

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу Боклаг Натальи Юрьевны на тему «Совершенствование процесса и оборудования для повышения качества формообразования труб большого диаметра на прессе предварительной формовки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – «Технология и машины обработки давлением»

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Трубные и металлургические компании в 2002-2011 годах провели масштабную реконструкцию производства труб большого диаметра с использованием самых современных технологий (новые формовочные прессы, новые технологии сварки, экспандирования, отделки и контроля труб), что позволило создать мощности по выпуску сварных труб современной конструкции в объеме до 5 млн. т.

И хотя в 2005 г. была проведена поэтапная реконструкция трубоэлектросварочного стана «1020-1220» на Челябинском трубопрокатном заводе, что позволило увеличить толщину стенки до 22 мм при производстве двухшовных сварных труб диаметром 1020-1220 мм, однако оборудование ТЭСА 1020 не в полной мере отвечало современным техническим требованиям к выпускаемым трубам основных потребителей - ОАО «Газпром» и ОАО «АК «Транснефть». Технологические возможности оборудования ТЭСА 1020 не обеспечивали выпуск труб требуемого качества и расширение сортамента из-за отсутствия результатов аналитических и экспериментальных исследований по кинематики процесса, напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров при пластическом формоизменении листовой заготовки по схеме UOE на прессе предварительной формовки с гибочным механизмом роликового типа, а также комплексных исследований работоспособности применяемого прессового инструмента.

В связи с этим актуальность представленной диссертационной работы Боклаг Н. Ю. на тему «Совершенствование процесса и оборудования для повышения качества формообразования труб большого диаметра на прессе предварительной формовки», является, несомненно, актуальной.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов по главам и заключения, изложена на 128 страницах машинописного текста, содержит 82 рисунка, 13 таблиц, библиографический список из 84 наименований и приложения.

В первой главе описаны существующие методы получения сварных труб большого диаметра, оборудование, инструмент и результаты исследования кинематики и энергосиловых параметров при пластическом формоизменении листовой заготовки на прессе предварительной формовки, в котором образуется О-образная форма, и представлены в трудах Самуева С.В. с сотрудниками, Матвеева Ю.М. и др., и в которых результаты представлены для других схем формовки: шаговой и вальцевой формовки.

По итогам обзора автор формулирует цели и задачи работы.

Во второй главе автор рассмотрел особенности кинематики процесса прессовой формовки листовой заготовки U-образной формы на различных стадиях протекания процесса формовки роликами с качающимися двуплечными коромыслами.

Для оценки напряженно-деформированного состояния металла в области его контакта с пуансоном автор применил метод конечных элементов и учел влияние упрочнения при анализе кинематики процесса формообразования, что потребовало применения итерационной процедуры. Это позволило получить решения координат звеньев системы «подвижный инструмент – деформируемый лист» в виде алгоритма, решение которого позволяет определять функциональную связь координаты перемещений пуансона и центра формирующих роликов как в численном виде, так и в графическом в среде Автокада. Впервые полученные автором закономерности кинематических параметров и характеристик совместного перемещения пуансона и деформирующих роликов при формовке по схеме UOE с учетом конструктивных параметров настройки прессового инструмента позволяют эффективно управлять геометрическими размерами формируемой заготовки.

В третьей главе представлены результаты исследования силового взаимодействия технологического инструмента и его параметров на нагруженность кулисного механизма и пружинение-распружинивание заготовки после формовки, достаточно полно описана разработанная автором конструкция сборного пуансона с настраиваемой геометрией.

Автором установлено, что в процессе прессовой формовки листа наблюдаются 3 фазы – периода, которые различаются по условиям контакта листа с роликами, и представлен анализ кинематики движения пуансона и параметров его настройки в каждом периоде при применении пуансона с однорадиусной и двухрадиусной калибровкой.

Применяя метод конечных элементов – отечественную программу пошагового конечно-элементного расчета параметров напряженно-деформированного состояния «Multidef» листовой заготовки на различных стадиях предварительной формовки с использованием конструкции сборных перенастраиваемых пуансонов, автором определены геометрические па-

раметры формуемой заготовки с учетом ее механических характеристик и пружинения заготовки, что позволяет впервые получать требуемые размеры сформованной заготовки на прессе окончательной формовки и обеспечить качественные по геометрии характеристики сварных труб.

Четвертая глава посвящена физическому моделированию процесса предварительной формовки, которое выполнено автором для подтверждения численных результатов, полученных с помощью разработанного программного продукта. Предложена оригинальная методика измерения нагрузок формовочного инструмента: в штоке пуансона и рычажном механизме кулис с текущей регистрацией напряжений и перемещений в процессе формовки листа с программным обеспечением обработки результатов; подробно описано лабораторное оборудование, которое позволяет моделировать процесс предварительной формовки листа с использованием разработанных конструкций пуансонов на промышленном прессе.

Результаты экспериментальных исследований проведены автором в широком диапазоне варьируемых параметров, имитирующих процесс формовки листовой заготовки: при различных параметрах настройки и геометрических размерах – ширины и формы поперечного сечения – пуансона с однорадиусной и двухрадиусной калибровкой, при различных геометрических размерах кулисного механизма и других варьируемых параметрах процесса.

