

454080, г. Челябинск,
пр. им. В.И. Ленина, 76
ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ),
Диссертационный совет
Д 212.298.01

ОТЗЫВ

официального оппонента, Шифрина Е.И., на диссертационную работу Звонарёва Дмитрия Юрьевича на тему «Совершенствование процессов подгибки кромок и шаговой формовки сварных труб большого диаметра для обеспечения высокой точности размеров и форм», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы

Трубы большого диаметра (ТБД), входящие в состав российской, международной нефтегазовой трубопроводной системы, которая включает в себя объекты добычи, переработки, транспортировки, хранения, распределения углеводородов, обеспечивающей непрерывный цикл поставки нефти и газа от скважины до конечного потребителя. Текущее развитие систем трубопроводного транспорта напрямую зависит от требований, предъявляемых потребителем. Ключевыми факторами, определяющими данные требования, являются: освоение новых месторождений и создание транспортных систем, расширение рынка реализации углеводородного сырья, создание новых и совершенствование существующих материалов, технологий создания магистральных трубопроводов и т.д.

В новых проектах, таких как «Северный поток», «Сила Сибири», «Нефтегазоконденсатное месторождение им. В. Филановского», «Турецкий поток», заложены повышенные требования к качественным характеристикам трубной продукции, её надежности и безопасности, обеспечение которых является первоочередной задачей для поставщиков толстолистового проката, производителей ТБД. Важную роль при этом играют не только прочностные и вязко-пластические свойства материала, но и геометрические параметры труб, определяющее влияние на которые оказывают операции формовки исходного листа в линии производства ТБД. Поэтому совершенствование процессов подгибки кромок и шаговой формовки сварных труб большого диаметра для обеспечения высокой точности размеров и форм является актуальной задачей.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, шести глав и выводов, трёх приложений, библиографического списка из 103 наименований источников, изложена на 166 страницах машинописного текста. Иллюстрированный и графический материал представлен 70 рисунками и фотографиями, экспериментальные, расчетные данные сведены в 24 таблицы. Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации и дает полное представление о её научных положениях, результатах и основных выводах.

Оценка глав диссертации

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и основные задачи.

В первой главе определены основные тенденции развития производства труб большого диаметра. Проанализированы основные требования, предъявляемые к трубам. Проведен анализ способов производства электросварных труб большого диаметра с прямым швом, причин образования и способов предотвращения дефектов сварных труб большого диаметра. Сделан вывод о том, что операции формовки (подгибки кромок, формовки листа) оказывают значительное влияние на качество сварных труб большого диаметра.

Анализ многочисленных работ отечественных и зарубежных авторов позволил определить научные и инженерные проблемы, подлежащие решению, сформулировать цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе подробно описан и проанализирован технологический процесс производства труб большого диаметра в условиях ОАО «ЧТПЗ». Проведён анализ распределения геометрических дефектов в зависимости от сортамента труб при производстве ТБД в условиях трубоэлектросварочного цеха «Высота 239».

В ходе статистического анализа качества производимых сварных труб большого диаметра выявлено, что доля геометрических дефектов в общем количестве произведенных труб снижается при увеличении толщины стенки и диаметра труб.

Выявлено, что основными дефектами трубной заготовки, проявляющимися в ходе процессов формоизменения, являются смещение кромок, отклонение от теоретической окружности, повышенная овальность. Подробно рассмотрены возможные причины появления геометрических дефектов. Установлено, что наиболее вероятной причиной столь высокого процента дефектов является нерациональный профиль кромкогибочной матрицы на прессе подгибки кромок листа. Сформулированы направления для совершенствования технологических операций по формовке труб

В третьей главе с использованием метода конечных элементов найдены регрессионные уравнения для определения высоты подогнутой кромки листа и усилия подгибки в зависимости от варьируемых параметров (толщина стенки трубы, предел текучести материала, местоположение требуемого радиуса), представлен алгоритм для определения смещения нижней гибочной матрицы относительно верхней гибочной матрицы. Для численного моделирования процесса подгибки кромок листа в качестве программного продукта была выбрана программная система моделирования технологических процессов MSC Marc. В результате численного исследования разработанного комплекса математических моделей подтверждено, что для уменьшения количества дефектов, связанных с отклонением от теоретической окружности, ширина подгибаемого участка должна быть больше, чем ширина от края кромки до первой позиции пресса шаговой формовки.

