ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.115.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.09.2019 г. № 27

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» принята к защите 25 июля 2019 года (протокол заседания № 32) объединенным диссертационным советом Д999.115.03 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 образованияинауки Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95), федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный

технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (398055, г. Липецк, ул. Московская, 30), приказ МинобрнаукиРоссиио создании 1510/нк от 25 ноября 2016 года.

Соискатель Зайцев Алексей Иванович,1976 года рождения.

В 1998 году Зайцев Алексей Иванович окончил федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный технический университет». 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 настоящее время Зайцев Алексей Иванович работает инженером информационно-вычислительного центра «Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева».

Диссертация выполнена на кафедре Технологии машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Вдовин Сергей Иванович.

Официальные оппоненты:

1. Лавриненко Юрий Андреевич – доктор технических наук, начальник отдела стандартизации продукции АМТС центра «Стандартизация и идентификация»государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»);

2. Пасынков Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика пластического формоизменения» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение «Техномаш», г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном главным научным сотрудником, доктором технических наук, доцентом Бещековым Владимиром Глебовичем

указала, что диссертация А.И. Зайцева имеет актуальную тематику, обладает новизной и практической значимостью, соответствует паспорту научной специальности 05.02.09 – «Технологии и машины обработки давлением» и требованиям, предъявляемым п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842. Автор работы заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – «Технологии и машины обработки давлением».

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 изгибтрубы 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 трубымоментом / 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 неприводнымводилом //«Фундаментальные проблемы техники и технологии». – 2019. – №1. – С. 62-65.

6. Патент № 2673695 Российская Федерация, МПК B21H1/22. 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 отзывов, все отзывы положительные:

1. Ведущая организация. ФГУП «НПО «Техномаш». Отзыв подписал главный научный сотрудник, доктор технических наук, доцент БещековВладимир Глебович.

Замечания: - научной новизной диссертационной работы должен быть перечень активных действий над исходной трубной заготовкой, а гипотеза не предполагает обязательную достоверность.

- следовало рассмотреть более широкую гамму металлических материалов, пригодных для обработки по методу предложенному в диссертации.

2. Официальный оппонент. «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ») Отзыв подписал начальник отдела стандартизации продукции АМТС центра «Стандартизация и идентификация»доктор технических наук Лавриненко Юрий Андреевич.

Замечания: -не приводятся требования к материалам и трубным заготовкам, видам труб, их состоянию перед гибкой. Какие трубы можно применять для гибки: стальные бесшовные холоднодеформированные или теплодеформированные, электросварные прямошовные или другие? Из каких материалов трубные заготовки? Не показана область применения, разработанного Вами процесса гибки труб;

-какие станки применяются в современном трубогибочном производстве? Их модели, технические характеристики?;

-не приводится обоснование выбора схемы одноосного напряженного состояния в расчетах процесса гибки;

-при моделировании изгиба трубы моментом не учитывается упрочнение материала при изменении степени деформации при изгибе и, следовательно, напряжение текучести;

- не показана допускаемая степень деформации при гибке крутоизогнутых труб на малые радиусы;

-не указаны названия элементов на рис. 40;

-не приводятся экспериментальные данные, подтверждающие теоретические расчеты, приведенные на рисунках 14 и 15. Не обоснованна их правильность. Экспериментальная гибка выполнялась наматыванием на круглый копир, а теоретический расчет относится к изгибу моментом;

-данные опытной гибки, представленные графиками на рисунках 37,38, следовало бы оценить на предмет соответствия теоретическим результатам.

3. Официальный оппонент. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет». Отзыв подписал доцент кафедры «Механика пластического формоизменения» кандидат технических наукПасынков Андрей Александрович.

Замечания: -теоретический анализ схем гибки труб следовало дополнить схемами с круглым копиром, сократив содержание раздела 3;

-экспериментальные исследования гибки с осевым сжатием выполнены на одинаковых образцах, изгибаемых на одинаковый радиус, варьировалась только сжимающая сила;

-не ясно учитывает ли разработанная автором математическая модель изгиба трубы неоднородность механических свойств материала.

4. ФГБОУ ВО МГТУ им. Баумана. Отзыв подписал заведующий кафедрой «Технологии обработки давлением» доктор технических наук, профессор ЕвсюковСергей Александрович.

Замечание: - в расчете холодной гибки водилом необходимо учитывать фактор свободного формоизменения сечения трубы.

5. ФГБОУ ВОСамарский государственный университет путей сообщения. Отзыв подписал профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические средства» доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заслуженный изобретательРоссийской Федерации МулюкинОлег Петрович.

