

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор

по научной и инновационной работе

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,

доктор технических наук, профессор



М.В. Чукин

«6» января 2017 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный

технический университет им. Г.И. Носова»

на диссертацию Широкова Вячеслава Вячеславовича

«Разработка методики расчёта скоростных режимов прокатки труб на непрерывных раскатных станах», представленную на соискание ученой степени

кандидата технических наук

по специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением

### Актуальность темы диссертации

В последние годы значительно растёт потребность в бесшовных трубах с высокой точностью по геометрическим параметрам, таким как овальность и толщина стенки. Наиболее производительными на сегодняшний день являются трубопрокатные агрегаты (ТПА), имеющие в своём составе непрерывные оправочные станы. При производстве наибольшую сложность представляет собой получение высокой точности стенки в поперечном сечении трубы, поскольку точность по диаметру, овальность трубы, можно исправить на правильной машине, а разнотолщинность после непрерывного стана может только увеличиваться, приводя к развитию неустраняемого дефекта. Учитывая сказанное, исследования направленные на расчёт и контроль режимов прокатки,

обеспечивающих показатели качества трубной продукции, являются актуальными.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, четырёх приложений, списка литературных источников из 94 наименований, изложена на 171 странице машинописного текста. Графики и иллюстрации представлены на 54 рисунках, экспериментальные и расчётные данные сведены в 28 таблиц. Информация, приведённая в автореферате, соответствует основному содержанию диссертации и даёт полное представление о её научных положениях, результатах и основных выводах.

#### **Оценка глав диссертации**

**Во введении** автором обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** представлен обзор научно-технической литературы по вопросам повышения точности труб по толщине стенки и методикам расчёта скоростных режимов прокатки труб в непрерывных станах на длинной оправке.

Проведён анализ особенностей непрерывной прокатки: наличие взаимосвязи отдельных клетей через прокатываемый металл, а при наличии плавающей оправки, и через оправку.

Анализ результатов многочисленных работ отечественных и зарубежных авторов дал возможность диссертанту выделить основные недостатки существующих методик расчёта скоростных режимов и пути их совершенствования, что позволило бы повысить качество труб путём уменьшения разностенности и вероятности образования дефектов прокатного происхождения. На основании проведённого анализа, автором сформулированы цели и задачи исследования.

**Во второй главе** представлено математическое моделирование процесса непрерывной прокатки труб.

Серьёзным достижением автора является разработка универсальной математической модели, позволяющей рассчитывать с высокой точностью скоростные режимы при прокатке труб на непрерывном раскатном стане. Универсальность математической модели заключается в том, что выведенные зависимости учитывают такие важные факторы, как изменение зазоров между валками, использование различных калибровок валков непрерывного раскатного стана, различный сортамент труб, позволяют адаптировать данную методику к станам с различным количеством клетей, с удерживаемой или плавающей оправкой, с двух- или трёхвалковыми калибрами. Кроме того, дают возможность рассчитывать частоты вращения валков по клетям стана для обеспечения заданного уровня межклетевых напряжений, либо определять напряжения, возникающие в металле трубы между прокатными клетями, при заданных значениях оборотов валков.

На основе разработанной математической модели был создан программный продукт, что даёт возможность оперативного расчёта скоростных режимов.

**Третья глава** посвящена физическому и компьютерному моделированию процесса раскатки гильзы на плавающей оправке для проверки адекватности созданной математической модели. Моделирование было проведено на лабораторном стане продольной прокатки, а также с использованием программы QForm.

Анализ результатов прокатки свинцовых патрубков на лабораторном стане показал, что, разработанная автором, методика демонстрирует достаточно высокую сходимость результатов расчёта коэффициентов вытяжки и секундного объёма с экспериментальными данными.

Анализ результатов моделирования процесса прокатки в среде QForm показал, что результаты расчёта методом конечных элементов, таких параметров как продольная скорость течения металла на выходе из очага деформации и коэффициент вытяжки, близки к значениям, полученным при расчёте по разработанной автором методике.

Разработанная методика является достаточно точной, а принятые при её разработке допущения обоснованы, и не вносят существенного искажения в результаты расчётов.

**В четвертой главе** представлены результаты исследования процессов формирования толщины стенки труб диаметром 150 мм при непрерывной прокатке на заводе компании IPSCO Koppel Tubulars Inc. В ходе опытно-промышленных прокаток подтверждена применимость результатов расчёта по разработанной методике в условиях производства. Определено влияние значений межклетевых натяжений на величину поперечной разнотолщинности при прокатке труб с различной толщиной стенки и из различных марок сталей.

