

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Пожидаевой Евгении Борисовны на тему «Совершенствование технологии
производства высокопрочного толстолистого проката для трубопроводов,
работающих в условиях повышенной сейсмичности»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность диссертационной работы Пожидаевой Евгении Борисовны на тему «Совершенствование технологии производства высокопрочного толстолистого проката для трубопроводов, работающих в условиях повышенной сейсмичности» не вызывает сомнения и обусловлена постоянно-растущими требованиями эксплуатации трубопровода в топливно-энергетическом секторе в связи с освоением новых территорий в России и за рубежом.

Одной из наиболее важных задач при транспортировке углеводородов является обеспечение надёжной и безопасной эксплуатации трубопроводов путём сокращения риска возникновения аварийных ситуаций. Как показывает анализ результатов диагностики трубопроводов, количество дефектов производства листа, а именно расслоений составляет более 20 % от общего числа выявленных опасных дефектов. Существенным фактором трещиностойкости толстолистого проката является полосчатость структуры, которая образуется в результате деформации ликвационной неоднородности. Установлено, что ликвационная полоса снижает трещиностойкость и способствует развитию лавинообразного разрушения. Вместе с тем, указанные показатели являются наиболее значимыми в разработке сталей для трубопроводов, эксплуатируемых в сейсмоактивных регионах. В литературе широко представлены результаты исследований о влиянии различных химических элементов на ликвационную неоднородность, но недостаточно данных о влиянии тех же элементов на количественную характеристику полосчатости (балл полосчатости).

РЕГИСТРАЦИОННО-ОТДЕЛ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГБОУ ВО «ИГТУ им. Г.И. Носова»	
за №	
Дата регистрации	03.06.2021
Фамилия регистратора	

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и трёх приложений. Текст диссертации изложен на 188 страницах машинописного текста, иллюстрирован 59 рисунками, содержит 16 таблиц. Библиографический список включает 178 источников.

В **первой главе** диссертации выполнен анализ современного состояния производства проката для труб большого диаметра. Рассмотрены механизмы формирования механических свойств проката и факторы трансформации ликвационной неоднородности. Проанализированы способы предотвращения распространения лавинообразного разрушения. Выполнен анализ современных способов испытаний материалов для заготовок и труб большого диаметра, в том числе способов оценки трещиностойкости. Рассмотрены современные концепции разработки технологии производства толстолистового проката для труб большого диаметра, эксплуатируемых в тяжёлых климатических условиях. На основании проведённого анализа сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во **второй главе** диссертации разработана математическая конечно-элементная модель процесса горячей прокатки толстого листа, которая позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние (НДС) металла с учётом наличия осевой ликвационной неоднородности толщиной менее 1% толщины сляба и с ее помощью, в среде программного комплекса DEFORM-3D, получены данные, которые позволили отобразить влияние деформационных, скоростных и температурных режимов прокатки на эволюцию ликвационной полосы (п. 1 и 3 научной новизны).

Третья глава диссертации посвящена исследованию механических свойств и трещиностойкости толстолистового проката. Исследование проводили на образцах из стали классов прочности K52, K56, K60, отобранных от промышленных партий проката, произведённых по различным технологиям с использованием различных концепций легирования. Усовершенствованы способы оценки механических свойств толстых листов из высокопрочной стали по критерию трещиностойкости, позволившие разработать технологию производства толстого листа для труб большого диаметра, эксплуатируемых в сейсмоактивных регионах (п. 2 и 4 научной новизны).

В четвертой главе диссертации с применением корреляционного анализа дополнены сведения о влиянии на полосчатость, механические свойства и трещиностойкость толстолистового проката таких элементов, как сера, фосфор, углерод, марганец, ванадий, кремний, бор, алюминий, ниобий и титан. Разработан алгоритм совершенствования технологии производства толстолистового проката для труб большого диаметра с применением совокупности интегрированных критериев, дополненный определением балла полосчатости, а также оцениванием трещиностойкости по полнотолщинным образцам и методом поперечного изгиба с вращением. Отражены вопросы практического применения разработанных рекомендаций. Реализация предлагаемых рекомендаций позволила получать на толстолистовом реверсивном стане толстолистовой прокат для труб большого диаметра со стабильным уровнем механических свойств, соответствующем классу прочности К60, а также с низким баллом полосчатости, что создаёт предпосылки для минимизации аварийных отказов при эксплуатации ТБД в районах с повышенной сейсмической активностью (п. 2 научной новизны).

В заключении сформулированы основные выводы по результатам диссертационной работы.

В приложениях приведены поверхности отклика регрессионных зависимостей в разных точках плана эксперимента, статистический анализ (оценка нормальности распределения, матрицы корреляции и оценка значимости взаимосвязей), а также акт внедрения и акты использования результатов научных исследований Е.Б. Пожидаевой на ПАО «ММК» и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Научная новизна и практическая значимость результатов диссертационных исследований

Научную новизну диссертационной работы Е.Б. Пожидаевой можно сформулировать следующим образом:

1. Разработана математическая конечно-элементная модель процесса горячей прокатки толстого листа, которая позволяет анализировать напряженно-

деформированное состояние металла с учётом наличия осевой ликвационной неоднородности толщиной менее 1% толщины сляба.

