

## ПОДГОТОВКА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОКАТА ПОД ХОЛОДНУЮ ВЫСАДКУ АВТОМОБИЛЬНЫХ МЕТИЗОВ

Д.Ю. Козин, магистр

А.А. Филиппов, канд. техн. наук, доцент

Н.Н. Катаев, канд. техн. наук, доцент

Г.В. Пачурин, д-р техн. наук, профессор

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
(Россия, г. Нижний Новгород)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-2-1-87-90

**Аннотация.** Для повышения качества высаживаемых металлоизделий предприятия вынуждены изыскивать резервы на всех этапах технологической цепочки. При этом наибольший эффект достигается исключением энергоемкого и трудо-затратного отжига в печах с защитной атмосферой и борьбой с дефектами поверхности травлением или механическим способом. В работе предложена экономичная и природо-сберегающая технология подготовки структурно-механических свойств проката для высадки автомобильных метизов. Подготовленный по такой технологии стальной прокат имеет равномерную мелкодисперсную структуру без обезуглероженного слоя с повышенной пластичностью, что позволяет уменьшить количество переходов при высадке метизов и увеличить работоспособность высадочного инструмента. При этом отсутствуют вредные выбросы от печей отжига проката и существенно реже освежаются травильные растворы.

**Ключевые слова:** стальной прокат, структура, механические свойства, холодная высадка, качество метизов.

На фоне ухудшения окружающей среды и сокращения ресурсов становятся весьма актуальными вопросы ресурсо- и энерго-сбережения при одновременном улучшении качества и повышении конкурентоспособности. Важнейшим фактором в этом направлении является уменьшение затрат на потребляемые металл и энергию.

Широко распространенным и наиболее производительным способом получения готовых с высокими структурно-механическими свойствами металлоизделий являются методы их холодной высадки из металлического проката, который должен обладать определенным качеством - требуемой пластичностью, однородными по всей длине структурой и параметрами технологических свойств, отсутствием дефектов. При жесткой конкуренции для улучшения качества высаживаемых металлоизделий предприятия вынуждены изыскивать возможности на всех позициях технологической цепочки преобразования исходного металлопроката.

Требуемый уровень комплекса структурно-механических свойств можно достичь широким внедрением новых материалов и прогрессивных технологий их обработки [1, 2]. Стальной прокат под холодную высадку должен соответствовать высоким требованиям по параметрам прочности, пластичности, осадке и по определению специальных характеристик.

Таким образом, необходимость снижения трудовых затрат, экономии энергоресурсов и обеспечения возрастающих природоохранных проблем [3] обуславливает актуальность решения данной задачи.

Структурно-механические свойства материала, обеспечивающие качественную высадку [4], формируются в процессе волочения металла через фильеру. Технологические возможности проката тестируются отсутствием появления трещин и надрывов на поверхности после испытания на осадку. Оптимальной осадкой является достижение до 1/3 высоты. Однако результаты этого эксперимента соответствуют

лишь данному конкретному бунту проката, а не всей его партии.

Различие скоростей волочения на различных этапах подготовки стали существенно ограничивает производительность волочения. Технологические переходы включают в себя: подготовку; первичную деформацию; термообработку в печах с защитной атмосферой; повторную деформацию; термообработку.

Нагрев с использованием высокочастотных токов продолжается лишь до 6 мин (с дальнейшим плавным охлаждением в колодцах до 6 часов), в то время как в электрических или газовых печах 10...36 часов. Весьма важно при этом функционально обеспечивать структурно-механические свойства металлопроката за счет регулирования дисперсности зерна и структуры фазовых составляющих. Широко распространенный перед высадкой отжиг проката в колпаковых печах на зернистый перлит не всегда обеспечивает однородность свойств по длине мотка, а в структуре проката часто встречаются следы нежелательного пластинчатого перлита.

Для обеспечения качества ответственных изделий (например, болтов для газотранспортных магистралей) недопустимые поверхностные дефекты горячекатаного проката, как, например, обезуглероженный слой, риски задиры и т.п. [5] удаляются дорогостоящей операцией обточкой или вредной операцией травления, что, в свою очередь, приводит к удорожанию готовых изделий.

В данной работе отжиг предлагается проводить с помощью индукторов, которые за счет высокой стабильности температуры и отсутствия обезуглероженного слоя обеспечивают повышение качества проката, позволяют повысить производительность, экономичность и автоматизацию процесса, а также исключить вредные выбросы в атмосферу.

В работе изучалась широко распространенная в различных отраслях народного хозяйства для изготовления упрочняемых крепёжных болтов сталь 38ХА двух диа-

метров горячекатаного проката с диаметром 12,0 мм и 14,0 мм.

Исходная микроструктура горячекатаного проката стали 38ХА представляет собой «перлит + феррит». Действующая технология переработки проката с диаметра 12,0 мм на 9,65 мм: отжиг на зернистый перлит (печи с защитной атмосферой – 750°C, выдержка 24 ч); травление; волочение с 12,0 мм на 11,0 мм; отжиг (печи с защитной атмосферой – 670°C, выдержка 12 ч); травление; волочение с 11,0 мм до 10,2 мм; обточка с 10,2 мм на 9,97 мм; волочение с 9,97 мм на 9,65 мм.

