ГОСТ 10702-78 без термической обработки.

В соответствии с требованиями ГОСТ 10702-78 на калиброванном прокате под холодную высадку проверяли микроструктуру и механические свойства ($\delta_в$, б, Ψ).

Подготовка калиброванного проката сталей 35Х, 38ХА и 40Х производилась из горячекатаного проката по трем технологическим вариантам:

1. Отжиг горячекатаного проката (камерная газовая печь с выдвижным подом) → калибрование со степенью обжатия 20-26,5% → высадка болтов → термообработка готовых изделий (закалка + высокий отпуск).

2. Отжиг горячекатаного проката (камерная газовая печь с выдвижным подом) → предварительное калибрование со степенью обжатия 15-22% → термообработка калиброванного проката → окончательное калибрование со степенью обжатия 5% → высадка болтов.

а) Отжиг горячекатаного проката по режиму:

температура нагрева 780ºС, выдержка в печи в течении 3-х часов, охлаждение с печью до температуры 700ºС, выдержка 3 часа, охлаждение с печью.

б) Предварительное калибрование на промежуточные размеры:

сталь 35Х с диаметра 13,0 мм на диаметр 11,8 мм (степень обжатия q =18%)

сталь 38ХА с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,7 мм (степень обжатия q =22%)

сталь 40Х с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,9 мм (степень обжатия q =19%)

сталь 40Х с диаметра 13,0 мм на диаметр 11,95 мм (степень обжатия q =15%)

в) Термообработка калиброванного проката по режиму:

температура нагрева в соляной ванне 880ºС, охлаждение в селитре при температуре 400ºС с выдержкой в течении 5-ти минут, охлаждении на воздухе 2 минуты, окончательное охлаждение в воде.

г) калибрование на окончательный размер со степенью обжатия 5%

сталь 35Х с диаметра 11,8 мм на диаметр 11,5 мм (степень обжатия q =5%)

сталь 38ХА с диаметра 9,7 мм на диаметр 9,45 мм (степень обжатия q =5%)

сталь 40Х с диаметра 9,9 мм на диаметр 9,7 мм (степень обжатия q =5%)

сталь 40Х с диаметра 11,95 мм на диаметр 11,65 мм (степень обжатия q =5%)

д) Высадка болтов

сталь 35Х - диаметр 11,5 мм

сталь 38ХА - диаметр 9,45 мм

сталь 40Х - диаметр 9,7 мм

сталь 40Х - диаметр 11,65 мм

3. Термообработка горячекатаного проката → калибрование со степенью обжатия 20-26,5% → высадка болтов

а) Термообработка горячекатаного проката по режиму:

температура нагрева в соляной ванне 880ºС, охлаждение селитре при температуре 400ºС с выдержкой в течении 3-х минут, окончательное охлаждение в воде.

б) Окончательная калибровка на размеры:

сталь 35Х с диаметра 13,0 мм на диаметр 11,5 мм (степень обжатия q =22%)

сталь 38ХА с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,45 мм (степень обжатия q =26,5%)

сталь 40Х с диаметра 11,0 мм на диаметр 9,7 мм (степень обжатия q =22%)

сталь 40Х с диаметра 13,0 мм на диаметр 11,65 мм (степень обжатия q =20%)

в) Высадка болтов:

сталь 35Х - диаметр 11,5 мм

сталь 38ХА - диаметр 9,45 мм

сталь 40Х - диаметр 9,7 мм

сталь 40Х - диаметр 11,65 мм

Микроструктура в горячекатаном состоянии – перлит сорбитообразный и тонкопластинчатый + феррит в виде разорванной сетки по границам перлитных зерен. Твердость 90-96 HRB. Микроструктура калиброванного проката – сорбит. Твердость 22-26 HRC.

Установлено, что калиброванный прокат, подготовленный по варианту 2, имеет значение временного сопротивления разрыву несколько выше, чем у калиброванного проката, подготовленного по варианту 1. Значения относительного удлинения и относительного сужения практически одинаковы.

Калиброванный прокат, подготовленный по технологическому варианту 2, может быть использован для высадки болтов холодным способом.

У калиброванного проката, изготовленного по варианту 3 временное сопротивление разрыву более высокое, чем у калиброванного проката, изготовленного по варианту 1.

Анализ результатов испытаний болтов на разрыв показал, что болты, изготовленные по технологическому варианту 2 из стали 40Х, имеют излом 2-х видов: волокнистый и смешанный. Все остальные исследованные болты имеют волокнистый излом. Болты, высаженные по технологическому варианту 1 и по технологическому варианту 2 и 3, отвечают классу прочности 10.9 ГОСТ 1759-72. Высадка болтов из калиброванного проката, изготовленного по технологическому варианту 3, затруднена, так как прокат имеет завышенное сопротивление пластической деформации металла.

Выводы

1. Пластические показатели калиброванного проката, подготовленного по технологическим схемам 1, 2 и 3, отвечают требованиям ГОСТ 10702-78.

2. Калиброванный прокат, подготовленный по варианту 1, отвечает требованиям ГОСТ 10702-78 и может быть использован для изготовления крепежа методом холодной высадки. Крепеж, предназначенный для использования под класс прочности 8.8 и выше, должен подвергаться термической закалке.

3. Хромистые марки сталей, подготовленные по технологической схеме 3 со степенями обжатия при калибровании после изотермической обработки 20-26,5%, обладают более высоким сопротивлением пластической деформации относительно технологических вариантов 1 и 2. Высадка болтов с данными механическими свойствами ухудшает энергосиловые показатели и снижает стойкость инструмента за счет высоких удельных нагрузок и не рекомендуется при изготовлении калиброванного проката под холодную высадку.

4. Калиброванный прокат, подготовленный по технологическому варианту 2, имеет завышенное значение по сопротивлению пластической деформации, чем металлопрокат, подготовленный по технологическому варианту 1.

5. Метизные изделия, высаженные из калиброванного проката по технологической схеме 2, соответствуют классу прочности 10.9 по ГОСТ 1759-72 и не требуют дальнейшей их термической закалки