

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

Широкова Вячеслава Вячеславовича на тему: «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 работы**

В последние годы значительно растёт потребность в бесшовных трубах с высокой точностью по диаметру и толщине стенки. Трубопрокатные агрегаты (ТПА), имеющие в своём составе непрерывные раскатные станы, в последние годы получили большое распространение, т.к. наряду с высокой производительностью обеспечивают повышение качества труб. При производстве наибольшую сложность представляет минимизация поперечной разностенности трубы, поскольку точность по диаметру и овальность можно исправить на редуционных и калибровочных станах, а прямолинейность – на правильных машинах, тогда как разнотолщинность после непрерывного стана, как правило, может только увеличиваться.

### **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 подробный обзор научно-технической литературы, касающийся темы диссертации, в котором основной упор сделан на анализ путей снижения разностенности и методы расчёта скоростных режимов прокатки труб в непрерывных станах на длинной оправке.

Анализ процесса непрерывной прокатки показал важность оценки взаимосвязи отдельных клетей НРС через прокатываемую трубу, а при наличии плавающей оправки, и через оправку.

Изучение результатов многочисленных работ отечественных и зарубежных авторов дало возможность диссертанту выделить основные недостатки существующих методик расчёта скоростных режимов и пути их совершенствования. Устранение указанных недостатков позволит повысить качество труб за счёт 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 легко адаптировать данную методику к станам с различным количеством клетей, с удерживаемой или плавающей оправкой, с двух- или трёхвалковыми калибрами. Модель даёт 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. Физическое моделирование было проведено на лабораторном стане продольной прокатки, а компьютерное – с использованием программы QForm.

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

Оценка результатов моделирования процесса прокатки в среде QForm показала, 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.

Таким образом, разработанная методика является достаточно точной, а это, по мнению автора, подтверждает, что 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 увеличение точности стенки трубы в поперечном направлении.

Полученные результаты показывают способность диссертанта организовывать проведение исследований в условиях действующего производства.

**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:**

- Разработаны методика и компьютерная программа, позволяющие 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.

Основные положения работы доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях различного уровня. Результаты исследова-

ния широко опубликованы в научных изданиях, в том числе шесть статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат диссертации полностью отражает её содержание.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В работе не рассматриваются процессы заполнения и освобождения стана.
2. Не приведены данные о величине концевой обреза при прокатке без натяжений и при прокатке с рекомендованным уровнем напряжений.
3. В работе не рассматривается влияние скоростных режимов на износ валков и оправок непрерывного раскатного стана.
4. Не проведен анализ влияния параметров процесса прокатки на катающий диаметр.
5. При разработке модели не учитываются внеконтактная деформация и изменение толщины стенки трубы.
6. Трение оправка-труба в модели принята 0,05, а при оценке на приборе 0,2
7. Не приведены данные по распределению вытяжки по периметру трубы

### **Общее заключение по диссертационной работе**

Ознакомление с содержанием и анализ результатов, изложенных В.В. Широковым в диссертационной работе, позволяют сделать вывод, что представленная к защите работа является законченным научным исследованием, в котором приведены новые научно обоснованные технические решения в области производства бесшовных труб на ТПА с двухвалковым 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 ис-

следования и математической обработки экспериментальных данных, полученных по результатам физического и компьютерного моделирования, а также в период проведения промышленных исследований и опытно-промышленных прокаток.

Основные результаты исследований широко опубликованы в научных изданиях, в том числе шесть статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, также результаты исследований обсуждались на конференциях различного уровня, в том числе, международных. Получено три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс при подготовке студентов ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ).

На основании изложенного считаю, что диссертация, выполненная на тему «Разработка методики расчёта скоростных режимов прокатки труб на непрерывных раскатных станах» соответствует критериям ВАК РФ, определённым п.п. 9, 10, 11 «Положения о присуждении учёных степеней» к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, и, несмотря на наличие незначительных замечаний, её автор, Широков Вячеслав Вячеславович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 - «Обработка металлов давлением».

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук  
27.12.2016 г.

*Подпись за верным*  
Буксбаум Виктор Борисович

кандидат технических наук,  
начальник технического отдела

АО «Уралтрубмаш»,  
454139, г. Челябинск,  
ул. Новороссийская, д. 30

тел.: 8(351)734-73-52

E-mail: vbuksbaum@utbm.ru



В.Б. Буксбаум