

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Вахроломеева Владимира Анатольевича «Совершенствование технологических режимов прокатки – разделения арматурных профилей с целью снижения материальных затрат», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы диссертационного исследования

Непрерывное увеличение темпов строительства как жилищных фондов, так и промышленных объектов страны требует от металлургической отрасли все больших объемов производства строительных профилей. Одним из основных видов таких профилей являются профили для армирования железобетонных конструкций. Исследования В.А. Вахроломеева направлены на совершенствование технологических режимов прокатки именно таких профилей. Развиваемый в работе способ прокатки-разделения арматурных профилей является на сегодняшний день одним из самых эффективных с точки зрения увеличения производительности прокатных станков и экономии материально энергетических ресурсов. На основании изложенного считаю тему диссертационного исследования весьма **актуальной**.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.6.4 – «Обработка металлов давлением» по следующим пунктам:

- п. 1 «Исследование и расчет деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки металлов, сплавов и композитов давлением»;

- п. 2 «Исследование процессов пластической деформации металлов, сплавов и композитов с помощью методов физического и математического моделирования»;

- п. 8. «Исследование пластической деформации металлов в процессах обработки давлением, совмещенных с другими технологическими процесса-

ми обработки металлов с целью разработки энергоэффективных и материало-сберегающих технологий».

Степень достоверности результатов

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается применением фундаментальных положений теории обработки металлов давлением, а также сопоставимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях российского и международного уровня.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 130 наименований и двух приложений.

Во введении обоснована актуальность решаемой научно-технической задачи, степень разработанности темы исследования, сформулированы цель, задачи работы, описана методология и методы исследования, представлены основные научные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая ценность и приведены данные об апробации, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе представлены результаты литературного обзора и анализа современного состояния научно-технической задачи. Представлен анализ способов и технологий, используемых при прокатке – разделении арматурной стали. Рассмотрены известные к настоящему времени способы разделения, такие как контролируемый разрыв в рабочих валках прокатных клетей, а также слиттинг-процесс. Всесторонне освещены существующие схемы организации процесса прокатки – разделения. В частности, рассмотрены известные виды калибров для прокатки сочлененного профиля, представлены методы определения параметров таких калибров. Рассмотрены вопросы потери устойчивости раската в процессе его разделения в межклетьевых делительных устройствах.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям процесса прокатки-разделения с применением не приводных делительных устройств, устанавливаемых в межклетьевых промежутках.

Рассмотрено условие равновесия сил в очаге деформации с учетом подпора, возникающего со стороны делительного устройства. В результате получены теоретические зависимости для определения продольной силы, обеспеченной резервом сил трения при формировании сочлененных прямоугольных, квадратных, круглых профилей.

Изложены результаты теоретического исследования силового взаимодействия раската и делительных роликов. Предложены теоретические зависимости для оценки величины продольной силы, необходимой для разделения сочлененных профилей передавливанием и разрывом. При этом учтена форма сочлененного профиля, конструктивные особенности неприводных делительных роликов, механические свойства разделяемого материала.

Представлены результаты теоретического исследования продольной устойчивости раската в процессе его разделения. На основе формулы Эйлера для определения устойчивости колонн, получены зависимости, позволяющие оценить допустимое расстояние между клетью, формирующей сочлененный профиль, и неприводным делительным устройством, гарантирующее продольную устойчивость полосы.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса прокатки-разделения. Изложена методика проведения экспериментов. А именно методика замера продольной силы, обеспеченной резервом сил трения в очаге деформации клетки, формирующей сочлененный профиль и методика определения усилия необходимого при продольном разделении передавливанием и разрывом.

Показано, что на величину продольной силы существенное влияние оказывает угол захвата, коэффициент трения и форма сочлененного калибра. При этом установлено, что наиболее рациональным является применение сочлененного квадратного калибра.

Представлены результаты экспериментальных исследований силы, необходимой для осуществления процесса разделения и их анализ. Определены рациональные отношения углов в месте раздела к углу при вершине делительного ролика при разделении передавливанием (0,67) и при разделении разрывом (от 1,2 до 1,6). Показано, что с точки зрения технологичности

предпочтительно разделение разрывом, при этом минимальное усилие разрыва имеет место при использовании сочлененных квадратов.

С учетом результатов экспериментальных исследований продольной устойчивости раската, получена зависимость для определения предельно допустимого расстояния от очага деформации до делительного устройства, обеспечивающего продольную устойчивость полосы.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработан алгоритм определения области осуществимости процесса прокатки – разделения и поиска рациональных режимов его реализации.

