

ПРОТОКОЛ № 3/з

Заседания диссертационного совета 24.2.353.02

на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
от «22» апреля 2022 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 17 из 24 членов диссертационного совета: Голенков Вячеслав Александрович, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки (председатель)); Поляков Роман Николаевич, д.т.н., доцент, 2.5.2 (технические науки) (заместитель председателя); Кожус Ольга Геннадьевна, к.т.н., 2.5.5. (ученый секретарь); Баранов Юрий Николаевич, д.т.н., доцент, 2.5.5. (технические науки); Барсуков Геннадий Валерьевич, д.т.н., доцент, 2.5.5. (технические науки); Вдовин Сергей Иванович, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки); Дорохов Даниил Олегович, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Корнаев Алексей Валерьевич, д.т.н., доцент, 2.5.2. (технические науки); Коробко Андрей Викторович, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Лавриненко Юрий Андреевич, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Лавриненко Владислав Юрьевич, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Радченко Сергей Юрьевич, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки); Савин Леонид Алексеевич, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Тарапанов Александр Сергеевич, д.т.н., профессор, 2.5.5. (технические науки); Ушаков Леонид Семенович, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Фроленкова Лариса Юрьевна, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Черепенько Аркадий Анатольевич, д.т.н., 2.5.5. (технические науки).

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Защита диссертации соискателя Зайцева Алексея Ивановича на тему: «Разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

СЛУШАЛИ:

Защиту диссертации соискателя Зайцева Алексея Ивановича на тему: «Разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Официальные оппоненты:

- Демин Виктор Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МТ6 «Технологии обработки давлением» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва (положительный отзыв);

- Пасынков Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика пластического формоизменения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула (положительный отзыв).

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк (положительный отзыв).

На автореферат поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные.

В порядке обсуждения и защиты диссертации вопросы задавали следующие члены совета: д.т.н., профессор Тарапанов А.С., д.т.н., профессор, Савин Л.А., д.т.н., доцент Баранов Ю.Н., д.т.н., доцент Дорохов Д.О., д.т.н., доцент Лавриненко В.Ю., д.т.н., доцент Барсуков Г.В., д.т.н., доцент Корнаев А.В., д.т.н., доцент Поляков Р.Н.

В дискуссии приняли участие: д.т.н., доцент Дорохов Д.О., д.т.н., доцент Корнаев А.В., д.т.н., доцент Лавриненко В.Ю.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. На основании результатов тайного голосования присудить Зайцеву Алексею Ивановичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки)(проголосовали «за» - 17, «против» - нет, «недействительных бюллетеней» - нет).

2. Утвердить заключение диссертационного совета с учетом внесенных поправок.

3. Материалы по защите диссертации направить в Высшую аттестационную комиссию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на утверждение.

Председатель
Диссертационного совета
24.2.353.02, д.т.н., проф.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
24.2.353.02, к.т.н.



Голенков В.А.

Кожус О.Г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.353.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 апреля 2022 г. № 3/з

О присуждении ЗАЙЦЕВУ АЛЕКСЕЮ ИВАНОВИЧУ, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки) принята к защите 18 февраля 2022 года (протокол заседания № 3/р) диссертационным советом 24.2.353.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95), приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации о создании 1057/нк от 20 октября 2021 года.

Соискатель Зайцев Алексей Иванович, 19 марта 1976 года рождения.

В 1998 году Зайцев Алексей Иванович окончил с отличием «Орловский государственный технический университет». По специальности «Технология машиностроения». С 1998 по 2001 год являлся аспирантом Орловского государственного технического университета по специальности 05.03.01 – «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки». В период с 01.12.2018 г по 01.02.2019 г. являлся экстерном для прохождения аттестации по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

В настоящее время Зайцев Алексей Иванович работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности ведущего инженера службы технической поддержки.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре машиностроения.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Вдовин Сергей Иванович. Работает профессором кафедры машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Официальные оппоненты:

Демин Виктор Алексеевич - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МТ6 «Технологии обработки давлением» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва;

Пасынков Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика пластического формоизменения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк, в своем положительном отзыве, подписанным Павлом Ивановичем Золотухиным, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Оборудование и процессы машиностроительных производств», указала, что диссертационная работа Зайцева А.И. на тему: «Разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования» является законченной научно-квалификационной работой, по своему содержанию и решаемым задачам исследования соответствует паспорту научной специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением, соответствует требованиям пп. 9-14 Положения

о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842. Автор работы, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них 5 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертационных исследований по машиностроению, 1 патент Российской Федерации на изобретение.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Зайцев, А.И.** Свободный изгиб трубы моментом / С.И. Вдовин, А.И. Зайцев, В.Н. Михайлов // *Фундаментальные проблемы техники и технологии.* – 2016. – №5. – С. 77-79.

2. **Зайцев, А.И.** Стесненный изгиб трубы моментом / С.И. Вдовин, А.И. Зайцев, В.Н. Михайлов // *Фундаментальные проблемы техники и технологии.* – 2016. – №6. – С. 82-86.