В результате оценки достоверности полученных регрессионных уравнений высоты подогнутой части листа за счёт сравнения значений, полученных при эксперименте, с расчетными значениями ошибка не превышала 8 % (для наиболее трудоёмкого сортамента – труба размером 530×10 мм группы прочности К60), что свидетельствует о практической пригодности предложенной автором методики.

В четвертой главе с использованием координатного метода разработан комплекс математических моделей, позволяющий осуществлять системный и полный анализ процесса шаговой формовки: позволяет определить необходимые значения хода пуансона и усилия на каждом шаге формовки для требуемой трубной заготовки, спрогнозировать геометрию трубной заготовки после формовки на прессе шаговой формовки, проводить расчет технологических параметров на один сортament при различном количестве шагов на прессе шаговой формовки и т.д.

Таким образом, предложенные автором алгоритмы и полученный на их основе комплекс математических моделей может быть использован для расчета настроечных параметров пресса шаговой формовки при проектировании технологии производства ТБД на действующих предприятиях.

В пятой главе представлены результаты формализации алгоритмов и математических моделей в виде автоматизированной системы расчета, архивирования данных для изготовления труб различного диаметра, толщины стенки и марок сталей.

В основу данной программы положены методики расчета настроечных и контролируемых параметров пресса подгибки кромок и пресса шаговой формовки, разработанные и представленные в главах 3 и 4 диссертационной работы.

В шестой главе приведены результаты разработки и освоения в ТЭСЦ «Высота 239» ОАО «ЧТПЗ» производства опытной партии труб категории прочности X46SS диаметром 720 мм с толщиной стенки 22 мм. При разработке технологии изготовления труб были приняты параметры, рассчитанные с использованием методики и программного продукта, предложенных автором.

В результате получена партия труб, удовлетворяющая техническим требованиям ТУ 14-158-157-2007. ТБД были произведены и приняты с первого предъявления в присутствии комиссии в составе представителей ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ОАО «ЧТПЗ».

Научная новизна и практическая значимость работы

В результате проведенных исследований автором получены статистически значимые регрессионные уравнения для различных гибочных матриц прессы подгибки кромок, позволяющие определять в зависимости от типоразмера готовой трубы высоту подгибки кромок листа и усилие подгибки. Кроме того, исследовано влияние геометрических параметров очага деформации и типоразмера готовых труб на величину хода пуансона при формовке трубной заготовки на прессе шаговой формовки. При этом впервые процесс шаговой формовки разделен на несколько стадий протекания процесса, что позволило создать методику расчета хода пуансона для получения требуемой геометрии трубной заготовки. Установлена зависимость качества готовых труб от изменения ширины подгибаемой кромки листа на основе анализа режимов процесса подгибки кромок листа и методов статистической обработки данных по качеству готовых труб.

Практическая значимость работы заключается в том, что в результате научно-обоснованного применения полученных теоретических и экспериментальных данных осуществляется решение сложной народно-хозяйственной проблемы – разработки и внедрения новых методик для расчёта технологических режимов, схем и рекомендаций по выбору технологических параметров при производстве электросварных труб большого диаметра. При этом обеспечивается устойчивость технологических процессов и экономия ресурсов.

Достоверность результатов исследований

Достоверность результатов исследований, приведенных в диссертационной работе, не вызывает сомнений. Подтверждением достоверности является достаточная сходимость теоретических и экспериментальных данных, а также внедрение результатов диссертации в действующем производстве.