Сравнение полученных результатов физического и математического моделирования на базе расчетных зависимостей показали хорошую сходимость – отличие составило не более, чем на 5 – 6 %. Таким образом, результаты физического моделирования подтвердили эффективность и работоспособность разработанной конструкции технологического прессового инструмента.

В приложении на с. 127 представлен акт, подтверждающий внедрение результатов работы в производство на ОАО «ЧТПЗ».

Основные положения диссертационной работы изложены в 13 публикациях, в числе которых 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 Патент РФ на полезную модель №124600.

#### **Новизна конструкторских разработок**

К основным результатам, отличающимся новизной конструкторских разработок, можно отнести:

- разработку новой конструкции пуансона с однорадиусной и двухрадиусной калибровкой, защищенную патентом РФ;

- разработку конструкции лабораторного оборудования для физического моделирования процесса прессовой формовки.

#### **Научная новизна работы**

К основным результатам, отличающимся научной новизной, следует отнести следующие:

- разработку математической модели расчета кинематических параметров многозвенного кулисного механизма прессового инструмента и формуемой заготовки, на базе которой создан программный продукт, позволяющий определять функциональную связь координаты перемещений пуансона и центра формирующих роликов, а также выполнять многовариантные расчеты пружинения формуемой заготовки, как в численном виде, так и в графическом – в среде Автокада;

- разработку методики и совершенствование лабораторного прессового оборудования с кулисным механизмом для физического моделирования процесса формовки заготовки по схеме УОЕ;

- в предложенном способе двухрадиусной формовки листовой заготовки, расширяющем возможности реализации влияния параметров настройки прессового инструмента с механизмом кулисного типа на геометрическую форму сварных труб;

- в определении закономерностей кинематических параметров и характеристик совместного перемещения пуансона и деформирующих роликов при формовке по схеме УОЕ с учетом конструктивных параметров настройки прессового инструмента, что позволяет эффективно управлять геометрическими размерами формуемой заготовки;

- в предложенных и опробованных режимах предварительной формовки заготовки с изменяющейся геометрической формой инструмента, позволяющих снизить нагрузки на оборудование и увеличить толщину стенки при производстве труб большого диаметра.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке и внедрении в производство конструкции прессового инструмента для предварительной формовки листовой заготовки, защищенной патентом РФ; в разработке предложений по реконструкции и внедрении в цехе № 6 ОАО «ЧТПЗ» верхней траверсы пресса предварительной формовки.

**Достоверность** и обоснованность научных результатов исследований и конструкторских разработок, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, имеют теоретическое обоснование, получены с использованием современных аналитических и экспериментальных методов исследования.

### **Замечания**

По рецензируемой работе имеются следующие замечания.

1. На стр.12 автор утверждает, что большинство труб большого диаметра изготавливается из листа по технологии УОЕ, тогда как в России из всего объема производства ТБД основная масса (примерно 3 млн. т в 2014 г.) сварных труб большого диаметра изготавливается по схеме JCO на ТЭСА 1420 на заводах Выксунском, Ижорском, Челябинском и Волжском.
2. На этой же странице автор утверждает, что ОАО ЭЗТМ «выпускает ТЭСА 1420 с прессом шаговой формовки, предназначенный для производства труб диаметром до 1420 мм с прессом шаговой формовки»; представляется, что это ошибочный вывод.
3. На стр.16 автор приводит схемы процессов формовки листа на прессе роликами (рис. 1.5) и с помощью кулисного механизма (рис. 1.6), однако не отмечает преимущества схемы формовки роликами, которая применяется в России в линии производства труб на ОАО «Выксунский металлургический завод», а также на ряде зарубежных заводов.
4. Во 2-ой главе при анализе кинематики процесса прессовой формовки с учетом изгиба формируемой полосы следовало бы указать, какой вид модели автор использовал при рассмотрении влияния упругопластического изгиба на кинематические характеристики процесса и почему полученные закономерности кинематических параметров и характеристик совместного перемещения пуансона и деформирующих роликов при формовке по схеме УОЕ с учетом конструктивных параметров настройки прессового инструмента рекомендуются автором применять только для получения двухшовных труб большого диаметра. Объяснения этому в работе нет.
5. В разделе 3.6 при определении НДС методом конечных элементов автором приведены расчеты по накопленной интенсивности деформаций, возникающих по толщине листовой заготовке при формовке, и остаточных напряжений после разгрузке. Однако автор не приводит методику и формулы расчета этих величин, что затрудняет возможности оценки представленных результатов.

### **Заключение**


Высказанные замечания носят частный характер и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Боклаг Н.Ю.

Диссертационная работа «Совершенствование процесса и оборудования для повышения качества формообразования труб большого диаметра на прессе предварительной формовки» выполнена на высоком научно-техническом уровне, является самостоятельной законченной научной квалификационной работой и соответствует требованиям п.9 «Положе-

ния о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Боклаг Наталья Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – «Технология и машины обработки давлением».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Технология и оборудование  
трубного производства» ФГАОУ ВПО  
«Национальный исследовательский  
Технологический университет «МИСиС»



 Коликов  
Александр Павлович

20.08.2015

---

Коликов Александр Павлович  
119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, 4  
+7(499)638-4676, +7(499)612-1115,  
e-mail: apkolikov@mail.ru

ПОДПИСЬ  
Проректор  
по общим вопросам  
НИТУ «МИСиС»