3. **Зайцев, А.И.** Расчет изгиба трубы с деформируемым сечением/ С.И. Вдовин, А.И. Зайцев // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением.* 2017, № 5. – С. 10-15.

4. **Зайцев, А.И.** Математическое моделирование волнообразования при гибке труб / С.И. Вдовин, А.И. Зайцев, Н.В. Татарченков// *Фундаментальные проблемы техники и технологии.* – 2018. – №1. – С. 62-65.

5. **Зайцев, А.И.** Математическое моделирование и расчет гибки труб не приводным водилом // *Фундаментальные проблемы техники и технологии.* – 2019. – №1. – С. 62-65.

6. Патент № 2673695 Российская Федерация, МПК В21Н1/22. Устройство для гибки труб [Текст] / Вдовин С.И., **Зайцев А.И.**, Борзенков М.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». - № 2017115593; Заявл. 03.05.2017; опубл. 29.11.2018, Бюл. № 34

На диссертацию и автореферат поступило 9 положительных отзывов, содержащих следующие замечания:

1. **Демин В.А.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МТ6 «Технологии обработки давлением» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», официальный оппонент: 1. В работе используется гипотеза Кирхгофа-Лява которая, как известно, работает при

соотношении $R/S > 5...10$. Однако в диссертации не приводятся границы применения выполненных исследований. 2. На рис.12 (автореферат рис.1) нейтральная линия напряжений смещена в сторону наружной поверхности трубы. Нет объяснения, почему. 3. На всех эпюрах напряжения σ_ϕ присутствует излом, которого не должно быть, если применяется степенная функция напряжения текучести. Поэтому возникает вопрос, как получены эти эпюры. 4. Автор в разных главах использует разные металлы. В начале выполнен расчет для нержавеющей стали 1X18H10T с толщиной стенки $t = 0,5$, затем расчет выполнен на стали 20 с толщиной стенки 5 мм., а эксперименты проведены на трубах из алюминиевого сплава Д16М с толщиной стенки 2 мм. В выводах по разделу на стр.77 написано, что показатели утонения стенки и овальности сечений труб, образующихся при гибке отклоняющим роликом или водилом, зависят от силы ... Однако со стр. 58 до стр.77 нет слов, содержащих «утонение» и «овальность».

2. **Пасынков А.А.**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика пластического формоизменения» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», официальный оппонент: 1. Теоретический анализ схем гибки труб следовало дополнить схемами с круглым копилом, сократив содержание раздела три. 2. Экспериментальные исследования гибки с осевым сжатием выполнены на одинаковых образцах, изгибаемых на одинаковый радиус, варьировалась только сжимающая сила. 3. Не ясно учитывает ли разработанная автором математическая модель изгиба трубы неоднородность механических свойств материала.

3. **Ведущая организация** - ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет». 1. В рамках проведенного исследования был бы интересен не только вопрос определения предельных углов гибки труб с осевым сжатием, связанный с появлением реверсивной пластической деформации, но и вопрос ограничения максимального осевого сжатия, а следовательно и силы проталкивания, под действием которой возможно образование пряжка или разрушение изогнутого участка заготовки. 2. Экспериментальная проверка результатов расчета утонения и волнистости ограничена одним набором опытных образцов трубы и одинаковым радиусом гибки. 3. В материалах работы не присутствуют подтверждения применения результатов исследования в промышленных или опытно-промышленных технологиях.

4. **Сосенушкин Е.Н.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем пластического деформирования, ФГБОУ ВО «Московский

государственный технологический университет «СТАНКИН»: не определены границы применимости полученного теоретико-математического аппарата для разных труб, как с позиции геометрических, так и физико-механических свойств.

5. **Фетисов В.П.**, доктор технических наук, ЗАО «Техника и технология метизного производства»: при проектировании технологических и конструкторских решений надо учитывать, что величина сил определенная по упрощенной методике оказывается завышенной

6. **Типалин С.А.**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»: в автореферате представлены расчеты для трех материалов (нержавеющей стали 1Х18Н10Т, алюминиевого сплава Д16М и стали 20) однако представленные зависимости относятся к разным параметрам для различных сплавов, что не дает представления о том, как меняются технологические особенности процесса от свойств материала.

7. **Дорофеев О.В.**, кандидат технических наук (научная специальность – 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением), доцент, декан факультета Бизнеса Университета «Синергия»: автором разработаны упрощенные решения, пригодные в инженерной практике проектирования процессов трубогибочного производства с осевым сжатием и без него. Следствием упрощения стало завышение величины подачи и силы примерно на 10%.

8. **Путилин С.В.**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Наземные транспортные технологические средства» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»: теоретические исследования проводились лишь для одной схемы гибки трубы моментом, а их результаты для других схем гибки не применялись. Вероятно, этот недостаток связан с чрезмерным усложнением и без того сложных расчетов и моделей, сделанных автором.