Материалы соответствуют заявленной специальности диссертации, основные положения работы доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях различного уровня. Результаты исследования широко опубликованы в научных изданиях, в том числе в периодических изданиях и сборниках, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат диссертации полностью отражает её содержание.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе недостаточно полно проведен анализ существующих теоретических подходов к решению задач подгибки кромок, шаговой формовки.

2. Для графиков, представленных в работе, не указан коэффициент достоверности аппроксимации, в связи с чем трудно оценить достоверность их построения.

3. В разработанных математических моделях процессов подгибки кромок, шаговой формовки автором (представлены в **Главах 3, 4**) принято значительное количество допущений, которые вносят определённую погрешность в результаты расчётов. Некоторые допущения (деформируемый металл принят идеально упруго-пластичным, контакт между листом и опорами нижнего инструмента – точечный, форма трубной заготовки без прямолинейных участков) могут значительно снижать точность проводимых расчётов. В тексте диссертации отсутствует обоснование, пояснение по принятым допущениям, их анализ, не оценивается их влияние на конечный результат расчёта.

4. В **Главе 4** не представлено обоснование расчётной модели шаговой формовки с учетом изгиба опор нижнего инструмента по длине.

5. На рисунках, иллюстрирующих результаты математического моделирования (**Глава 3**, рисунок 25-32), после распруживания в середине толщины листа показано наличие остаточных напряжений. При этом на рисунках 25-27 величина остаточных напряжений в указанных областях значительно превышает величину эквивалентных напряжений под нагрузкой для данных областей. В связи с этим вызывает сомнение адекватность данной модели.

6. В модель процесса формовки листа на прессе шаговой формовки входит параметр A_1 , который связан с конструктивными особенностями прессы (нижнего инструмента). При этом его величина в модели определяется только лишь расстоянием между опорами нижнего инструмента и не учитывает конструктивные особенности инструмента, прессы, в связи с чем использование программного продукта для расчёта процесса формовки на прессах различных технологических линий затруднительно. Из текста диссертации (**Глава 5**) не понятно, представлена ли в разработанном автором программном продукте возможность ввода исходных параметров, учитывающих конструктивные особенности оборудования.

7. По тексту диссертации допущены некорректные формулировки, например, «толщина стенки листа».

Общее заключение по диссертационной работе

Ознакомление с содержанием и анализ результатов, изложенных Звонарёвым Д.Ю. в диссертационной работе, позволяют сделать вывод, что представленная к защите работа выполнена на актуальную тему и содержит решение научной задачи по совершенствованию процесса производства прямошовных электросварных труб большого диаметра.

Полученные результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Достоверность выводов и рекомендаций не вызывает сомнений в связи с использованием автором современных методов исследования и математической обработки экспериментальных данных, полученных по результатам лабораторных и промышленных испытаний.

Результаты исследования доложены на международных научно-практических конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы могут использоваться на трубных предприятиях, а также при подготовке студентов в технических вузах по металлургическим специальностям.

На основании изложенного считаю, что диссертация, выполненная на тему «Совершенствование процессов подгибки кромок и шаговой формовки сварных труб большого диаметра для обеспечения высокой точности размеров и форм» соответствует критериям ВАК РФ, определённым п.п. 9, 10, 11 «Положения о присуждении ученых степеней» к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Звонарёв Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением».

**Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
Директор Дирекции по технологиям
ОАО «Трубная металлургическая компания»**

Адрес: 105062, г. Москва, ул. Покровка, д.40, стр.2а
Тел.: +7 (495) 775-7600 доб. 2753
E-mail: ShifrinEI@tmk-group.com

Е.И. Шифрин

11 июня 2015 г.

Подпись Шифрина Евгения Исаевича заверяю:

**Заместитель Директора Дирекции
по персоналу и социальной политике
ОАО «ТМК»**



А.Н. Коковихин