Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
доктор технических наук,
профессор

_____
Ваулин Сергей Дмитриевич
«_____»_____2016 г.

# ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) на диссертационную работу Ерпалова Михаила Викторовича на тему «Совершенствование технологии высадки концов труб нефтяного сортамента на гидравлических прессах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

## Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Ерпалова Михаила Викторовича посвящена вопросам повышения эффективности технологии высадки концов труб нефтяного сортамента на горизонтальных гидравлических прессах за счет обеспечения высокого уровня качества продукции и повышения производительности при изготовлении. Важность работы связана с тем, что насосно-компрессорные и бурильные трубы, являясь продукцией ответственного назначения, подвержены высоким механическим нагрузкам. От их надежности и долговечности зависят затраты на обустройство и эксплуатацию нефтяных и газовых месторождений. Кроме того, на отечественном рынке высока доля импорта насосно-компрессорных и особенно бурильных труб. Таким образом, вопросы повышения

качества высаженных концов труб и снижения затрат при их производстве являются актуальными.

Решение задач, связанных с повышением качества продукции и обеспечением стабильности технологического процесса высадки концов труб, возможно различными способами:

- улучшение технологических режимов нагрева и деформации заготовок;
- рациональная настройка инструмента и оборудования пресса;
- ограничительные требования к размерам трубам;
- совершенствование калибровки инструмента и др.

Однако в настоящее время управление качеством продукции имеет эвристический характер, т.к. процесс высадки концов труб изучен недостаточно. Поэтому диссертационную работу Ерпалова М.В., направленную на изучение температуры нагрева концов труб, формоизменение металла при высадке в зависимости от параметров процесса, на разработку методики определения рациональных режимов деформации и уменьшение количества деформационных проходов, следует считать важной и актуальной.

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности № 11.1369.2014/К от 18.07.2014 (Номер государственной регистрации: 114122470051) на кафедре обработки металлов давлением Уральского федерального университета, а также в рамках реализации Программы Повышения конкурентоспособности УрФУ на 2013-2020 гг.

## Оценка содержания диссертации

Диссертация содержит введение, пять глав, заключение, список литературы из 114 наименований и приложения. Объем работы составляет 215 страниц машинописного текста, в том числе 119 рисунков и 18 таблиц.

**Во введении** автором раскрыта актуальность выбранной тематики диссертационной работы, отражена научная новизна и практическая значимость, а также обоснована цель и сформулированы задачи исследования.

**В первой главе** приведен сортамент труб нефтяного сортамента, выпускаемых с высаженными концами, и основные требования нормативно-технической документации к ним. Представлены основные способы получения изделий с высаженными концами и сделан критический обзор теоретических и экспериментальных исследований, касающихся особенностей формоизменения металла в процессе деформации, определения температурных условий нагрева и высадки концов труб, исследования энергосиловых параметров процесса, а также вопросов проектирования технологического инструмента. На основании обзора литературы сделана постановка задач исследования.

**Вторая глава** посвящена конечно-элементному моделированию процесса высадки концов труб, выполненному в программе Deform-3D. При планировании и постановке задач вычислительного эксперимента автором работы было учтено большое количество изменяемых технологических параметров процесса высадки: размеры заготовки, включая диаметр, толщину стенки и разностенность; положение трубы относительно инструмента; условия трения на контактной поверхности с инструментом; длина, температура и равномерность нагрева концов заготовок; температура технологического инструмента, а также взаимное расположение матриц и пуансона. Это позволило детально изучить формоизменение металла в очаге деформации при высадке концов труб в зависимости от условий процесса. В результате решения задач конечно-элементного моделирования, автором работы были установлены причины образования внутренних дефектов в виде раковин на внутренней поверхности готовых изделий и показана важность точного определения усилия высадки, обеспечения равномерности и заданной длины нагрева концов заготовок, а также уменьшения сил трения на контактной поверхности металла трубы с инструментом. Во второй главе автором работы также сформулированы требования к размерам заготовки в зависимости от калибровки технологического инструмента и показана принципиальная возможность разработки технологии высадки концов бурильных труб ПН 73×9 ГОСТ Р 50278-92 за один проход.

