

«Утверждаю»

Зам. директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Институт металлургии и материаловедения
им. А.А. Байкова Российской академии наук

(ИМЕТ РАН) по научной работе, д.т.н.


В.С. Юсупов

« 31 » марта 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

На диссертационную работу ШЕРБУТАЕВА НОДИРБЕКА ИЛХОМ УГЛИ по теме “СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОКАТКИ ТРУБ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НА ТПА С АВТОМАТИЧЕСКИМ СТАНОМ”, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Актуальность темы диссертационного исследования

Трубопрокатные агрегаты (ТПА) с раскатным автоматическим станом (автомат-станом) являются наиболее распространенными в мире при производстве бесшовных тонкостенных горячекатаных труб, в том числе из легированных сталей, что объясняется их высокой маневренностью и универсальностью, а также высокой производительностью. Вместе с тем технологический процесс прокатки труб на этих агрегатах имеет ряд недостатков, связанных прежде всего с повышенной разностенностью и образованием дефектов на внутренней поверхности и задних концах труб. Таким образом, тема исследований, которым посвящена представляемая работа, направленные на устранение указанных недостатков, являются актуальной.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 61 наименований отечественных и зарубежных авторов. Текст диссертации содержит 175 страниц машинописного текста, включающего 23 таблиц, 113 рисунков и 4 приложения.

Во введении дано обоснование актуальности работы, поставлены её цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость, а также указаны основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической литературы. Рассмотрены технологические схемы производства горячекатаных бесшовных труб на трубопрокатных агрегатах с автоматическим станом и методики проектирования инструмента. Описание основных видов дефектов горячекатаных труб и причин их образования также включено.

Анализ научно-технической литературы показал, что основные дефекты трубопрокатного происхождения связаны с неправильной настройкой прошивного стана и несовершенством конструкции технологического инструмента автоматического стана. На этом основании сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе разработан алгоритм расчета геометрических параметров настройки очага деформации при прошивке. Получены зависимости деформационных параметров при изменении частного обжатия на отдельных участках очага деформации от размеров исходных заготовок и получаемых гильз, настройки стана и калибровки инструмента.

На основе разработанного алгоритма расчёта создана компьютерная программа «Eisen v2.0». Программа обеспечивает оперативное и высокоточное определение настроечных параметров прошивного стана, что способствует улучшению качества прокатываемых труб.

Программа написана на языке программирования Python версии 3.9.

Проведён сравнительный анализ результатов расчёта, выполненного по разработанному алгоритму, с данными графического метода с использованием программы «КОМПАС 3D» и фактическими замерами параметров очага деформации.

Отличительной особенностью разработанной программы является использование базы данных для хранения геометрических параметров калибровок технологического инструмента.

Третья глава посвящена реконструкции прошивного стана ТПА 220 с целью повышения качества труб и расширения сортамента. На основании результатов моделирования процесса прошивки предложено дополнительно добавить «зоны отдыха» на участке входного конуса и удлинить калибрующий участок выходного конуса валка в очаге деформации. Для этого необходимо изменить конструкцию барабана и подшипниковых узлов рабочего валка. По программе «Eisen v2.0» рассчитаны параметры новой таблицы прокатки и калибровки инструмента для удлинённой бочки валка прошивного стана ТПА 220.

После проведения реконструкции была выполнена экспериментальная прокатка на прошивном стане ТПА 220. Результаты промышленного опробования новых режимов прокатки труб подтвердили снижение количества дефектов на внутренней и наружной поверхности труб.

В четвертой главе представлены результаты исследования процесса прокатки в автоматическом стане ТПА 220. Методом моделирования в среде «QForm VX» определены закономерности образования дефектов в виде продольных складок на концах черновых труб. Моделирование показало, что применение в действующей конструкции оправочного узла автомат-стана дополнительной втулки препятствует сплющиванию конца черновой трубы и тем самым минимизирует образование дефекта в виде «плавников» при заданной величине обжатия по стенке. На основании полученных результатов предложена новая конструкция оправочного узла автоматического стана с дополнительной втулкой, расположенной позади оправки, которая

препятствует сплющиванию черновой трубы в конце прокатки и, таким образом, снижает образование продольных складок на концах труб.

Пятая глава посвящена исследованию процесса раскатки труб на автоматическом стане ТПА 220 и прокатном стане ДУО-210 НИТУ МИСИС. Проведено моделирование процесса раскатки на автоматическом стане ТПА 220 с цилиндрической и конической оправкой. По результатам моделирования выполнен анализ геометрических параметров черновых труб. Моделирование процесса прокатки на автоматическом стане было проведено с одинаковыми размерами гильзы как для конических, так и для цилиндрических оправок на ТПА 220.

Результаты моделирования процесса раскатки в программе «QForm VX» показали, что размеры и количество дефектов на внутренней поверхности трубы существенно снижаются при прокатке с использованием цилиндрической оправки. В случае её применения значительно снижается сила трения между оправкой и трубой, что способствует значительному улучшению качества внутренней поверхности черновой трубы. Дополнительно улучшить состояние внутренней поверхности можно за счёт перемещения оправки по направлению прокатки.

В целом прокатка на цилиндрических оправках сопровождается большей стабильностью при меньших отклонениях по диаметру, что объясняется более эффективным распределением обжатия по диаметру и по стенке по длине очага деформации. Тем не менее, результаты могут варьироваться в зависимости от конкретного профиля трубы, и выбор типа оправки должен основываться на требованиях к точности и допустимым отклонениям.

