

## ОТЗЫВ

на автореферат Нгуен Зуи Кыонга по теме «Моделирование и оптимизация процесса экспандирования при производстве труб большого диаметра», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.06.05 - Обработка металлов давлением.

Магистральные трубы большого диаметра являются изделиями, к которым предъявляются весьма высокие требования по точности геометрии, особенно в торцовых зонах, где на трассе производится их сварка встык. Изделия формуют разными способами, перед финишной операцией калибровки обычно образуется контур трубы, имеющий профиль, характерный для каждого способа и режима формования и заметно отличающийся от окружности заданного диаметра. Кинематика процесса калибровки, называемой экспандированием, конечно, связана со свойствами исходного металла, имеющими некоторый разброс, с возможными отклонениями толщины штрипса и условий процессов формовки исходного металла. Радиальное движение разжимаемых сегментов при калибровке может привести к огранке контура. Для оптимизации сложного процесса экспандирования с целью повышения точности указанных ответственных изделий необходимо моделирование, выявление количественных связей условий упругопластической деформации и свойств металла с получаемой геометрией конечного изделия, что свидетельствует об актуальности темы диссертационной работы.

**Научной новизной** диссертационной работы обладают математические уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние (НДС) металла при экспандировании, учитывающие геометрию, число сегментов экспандера и расширяющиеся зазоры между ними;

- разработаны критерии, предназначенные для количественной оценки эффективности процесса калибровки заготовок неправильной формы методом экспандирования (например «степень неравномерности распределения

деформаций», «коэффициент остаточной эластичности» и др.);

- подпрограммы на языке LUA для пре- и постпроцессора вычислительного комплекса QForm, результаты моделирования и аппроксимации данных для моделирования экспандирования и обратного пружинения заготовок, содержащих исходные дефекты геометрии.

**Практическая значимость** работы состоит в разработке методики исследования экспандирования, математической модели процесса в виде системы уравнений, алгоритмов и подпрограмм, а также конечно-элементных моделей процесса, позволяющих оптимизировать режим обработки труб;

Представляется важным вывод автора о целесообразности контроля величины отношения величины предела текучести к модулю линейной упругости металла с целью стабилизации величины обратного пружинения тела при калибровке трубных заготовок.

Методики, программные продукты и результаты, полученные в работе, могут быть использованы в подобных исследованиях и в учебном процессе.

По автореферату имеются следующие **вопросы и замечания**:

1. Целесообразно выяснить, на сколько универсальными для калибровки иных изделий методами ОМД являются критерии:
  - а. «Коэффициент остаточной эластичности»;
  - б. Отношение предела текучести к модулю упругости металла.
2. В автореферате не приведен текст программы на языке C# («Си-шарп»), предназначенной для управления процессом экспандирования;

В целом, указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают ценность диссертационной работы, достоверность выводов подтверждена экспериментально, а личный вклад автора не вызывает сомнений.



## Заключение

Результаты работы имеют научную новизну и практическую значимость прежде всего для производства труб большого диаметра, а также для повышения методического уровня исследований, проводимых на базе новых версий вычислительного комплекса QForm.

Представленная работа выполнена на актуальную тему. Материал представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу, результаты демонстрируют высокий теоретический и экспериментальный уровень.

Диссертационная работа на тему «Моделирование и оптимизация процесса экспандирования при производстве труб большого диаметра» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатской диссертации по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением», а ее автор, Нгуен Зуй Кыонг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Генеральный директор

ООО «КванторФорм», к.т.н.

Стебунов Сергей Александрович

<https://www.qform3d.ru/>

