

Ученому секретарю
объединенного диссертационного совета
Д999.115.03, созданного на базе ФГБОУ ВО
«Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева», ФГАОУ ВО
«Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет», ФГБОУ ВО «Липецкий
государственный технический университет»
к.т.н. Канатникову Н.В.

ОТЗЫВ

официального оппонента Пасынкова А.А.
на диссертацию Зайцева Алексея Ивановича «Разработка процессов гибки
труб с осевым сжатием в пределах допустимого волнообразования»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением

На отзыв предоставлены диссертационная работа и автореферат. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, библиографического списка. Текст диссертации изложен на 118 страницах машинописного текста, иллюстрирован 41 рисунком, содержит 7 таблиц. Библиографический список включает 53 наименования. Объем автореферата 16 страниц

Актуальность темы диссертации.

Процессы гибки труб сопровождаются негативными изменениями толщины стенки и формы сечения изделия, которые жестко регламентируются техническими требованиями к выпускаемой продукции. Совмещение гибки с осевым сжатием снижает риск появления брака по названным показателям, но одновременно увеличивает вероятность образования гофров. Компромиссный подход, предлагаемый в диссертации, заключается в применении нагружения, близкого к критическому, при котором волнистость стенки изгибающей трубы не выходит за пределы допустимого. Его актуальность подтверждается тем, что современные станки для гибки труб оснащаются устройствами для приложения дозированного осевого сжатия зоны деформирования.

Начальная стадия образования гофров ранее не изучалась, она какое-то время протекает без нарушения устойчивости процесса, сопровождаясь увеличением внешнего момента. В связи с этим диссертантом сформулирована задача теоретического исследования изгиба трубы с волнообразованием в области сжимающих напряжений. Развитию волн способствует осевая сжимающая сила, присущая некоторым схемам гибки труб. Отсутствие методики ее расчета потребовало проведения

теоретического анализа указанных схем. Полный перечень задач исследования, содержащийся в диссертации, свидетельствует о его системном характере.

Содержание диссертации.

Диссертационная работа посвящена изучению технологии гибки труб с использованием осевой сжимающей силы и состоит из введения, основной части, включающей пять разделов, заключения и списка использованных источников в количестве 53. Общее число страниц 118, рисунков – 41, таблиц – 7.

В первом разделе обоснована актуальность выполнения научно исследовательской работы, поставлены цели и задачи исследования на основе анализа публикаций по устойчивости тонкостенных труб в отечественной и зарубежной литературе.

Во втором разделе выполнено теоретическое исследование пластического изгиба трубы с монотонно возрастающей волнистостью. В разработанной математической модели процесса волнообразование увеличивает энергию деформирования и уменьшает работу внешнего момента. Исходя из стационарного значения полной потенциальной энергии, определяется высота волн. Ее рассчитанные значения превышают допустимый предел порядка 0,2 мм при изгибе тонкостенных труб на радиус, равный двум диаметрам. Приложение осевого сжатия вызывают пропорциональный рост волнистости. Процесс считается устойчивым, пока внешний момент увеличивается по мере уменьшения радиуса изогнутой оси трубы

В третьем разделе выполнен теоретический анализ гибки трубы при проталкивании через зону деформирования, ограниченную отклоняющим роликом или так называемым водилом. Сила проталкивания, создающая осевое сжатие, определена из равенства ее работы и энергии изгиба. При использовании отклоняющего ролика параметры зоны активного и пассивного деформирования стабильны. Математическая модель процесса изгиба водилом содержит аппроксимацию зависимости радиуса изогнутой оси от угла поворота сечений трубы, позволившую определить перемещение проталкиваемой заготовки и потребную внешнюю силу, а также установить возникновение зоны разгрузки. Ее увеличение при углах гибки около 120° вызывает пластические деформации обратного знака, означающие разгибку трубы в окрестностях крепления к водилу.

В четвертом разделе разработана методика инженерного расчета подачи трубы в зону деформирования и толкающей силы при гибке водилом с упрощенной аппроксимацией оси изогнутого участка дугами окружностей. При этом исключается установление зоны разгрузки и завышаются рассчитанные значения силы проталкивания трубы. Показана возможность регулирования геометрии изогнутого участка трубы посредством варьирования предварительного выдвижения заготовки в зону деформирования.

В пятом разделе содержится описание лабораторной установки для гибки труб наматыванием на круглый копир с одновременным осевым сжатием заготовок при помощи гидравлической системы. На вогнуто-выпуклой части стенки изогнутого участка получены волны высотой до 0,12 мм, пропорциональной силе осевого сжатия, при этом отмечено уменьшение утонения стенки изогнутой трубы. Для решения проблемы реверсивного изгиба трубы толкающей силой разработана конструкция устройства наматывания на копир с опорным роликом, защищенная патентом РФ.

В этом же разделе представлена сквозная расчетная методика проектирования технологических процессов гибки труб с осевым сжатием, учитывающая допустимое волнообразование и исключение реверсивных деформаций в окрестностях замка копира или водила.

Название диссертационной работы в полной мере соответствует ее содержанию, а сформулированные выводы и технологические рекомендации – целям и задачам исследования.

Автореферат диссертации отвечает установленным требованиям и включает список работ автора, среди них 5 статей в рецензируемых изданиях, 1 патент, 2 публикации в материалах конференций.

Научная новизна работы заключаются в том, что впервые разработана математическая модель начальной стадии волнообразования, что позволяет интенсифицировать осевое сжатие изгибаемой трубы с учетом допустимой высоты волн.

Решена задача статической неопределенности 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.

Практическая ценность результатов исследования заключается в том, что интенсификация осевого сжатия приведет к повышению качества гибки труб по показателям овальности сечений и утонения стенки.

Достоверность результатов работы, обоснованность выводов и рекомендаций обеспечивается квалифицированным применением теоретических основ гибки труб к образованию волнистости с использованием математического моделирования и вычислительной программы MathCAD. Результаты экспериментальных исследований по определению высоты волнистости и показателя утонения стенки трубы показали хорошее сходжение с результатами теоретических расчетов. В связи с перечисленным достоверность исследований проведенных автором не вызывает сомнений.

Замечания по работе.

1. Теоретический анализ схем гибки труб следовало дополнить схемами с круглым копиром, сократив содержание раздела 3.
 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.

Заключение

Диссертационная работа Зайцева А.И. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышение качества изогнутых участков трубопроводов за счет их нагружения сжимающими силами имеющая важное значение для различных отраслей машиностроения..

Замечания сделанные по содержанию работы не снижают общую положительную оценку диссертации.

Представленная диссертация по достоверности, научной новизне и практической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Зайцев Алексей Иванович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением.

Официальный оппонент

кандидат технических наук,

доцент кафедры «Механика

пластического формоизменения»

ФГБОУ ВО «Тульский

государственный университет»

Пасынков Андрей Александрович

Адрес: 300012, г. Тула, Проспект Ленина, д. 92

Тел. 8(4872) 73-44-91

e-mail: sulee@mail.ru

1

Физ. 3(1672), 75-44-91
e-mail: sulee@mail.ru

Геннадий Георгиевич Г.Г. заверено.
Научный руководитель
кандидат
Енгельс, Е.Ю. Маркулевич