**Третья глава** посвящена математическому моделированию процесса высадки концов труб. С применением основных положений механики деформируемого тела автором установлена зависимость усилия высадки от размеров исходной заготовки, размеров высаженного конца трубы (калибровки технологического инструмента), свойств материала и условий трения на контактной поверхности с инструментом. Анализ полученной зависимости, выполненный в рамках третьей главы, показал возможность применения результатов моделирования для улучшения режимов высадки.

**В четвертой главе** приведены результаты промышленного исследования процессов нагрева заготовок и высадки концов труб на горизонтальном гидравлическом прессе, установленном в ОАО «Первоуральский новотрубный завод». На основании результатов термографического исследования нагрева и деформации концов заготовок были скорректированы технологические режимы с целью обеспечения заданной длины нагретого конца трубы. Промышленный эксперимент, направленный на изучение формоизменения металла трубы в очаге деформации, подтвердил результаты теоретического исследования.

**Пятая глава** посвящена вопросам повышения эффективности технологии высадки концов труб нефтяного сортамента на гидравлических прессах. Автором работы представлены результаты внедрения в производство технических решений по совершенствованию калибровки и технологии изготовления инструмента для высадки концов насосно-компрессорных труб, ограничению максимальной толщины стенки заготовки и корректировке режимов нагрева концов труб, подбору эффективной технологической смазки. Утверждается, что указанные мероприятия позволили уменьшить затраты при производстве насосно-компрессорных труб, повысить и стабилизировать качество получаемых изделий на уровне 97…99%. В пятой главе также представлены результаты разработки и промышленного опробования технологии высадки концов бурильных труб ПН 73×9 ГОСТ Р 50278-92 за один проход, что подтверждает результаты теоретического исследования и свидетельствует о возможности интенсификации деформации в процессе высадки.

В целом, представленная диссертация свидетельствует о завершенной научно-исследовательской работе, выполненной на достаточно высоком научном уровне.

**Научная новизна, практическая ценность и обоснованность научных положений и результатов диссертационной работы**

Научную новизну и теоретическую ценность представляют следующие результаты работы:

- установлены закономерности течения металла и формоизменения концов труб в очаге деформации при высадке на гидравлических прессах;
- установлены причины и условия образования внутренних дефектов высаженных концов труб;
- получено решение задачи по определению усилия деформации при высадке концов труб с применением вариационного метода на основе принципа минимума полной мощности;
- предложена методика проведения и обработки опытных данных промышленного эксперимента, направленного на изучение температурных условий и формоизменения металла при высадке концов труб;
- показана возможность интенсификации процесса высадки концов труб с целью уменьшения числа проходов.

Практическая значимость результатов работы состоит в следующем:

- сформулированы научно-обоснованные требования к размерам заготовки и калибровке технологического инструмента, позволяющие исключить образование дефектов на внутренней поверхности высаженных концов труб, расположенных вблизи торца;
- предложены технические решения по улучшению технологии изготовления инструмента для высадки концов труб;
- предложена эффективная технологическая смазка;
- разработана научно-обоснованная технология высадки концов бурильных труб ПН 73×9 ГОСТ Р 50278-92 за один проход.

Научные положения и результаты исследования следует считать достоверными, а выводы и рекомендации, приведенные автором, обоснованными. Достоверность проведенных исследований обеспечивается использованием в работе научных основ механики сплошной среды и теории обработки металлов давлением, а также методов математической статистики; применением апробированного программного обеспечения (Deform-3D, MathCAD, MS Excel); совпадением теоретических результатов исследования с экспериментальными данными, полученными в ходе промышленных экспериментов в условиях ОАО «Первоуральский новотрубный завод».

Результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах, в том числе, международного уровня. Основные результаты работы изложены в 10 научных статьях и тезисах докладов, в том числе 3 статьи опубликованы в журналах из списка ВАК, 1 статья проиндексирована в базе данных Scopus.

