

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Аль-Кхузаи Ахмеда Салима Олейви
на тему «Повышение точности определения энергосиловых параметров
при непрерывной прокатке труб на основе изучения закономерностей
процессов упрочнения и разупрочнения стали»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность проблемы

В последние годы можно наблюдать значительный рост потребности ведущих отраслей промышленности в бесшовных трубах, выполняемых с высокой геометрической точностью по диаметру и толщине стенки. Такие требования могут быть успешно выполнены в условиях современных трубопрокатных агрегатов, в состав которых входят прошивные станы Дишера, раскатные станы типа PQF (Premium Quality Finishing) и FQM (Fine Quality Mill). Технологический процесс на данном оборудовании реализуется при значительных деформационных воздействиях, что обуславливает высокие силовые нагрузки на рабочий инструмент при прошивке и раскатке гильз. Поэтому необходимо максимально точно рассчитывать энергосиловые параметры при проектировании режимов горячей и тёплой деформации на прокатных и калибровочных станах. В свою очередь точность таких расчётов зависит от того, насколько достоверно определяется сопротивление металла пластической деформации в требуемом диапазоне температур. Актуализация методики определения сопротивления металла пластической деформации в широком диапазоне температур с учётом процессов упрочнения и разупрочнения трубных сталей является очень важной задачей, требующей безотлагательного решения.

Объём и структура диссертации

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения. Объём – 136 страниц машинописного

текста. Графики и иллюстрации представлены в тексте на 33 рисунках. Экспериментальные и расчётные данные сведены в 22 таблицы. Список литературы включает 136 источников. Информация, приведённая в автореферате, соответствует основному содержанию диссертации и даёт полное представление о её научных положениях, результатах и основных выводах.

Во введении показана актуальность научной проблемы, сформулирована цель и поставлены задачи диссертационной работы, описана применяемая методология и методы исследования, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности результатов исследований, апробация работы и публикации по теме диссертации.

Первая глава посвящена исследованию процессов непрерывного деформирования при производстве бесшовных труб. Сделан подробный обзор научно-технической информации по теме диссертационной работы с основным упором на анализ факторов, влияющих прямо или косвенно на величину сопротивления металла пластической деформации.

Выполненный анализ процесса непрерывной прокатки труб показал, что при расчёте энергосиловых параметров необходимо учитывать не только упрочнение стали в процессе деформации, но и разупрочнение, происходящее в металле при движении заготовки между клетями и при транспортировании трубы между станами. На основе изучения и критического анализа результатов многочисленных работ отечественных и зарубежных исследователей диссертанту удалось выделить основные недостатки существующих методик расчёта величины сопротивления металла пластической деформации. Как показано в работе, устранение выявленных недостатков позволит более точно определять энергосиловые параметры процесса прокатки и повысить эффективность работы трубопрокатных агрегатов. В конце первой главы на основании проведённого анализа автором поставлены задачи диссертационного исследования.

Во второй главе представлены краевые условия задачи и результаты компьютерного моделирования процесса непрерывной прокатки труб на оправке. На основе математического моделирования определены диапазоны изменения основных технологических параметров, оказывающих наибольшее влияние на величину сопротивления металла пластической деформации. Установлены качественные различия в характере деформации элементарных объёмов, проходящих через зоны вершины и выпуска калибров, а также через зону сопряжения обжимной части калибра и выпуска. Показано, что известные методики определения сопротивления металла пластической деформации, не учитывающие накопленную деформацию и процессы разупрочнения, дают заниженные результаты. В свою очередь, это приводит к превышению фактических значений энергосиловых параметров над расчётными.

Третья глава посвящена разработке феноменологической модели сопротивления металла пластической деформации. Важным научным достижением автора является разработка алгоритма численного определения сопротивления металла пластической деформации в широком диапазоне температур. Величина сопротивления металла пластической деформации представляется в виде суммы двух функций, первая из которых описывает упрочнение металла в процессе деформации, а вторая – его разупрочнение во время междеформационных пауз. Реологические особенности стали учитываются с помощью эмпирических коэффициентов и величины сопротивления металла пластической деформации в исходном состоянии. Следует отметить, что полученные зависимости могут успешно применяться как для холодного, так и горячего деформирования.

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению эмпирических коэффициентов, входящих в зависимости для отыскания величины сопротивления металла пластической деформации. Эксперименты проводились на современной исследовательской установке “Gleeble 3800”. Результаты расчёта по разработанной методике показали верное отражение

физических процессов упрочнения и разупрочнения, происходящих в металле в процессе горячей прокатки на непрерывном трубопрокатном стане.

В четвертой главе представлены результаты практического применения разработанных теоретических положений. В частности, разработана методика расчёта калибровок извлекательно-калибровочного стана и калибровочного стана термического отдела АО «ВТЗ». Определены значения сопротивления пластической деформации стали марок 32Г2У, 09Г2С и 32ХГА для компьютерного моделирования процесса прокатки труб на указанном оборудовании. Результаты исследования также нашли успешное применение на Северском трубном заводе при корректировке режимов обжатий, связанных с освоением новых видов продукции на стане FQM, а также при формовке труб в холодном состоянии. Во всех случаях обеспечивалась повышенная точность расчёта энергосиловых параметров.

