

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Дронова Алексея Ивановича

«Исследование и разработка технологии и инструмента для наружной высадки концов насосно-компрессорных труб из коррозионностойких сталей»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением

Актуальность темы исследования. Необходимость научного исследования процесса наружной высадки концов труб на горизонтальном высадочном прессе при производстве насосно-компрессорных труб обосновывается все возрастающим объемом выпуска данного вида продукции в виду ее востребованности на рынке нефте- и газодобычи.

Тем более, что в данной области отсутствуют теоретические решения, которые бы учитывали для данного процесса влияние предварительного нагрева и охлаждения конца трубы до установки на ось прессования при выборе комбинации наиболее рациональных начальных и граничных условий. Помимо этого, существует задача разработки и изучения процесса наружной высадки концов труб с удлиненной высаженной частью, а также оценка возможности производить на данном виде оборудования аналогичную продукцию из легированных коррозионностойких сталей. Этот аспект особенно важен в виду имеющихся на сегодняшний день успешных результатов практического использования легированных хромом малоуглеродистых сталей при эксплуатации нефтяных скважин в особо тяжелых условиях.

Диссертационная работа Дронова Алексея Ивановича направлена на создание математической модели процесса наружной высадки концов насосно-компрессорных труб, учитывающей нагрев и охлаждение конца заготовки перед подачей на ось прессования с учетом различных технологических режимов обработки, выполнение параметрического анализа полученных в результате моделирования данных для нахождения зависимостей энергосиловых параметров при различных условиях процесса, проведение экспериментальных исследований по определению реологических свойств сталей 15Х5МФБ, 18Х3МФБ и 18ХМФБ и проверки адекватности созданной математической модели, а также

выдаче рекомендаций по ведению процесса наружной высадки концов насосно-компрессорных труб и разработке инструмента для реализации данного процесса.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, 1 приложения. Работа изложена на 174 страницах текста, содержит 93 рисунка, 35 таблиц. Список литературы содержит 105 наименований.

Во введении обоснована актуальность выбранного направления исследования, обозначена степень изученности тематики исследования, сформулированы его цели и задачи, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов и апробация работы.

В первой главе выполнен обзор существующих видов труб, применяющихся при добыче нефти и газа. На основании существующих стандартов на насосно-компрессорные трубы рассмотрен сортамент труб с безмуфтовым соединением труб в колонну, описаны условия эксплуатации труб и основные причины выхода продукции из строя. Обоснованы преимущества применения низкоуглеродистых легированных хромом (до 1-5%) сталей в качестве материала труб в условиях контакта с агрессивными средами. Перечислены основные операции, входящие в технологический цикл выпуска труб нефтяного сортамента. Показано, что на текущий момент способ высадки концов труб в закрытых калибрах является наиболее универсальным, надежным и производительным. Выполнен обзор существующих теоретических решений по определению параметров наружной высадки концов труб. Сформулированы задачи диссертационного исследования.

Во второй главе на основании анализа известных методов теоретического исследования процессов обработки металлов давлением для решения задачи по определению параметров процесса наружной высадки концов насосно-компрессорных труб выбран метод конечных элементов. В программном пакете, базирующемся на методе конечных элементов, обоснована расчетная схема моделирования исследуемого процесса. Для решения задачи обработки металлов давлением методом конечных элементов приведены формулы, позволяю-

щие описать поле скоростей точек в деформируемом металле при наружной высадке концов труб, а также основные уравнения, используемые при решении деформационной и тепловой задачи с учетом граничных условий трения объектов, входящих в расчетную схему и критериев сходимости решения.

В третьей главе рассмотрен алгоритм задания математической модели в программном комплексе, базирующемся на применении МКЭ, описаны принципы компоновки расчетной схемы процесса, условия разбиения области решения КЭ с учетом свойств объектов схемы и особенностей их геометрии. Описаны диапазоны изменения геометрии заготовки, заданные при параметрическом анализе, а также различные материалы заготовки, параметры калибровки инструмента, температуры нагрева в индукторе, скорости перемещения высадочного пуансона и другие технологические режимы процесса. В результате параметрического анализа построены зависимости усилия для стандартного и удлиненного процессов наружной высадки концов насосно-компрессорных труб при различных технологических режимах с учетом максимально возможного значения усилия высадки (2500 кН), развиваемого высадочным прессом. Кроме того, определены рациональные длины зоны нагрева заготовки под высадку, обеспечивающие минимальные значения усилия высадки. Построены распределения нагрузок, действующих на высадочный инструмент, которые позволили определить максимальные эквивалентные напряжения, компоненты тензоров деформаций и напряжений, действующих в теле пуансона.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований процесса наружной высадки концов насосно-компрессорных труб и внедрения результатов исследований. На автоматизированной пластометрической установке проведено исследование реологических свойств коррозионностойких марок стали 18ХМФБ, 18ХЗМФБ и 15Х5МФБ в зависимости от термодинамических условий деформирования. Построены экспериментальные кривые сопротивления деформации данных материалов, которые используются при математическом моделировании. С целью проверки адекватности созданной математической модели выполнены исследования по определению усилий при наружной высадке концов труб на прессе. Для существующей технологии получения высаженных концов насосно-компрессорных труб приведен список ре-