В данной технологии удаление дефектов и обезуглероженного слоя с поверхности мотка осуществляется механической обточкой, что переводит в стружку не менее 55 кг с каждой тонны металла. В случае удаления окалина травлением необходимо дополнительное время, появляются экологически вредные остаточные растворы, требующие дорогостоящей утилизации. Выявлено неравномерное распределение свойства по объему мотка. Оказалось, что из-за повышенной скорости охлаждения витков внешней стороны мотка по отношению к внутренним, структура внешних концов бунта более мелкодисперсная, чем внутренних.

В работе предложены 2 режима переработки проката.

1. Режим (прокат диаметром 12,0 мм): травление 12,0 мм; волочение на 11,0 мм; отжиг с нагревом ТВЧ (760°...780°C); травление; волочение с 11,0 мм на 9,65 мм; отжиг с нагревом ТВЧ (760°...780°C); травление; калибровка на 9,65 мм.

2. Режим (прокат диаметром 14,0 мм): травление 14,0 мм; волочение на 13,0 мм; отжиг с нагревом ТВЧ (760°..780°C); травление; волочение на 12,00 мм; отжиг с нагревом ТВЧ (760°..780°C); травление; волочение на 11,00 мм; отжиг с нагревом ТВЧ (760°...780°C); травление; волочение на 9,65 мм.

Структура стали 38ХА на окончательном диаметре 9,65 мм для заготовки Ø 12,0 и 14.0 мм представляет собой «перлит сорбитообразный».

В предлагаемой методике отжига проката в индукторе ТВЧ образуется мелкодисперсная равномерно распределенная по всей длине микроструктура, приводящая к падению твердости (НВ на 30-31 единицу) и прочностных (предела прочности на 70-90 МПа; относительного предела текучести – на 40-70 МПа), но увеличению величины параметров пластичности (относительного сужения на 11-13%).

Рост числа операций с ТВЧ обуславливает изменение микроструктуры под воздействием последующего калибрования в холодном состоянии сплава. Например, перлит (сорбитообразный) приобретает меньшую дисперсность зерен. Тогда как такой отжиг проката Ø11,0 мм приводит к появлению перлита с мелкими зернами, а Ø9,65 мм уже формирует равномерно распределенную по всему объему проката микроструктуру точечного перлита с равномерно распределенным мелкозернистым ферритом. При этом наблюдается высокое качество поверхностного слоя проката, о чем свидетельствуют не высокая твердость (не более НВ 194), отсутствие обезуглероженного слоя, окислов и эллипсности, снижаются прочностные характеристики и

возрастает пластичность. Величина фактора пригодности стали к деформации достаточно высокая и составляет  $\sigma_{0,2} / \sigma_B = 41/68 = 0,6$ . Такой калиброванный прокат считается пригодным для холодной объемной штамповки.

#### **Выводы:**

Предложена ресурсосберегающая технология изготовления калиброванного проката стали 38ХА для холодной штамповки метизов для двигателей автомобилей. Показано, что волочение с рациональными степенями на каждом из трех этапов обжатия после отжигов с нагревом ТВЧ обеспечивает равномерную мелкодисперсную структуру без обезуглероженного слоя с лучшей способностью к деформированию, отсутствие окалины на прокате и эллипсности, а незначительный слой окислов устранялся в травильных ваннах в течение нескольких секунд. Подготовленный по такой схеме стальной прокат позволяет увеличить долговечность высадочного инструмента за счет уменьшения количества переходов. При этом отсутствуют вредные выбросы от отжиговых печей и реже освежаются травильные растворы.

#### **Библиографический список**

1. Pachurin G.V., Vlasov V.A. Mechanical properties of sheet structural steels at operating temperatures // *Metal Science and Heat Treatment*. – 2014. – Т. 56. – № 3-4. – Р. 219-223.
2. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // *Steel in Translation*. – 2008. – Т. 38. – №3. – Р. 217-220.
3. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // *Russian Engineering Research*. – 2008. – Т. 28. – № 7. – Р. 670-673.
4. Pachurin G.V., Filippov A.A. Rational reduction of hot-rolled 40X steel before cold upsetting // *Steel in Translation*. – 2008. – Т. 38. – № 7. – С. 522-524.
5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А., Матвеев Ю.И. Способ формирования структурно-механических свойств стального проката для высадки стержневых изделий // *Черные металлы*. – 2018. – №4. – С. 36-40.

---

## PREPARATION OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ROLLED ROLL FOR COLD SHAPING OF AUTOMOTIVE HARDWARE

**D.Yu. Kozinov**, *Master*

**A.A. Filippov**, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

**N.N. Kataev**, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

**G.V. Pachurin**, *Doctor of Technical Sciences, Professor*

**Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseeva  
(Russia, Nizhny Novgorod)**

***Abstract.** To improve the quality of plated metal products, enterprises are forced to seek reserves at all stages of the technological chain. In this case, the greatest effect is achieved by eliminating energy-intensive and labor-intensive annealing in furnaces with a protective atmosphere and combating surface defects by etching or mechanically. The paper proposes an economical and environmentally friendly technology for preparing the structural and mechanical properties of rolled products for upsetting automotive hardware. Rolled steel prepared using this technology has a uniform finely dispersed structure without a decarburized layer with increased ductility, which makes it possible to reduce the number of transitions during the upsetting of hardware and increase the efficiency of the upsetting tool. At the same time, there are no harmful emissions from rolled annealing furnaces, and pickling solutions are much less frequently refreshed.*

***Keywords:** rolled steel, structure, mechanical properties, cold heading, hardware quality.*