Замечания:

- неясность приоритетности и процентного/количественного отдельного влияния каждого из комплекса взаимосвязанных конструктивно-механических параметров подвергаемого гнутью трубчатого элемента на прочность и долговечность конструкции в представленных теоретико-экспериментальных исследованиях;

- отсутствие безразмерных зависимостей, связывающих толщину стенки, радиус сгиба и прочие параметры гнутья для перехода в область подобных/безразмерных тел с определением диапазона пригодности созданного теоретико-математического аппарата.

6. ФГБОУ ВО Московский политехнический университет. Отзыв подписали; заведующий кафедрой «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии», кандидат технических наук, доцент П.А. Петров, профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»кандидат технических наук Н.Ф. Шпунькин.

Замечание: -экспериментальная проверка результатов расчета утонения и волнистости ограничилась одним набором опытных образцов трубы и одинаковыми радиусами гибки.

7. ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет». Отзыв подписал заместитель первого проректора по учебной работе, кандидат технических наук, доцент Василенко Юрий Валерьевич.

Замечание: - сложность полученных решений, обусловленная спецификой устойчивости труб при гибке.

8. ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет. Отзыв подписали; заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением»доктор технических наук, профессор Сидельников Сергей Борисович, доцент кафедры «Обработка металлов давлением» кандидат технических наук Константинов Игорь Лазаревич.

Замечание: -автором приведены примеры реализации разработанных методик гибки труб для разных материалов (стали 20, нержавеющей стали 1Х18Н10Т, алюминиевого сплава Д16), однако, при этом представляло бы интерес выявить хотя бы для одного из перечисленных материалов характер формоизменения в изогнутом участке трубы или определить зависимость силовых параметров гибки

трубы от отношения толщины стенки трубы к ее диаметру для размеров, соответствующих, например диапазону определенного типа труб, например толстых или тонких и т.д.

9. ЗАО «Техника и технология метизного производства» Отзыв подписал Лауреат премии совета министров СССРи государственной премии Республики Беларусь доктор технических наукФетисов Василий Павлович

Замечание: - недостаточно раскрыт вопрос изменения овализации изогнутого участка трубы при гибке с осевой силой.

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.

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 отсутствии, позволяющая выполнить расчет высоты волны и относительного смещения нейтральной поверхности, а так же получено решение задачи статической неопределимости гибки трубы моментом, с зоной деформирования,стесненной положением отклоняющего ролика или не приводным водилом, путем применения: аппроксимации формы оси изогнутой трубы; равенства моментов внутренних сил; баланса внешних и внутренних работ, позволяющая определять силы и предельные углы гибки.

предложена научно обоснованная методика инженерного расчета при гибке отклоняющим роликом и водилом с аппроксимацией изогнутого участка трубы, параметры которого подсчитываются из условия минимума работ внутренних сил, позволяющая получать требуемую форму изогнутой трубы за счет регулировки угла наклона зажима относительно поворотного звена водила.

доказана эффективность применениясевого сжатия,учитывающегоограничения 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 (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован вычислительный метод последовательных приближений, а такжеэнергетический критерий, согласно которому искомой высоте волн соответствует стационарное значение полной потенциальной энергии;

изложены элементы теории процессов гибки труб отклоняющим роликом и водилом;

раскрыт механизм образования области разгрузкипод 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 математической модели свободного изгиба трубы с учетом влияния водила на форму ее оси.

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 овальности сечений согласно техническим требованиям к трубопроводам**,** а также предельно допустимые деформации, и обеспечивающая улучшение качества изогнутых заготовок трубопроводов.

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

создан модуль эффективного применения знаний, внедренный в учебный процесс подготовки магистров по направлению 15.00.00 «Машиностроение»;

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 применениемсертифицированного и откалиброванного оборудования, достоверность значений высотыволн, овализации и утонения стенки, полученных на опытном образце, обеспечивалась применениемсовременных средств измерения;

теорияпостроена на известных положениях деформационной теории пластичности, дополненных энергетическими методами расчетов пластического деформирования, согласно которой,в отсутствие осевого сжатиярассчитанная 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 судо- 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.

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 выполненной работе.

На заседании 27.09.2019 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 и принял решение **присудить Зайцеву Алексею Ивановичу ученую степень кандидата технических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.02.09, 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
д.т.н., профессор Голенков Вячеслав Александрович

Врио ученого секретаря
диссертационного совета
д.т.н., профессор Черепенько Аркадий Анатольевич

«27» сентября 2019 г.