комендаций по рациональному ведению данного процесса, а также по выбору калибровок и условий эксплуатации высадочного инструмента.

В заключении суммируются все результаты диссертационной работы.

Научная новизна и практическая значимость работы. Создана копенно-элементная модель процесса наружной высадки концов труб, включающая предварительный нагрев заготовки, охлаждение заготовки при передаче на ось пресса, деформацию конца трубы, позволяющая определять энергосиловые параметры процесса и нагружение инструмента; найдены зависимости энергосиловых параметров процесса наружной высадки концов труб из коррозионно-стойких марок сталей от технологических параметров процесса с учетом различной геометрии заготовки и калибровок инструмента; получены эмпирические зависимости сопротивления деформации коррозионно-стойких сталей 15Х5МФБ, 18Х3МФБ и 18ХМФБ, используемых при изготовлении насосно-компрессорных труб при различных режимах деформации.

Разработан алгоритм решения задачи определения напряженно-деформированного состояния при наружной высадке концов насосно-компрессорных труб, реализованный с помощью создания математической модели процесса с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Проведен параметрический анализ созданной математической модели, позволяющий получить значения энергосиловых параметров процесса наружной высадки концов труб, рациональные длины зон нагрева концов труб под высадку и геометрические параметры высадочного инструмента. Определены рациональные параметры технологии, оборудования и инструмента для наружной высадки концов труб. Экспериментальные исследования реологических свойств коррозионно-стойких марок сталей 15Х5МФБ, 18Х3МФБ и 18ХМФБ позволяют использовать полученные данные для решения задач обработки металлов давлением.

Достоверность и обоснованность положений и выводов диссертации обеспечена применением фундаментальных законов механики сплошной среды, современных численных методов решения, использованием поверенных приборов для выполнения экспериментальных замеров величин, технических средств и современных методик обработки данных. Приведенные в работе результаты исследований, полученные с использованием различных методик,

достаточно хорошо согласуются между собой и не противоречат известным научным представлениям и результатам.

Замечания и вопросы:

1. Известно, что при установившемся процессе штамповки (в данном случае высадки) температура инструмента значительно возрастает (до 300°C), что в свою очередь приводит к стабилизации температурного поля в очаге деформации, снижению нагрузок на инструмент и повышению качества высаживаемых концов труб. Из работы не совсем ясно, какие температурные параметры инструмента выбраны и в связи с чем.

2. Эксперименты проводились до температуры 1150°C. Каким образом был получен результат для температур 1300°C?

3. Приведенные в главе 4 кривые сопротивления деформации отображают зависимости только для одного материала и для одной скорости деформации. Не ясно, каково поведение данных зависимостей для других металлов при характеристиках в остальном диапазоне исследований.

Высказанные замечания носят частный характер и не затрагивают сути основных выводов и положений, выносимых на защиту диссертационной работы.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Дронова А.И. является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены новые данные по зависимостям энергосиловых параметров процесса высадки от различных условий процессов и режимов деформирования. Также получены важные экспериментальные данные о реологических свойствах коррозионностойких сталей, которые использованы при теоретическом исследовании и могут быть применены для исследования других процессов обработки давлением. Диссертация написана грамотно, материал в достаточной степени ясно изложен и иллюстрирован.

Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации.

Полученные результаты соответствуют целям и задачам работы, опубликованы в виде пяти рецензируемых научных статей в изданиях, определенных ВАК, доложены и обсуждены на шести научно-технических конференциях.

Заключение

Диссертационная работа Дронова Алексея Ивановича на тему «Исследование и разработка технологии и инструмента для наружной высадки концов насосно-компрессорных труб из коррозионностойких сталей» соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Считаю, что Дронов Алексей Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением.

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Технология
машиностроения, станки и инструменты
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (национальный
исследовательский университет)»

✓

Козлов Александр Васильевич

Дата: 23.05.2018

Адрес: 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Тел.: 8-90

E-mail: kozlovav@susu.ru; a_kozlov55@mail.ru