

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Звонарева Дмитрия Юрьевича «Совершенствование процессов подгибки кромок и шаговой формовки сварных труб большого диаметра для обеспечения высокой точности размеров и форм», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 «Обработка металлов давлением»

Актуальность темы диссертации определяется не только постоянно возрастающими требованиями к качеству и прочности магистральных водоводов, нефте и газопроводов, но и новизной первоначально осваиваемого самого молодого процесса пошаговой формовки, т.н. JCO-способа производства труб большого диаметра (ТБД).

Технологические трудности производства труб из специальных сталей с повышенной толщиной стенки порождают необходимость комплексного исследования параметрического влияния оборудования и изделия на показатели качества выпускаемой продукции и стабильность технологических операций. Задачи, решаемые диссертантом, по разработке теоретических основ определения и контроля технологических и настроечных параметров для последовательных прессовых операций подгибки кромок и пошаговой формовки имеют первостепенную важность, но и превышают пределы требований к объему исследований кандидатского уровня. Вероятно этим объясняются значительный объем представленной работы - 166 страниц текста. Диссертация содержит 6 глав, представительный библиографический список, 70 рисунков, 24 таблицы и достаточное число авторских публикаций.

Постановка задачи поиска рациональных настроечных параметров убедительно обоснована исследованиями причин отклонений размеров и формы от номинальных значений во всем диапазоне марко – типоразмеров изготавливаемых труб большого диаметра на базе статистической обработки 200000 наблюдений. Методика исследования, построенная на сравнительной

оценке аналитических и численных методов (МКЭ) процесса деформации и хорошие результаты сравнения полученных рекомендаций с практическими измерениями подтверждают **обоснованность и достоверность принятых научных положений, выводов и рекомендаций.**

Научную новизну работы представляют:

разработанный автором алгоритм поиска рациональных размеров ширины участка подгибки кромок, исключая дефектные, недоформованные, спрямленные участки на стадии окончательной пошаговой операции изготовления ТБД, и полученная математическая модель, позволяющая в зависимости от типоразмера труб и свойств материала определять необходимую высоту и усилия при подгибке кромок;

предложенная математическая модель процесса пошаговой формовки и на ее базе программа определения границ очага деформации для последующего расчета ограничений хода пуансона, определения усилий при формовке листа с отогнутыми кромками в трубную заготовку и установления влияния изгиба опор нижнего инструмента на прямолинейность продольных кромок формируемой заготовки.

Практическую значимость работы подтверждают возможности применения разработанных программ для расчета настроечных и технологических параметров процесса формовки ТБД и назначения рациональных конструктивных параметров технологического инструмента, что подтверждено актами внедрения программного обеспечения и успешной апробации при изготовлении опытной партии труб.

Представленная диссертационная работа относится к числу пионерских по новому процессу получения труб большого диаметра и тем самым **вносит новую и важную для науки и практики информацию о процессе.**

Учитывая, что рассматриваемая операция предварительной подгибки кромок неизбежна практически при любом из известных процессов формовки ТБД, в связи с чем постоянно поднимаются вопросы по определению необходимых ширины и радиуса отогнутых кромок, следует

отметить особую важность распространения полученного решения на другие известные процессы и способы производства труб большого диаметра..

В первой главе с достаточной полнотой рассмотрены способы получения труб большого диаметра, требования к показателям точности, место исследуемого процесса формовки в среде существующих способов, анализ возможных дефектов и вероятных причин их возникновения.

Замечание: критический обзор технической литературы обделен вниманием к известным работам научных специалистов по штамповке, включая Попова Е.А., Рокотяна, С.Е. Лысова М.Н. и многих других, направленным на анализ напряженно-деформированного состояния при обработке листового материала методами гибки, раскрывающих механизм пружинения и его влияние на геометрию получаемых изделий.

Во второй главе дан анализ технологического процесса производства ТБД в условиях Челябинского трубопрокатного завода. Подробно представлен технологический процесс изготовления труб методом JCO. Выполнены и приведены результаты статистического анализа качества производимых ТБД. Установлено, что количество дефектов снижается с увеличением диаметров и толщин стенок, выделены области сортамента с увеличенной долей дефектов геометрии труб.

Замечание: выделяя 4 основных причины образования дефектов, автор останавливается главным образом на влиянии инструмента (а их всего два) и на повышенных усилиях формовки на гибочные блоки, исключая влияние свободных зон и краевого эффекта на продольную разновысокость кромок.

Третья глава посвящена математическому моделированию процесса гибки кромок листа. Качество и геометрическая точность формы и размеров труб большого диаметра формируются на всех этапах технологического процесса и имеют накопительный характер на каждой из промежуточных операций. Поэтому анализ и исследование влияния параметров изделия и технологического инструмента на промежуточной стадии подгибки кромок

весьма актуален. Автор на базе известных данных о калибровке технологического инструмента и на основе существующего программного продукта для численного моделирования процесса подгибки кромок листа «MSC MARC@» получил аппроксимирующие функции и регрессионные зависимости для определения высоты подгибки кромок H листа и погонного усилия P в функции от трех основных параметров: класса прочности, толщины стенки и ширины подогнутой кромки. Это позволяет осуществить системный анализ процесса подгибки кромок листа для всего рассматриваемого сортамента ТБД класса прочности до К80 (Х100) и дает важную информацию о процессе. Автор решил важную и полезную задачу исследования влияния и выбора параметров, целенаправленно влияющих на процесс отгибки кромок

Замечания:

На основании конкретно и однозначно заданного эвольвентного профиля технологического инструмента автор аппроксимирует его приближенной зависимостью и составляет программу расчета. Использование известного уравнения эвольвенты не требует приближенной аппроксимации, но зато расширяет возможности выбора рационального радиуса эволюты в зависимости от параметров деформируемого изделия.