В **четвертой главе** приводятся результаты совершенствования действующих технологических режимов прокатки – разделения в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Рассмотрены режимы прокатки арматурных профилей №8, 10 и 12. В частности, определены:

- допустимые пределы расстояния между клетью, формирующей сдвоенный сочлененный профиль, и неприводным делительным инструментом;
- минимальный коэффициент вытяжки в клети, формирующей окончательный сочлененный профиль;
- рациональная толщина перемычки;
- продольная нагрузка на делительную арматуру;

Рассмотрена и доказана возможность производства на стане 250-1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» методом прокатки – разделения строенных арматурных профилей №8, 10 и 12.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Результаты исследований широко опубликованы в научной печати и апробированы на конференциях различного уровня.

Новизна и практическая значимость результатов исследований

Основными разработками автора, имеющими существенную научную новизну и практическую значимость, вносящими существенный вклад в развитие теории и технологии прокатного производства, являются следующие.

В части **научной новизны** наиболее ценным представляются полученные автором теоретические зависимости для определения:

- продольной силы, обеспеченной резервом сил трения в очаге деформации клетки, формирующей сочлененный профиль;
- продольной силы, необходимой при разделении сочлененных профилей способами передавливания и разрыва;
- допустимого расстояния между прокатной клетью, формирующей сочлененный профиль, и делительным устройством, гарантирующие устойчивость полосы в этом промежутке.

Практической значимостью обладают следующие результаты диссертационного исследования:

- разработанный алгоритм для определения области осуществимости процесса прокатки – разделения с использованием неприводного делительного инструмента и поиска рациональных режимов формоизменения и разделения сочлененных полос;
- рекомендации по совершенствованию режимов формоизменения и разделения сочлененных профилей для условий непрерывного мелко-сортного стана 250-1 АО ЕВРАЗ ЗСМК при производстве арматурных профилей №8, 10 и 12.

Вместе с тем по работе имеются **замечания и вопросы**.

1. На стр. 47 диссертации, при описании очага деформации при продольной прокатке, сказано: «...Это является непременным условием равномерного движения заготовки в очаге деформации». Известно, что скорость входа металла в очаг деформации меньше скорости выхода. Что понимает автор под равномерным движением заготовки в очаге деформации?

2. Вызывает сомнение составленное уравнение равновесия сил в очаге деформации (формула 2.2 на стр. 50). Интегрирование проекции напряжений трения ведется по всей длине очага деформации (пределы интегрирования от 0 до α). В тоже время известно (и автор об этом писал), что проекции напряжений трения на направление прокатки в зонах отставания и опережения разнонаправлены, и в уравнение 2.2 должны входить с разными знаками. Это

же замечание касается уравнений (2.4), (2.7) и (2.10).

3. На рисунке 3.12 представлено сравнение результатов экспериментальных исследований (при формоизменении в сочлененном прямоугольном калибре и в гладких валках с выступом) с результатами расчетов продольной силы по полученным зависимостям (2.3) и (2.12). На стр. 74 сказано: « ... Расчетные результаты хорошо согласуются с опытными значениями, ошибка аппроксимации не превышает 8%». О каких параметрах аппроксимации идет речь?

4. На рисунках 4.4 – 4.6 представлены области осуществимости процесса прокатки – разделения при производстве арматуры №8-12 в условиях непрерывного мелкосортного стана 250-1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Отмечено (см. стр. 99), «При выборе технологических режимов процесса продольного разделения необходимо выполнять условие $Q1/Q2 > 1,2 - 1,3 \dots$ ». По-видимому, это условие и определяет область осуществимости процесса. Но из рисунков 4.4 -4.6 совершенно не ясно, где же эта область. Какие при этом должны быть коэффициенты вытяжки и толщина перемычки в калибре, формирующем окончательный сочлененный профиль? Из каких соображений выбран диапазон $Q1/Q2 > 1,2 - 1,3$? Что будет, если отношение $Q1/Q2 = 1,15$?

Указанные замечания не снижают научной ценности и практической значимости работы и полученных в диссертации результатов исследований.

Заключение

Анализ материалов, представленных в диссертации и автореферате, позволяет сделать следующее заключение.

Диссертация Вахроломеева В.А. актуальна, содержит научную новизну, обладает практической значимостью и является законченной научно-квалификационной работой. Материалы диссертации достоверны, достаточно апробированы и опубликованы в научной печати. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением. Основные результаты диссертации Вахроломеева В.А. направлены на решение значимой научной-технической задачи, связанной с развитием теории и технологии процесса прокатки-разделения.

В целом диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Вахроломеев Владимир Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Вахроломеева Владимира Анатольевича и их дальнейшую обработку.

Шварц Данил Леонидович,
заведующий кафедрой обработки металлов
давлением Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина»,
доктор технических наук, доцент

Подпись Шварца Д.Л. удостоверяю:

31 ОКТ 2025

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.



Специальность, по которой была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук - 05.16.05 — Обработка металлов давлением

Телефон: +7 (343) 375-44-37, E-mail: d.l.shvartc@urfu.ru
620002, Уральский федеральный округ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Телефон +7 (343) 375-44-44, E-mail: rector@urfu.ru