

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова

Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)

119334, г. Москва, Ленинский пр-т, д.49

Тел. (499) 135-20-60, факс: (499) 135-86-80
E-mail: imet@imet.ac.ru <http://www.imet.ac.ru>

ОКПО 02698772, ОГРН 1027700298702

ИНН/КПП 7736045483/773601001

№ 12202

На № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора ИМЕТ РАН

к.т.н.

И.О. Банных

« 26 » октября 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Нгуен Зуй Кыонга по теме «Моделирование и оптимизация процесса экспандирования при производстве труб большого диаметра», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением.

Актуальность темы диссертационного исследования

Многие трубные заводы получают заготовки в виде листов с заводов со всего мира. Из-за колебания химического состава, структуры, свойств и толщины штрипса возникают проблемы стабильности геометрии изделий. Болевой точкой процессов производства труб является обеспечение весьма точной геометрии контура в зоне торцов для обеспечения прочности шва в зоне стыковой сварки

Поэтому особое значение в технологии производства качественных труб имеет финишная операция, называемая «калибровкой», «раздачей» или «экспандированием». Операция предназначена для исправления дефектов формы, накопленных на всех предыдущих переделах. Стабильность производства магистральных труб затруднена из-за отсутствия ряда количественных критериев и закономерностей, математических зависимостей, отражающих связь свойств металла, геометрии заготовки с условиями его

калибровки экспандированием, исследованию которого посвящена рассматриваемая работа.

Структура и объём диссертационной работы

Диссертация имеет объем 131 страниц, автореферат объемом 27 страниц. Диссертационная работа состоит из введения, 4х глав, выводов по работе, и 4х приложений. Библиографический список содержит 81 наименование из источников отечественной и зарубежной литературы.

Во введении дано обоснование актуальности работы, поставлена её цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, практическая ценность, указаны основные положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе выполнен аналитический обзор по теме диссертации, даны методы изготовления магистральных труб большого диаметра (ТБД), применяемые в Российской Федерации и в мире, основные технические требования к трубам большого диаметра, типовые геометрические дефекты при производстве ТБД и состояние исследований процесса экспандирования. На этом основании сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе выполнен теоретический анализ операции экспандирования ТБД, в результате которого разработана математическая модель процесса, позволяющая определить связь полей распределения параметров НДС по контуру трубы с параметрами процесса деформации: с числом сегментов в экспандерной головке, с геометрией сегментов и с коэффициентом трения пары сегмент-труба. Автором предложены безразмерные критерии неравномерности параметров напряженно-деформированного состояния металла при экспандировании как одну из мер оценки эффективности экспандирования и стабильности процесса.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса экспандирования в лабораторных условиях, здесь проведено сравнение результатов физического и компьютерного моделирования. Используются образцы с тонкой сеткой, полученной лазерной гравировкой. На основе сканирования сетки и сравнения распределений тангенциальных деформаций по наружному контуру тела доказана возможность проведения адекватного компьютерного моделирования исследуемого процесса.

В четвертой главе с помощью программного комплекса QForm-VX8 и LUA-подпрограмм даны результаты многосторонних исследований влияния коэффициента трения, исходной ширины стального листа, начальных дефектов формы заготовки на геометрию труб большого диаметра после экспандирования. Выходные характеристики здесь - конечная овальность, предложенный автором критерий «коэффициент остаточной эластичности» и др. На базе многократного повторения моделирования с переменными входными данными получены аппроксимирующие уравнения.

В результате исследования установлено, что предпочтительной геометрией заготовок для калибровки обладает контур с исходным дефектом формы типа «яблоко» в отличие от дефектов формы типа «крыша». Учтено явление обратного пружинения при экспандировании этих заготовок, изменение (отклонение) диаметра ТБД, учитывающее, кроме того, неизбежную дисперсию механических свойств материала заготовки. В исследовании определен интервал параметров материала, позволяющих стабилизировать диаметр ТБД при экспандировании.

В выводах представлены основные результаты дистанционной работы. Содержание диссертационной работы полностью отражает достигнутые автором результаты по достижению цели и решению поставленных задач. Работа хорошо структурирована и изложена ясным технически грамотным языком.