2. Алгоритм совершенствования технологии производства толстолистового проката для труб большого диаметра с применением совокупности интегрированных критериев дополнен определением балла полосчатости, а также оцениванием трещиностойкости по полнотолщинным образцам и методом поперечного изгиба с вращением, что позволяет уточнить режимы термомеханической прокатки листов из микролегированной стали с учётом фактического содержания микролегирующих элементов.

3. Определены температурно-деформационные и скоростные режимы термомеханической прокатки толстых листов, обеспечивающие их пригодность для изготовления трубопроводов, эксплуатируемых в регионах с сейсмической активностью.

4. Усовершенствованы способы оценки механических свойств толстых листов из высокопрочной стали по критерию трещиностойкости, позволившие разработать технологию производства толстого листа для труб большого диаметра, эксплуатируемых в сейсмоактивных регионах.

5. Практическая значимость в первую очередь заключается в том, что на основании полученных результатов работы, в условиях действующего промышленного производства реальный экономический эффект составил 5,3 млн руб. Также можно выделить внедренные методы испытаний: трёхточечный изгиб полнотолщинных образцов для оценивания статической трещиностойкости толстых листов и метод испытаний поперечного изгиба с вращением для оценивания трещиностойкости, что позволяет повысить точность оценки его соответствия требованиям к трубам большого диаметра, работающим в условиях повышенной сейсмичности. Данные испытания позволят снизить риск получения неудачных результатов при полномасштабных испытаниях, что значительно повышает конкурентные преимущества предприятия. Также в работе был выполнен статистический анализ влияния химических элементов на полосчатость проката, что позволило разработать технологию производства толстолистового проката класса прочности К60.

Обоснованность и достоверность научных положений и рекомендаций

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается корректностью постановок задач, строгостью применяемых методов решения, использованием современных методов для математического моделирования напряженно-деформированного металла, а также применением общепринятых методов статистической обработки большого объема данных, полученных в промышленных условиях.

Достоверность основных положений диссертационной работы также подтверждается экономическим эффектом от их внедрения на ПАО «ММК».

Оценка содержания и оформления диссертации

Диссертация написана ясным и точным языком, в форме, позволяющей получить полное и достаточно подробное представление о материалах исследований, проведенных соискателем. Корректность изложения материалов диссертации, наглядная иллюстрация полученных результатов позволяют объективно оценить содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований.

Оформление работы соответствует установленным требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. При использовании результатов других авторов в диссертации даны необходимые ссылки.

Полученные результаты и сделанные выводы соответствуют поставленным в диссертации целям и задачам. Тема диссертации и ее содержание соответствуют заявленной научной специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Основное содержание работы отражено в 19 научных трудах, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, входящих в наукометрические базы данных Web of Science и Scopus и 2 монографиях. Опубликованные работы в достаточной степени отражают научные результаты, изложенные в диссертации.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям и выводам диссертации.

ЗАМЕЧАНИЯ

По содержанию диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. Во второй главе диссертации излишне подробно описаны типы решателей и методы решения алгебраических уравнений, используемых в программном продукте. Часть из них не относятся к Deform-3D, в связи с этим непонятно зачем необходимо было их описание.

2. В диссертации и автореферате не указаны ограничения по возможности применимости испытаний на статическую трещиностойкость образцов. Какова максимально возможная толщина для испытаний полнотолщинных образцов?

3. На графиках, приведенных в диссертации и автореферате, не указаны коэффициенты детерминации. Оценивалась ли корреляция варьируемых факторов и возможность их включения в математическую модель?

4. В главе 4 говорится о проверке адекватности разработанной математической модели, в том числе по усилию деформирования при горячей прокатке. Однако в работе не приводится описание математической модели расчета энергосиловых параметров. Также не описана методика определения усилия прокатки экспериментальным путем. При этом утверждается о сходимости результатов на уровне 94,2 %.

5. В работе встречаются рисунки, которые следовало бы дополнить поясняющими записями или шкалами, например, рисунок 56. В представленном виде они не несут необходимой технической и научной информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Указанные замечания носят частный характер, не снижают ценности диссертационного исследования и являются скорее пожеланиями автору для продолжения исследований.

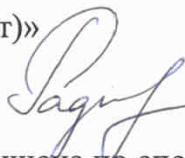
Диссертация Пожидаевой Евгении Борисовны является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится научно-обоснованное решение актуальной задачи: совершенствование производства толстолистового проката из микролегированных сталей для трубопроводов, работающих в

условиях повышенной сейсмичности, что имеет практическое значение для металлургической отрасли промышленности.

Диссертация в целом отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Пожидаева Евгения Борисовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Я, Радионова Людмила Владимировна, согласна на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе.

Официальный оппонент
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Процессы и
машины обработки металлов давлением»
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (национальный
исследовательский университет)»



Радионова Людмила Владимировна

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Телефон: +7 (351) 265-59-57,

E-mail: radionovalv@susu.ru



Верно
Ведущий документовед
О.В. Гришина