

ОТЗЫВ

официального оппонента Логинова Юрия Николаевича
на диссертационную работу **Яковлевой Ксении Юрьевны**
на тему: **«Интенсификация процесса волочения холоднодеформированных труб на самоустанавливающейся оправке на основе комплексного моделирования»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Диссертационная работа Яковлевой К.Ю. выполнена с целью выявления на основе комплексного моделирования научно-обоснованных зависимостей, обеспечивающих интенсификацию процесса волочения холоднодеформированных труб на самоустанавливающейся оправке.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 133 наименований отечественных и зарубежных авторов. Работа изложена на 192 страницах машинописного текста, содержит 41 рисунок, 29 таблиц, 5 приложений.

Во введении показана актуальность работы, цель и задачи исследования, перечислены полученные автором результаты, раскрыта научная новизна, практическая и теоретическая значимость полученных автором результатов, обозначены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основании проведенного автором обстоятельного аналитического обзора показана необходимость комплексного исследования вопросов рациональной профилировки самоустанавливающейся оправки, условий и способов обеспечения ее равновесного положения в очаге деформации, определения напряженного состояния при волочении на самоустанавливающейся оправке с учетом реального характера упрочнения металла и различия граничных условий на контактной поверхности, совместно обеспечивающих повышение производительности процесса волочения.

Во второй главе представлены результаты математического моделирования напряженного состояния при волочении на самоустанавливающейся оправке на основе использования метода конечных элементов и проекционного метода. Разработанный таким образом алгоритм решения краевой задачи позволил учесть приращение сопротивления металла пластической деформации по длине очага в результате упрочнения и различие граничных условий на контактной поверхности с волокой и оправкой. Численное исследование новой аналитической зависимости показало, что при

разности углов волоки и оправки от 1° до 3° и при отношении между коэффициентами трения на контакте с волокой и оправкой от 1,0 до 1,3 гарантированно обеспечивается равновесное положение самоустанавливающейся оправки. При этом определен допустимый диапазон изменения граничных значений коэффициентов трения. Также в ходе численной реализации установлено, что наиболее чувствительным участком очага деформации с точки зрения напряженного состояния является участок начала контакта трубы с оправкой.

В третьей главе приведены результаты экспериментального исследования сопротивления деформации стали марок 35 и 12Х1МФ, динамической вязкости современных смазочных материалов, используемых в технологии оправочного волочения труб. Экспериментально исследовано влияние режимов деформации, профилировки оправки и вязкости смазочного материала на энергосиловые параметры волочения на самоустанавливающейся оправке, условия равновесия оправки и качественные характеристики труб. В третьей главе важное место занимают результаты исследования взаимосвязи вязкости смазочного материала и коэффициента трения.

В четвертой главе приведены результаты опытно-промышленного освоения технологии волочения холоднодеформированных труб размерами $16,0 \times \text{вн.} 12,0$ мм с использованием комплекта волочильного инструмента, обеспечивающего разность углов 3° , и смазочного материала с вязкостью $0,1$ Па·с, обеспечивающего возможность увеличения скоростного режима волочения. Разработан способ волочения на самоустанавливающейся оправке, обеспечивающий увеличение производительности до 10 %.

В пятой главе приведены параметры рациональной профилировки самоустанавливающейся оправки и рациональные режимы волочения. С использованием разработанных решений подготовлены рекомендации по совершенствованию технологии изготовления холоднодеформированных труб с заданным внутренним диаметром менее 12 мм применительно к линейным и барабанным станам.

После каждой главы, как и по работе в целом, сделаны выводы.

Актуальность темы диссертационной работы. Ввиду ужесточения конкуренции на внутреннем и внешних рынках трубной продукции, в том числе машиностроительного назначения, актуальной для российских производителей остается задача повышения их конкурентоспособности. Достижение этой цели возможно при условии расширения сортамента, повышения качества труб и одновременной реализации высокопроизводительной технологии их изготовления.

Процесс оправочного волочения широко применяется на отечественных и зарубежных предприятиях, зачастую как единственный способ изготовления труб

определенного сортамента. Для изготовления труб с заданным внутренним диаметром в сортаменте, потребляемом автомобильной промышленностью, в том числе по зарубежным стандартам, способ волочения на самоустанавливающейся оправке не имеет альтернативы. Поэтому совершенствование способа волочения труб на самоустанавливающейся оправке с целью повышения его производительности несомненное является актуальной задачей.

