

УДК 621.785:669.14:669.715

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ.

Лукьянов Егор Дмитриевич<sup>(1)</sup>, Пустовойтов Денис Олегович<sup>(2)</sup>, Носов Леонид Васильевич<sup>(3)</sup>, Песин Илья Александрович<sup>(4)</sup>

*Студент 3 курса<sup>(1)</sup>, к.т.н.<sup>(2)</sup>, аспирант<sup>(3)</sup>, к.т.н.<sup>(4)</sup>  
кафедра «Технологии обработки материалов»*

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова*

*Научный руководитель: А. М. Песин,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

Одной из главных проблем при производстве металлов и сплавов является получение одновременно высоких показателей как прочности, так и пластичности. Асимметричная прокатка в последние годы рассматривается как эффективный способ достижения этого баланса как в России, так и за рубежом.. Настоящая работа посвящена исследованию влияния асимметрии на энергосиловые параметры, структуру и механические свойства, металлов и сплавов при горячей и холодной прокатке.

Расчёты напряжений, деформаций и температурных полей при продольной прокатке и прокатке в четырёхвалковом калибре выполнены в программном комплексе QForm 2D/3D. Экспериментальные исследования проведены на уникальной научной установке — стане 400 лаборатории «Механика градиентных наноматериалов имени А. П. Жилиева» Магнитогорского государственного технического университета имени Г. И. Носова. Особенностью установки является уникальная возможность варьирования коэффициента асимметрии в диапазоне от 1 до 10, что не имеет аналогов в мировой практике.

Исследования проводились для таких материалов, как стали 20, 09Г2С, 20Х13, а также алюминиевый сплав Д16.

В результате работы разработана технологическая схема горячей прокатки, позволяющая получать размер зерна у низкоуглеродистых сталей на уровне 1–3 мкм, в отличие от 8–15 мкм при традиционной технологии. При этом момент на ведущем валке не превышает допустимых значений.

Для нержавеющей стали 20Х13 предложена схема холодной прокатки, позволяющая исключить три из четырёх стандартных операций: отжиг, травление и вторичную холодную прокатку. При холодной прокатке алюминиевого сплава Д16 заготовка толщиной 6 мм была успешно деформирована до толщины 0,1 мм без термической обработки. Общее обжатие составило 98,3%, в то время как при традиционной технологии разрушение наступает уже при 40–50%.

Показана возможность существенного снижения размеров зерна низкоуглеродистой стали до 1 - 5 мкм при асимметричной прокатке в четырёхвалковом калибре.

В результате выполнения работы разработаны новые технологические схемы холодной и горячей асимметричной прокатки, а также прокатки в 4 валковом калбре, позволяющие существенно снизить размер зерна до 1-5 мкм, сократить число технологических операций и повысить технологическую пластичность, доведя её, в случае сплава Д16, с 40–50% до 98%.

## Литература

1. *Барышникова А.М., Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Песин И.А.* / Совершенствование технологии производства холоднокатаной ленты из низкоуглеродистых сталей на основе асимметричного деформирования из подката повышенной толщины // *Magnitogorsk Rolling Practice 2024* : материалы VIII Междунар. молодёж. науч.-техн. конф. Магнитогорск, 2024. С. 121–122
  2. *Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Барышникова А.М., Носов Л.В., Песин И.А., Цатурянц М.С.* / Исследование влияния рассогласования скоростей рабочих валков на технологические параметры горячей прокатки нержавеющей стали // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования* : тез. докл. 82-й Междунар. науч.-техн. конф. Магнитогорск, 2024. С. 241.
  3. *Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Харитонов В.А., Песин И.А., Барышникова А.М., Могильных А.Е.* / Совершенствование технологии производства холоднокатаной ленты с использованием асимметричного деформирования // *Современные проблемы электрометаллургии стали* : материалы XIX Всерос. конф. с междунар. участием. Челябинск, 2024. С. 227–232.
  4. *Песин А.М., Пустовойтов Д.О., Носов Л.В., Песин И.А., Локотунина Н.М.* / Способ производства листового проката из низколегированной стали : пат. RU 2833651 С1 Российская Федерация. № 2024117943 ; заявл. 28.06.2024 ; опубл. 28.01.2025. 4 с.
-