Требует пояснения методика учета пружинения (формулы 3 – 7) при расчете радиусов кривизны отогнутой кромки после разгрузки.

Выводы по главе не конкретны. Вместо результатов анализа многофакторного математического эксперимента, основанного на использовании разработанного программного продукта, дана констатация названий разработанных моделей.

В четвертой главе автор решает задачи определения величины хода пуансона и действующих на него усилий на прессе шаговой формовки. Решение кинематической задачи представлено в виде выражений для координат контактных точек деформируемого изделия с инструментом. В основу записи уравнений координат положено представление

деформируемого листа в виде гибкой натянутой нити с изначально заданной ее формой. Здесь же рассматривается возможность оценки образования зазора между листом и пуансоном без представления расчетных выражений.

Замечания:

Правомерность такого геометрического расчета координат контакта без учета напряженно-деформированного состояния позволяет получить предварительную оценку возможных перемещений пуансона в зависимости от начального криволинейного профиля деформируемого листа.

На стр.82 диссертационной работы автор пишет: «Для оценочного определения величины зазора между листом и пуансоном применим метод конечных элементов». Поскольку результаты решения МКЭ в работе не приводятся, то эту фразу вероятно следует воспринимать в качестве возможного варианта. Далее говорится, что «в результате решения задач математического моделирования был определен зазор между листом и пуансоном». Поскольку расчетные выражения математической модели в п.4.1 не представлены, сложно оценить конечные результаты представленные в таблице 11. Приходится принимать на веру утверждение автора, что величина зазора имеет стохастический характер и значения от 0 до 3 мм. Далее, на стр.89 автор пишет: «Для разработки математической модели координатным методом по результатам вычислений можно сделать допущение, что зазор между листом и пуансоном в процессе формовки не образуется».

В описании системы координат контакта деформируемого изделия с инструментом отсутствуют показатели напряженно-деформированного состояния листа, определяющие тенденции изменения области взаимодействия его с инструментом.

На стр. 108...109 приведены результаты расчета горизонтальных проекций точек контакта листа с пуансоном (l_0 и l_1) в зависимости от хода пуансона и аппроксимирующие выражения, отвечающие конкретным

параметрам изделия и настройки оборудования. Означает ли такой подход необходимость аппроксимации для каждого типо-марко маршрута изделий?

В постановке задачи силового расчета (п4.4) в уравнении равновесия сил (104) учтены силы трения в опорных реакциях. Но не учитывается соизмеримая с ними сила трения между пуансоном и деформируемым листом. Кроме того в процессе деформации и изменения формы изделия между бойками происходит изменение точек контакта листа с нижним инструментом, которые делают точки и углы контакта переменными по мере погружения пуансона.

В целом диссертационное исследование носит законченный характер, а оформление работы соответствует необходимым требованиям, однако имеются замечания частного характера: неоправданно дробление III главы на подпункты: п.3.1 представляет тривиальный перенос начала координат, п. 3.2 состоит из трех допущений, п.3.3 с названием «Разработка расчетной модели исследуемого процесса» не соответствует содержанию, а лишь включает принятые условные обозначения; имеется небольшое количество орфографических замечаний: на стр.19 «Из всех традиционных **способах** производства...», там же не отделен причастный оборот; на стр.31 в пятом абзаце «...увеличится вероятность **отклонение** от **теоретической** окружности...»; на стр.138 «Отклонения между расчетными и фактическими значениями **не превышало** 3 мм». В тексте встречается использование одинаковых символов для обозначения различных по физическому смыслу и размерности величин.

Заключение

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от проведенного исследования. Диссертация Звонарева Д. Ю. представляет собой актуальную, самостоятельную, законченную научно-квалификационную работу, в которой содержатся научно обоснованные разработки способов повышения качества труб большого диаметра на базе исследования влияния и выбора рациональных параметров технологического

инструмента и настройки оборудования, обеспечивающие решение важных задач обработки давлением.

В работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как научно обоснованные разработки, имеющие существенное значение для развития науки. Полученные автором результаты достоверны, заключения обоснованы. Работа обладает высоким уровнем теоретического и методического анализа, базируется на достаточном количестве теоретических и информативных источников, написана доходчиво и аккуратно оформлена. По каждой главе и по работе в целом сформулированы выводы. Автореферат диссертации и публикации автора отражают основные выводы и результаты работы.

Диссертационная работа «Совершенствование процессов подгибки кромок и шаговой формовки сварных труб большого диаметра для обеспечения высокой точности размеров и форм» полностью отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Звонарев Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 «Обработка металлов давлением».

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Детали машин»
Уральского федерального университета им.
первого Президента России Б.Н.Ельцина,
доктор технических наук, профессор
Чечулин Юрий Борисович

Адрес: 620002. Россия. Екатеринбург,
Ул. Мира 19, УрФУ. Тел 8 (343)3754694

« 11 « июня 2015 г.

Подпись
заверяю