Научная новизна полученных результатов

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

1. Полученные закономерности изменения параметров напряженно-деформированного состояния металла гильзы при её раскатке в непрерывном трубопрокатном стане с учётом значения сопротивления металла пластической деформации.
2. Закономерности изменения сопротивления пластической деформации стали марок 32Г2У, 09Г2С, 32ХГА в диапазоне температур от 300°C до 600°C.
3. Механизм разупрочнения металлов с перлитоферритной структурой (на примере стали марок 32Г2У, 09Г2С, 32ХГА) в процессе деформации на трубопрокатном стане при температурах, соответствующих температуре отпуски.

4. Уточнённые эмпирические зависимости сопротивления пластической деформации трубных сталей марок 32Г2У, 09Г2С, 32ХГА при температурах тёплой деформации.

Теоретическая и практическая значимость работы

Можно выделить следующие положения, имеющие существенную теоретическую и практическую значимость:

1. Выполнена классификация процессов деформации при производстве горячекатаных труб с точки зрения использования методик определения сопротивления металла пластической деформации.

2. Разработана методика экспериментального определения реологических коэффициентов металлов и сплавов, входящих в универсальную феноменологическую модель сопротивления металла пластической деформации.

3. Получены значения реологических коэффициентов при определении сопротивления металла пластической деформации для трубной стали марок 32Г2У, 09Г2С, 32ХГА.

4. Получена база данных по сопротивлению пластической деформации стали марок 32Г2У, 09Г2С, 32ХГА в зависимости от степени деформации при температурах 20°C, 300°C, 600°C, 900°C, 1200°C и скорости деформации 10 с⁻¹.

Публикации результатов исследований

Основные результаты выполненных автором исследований по теме диссертации опубликованы в 9 печатных работах, из них пять научных публикаций в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, одна публикация в международных базах данных и системах цитирования, три публикации в изданиях системы РИНЦ. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на семи международных конференциях.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена использованием метода конечных элементов, современных методов и приборов для проведения лабораторных экспериментальных исследований и количественным совпадением результатов экспериментов и моделирования. Теоретические исследования выполнены на основе современных численных методов с применением лицензионного программного обеспечения. Экспериментальные исследования выполнены с использованием поверенных приборов, технических средств и современных методик обработки данных.

Замечания по диссертационной работе

1. В цели и названии работы заявляется повышение точности расчёта энергосиловых параметров процесса прокатки. Однако расчётов усилия, момента и мощности прокатки в диссертационной работе не встречается. Насколько же удалось повысить точность расчёта указанных параметров?

2. Первая задача диссертационной работы заключается в определении характера изменения технологических параметров процесса раскатки. Технологические параметры, как правило, задаются в технологических инструкциях в виде указаний операторам прокатного стана. Хотелось бы уточнить, о каких технологических параметрах здесь идёт речь?

3. Хотелось бы уточнить, в чём же заключается заявляемая автором классификация процессов деформации, используемых при производстве труб?

4. Во второй главе говорится про выполнение расчётов по существующим (известным) методикам. Однако приводится расчёт только по методике Андреюка-Тюленева. Чем обосновывается выбор этой методики для выполнения расчёта?

5. В тексте диссертации сказано, что методика Андреюка-Тюленева не учитывает процессы разупрочнения. Под разупрочнением традиционно мы

понимаем уменьшение сопротивления металла пластической деформации. Тогда, нужно полагать, методика Андреюка-Тюленева должна давать завышенные результаты. Прошу разъяснить этот момент.

6. В первой главе нет ни одной иллюстрации, ни одной таблицы, что, безусловно, крайне затрудняет восприятие сложной обзорной информации. Чем это обосновано?

7. В ходе испытаний на установке Gleeble 3800 образцы подвергались растяжению/сжатию вдоль одной оси, в то время как металл при непрерывной прокатке трубы испытывает нагрузки не только в радиальном (между валком и оправкой), но и в продольном направлении (межклетевые натяжения). Насколько адекватны такие испытания?

Высказанные замечания носят частный характер и не ставят под сомнение высокий уровень результатов работы. Они являются скорее пожеланиями по целесообразности продолжения работ научной школы в этом направлении.

Общее заключение по диссертационной работе

Представленная диссертационная работа Аль-Кхузаи Ахмеда Салима Олейви является законченным научным исследованием, в котором приведены новые научно обоснованные разработки в области трубопрокатного производства. Данные разработки имеют существенное значение для развития теории и технологии процессов ОМД в направлении повышения точности определения энергосиловых параметров. Диссертационная работа соответствует шифру и отвечает паспорту научной специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Полученные в диссертации результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Достоверность выводов и рекомендаций не вызывает сомнений в связи с применением современного уровня техники, методов исследования и математической обработки экспериментальных данных, полученных по результатам физического и компьютерного моделирования.

Основные результаты исследований широко опубликованы в научных изданиях и многократно обсуждались на международных конференциях.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Аль-Кхузаи А.С.О. на тему «Повышение точности определения энергосиловых параметров при непрерывной прокатке труб на основе изучения закономерностей процессов упрочнения и разупрочнения стали» является научно-квалификационной работой и соответствует требованиям ВАК РФ, определённым пп. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Аль-Кхузаи Ахмед Салим Олейви заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
доцент кафедры технологий
обработки материалов
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»



Чикишев

Денис Николаевич

10.08.2020

455000, г. Магнитогорск Челябинской области, проспект Ленина, 38

тел.: 8-(3519)-29-85-25

e-mail: d.chikishev@magtu.ru

Научная специальность 05.16.05 – Обработка металлов давлением