Адекватность моделирования была проверена путем экспериментальной прокатки на стане ДУО-210 НИТУ МИСИС.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточной точности моделирования процесса прокатки на цилиндрической оправке в среде «QForm VX».

На основании анализа результатов прокатки с использованием цилиндрических и конических оправок установлено следующее:

- прокатка на цилиндрической оправке обеспечивает более точные размеры труб по толщине стенки;

- усилия прокатки в первом проходе при использовании цилиндрических оправок на 27% меньше по сравнению с короткими коническими оправками.

Использование цилиндрических оправок способствует снижению усилий на оправку за счёт более равномерного распределения нагрузки, постоянного угла контакта, стабилизации положения оправки в очаге деформации и уменьшения сопротивления течению металла. Эти преимущества делают процесс прокатки более эффективным, а также снижают износ инструмента и энергозатраты.

В выводах представлены основные результаты диссертационной работы. Содержание работы полностью отражает достигнутые автором результаты по достижению поставленной 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.

Разработан алгоритм расчета геометрических параметров очага деформации при прошивке на станах винтовой прокатки с использованием бочковидных, чашевидных и грибовидных валков. Алгоритм учитывает особенности прокатки с заниженной или завышенной осью прокатки.

Создана программа для расчета геометрических параметров очага деформации, калибровок технологического инструмента и таблиц прокатки для всего сортамента выпускаемых труб.

Разработана новая схема прошивки с включением участка «зоны отдыха» на входном конусе, длина которого составляет 22 мм (3,7 % от общей длины входного конуса). Увеличен калибрующий участок, что обеспечивает

большее количество циклов калибрования гильзы, повышая точность и качество прошиваемых гильз.

На основе результатов моделирования процесса раскатки предложен новый способ раскатки на автоматическом стане с применением цилиндрической перемещаемой оправки.

Практическая значимость и реализация работы.

На основе результатов моделирования процесса раскатки предложены технологическое решение и конструкция инструмента, направленные на минимизацию образования концевых складок на черновых трубах при прокатке на автоматическом стане ТПА.

С целью повышения качества гильз и расширения сортамента разработаны: новая конструкция барабана с рабочим валком, усовершенствованные калибровки валков, оправок и линеек, а также обновленная таблица прокатки для новых инструментов прошивного стана ТПА 220 с автоматическим станом.

По результатам экспериментальных исследований, проведенных на ТПА 220 с автоматическим станом, были скорректированы технологические режимы производства горячекатаных труб повышенного качества.

Разработан классификатор дефектов, возникающих на наружной и внутренней поверхностях горячекатаных бесшовных труб.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Основные технические решения, полученные в ходе выполнения работы, могут быть использованы при производстве бесшовных труб на трубопрокатных агрегатах с раскатным автоматическим станом, а в части получения гильз на прошивном стане результаты работы могут быть использованы при прошивке на всех трубопрокатных агрегатах. Основными предприятиями, заинтересованными в использовании полученных результатов, являются Первоуральский новотрубный завод, Челябинский трубопрокатный завод, которые уже в настоящее время частично используют выполненные диссертантом разработки, а также проектируемые цехи по

изготовлению тонкостенных бесшовных труб из нержавеющей и легированных сталей. Разработанные диссертантом программы могут использоваться в учебном процессе для подготовки магистров и инженеров по трубному производству.

Методы исследования и достоверность результатов.

Достоверность полученных результатов подтверждена экспериментальными исследованиями на действующем трубопрокатном агрегате ТПА 220 в промышленных условиях и на стане ДУО-210 НИТУ МИСИС, а также применением современных компьютерных средств моделирования QformVX. Прочностные расчёты выполнены в среде «SolidWorks Simulation». Разработанная компьютерная программа написана на языке программирования «Python 3.9», а графический способ определения геометрических параметров реализован с помощью программного комплекса «КОМПАС 3D».

Публикации по результатам работы

Основное содержание диссертационной работы отражено в 4 статьях, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, а также в программе ЭВМ и патенте на изобретение.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата полностью отражает основные положения диссертации. В автореферате изложены основные идеи и выводы по работе, показан вклад автора в проведение исследования, степень новизны и практическая значимость полученных результатов.

Замечания по диссертационной работе

1. Не указано какие показатели трения использовались при моделировании прокатки в среде QformVX.
2. При разработке алгоритма расчета геометрических параметров настройки очага деформации при прошивке не учитывалась калибровка оправки.

3. В исследованиях по раскатке гильзы в автоматическом стане не учитывалось влияние смазки на кинематические и энергосиловые параметры процесса.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Шербутаева Нодирбека Илхом Угли полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, предъявляемым к работам на соискание ученой степени «кандидат технических наук» по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждены и одобрены на заседании коллоквиума лаборатории пластической деформации металлических материалов, протокол № 18 от «11» февраля 2025 года.

Председатель коллоквиума, ведущий научный
сотрудник лаборатории пластической деформации
металлических материалов, кандидат
технических наук



Андреев А.В

Секретарь коллоквиума,
кандидат технических наук



Акопян К.Э.

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт металлургии и материаловедения им.
---------------------------------	--

	А.А.Байкова Российской академии наук
Сокращенное наименование организации	ИМЕТ РАН
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Индекс, почтовый адрес	119334, г.Москва, Ленинский проспект, 49.
Телефон с указанием кода города	+7(499)1354538, +7(499)1358660
Адрес электронной почты	imet@imet.ac.ru
Адрес официального сайта в сети «Интернет»	https://www.imet.ac.ru