**Соответствие паспорту специальности**

Материалы диссертации расширяют научные знания об особенностях формоизменения металла при высадке концов труб, температурных условиях процессов нагрева и деформации заготовок. Разработанные компьютерные модели позволяют с высокой надежностью определять напряженно-деформированное состояние в высаживаемой заготовке и осуществлять поиск рациональных схем и режимов деформирования, направленных на повышение качества продукции. Представленная в работе математическая модель позволяет определять энергосиловые параметры процесса высадки концов труб, обеспечивая точность результатов на высоком уровне с учетом размеров заготовки и калибровки инструмента. Разработанная и внедренная технология изготовления инструмента путем азотирования поверхностного слоя, а также новая технологическая смазка обеспечивают снижение затрат при изготовлении труб с высаженными концами, а технология высадки концов бурильных труб ПН 73×9 по ГОСТ Р 50278-92 за один проход позволяет повысить

производительность пресса. Полученные результаты имеют существенное значение для развития производства насосно-компрессорных и бурильных труб. Таким образом, материалы и результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Основные научно-практические результаты работы целесообразно рекомендовать к внедрению в ПАО «Синарский трубный завод» (г. Каменск-Уральский), ПАО «Таганрогский металлургический завод» (г. Таганрог). Результаты исследований приняты к внедрению в ОАО «Первоуральский новотрубный завод» (г. Первоуральск). Результаты исследований могут быть полезны технологам и конструкторам предприятий при разработке новых технологических процессов высадки концов насосно-компрессорных и бурильных труб, а также при совершенствовании уже существующих технологических режимов нагрева и высадки. Результаты работы, связанные с модернизацией технологии изготовления инструмента путем азотирования, а также выбором новой технологической смазки могут быть использованы конструкторскими и технологическими службами трубных и кузнечно-прессовых цехов.

**Замечания по диссертационной работе**

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. В главе 1 сделан обзор способов получения изделий с утолщенными концами, в числе которых прессование труб на трубопрофильных прессах с применением иглы переменного сечения. Этот способ лишен недостатков изучаемого процесса с точки зрения многопроходности и качества внутренней поверхности изделий. Не совсем ясно, почему нельзя было рекомендовать эту технологию для изготовления насосно-компрессорных и бурильных труб?
2. В разделе 2.1 при планировании вычислительного эксперимента температура матриц и пуансона заданы конкретными значениями. При этом

в разделе 4.1, где было выполнено изучение температурных условий нагрева и деформации заготовок, исследование фактических рабочих температур инструмента отсутствует. Тогда возникает вопрос, откуда взяты эти конкретные значения?

3. В главе 3 на стр. 118 сопротивление деформации сдвига принято средним по очагу и составило 73 МПа на основе конечно-элементного моделирования. При этом разница по усилиям высадки, найденным в ходе конечно-элементного моделирования и аналитическим способом, составила около 20%, в то время как в сравнении с промышленными данными аналитическая формула дает правильный результат. Почему в методе конечных элементов усилия оказались заниженными?
4. В главе 5 говорится об успешном внедрении технологии изготовления бурильных труб ПН 73х9,2 мм по ГОСТ Р 50278-92 за один проход в ОАО «Первоуральский новотрубный завод». Однако в приложении нет документов, подтверждающих это.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Ерпалова Михаила Викторовича «Совершенствование технологии высадки концов труб нефтяного сортамента на гидравлических прессах» представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на совершенствование технологии изготовления труб с высаженными концами за счет обеспечения высокого уровня качества продукции и повышения производительности процесса.

Сделанные по диссертации замечания не носят принципиального характера и не снижают ценность работы. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Ерпалов Михаил Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа Ерпалова М.В. и отзыв на нее заслушаны и обсуждены на расширенном заседании кафедры «Машины и технологии обработки материалов давлением» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) (протокол № 06 от 04.02.2016).

Заведующий кафедрой «Машины
и технологии обработки материалов
давлением» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ),
доктор технических наук, профессор — Шеркунов Виктор Георгиевич

Ученый секретарь кафедры «Машины
и технологии обработки материалов
давлением» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) — Иванов Василий Александрович

---

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)
кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»,
454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ)

т.: +7 (351) 267-94-81, +7 (351) 267-92-24
моб.: +7-9
E-mail: sherkunovvg@susu.ac.ru