

DOI 10.58351/2949-2041.2025.21.4.019

Пачурин Герман Васильевич, д.т.н., профессор
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
Pachurin German Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Nizhny Novgorod State Technical University. R.E. Alekseeva
Nizhny Novgorod

Курагина Татьяна Игоревна, к.т.н., доцент
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
Kuragina Tatyana Igorevna, Ph.D., Associate Professor
Nizhny Novgorod State Technical University. R.E. Alekseeva
Nizhny Novgorod

Филиппов Алексей Александрович, к.т.н., доцент
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
Filippov Alexey Alexandrovich, Ph.D., Associate Professor
Nizhny Novgorod State Technical University. R.E. Alekseeva
Nizhny Novgorod

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБЖАТЫХ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Аннотация: В работе изучались прочностные и пластические характеристики сталей 30 и 45 в процессе волочения с степенями обжатия от 5% до 60%. Проведена сравнительная оценка каждого этапа деформирования проката при различных степенях обжатия и построены кривые упрочнения при сжатии образцов. Даны рекомендации для изготовления изделий с прочностью ≥ 600 МПа.

Abstract: The work studies the strength and plastic characteristics of steels 30 and 45 in the process of drawing with compression degrees from 5% to 60%. A comparative assessment of each stage of rolled product deformation at different compression degrees is carried out and compression hardening curves of samples are plotted. Recommendations are given for the manufacture of products with a strength of ≥ 600 MPa.

Ключевые слова: прокат, степень обжатия, пластическая деформация, механические свойства, структура, кривые упрочнения.

Keywords: rolled products, degree of compression, plastic deformation, mechanical properties, structure, hardening curves.

В машиностроении при выборе материалов изделий решается комплекс задач, основные из которых обеспечение надежной работы деталей и изделий в целом в различных условиях эксплуатации, определение оптимальных технологических процессов упрочнения металла

Повышение качества металлоизделий и их надежности является важнейшей задачей современного машиностроения [1].

Для современного потребителя главное – комплекс свойств, какими обладает материал в различных условиях эксплуатации, его свойства зависят от структуры, которая формируется во время фазовых и структурных превращений. В различных конструкциях и оборудовании широко применяются метизы, изготавливаемые методом холодной высадки из калиброванного проката различных сталей [2, 3].



Современные стандарты не учитывают требования к качеству поверхности и осадке образцов проката, которые необходимы при волочении металлопроката и последующей холодной осадке изделий [4, 5]. Игнорирование данных требований приводит к появлению брака, типа трещин, неудовлетворительному состоянию качества поверхности на готовых изделиях [6, 7]. Для получения изделий с прочностью не ниже 600 МПа используется прокат в бунтах и прутках с характеристиками, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ 10702-2016 «Прокат сортовой из конструкционной нелегированной и легированной стали для холодной штамповки. Общие технические условия».

Весь сортовой прокат, который поступает на обрабатывающие предприятия с металлургических заводов, проходит технологическую обработку с целью получения из неё различной продукции. Большую часть объема поступающего металла в бунтах и мотках подвергают очистки поверхности от окалины различными способами, термической обработки и волочению на волочильных станах [8, 9].

Целью исследования являлось изучение влияния подготовительного волочения сталей 30 и 45 с различными степенями обжатия проката на процесс пластического деформирования и эксплуатационные свойства при изготовлении изделий с различными требованиями по механическим характеристикам.

В работе проводили исследование механических характеристик среднеуглеродистых нелегированных сталей марок 30 и 45 после предварительного волочения горячекатаного проката с обжатием ε от 5% до 60%. Исходная структура горячекатаного проката состояла из пластинчатого перлита. После отжига получена структура зернистого перлита, которая обладает наиболее высокими пластическими свойствами.

Анализ результатов исследования сталей после волочения показывал, что оптимальное сочетание прочностных и пластических характеристик достигается при обжатии $\varepsilon = 5\%$. При увеличении обжатия до 10% выявляется интенсивный рост предела текучести ($\sigma_{0,2}$) и прочности (σ_B). Пластические свойства при этом обжатии начинают резко снижаться. Последующее увеличение степени обжатия вплоть до 60% обуславливает непрерывный рост прочностных характеристик, медленное снижение относительного удлинения, затем и дальнейшее интенсивное снижение относительного сужения. При увеличении степени обжатия сталей 30 и 45 наблюдается постоянный рост твердости.

Общим для вышеуказанных сталей является увеличение сопротивления пластической деформации в зависимости от увеличения степени предварительной деформации при волочении.

Наилучшее сочетание механических свойств – высокая пластичность и незначительное сопротивление пластической деформации достигается при обжатии образцов проката сталей 30 и 45 до 5%. Однако при обжатии 5% временное сопротивление разрыву испытываемые образцы имеют низкую прочность менее 600 МПа. Увеличение обжатия проката приводит к интенсивному росту предела текучести. На основании вышесказанного можно сделать вывод, что для изготовления изделий с прочностью ≥ 600 МПа, можно использовать металлопрокат стали марки 30 со степенью обжатия $\varepsilon \geq 20\%$.

Таким образом, с учетом того, что сопротивление пластической деформации стали марки 30 со степенью предварительной деформации волочением $\varepsilon = 20\%$ происходит менее интенсивно чем у стали 45, то предпочтение следует отдать прокату из стали 30.

Список литературы:

1. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. 2008, Т. 28, № 7. – С. 670-673.
2. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Выбор рациональных значений степени обжатия горячекатаной стали 40Х перед холодной высадкой метизов // Известия ВУЗов. Черная металлургия. 2008. № 7. – С. 23- 25.
3. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. 2008, Т. 28, № 7. – С. 670-673.



4. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А., Нуждина Т.В., Гончарова Д.А. Опыт подготовки качественной структуры и свойств поверхности стального проката к холодной высадке // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2019. – №8. – С. 58-61.
5. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Ресурсосберегающая и экологичная обработка поверхности металлопроката перед холодной высадкой // *Экология промышленности России*, август 2008. – С. 13-15.
6. Filippov A.A., Pachurin G.V, Mukhina M.V. et al., Formation of optimal structure and properties of pearlite steel during cold processing, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 918 (2020) 012097.
7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А., Матвеев Ю.И., Деев В.Б. Оценка качества стального проката для холодной объемной штамповки // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. – 2018. – Том 61. – № 7. – С. 551-556.
8. 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.
9. Filippov A.A., Pachurin G.V., Kuz'min N.A., Nuzhdina T.V., Goncharova D.A. Experience of Preparation of Quality Structure and Properties of the Surface of Rolled Bars for Cold Heading // *Met Sci Heat Treat* (2019), 61 (7), 517-520.