Научная новизна основных положений и выводов диссертации для развития теории волочения труб на оправке определяется следующим:

- получена новая аналитическая зависимость для определения усилия волочения труб на самоустанавливающейся оправке, впервые учитывающая реальный характер изменения сопротивления пластической деформации металла;

- на основе численного исследования напряженного состояния при волочении труб на самоустанавливающейся оправке определен диапазон допустимого изменения граничных условий на контактной поверхности с волокой и самоустанавливающейся оправкой. Показано, что при разности углов волоки и оправки от 1° до 3° и соотношения между коэффициентами трения на контактной поверхности с волокой и оправкой от 1,0 до 1,3 гарантированно обеспечиваются условия равновесного положения оправки;

- уточнены эмпирические зависимости сопротивления пластической деформации трубных сталей марок 35 и 12X1МФ от степени деформации при холодной обработке металлов давлением, позволяющие проектировать рациональные режимы волочения;

- определена взаимосвязь вязкости используемых при волочении современных смазочных материалов и коэффициента трения. Получена новая эмпирическая зависимость изменения коэффициента трения от скорости волочения для смазочного материала с вязкостью 0,1 Па·с, позволяющая определять рациональные скоростные режимы волочения.

Выполненные автором теоретические и экспериментальные исследования, а также промышленное опробование позволили получить следующие результаты, имеющие **практическую значимость**:

- разработан алгоритм решения краевой задачи определения напряженного состояния при оправочном волочении, который внедрен в рабочий процесс технических служб ПАО «СинТЗ» и учебный процесс ФГАОУ ВО «ЮУрГУ»;

- разработана классификация профила размеров самоустанавливающихся оправок;

- определены резервы повышения производительности процесса волочения не менее чем на 10 % за счет эффективного использования ресурса смазочных материалов;

- разработан и запатентован способ волочения труб на самоустанавливающейся оправке (патент RU 2545981), позволяющий увеличить производительность до 10 %;

- разработана высокопроизводительная технология изготовления прямолинейных труб и труб в бунтах, удовлетворяющих требованиям отечественных и зарубежных стандартов.

Методы исследования и достоверность полученных результатов. Для решения поставленных задач при проведении исследования процесса волочения труб на самоустанавливающейся оправке К.Ю. Яковлева применяла современные методы и программы, современное поверенное оборудование и инструмент для физического моделирования. Решение краевой задачи механики сплошной среды реализовано инженерным методом с привлечением метода конечных элементов и проекционного метода Бубнова-Галеркина. Физическое моделирование реализовано с использованием разрывной машины ССИ MTS Insight 100, ротационного вискозиметра модели VIS 403, профилометра Surftest SJ-201, лабораторного трибометра и универсального автоматизированного комплекса лабораторного оборудования при использовании прокатного и волочильного модулей. Достоверность полученных в работе результатов с достаточной для практики сходимостью подтверждена сравнительным анализом теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено два патента РФ на изобретение и полезную модель, обсуждались на 8 конференциях различного уровня: международного, российского, регионального.

Замечания по работе:

1. При анализе работы плавающей (самоустанавливающейся) оправки выпадает фактор температуры. Хотелось бы знать оценку тепловых условий в очаге деформации в реальных условиях волочения и в тех опытах по определению коэффициента трения, которые описаны в работе. Это же касается и определения вязкости смазки.
2. В процессе волочения тепловое поле очага деформации оказывается нестационарным, температура изменяется от комнатной до рабочей. Для устойчивой работы оправки придется учитывать отдельно условия трения в начале процесса при холодной поверхности инструмента и относительно холодном слое смазки и в установившейся стадии, когда инструмент, заготовка и смазка разогреты. Создается ощущение, что особенности этих различных периодов работы системы «заготовка-оправка-волока-смазка» не учтены.

Отмеченные замечания по работе носят частный характер и в целом не затрагивают сущности и ценности предложенных в работе решений.

Заключение:

Диссертационная работа К.Ю. Яковлевой на тему: «Интенсификация процесса волочения холоднодеформированных труб на самоустанавливающейся оправке на основе комплексного моделирования» представляет законченную научно-квалификационную работу, которая выполнена с целью решения актуальной задачи. Новые научные и практические результаты работы имеют важное теоретическое и прикладное значение при совершенствовании технологии изготовления холоднодеформированных труб с заданным внутренним диаметром в направлении увеличения производительности процесса оправочного волочения. Достоверность основных положений и выводов диссертации не вызывает сомнения.

Автореферат достаточно полно и объективно отражает содержание диссертации.

Таким образом, представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением, требованиям п. 9 Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней по техническим наукам, а Яковлева Ксения Юрьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент
профессор кафедры «Обработка металлов давлением»
Института новых материалов и технологий
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
д-р техн. наук, профессор
« 05 » 04 2017 г.



Юрий Николаевич
Логинов

620002, Екатеринбург, Свердловская область, ул. Мира, 19
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт новых материалов и технологий
Тел.: 8(3439)3754624
E-mail: j.n.loginov@urfu.ru

Подпись
заверяю



Начальник
Общего отдела УДЮВ
А.М. Косачёва