9. **Платов С.И.**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения», **Дёма Р.Р.**, доктор технических наук, доцент кафедры «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»: 1. Не понятно, как учитываются тепловые процессы. 2. Не ясно, влияет ли материал, из которого изготовлена труба, на эффективность разработанной автором методики гибки с осевым сжатием.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, что подтверждается значительным количеством публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для научной специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель слабовыраженного волнообразования при гибке трубы моментом, основанная на условии равенства значений полной потенциальной энергии при наличии волнообразования и в его отсутствие, позволяющая выполнить расчет высоты волны и относительного смещения нейтральной поверхности, а также получено решение задачи изгиба трубы отклоняющим роликом или не приводным водилом, путем применения баланса работы внешних и внутренних сил, позволяющее определять силовые и кинематические параметры процесса;

предложены научно обоснованные методики инженерного расчета предельно допустимых значений силы осевого сжатия и угла гибки трубы из условий допустимого волнообразования и отсутствия реверсивных пластических деформаций на границе изогнутого участка;

доказана эффективность применения осевого сжатия, учитывающего ограничения волнообразования в процессе гибки труб, позволяющая улучшить качество изогнутых заготовок трубопроводов по показателям утонения стенки и овальности сечений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность расчета высоты волн на стадии ее монотонного увеличения при изгибе трубы моментом, с учетом возможного приложения осевой сжимающей силы;

применительно к проблематике диссертации результативно использован вычислительный метод последовательных приближений, а также энергетический критерий, согласно которому искомой высоте волн соответствует стационарное значение полной потенциальной энергии;

изложена гипотеза изгиба трубы с одновременным развитием слабо выраженной волнистости в области сжатия;

раскрыт механизм образования области разгрузки под действием момента толкающей силы при гибке труб водилом;

изучена связь угла поворота водила с образованием в его окрестностях очага деформаций обратного знака – первоначально упругих, а затем пластических;

проведена модернизация известной математической модели изгиба трубы моментом, добавлением концепции изгиба трубы моментом и одновременного развития волнообразования в области сжатия, обеспечивающая расчет искомой высоты волны из условия одинакового значения полной потенциальной энергии в обоих вариантах.

Значения полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждаются тем, что:

разработана методика проектирования технологических процессов гибки труб проталкиванием через зону деформирования или наматыванием на копир с осевым сжатием, учитывающая ограничения волнообразования, утонения стенки и овалности сечений согласно техническим требованиям к трубопроводам, а также предельно допустимые деформации, и обеспечивающая улучшение качества изогнутых заготовок трубопроводов;

определены предельные углы гибки труб с осевым сжатием, ограниченные появлением пластической деформации обратного знака, и возможности их увеличения с помощью разработанного устройства, защищенного патентом РФ;

создан новый учебный комплекс проектирования технологических процессов гибки труб проталкиванием, **внедренный** в учебный процесс подготовки студентов направлений 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» и специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;

представлены методики расчета высоты волн, а также силы и подачи трубы при проталкивании через зону гибки водилом или отклоняющим роликом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: достоверность значений осевой силы при гибке труб обеспечивалась применением сертифицированного и откалиброванного оборудования, достоверность значений высоты волн, овалности и утонения стенки, полученных на опытном образце, обеспечивалась применением современных средств измерения;

теория построена на известных положениях деформационной теории пластичности, дополненных энергетическими методами расчетов пластического деформирования, согласно которой, в отсутствие осевого сжатия рассчитанная высота волнистости приближается к предельно допустимой при радиусах гибки тонкостенных труб порядка трех диаметров, что согласуется с практическим опытом.

идея базируется на анализе технических требований к гибке труб в судостроении и самолетостроении, допускающих образование волн высотой до 0,2 мм;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках, в частности, по вопросам утонения стенок труб при гибке.

использованы современные методики статистической обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в: подборе аппроксимаций формы изогнутой оси трубы и волнистости ее стенки; решении статически неопределимой системы уравнений равновесия в зоне гибки водилом; разработке и переносу в вычислительную среду (MathCAD) математических моделей; оснащении лабораторной трубогибочной установки гидравлической системой и проведении опытной гибки с приложением осевого сжатия; обработке и интерпретации экспериментальных данных; разработке устройства для гибки труб, защищенного патентом РФ; подготовке публикаций по диссертационной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

Соискатель Зайцев А.И. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, касающуюся разработанных им новых теоретических и технологических решений.

На заседании 22 апреля 2022 г. диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические решения, которые заключаются в разработке методики проектирования процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимых показателей волнообразования и утонения стенки, имеющие существенное значение для развития страны присудить Зайцеву Алексею Ивановичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.7. Технологии и

машины обработки давлением (технические науки), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за присуждение ученой степени - 17 человек, против присуждения ученой степени - 0 человек, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель

диссертационного совета

24.2.353.02



Голенков Вячеслав Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

24.2.353.02

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kozhush', is written over the text.

Кожус Ольга Геннадьевна

«22» апреля 2022 г.