По результатам прокаток предложен рациональный режим натяжений, обеспечивающий повышение точности стенки трубы в поперечном направлении.

### **Основные научные результаты и их значимость**

#### **для науки и производства**

К основным научным результатам диссертационной работы следует отнести следующие достижения:

#### **Научная новизна:**

- На основе энергетического метода разработана математическая модель процесса раскатки труб на длинной оправке в непрерывном стане;
- Определена зависимость между уровнем межклетевых напряжений и точностью труб;
- Выявлены закономерности трения на контакте поверхностей трубы и оправки для различных условий применения смазывающих веществ.

#### **Практическая значимость:**

- Разработана методика и компьютерная программа, позволяющая осуществлять расчёт непрерывного стана с учетом межклетевых натяжений (свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012613142, № 2010613824 и № 2012613141).

- Новые технические и технологические решения опробованы и частично внедрены на заводах: IPSCO Koppel Tubulars L.L.C. в городе Эмбридж, штат Пенсильвания, США и АО «Волжский трубный завод».

- Результаты работы внедрены в процесс обучения студентов по направлению «Металлургия» и профилю «Обработка металлов давлением».

### **Достоверность полученных результатов**

Подтверждением достоверности результатов исследований, приведенных в диссертационной работе, является статистически значимая сходимость теоретических и экспериментальных данных, а также реализация безаварийных опытно-промышленных прокаток в условиях завода IPSCO Koppel Tubulars L.L.C.

Материалы диссертации соответствуют заявленному паспорту специальности, основные положения работы доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях различного уровня. Результаты исследования широко опубликованы в научных изданиях, в том числе шесть статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получено три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс при подготовке студентов ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ).

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты работы могут быть использованы на ведущих заводах-изготовителях бесшовных труб, имеющих в своём составе ТПА с непрерывными станами: ПАО «ТАГМЕТ», г. Таганрог; ПАО «Северский трубный завод», г. Северск; ПАО «Синарский трубный завод», г. Каменск-Уральский; ПАО «Челябинский трубопрокатный завод», г. Челябинск; ОАО «Первоуральский новотрубный завод», г. Первоуральск; АО «Волжский трубный завод», г. Волжский.

### **Замечания по диссертационной работе**

По содержанию представленной работы имеются следующие замечания:

1. При описании процесса прокатки в работе мало рассмотрены переходные процессы, протекающие на этапах заполнения и освобождения стана.

2. В качестве одного из возможных способов повышения точности труб следовало бы рассмотреть варьирование калибровки валков прокатного стана.

3. При расчёте геометрических параметров очага деформации не уделено внимание такому параметру как жесткость прокатных клетей.

4. Представляет интерес, но не нашло отражения в работе напряжённое состояние валкового инструмента и оправок непрерывного раскатного стана в процессе прокатки.

5. Автором не приведены данные, характеризующие эффективность предложенного решения в отношении изменения величины концевой обреза при прокатке без натяжений, а также прокатке с рекомендованным уровнем натяжений.

Несмотря на высказанные замечания, можно сформулировать следующее положительное заключение по диссертации.

### **Заключение**

Анализ материалов, представленных в диссертационной работе В.В. Широкова, позволяет сделать следующие выводы:

1. Диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, представлены научно обоснованные технические решения в области производства бесшовных труб на ТПА с трёхвалковым непрерывным раскатным станом.

Материалы диссертации соответствуют заявленному паспорту специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением.

Полученные результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Достоверность выводов и рекомендаций не вызывает сомнений в связи с использованием автором современного уровня техники, методов исследования и математической обработки экспериментальных данных, полученных по результатам физического и компьютерного моделирования, а

также в период проведения промышленных исследований и опытно-промышленных прокаток. Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертации.

2. Диссертационная работа соответствует критериям ВАК РФ, определённым п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» №842 от 24.09.2013 г. к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Широков Вячеслав Вячеславович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа и отзыв на неё заслушаны и обсуждены на заседании кафедры технологий обработки материалов ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (протокол №5 от 10.01.2017)



Профессор кафедры технологии обработки материалов, д-р техн. наук, профессор,  
Моллер Александр Борисович.



Доцент кафедры технологии обработки материалов, д-р техн. наук, доцент,  
Голубчик Эдуард Михайлович.



Адрес организации:

455000, Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Федеральное государственное бюджетное

учреждение высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Тел. (3519) 298-402

E-mail: magtu@magtu.ru