Научная новизна

Научную новизну диссертационной работы представляют следующие результаты исследования, полученные соискателем:

- построена математическая модель для определения напряженно-деформированного состояния металла при экспандировании с учётом количества сегментов экспандерной головки, их радиального движения и переменных зазоров между ними, коэффициента контактного трения между сегментами и трубной заготовкой, а также механических свойств материала трубной заготовки;

- разработаны критерии неравномерности распределения напряжений и деформаций, характеризующие процесс экспандирования;

- разработан ряд подпрограмм на языке LUA для комплекса QForm,

позволяющих исследовать влияние фактической исходной геометрии штрипса, начальной овальности трубной заготовки и коэффициента трения на параметры процесса экспандирования;

- предложен критерий в виде «коэффициента остаточной эластичности» в качестве показателя стабильности геометрии изделий после их калибровки механическим экспандированием;

- разработан метод исследования влияния механических свойств металла заготовки на диаметр ТБД и на коэффициент обратного пружинения при экспандировании;

- выявлена возможность повышения стабильности геометрии труб путем установки регламента на величину отношения предела текучести к модулю упругости;

- сформировано программное обеспечение на языке C# для автоматического расчета оптимальных параметров процесса экспандирования с целью повышения точности геометрии труб после экспандирования.

Практическая значимость работы

- Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать распределение параметров геометрии и напряженно-деформированного состояния металла применительно к условиям производства ТБД.

- Предложены методы

- + прогнозирования неравномерности напряженно-деформированного состояния металла на основе математической модели процесса калибровки для повышения качества продукции;

- + расчёта коэффициента остаточной эластичности как средства оценки стабильности геометрии калибруемой продукции. Критерий может быть использован для прогнозирования качества ТБД и упреждающей коррекции технологических параметров производства продукции.

- На основании компьютерного моделирования установлены закономерности трансформации типовых дефектов формы трубной заготовки при её экспандировании, на основании которых сформированы практические рекомендации.

- Разработаны подпрограммы на языке программирования LUA в

вычислительной среде QForm-VX8 для расчёта и отображения упругопластического изменения внешнего контура трубы, полей остаточных напряжений и деформаций, других параметров процесса экспандирования.

- Изготовленная физическая модель процесса экспандирования, методы измерения, результаты теоретических и экспериментальных исследований используются при выполнении практических и лабораторных занятий студентами бакалавриата и магистратуры на кафедре ОМД НИТУ «МИСиС».

Достоверность результатов и обоснованность выводов

Компьютерные модели проверены с помощью лабораторных измерений на оборудовании кафедры ОМД НИТУ МИСИС. Координатные сетки на образцы наносились лазерной гравировкой, измерения проводились с помощью сканирующей техники и оптики с цифровым выводом информации. Используются методы прямой оценки распределения пластической деформации по контуру получаемых изделий, отсутствуют расхождения с современными научными представлениями, отечественными и зарубежными литературными источниками. Достоверность результатов основана также на применении современных компьютерных средств моделирования AutoCAD, QForm-VX8, программных языков LUA, C#, MATLAB.

Публикации по результатам работы

Работа Нгуен Зуй Кыонга составлена в методически грамотной последовательности и оформлена в соответствии с требованиями. Основные результаты исследований опубликованы в 6 печатных изданиях, из них 5 - рекомендованных ВАК, 2 - входящих в международную базу данных Scopus.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

На отзыв представлены автореферат объёмом 27 страниц, содержание автореферата отражает основные положения диссертации. В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведённое исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований.

Замечания по диссертационной работе

1. Отсутствует достаточное пояснение, почему в математической модели используется именно закон трения Амонтон-Кулона, а не другие законы.

2. Необходимо пояснение, почему автором принята плоская схема деформации.

3. Не ясно, на каком основании часть образцов подвергалась дробеструйной обработке.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, относятся к уточнению отдельных положений или являются пожеланиями для дальнейшей работы.

Заключение

Диссертационная работа Нгуен Зуй Кыонга полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидат технических наук, а сам Нгуен Зуй Кыонг заслуживает присуждения ученой степени «кандидат технических наук» по специальности 05.16.05 - Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа Нгуена З.К. и отзыв на нее обсужден и одобрен на заседании коллоквиума лаборатории пластической деформации металлических материалов, протокол № 5 от «26» октября 2021 года.

Председатель коллоквиума, заведующий
Лаборатории пластической деформации
металлических материалов, доктор
технических наук



Юсупов В.С.

Сведения о ведущей организации

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова Российской академии наук
Сокращённое наименование организации	ИМЕТ РАН
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования
Индекс, почтовый адрес	119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49
Телефон с указанием кода города	+7 (499) 135-45-38 +7 (499) 135-86-60
Адрес электронной почты	imet@imet.ac.ru
Адрес официального сайта в сети «Интернет»	http://www.imet.ac.ru/