

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИМАШ УрО РАН,

доктор технических наук

С.В. Смирнов С.В. Смирнов

« 43 » августа 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Аль-Джумаили Мохаммеда Жасима Мохаммеда «Повышение эффективности процесса непрерывной раскатки гильз на основе совершенствования методики настройки трубопрокатного стана», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы диссертации

Одним из наиболее перспективных и передовых подходов, получившим наибольшее распространение при производстве бесшовных труб, является применение трубопрокатных агрегатов с непрерывным раскатным станом. Это обусловлено, в первую очередь, постоянно растущими требованиями, предъявляемыми к точности геометрических параметров, качеству выпускаемой продукции и производительности оборудования.

В непрерывном раскатном стане получают черновые трубы, как правило, нескольких диаметров с различной толщиной стенки. Для расширения сортаментного ряда труб в линии ТПА предусмотрены калибровочные, либо редуционно-растяжные станы. В современном непрерывном раскатном стане деформация гильз распределяется, как правило, между 5-6 клетями с трехвалковыми калибрами. Это дополнительно накладывает определенные ограничения, а ход течения процесса снижает возможность варьирования технологическими параметрами процесса прокатки в широком диапазоне. Кроме этого, прокатка осуществляется на удерживаемой оправке, что приводит к изменению кинематики процесса прокатки, а это, в свою очередь, оказывает влияние на все остальные параметры процесса деформирования. Наличие отмеченных особенностей предопределяет необходимость уточнения теоретического описания процесса непрерывной продольной прокатки труб, а также разработку и адаптацию математических моделей для расчета,

прогнозирования и выбора рациональных режимов деформаций для всего сортаментного ряда труб, производимого в непрерывном раскатном стане.

Для обеспечения устойчивой работы данных агрегатов, а именно, отсутствия поломки технологического инструмента, разрывов или смятия трубы, необходимо заранее знать усилия, действующие на технологический инструмент, и продольные усилия, возникающие в деформируемой заготовке. В настоящее время отсутствуют аналитические, не требующие сложных вычислений, универсальные, научно-обоснованные методики расчета усилий, действующих на технологический инструмент непрерывных раскатных станов, и методики расчета скоростных режимов, учитывающие состояние заготовки между клетями непрерывного стана.

Таким образом, решённые в диссертационной работе задачи, направленные на исследование технологии продольной прокатки на непрерывных раскатных станах и повышение эффективности процесса непрерывной раскатки на основе совершенствования методики моделирования трубопрокатного агрегата являются актуальными.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, изложена на 125 страницах машинописного текста, включающего 59 рисунков, 24 таблицы, список использованных источников из 95 наименований отечественных и зарубежных авторов, 2 приложений. Информация, приведенная в автореферате, соответствует основному содержанию диссертации и дает полное представление о её научных положениях, результатах и основных выводах.

Во введении обоснована актуальность и освещена степень разработанности тематики исследования, сформулированы цель работы и задачи исследования, перечислены полученные автором результаты, раскрыта их научная новизна и практическая значимость.

В первой главе рассмотрены особенности процесса непрерывной продольной раскатки гильз на оправке в многоклетевом стане. Отмечены основные преимущества и недостатки процесса прокатки полых заготовок в станах с двух и трехвалковыми клетями. Проведен анализ методик расчета энергосиловых параметров процесса непрерывной раскатки гильз. На основе обзора научно-технической литературы автором установлены основные направления совершенствования технологии продольной прокатки труб с

использованием непрерывных раскатных станов с трехвалковыми клетями, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе представлены теоретические исследования процесса прокатки труб на непрерывных раскатных станах. Разработана математическая модель и методика расчета энергосиловых параметров процесса прокатки. Выполнен анализ условий равновесия очага деформации. Из условия равновесия проекций сил в очаге деформации получены зависимости для определения давления, действующего на валок и оправку. На основе энергостатического метода разработана методика расчета межклетевых продольных усилий. В частности, предложена методика упрощенного определения величины секундного объема при непрерывной прокатке и разработаны математические модели, позволяющие численно определять усилие на валки и оправку в процессе деформации гильзы по клетям непрерывного раскатного стана. Численная оценка разработанного алгоритма показала, что расчет усилий на валки выполняется с достаточно высокой точностью, особенно для чистовых клетей стана.

В третьей главе представлены результаты экспериментального исследования формоизменения в очаге деформации при продольной прокатке труб на оправке. Разработаны план и методика проведения экспериментального исследования. Исследование формоизменения проведено на лабораторном прокатном стане с трехвалковым калибром. В качестве модельного материала образцов, имитирующего прокатку нагретой стали, был использован свинец, который также исключает фактор влияния неравномерного нагрева на результаты эксперимента. По результатам физического моделирования получены зависимости для расчета угла охвата оправки и уширения раската, уточняющие математическую модель для расчета площади контактной поверхности. Разработана математическая модель, позволяющая оценить продольное усилие, воздействующее на оправку во время заполнения непрерывного стана. Результаты, полученные с использованием разработанной методики, сопоставляются с экспериментальными данными с достаточно высокой точностью (погрешность расчета усилия прокатки менее 1%).

