



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Липецкий государственный
технический университет»
(ЛГТУ)

Московская ул., д. 30, Липецк, 398055
Тел.: (4742) 31-15-28, 32-80-00.
Факс (4742) 31-04-73.
E-mail: mailbox@stu.lipetsk.ru
<http://www.stu.lipetsk.ru>
ОКПО 02069875, ОГРН 1024840843631,
ИНН/КПП 4826012416/482601001



УТВЕРЖДАЮ

Проректор научной работе и инновациям
кандидат технических наук, доцент

С.Е. Кузенков

«16» 03 2022 г.

№ _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию 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)

1. Актуальность диссертационного исследования

Условия эксплуатации трубопроводов новых поколений машин и механизмов, создаваемых в современном машиностроении, предъявляют повышенные требования к их качеству, жестко ограничивая овальность и утонение стенки изогнутых труб.

Осевое сжатие зоны деформирования, присущее гибке труб отклоняющим роликом или водилом, или добавляемое специально, позволяет значительно улучшить показатели овальности и утонения стенки изогнутых труб. Выбор силовых и кинематических параметров сжатия затруднен отсутствием надежных критериев устойчивости изгибаемых труб, начальное нарушение которой в виде слабого волнообразования вообще не изучалось, несмотря на то, что оно допускается техническими требованиями к трубопроводам и другим изделиям.

Отсутствие методик расчета высоты волн, нередко наблюдаемых при гибке труб, является серьезным пробелом, не восполняемым теорией бифуркации оболочек, которая трактует процесс волнообразования как мембранный эффект без его количественной оценки.

Мембранная модель возникновения дефекта исключает возможность расчета слабой волнистости, допускаемой отраслевыми стандартами. Экспериментальные данные по этому вопросу отсутствуют. Поэтому осевое сжатие при гибке занижают либо вообще не применяют, а проблему утонения решают завышением исходной толщины стенки трубы.

В связи с этим разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования является весьма актуальной темой исследования.

2. Объем, структура и содержание диссертации

Диссертационная работа изложена на 118 страницах, состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 53 наименования.

Во введении отражена и обоснована актуальность работы, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы. Представлены основные положения, выносимые на защиту, показана апробация результатов.

В первом разделе содержится аналитический обзор схем гибки труб с продольным сжатием, а также теоретических и экспериментальных исследований потери устойчивости при деформировании абстрактных (оболочки) и реальных (листовые и трубные заготовки) объектов.

Во втором разделе выполнено математическое моделирование пластического изгиба трубы моментом с монотонно возрастающей волнистостью стенки. Ему предшествовало принятие гипотезы о зарождении волн в самом начале изгиба и их монотонном росте до нарушения устойчивости процесса.

Третий раздел посвящен теории и расчетам процессов гибки труб толкающей силой.

В четвертом разделе представлена упрощенная методика инженерных расчетов гибки водилом.

В пятом разделе содержатся разработки по реализации процессов гибки с осевым сжатием. Приведено описание экспериментальной гибки труб по схеме наматывания на копир с дополнительным нагружением толкающей силой.

3. Научная новизна исследования, значимость и достоверность полученных результатов работы

Автором получены следующие новые научные результаты:

1. 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;
2. получено аналитическое 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, позволяющее определять силы и предельные углы гибки;
3. предложена научно-обоснованная методика 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 наклона зажима относительно поворотного звена водила;
4. предложена научно-обоснованная методика проектирования технологических процессов гибки труб с осевым сжатием, учитывающая ограничения волнообразования согласно техническим требованиям к трубопроводам, а также предельно допустимые реверсивные деформации в окрестностях замка копира, позволяющая улучшить качество изогнутых заготовок трубопроводов по показателям утонения стенки и овальности сечений.

Исследования выполнены с применением современного научно-исследовательского оборудования и программного обеспечения. Достоверность и обоснованность полученных результатов, научных положений и выводов подтверждена использованием стандартных методов и методик измерения геометрии труб в процессе гибки, а также статистического анализа и

обработки данных.

Материалы диссертации доложены и обсуждены на достаточном количестве научных конференций и семинаров различного уровня.

По тематике диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях из перечня рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент РФ на изобретение.

4. Практическая ценность результатов работы

Разработана методика расчета подачи трубы и проталкивающей силы при гибке водилом, применимая в инженерных расчетах гибки трубы с фиксированными параметрами или по заданным габаритам изогнутого участка трубы при проектировании и эксплуатации трубогибочного оборудования.

Разработана методика проектирования технологических процессов гибки труб проталкиванием через зону деформирования или наматыванием на копир с осевым сжатием, учитывающая ограничения волнообразования согласно техническим требованиям к трубопроводам.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут использоваться при создании трубопроводов сложной формы в различных отраслях машиностроения, особенно при производстве ракетно-космической и авиационной техники, энергетического оборудования, в судостроении, где предъявляются повышенные требования к надёжности и функциональным характеристикам трубопроводов.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в учебном процессе в профильных вузах, имеющих кафедры технологии машиностроения при реализации образовательных программ подготовки бакалавров и магистров по направлению «Проектирование технологических машин и комплексов».

6. Замечания по диссертационной работе

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 пражки 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.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования в целом, ее научной и практической значимости и носят дискуссионный характер.

7. Заключение

Диссертационная работа Зайцева А.И. на тему: «Разработка процессов гибки труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования» является законченной научно-квалификационной работой, в которой за счет проведенных автором исследований решена актуальная задача улучшения качества изогнутых заготовок трубопроводов по показателям

утолнения стенки и овальности сечений посредством осевого сжатия зоны гибки в пределах допустимого волнообразования.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор, Зайцев Алексей Иванович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Диссертационная работа Зайцева А.И. обсуждена и отзыв на нее утвержден на заседании кафедры «Оборудование и процессы машиностроительных производств» (протокол от 14.03.2022 г. № 7). Отзыв подготовлен профессором кафедры «Оборудование и процессы машиностроительных производств», доктором технических наук, профессором Володиным Игорем Михайловичем (научная специальность 05.16.05 – Обработка металлов давлением).

Заведующий кафедрой «Оборудование и процессы
машиностроительных производств»,
кандидат технических наук, доцент
(научная специальность 05.16.05 – Обработка металлов давлением)

Павел Иванович Золотухин

Сведения о ведущей организации

Полное наименование организации в соответствии с Уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет»
Сокращенное наименование организации	ФГБОУ ВО «ЛГТУ»
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Почтовый индекс, адрес организации	Россия, 398055, г. Липецк, ул. Московская, д. 30
Телефон	+7 (4742) 328-000
Адрес электронной почты	mailbox@stu.lipetsk.ru
Сайт организации	http://www.stu.lipetsk.ru
Руководитель	Ректор д.т.н., доцент Сараев Павел Викторович