В четвертой главе с использованием полученной математической модели выполнен параметрический анализ и определены основные закономерности процесса непрерывной раскатки гильз на стане с удерживаемой оправкой. Разработана автоматизированная методика расчета технологических

параметров процесса. Выявлены новые математические зависимости, позволяющие осуществлять оперативный контроль и регламентировать основные параметры процесса непрерывной раскатки гильз. Разработаны методологические основы настройки непрерывного раскатного стана. Скорректированы скоростные режимы непрерывного стана в условиях действующего производства, позволяющие снизить риск возникновения аварийных ситуаций. На основании полученных закономерностей разработаны технические предложения по повышению устойчивости процесса непрерывной раскатки гильз.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

В ходе теоретического и экспериментального исследования процесса продольной прокатки труб на оправке получены следующие основные научные результаты:

- разработаны уникальные эмпирические модели для расчета угла охвата оправки и уширения раската, уточняющие методики расчета площади контактной поверхности;

- определено влияние скорости перемещения оправки на технологические и энергосиловые параметры процесса прокатки. Разработана математическая модель для расчета усилия удержания оправки;

- на основе энергостатического метода и эмпирических зависимостей разработана методика расчета энергосиловых параметров процесса непрерывной раскатки гильз в многоклетевом раскатном стане, позволяющая в режиме реального времени с высокой степенью точности определять усилие прокатки в чистовых клетях, с погрешностью менее 1% определять усилие прокатки в черновых клетях стана, рассчитывать величину продольных усилий между клетями.

Практическая значимость результатов работы

Разработанные математические модели, алгоритм и методика расчета технологических параметров процесса прокатки, способствуют определению рациональных режимов деформации как для действующей технологии прокатки, так и при освоении новых видов трубной продукции.

Полученные результаты реализованы в виде рекомендаций и автоматизированной методики расчета технологических и энергосиловых параметров процесса прокатки для использования при разработке и освоении

новых видов трубной продукции с повышенными деформационными характеристиками, а также для предварительного анализа технологии и корректировки настройки стана FQM в процессе производства.

Результаты диссертационной работы реализованы и внедрены в учебный процесс в виде методических материалов, применяемых при подготовке практических занятий и самостоятельной работы бакалавров по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и магистров 22.04.02 «Металлургия» по направлению подготовки «Обработка металлов давлением» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается использованием базовых положений теории обработки металлов давлением, а также современных методов и компьютерных программ для проверки теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в лабораторных условиях и при проведении опытно-промышленных работ в условиях действующего производства.

Основные положения работы доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях различного уровня. Основное содержание диссертации опубликовано в 5 печатных работах, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 статья в издании, входящем в перечень международного цитирования Scopus.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы могут быть использованы на ведущих заводах-изготовителях бесшовных труб, имеющих в своём составе ТПА с непрерывными станами: ПАО «Северский трубный завод», г. Полевской; ПАО «ТАГМЕТ», г. Таганрог; АО «Волжский трубный завод», г. Волжский; ПАО «Синарский трубный завод», г. Каменск-Уральский; ПАО «Челябинский трубопрокатный завод», г. Челябинск; ОАО «Первоуральский новотрубный завод», г. Первоуральск и на других предприятиях, имеющих в составе основного оборудования линии ТПА с непрерывным раскатным станом.

Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов, бакалавров и магистров по различным направлениям, связанным с обработкой металлов давлением.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Требуется пояснение утверждение о том, что величина секундного объема может быть определена из уравнения баланса мощностей, записанного для всего непрерывного стана. Как при этом соотносится количество уравнений и количество неизвестных.
2. Экспериментальные исследования проведены с использованием свинца в качестве модельного материала. В существующей научно-технической литературе отмечается, что это вполне допустимо, так как механические свойства свинца и стали в горячем состоянии близки друг другу. Однако на процессы формоизменения, которые исследовались, существенное влияние оказывает коэффициент трения, а сведения об его идентичности при прокатке свинцовых и стальных образцов отсутствуют.
3. Не понятен физический смысл относительного показателя k_n .
4. В разных главах диссертационной работы для обозначения продольных усилий и напряжений использованы разные символы.

Несмотря на высказанные замечания, можно сформулировать следующее положительное заключение по диссертации.

Заключение по диссертационной работе

Анализ материалов, представленных Аль-Джумаили Мохаммедом Жасимом Мохаммедом в диссертационной работе, позволяет сделать следующие выводы:

1. Диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, представлена новая научно обоснованная алгоритм и методика расчета энергосиловых параметров процесса непрерывной раскатки гильз в многоклетевом раскатном стане, позволяющая с высокой степенью точности определять усилие прокатки в клетях стана и регламентировать рациональные режимы деформации как для действующей технологии прокатки, так и при освоение новых видов трубной продукции. Материалы и выводы диссертации

достоверны. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Научные и практические результаты выполненной диссертационной работы вносят существенный вклад в разработку ресурсосберегающей технологии производства бесшовных труб, отвечающих повышенным требованиям, предъявляемым к точности геометрических параметров.

2. Диссертационная работа соответствует критериям ВАК РФ, определённым п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении учёных степеней» к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Аль-Джумаили Мохаммед Жасим Мохаммед заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены и одобрены на расширенном научном семинаре Отдела физических проблем машиностроения ИМАШ УрО РАН (лаборатории: конструкционного материаловедения, деформирования и разрушения, микромеханики материалов, технической диагностики, механики деформаций), протокол № 236 от 30 июля 2020 г.

Заведующий лабораторией
механики деформаций ИМАШ УрО РАН,
доктор технических наук

 А.В. Коновалов

620049, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 34, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук (ИМАШ УрО РАН);
тел.: +7 (343) 374-47-25; e-mail: ges@imach.uran.ru