ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Шевелева Максима Михайловича

«Исследование напряженного состояния в очаге деформации на установке совмещенного литья и деформации стальных листов», представленную на соискание учетной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением

Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время одно из перспективных направлений повышения эффективности производства горячекатаного листового проката связано с совмещением процессов непрерывного литья и пластической деформации, что позволяет повысить эффективность производства за счет снижения энергозатрат и повышения качества. В частности, большие работы за рубежом и в нашей стране ведутся по созданию и совершенствованию литейно-прокатных агрегатов и комплексов для производства стальных листов. В применяемых технологиях выходящая из машины непрерывного литья заготовка с жидкой сердцевиной обжимается несколькими парами валков, которые располагаются либо непосредственно за кристаллизатором, либо в отдельных клетях.

Представленные в диссертации разработки, направленные на исследование, создание и освоение ресурсосберегающей компактной установки совмещенного процесса непрерывного литья и двухстороннего обжатия бойками, имеют важные теоретическое и практическое значения. Бойки установки для обжатия непрерывнолитых слябов являются наиболее нагруженными элементами, поскольку воспринимают значительные усилия со стороны заготовки при одновременном воздействии температурных перепадов. Поэтому исследования, направленные на определение напряженно-деформированного состояния в бойках и разработку рекомендации по выбору рациональных конструктивных параметров бойков, **следует считать актуальными.**

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и изложена на 153 страницах машинописного текста, включая 81 рисунок, 21 таблицу и библиографический список из 84 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и дана общая характеристика работы, в которой отмечены цель и задачи исследования, научная и практическая значимость, положении, выносимые на защиту, апробация работы, структура и объем.

В первой главе рассмотрены технологические и конструктивные особенности процессов непрерывного литья и деформации заготовки бойками и толстолистовой прокатки. Выполнен обзор информационных материалов по вышеотмеченной тематике.,

Во второй главе поставлена и решена задача определении напряженного состояния в бойках при формировании листов толщиной 3 мм и шириной 2250 мм из стали 09Г2С на установке совмещенного процесса непрерывного литья и деформации. Установлено, что в очаге деформации реализуется схема напряженного состояния металла с преобладанием высоких сжимающих напряжений по всей высоте сляба, что способствует получению качественных листов из стали. Расчет напряженного состояния бойков выполнен на основе решения объемной задачи теории упругости методом конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS.

По результатам расчетов установлены закономерности распределения напряжений в сложной системе бойки – полоса при формировании стальных листов на установке непрерывного литья и деформации.

В третьей главе представлена методика расчета температурных полей и температурных напряжений в бойках без каналов для водяного охлаждения. При этом используются уравнения нестационарной теплопроводности. Расчеты выполнены с использованием метода конечных элементов (программный комплекс ANSYS). Рассмотрены различные варианты процесса деформирования, в которых варьировались температура, коэффициент теплоотдачи, время контакта бойка с металлом и другие параметры.

В четвертой главе приведены результаты расчетов, на основании которых определены суммарных напряжения от усилия обжатия и температурной нагрузки в бойках без каналов для различных вариантов граничных условий. При этом определенны напряжения, возникающие в бойках на рабочем и холостом ходу. Результаты расчетов представлены в виде многочисленных графиков и таблиц. Выполнен сравнительный анализ напряженного состояния в бойках различной конструкции и исполнения. Отмечено, что применение бойков без каналов охлаждения позволяет снизить суммарные напряжения, так как каналы являются концентраторами напряжений. Однако применение бойков с каналами обеспечивает снижение температурных напряжений.

В этой же главе представлены результаты экспериментов по замеру температуры в различных зонах кристаллизатора, полосы и бойков опытной установки.

В заключении обобщаются основные результаты и сделаны выводы выполненных исследований.

В приложении приведен акт внедрения результатов научной работы в условиях ОАО «Уральский трубный завод».

Научная новизна работы

1. Разработана методика конечно-элементного компьютерного моделирования процесса деформирования непрерывно литой заготовки двухсторонним обжатием бойками, которая позволяет учитывать упруго-пластические свойства деформируемого металла, условия контактного взаимодействия заготовки и инструмента, а также особенности конструктивного исполнения бойков, что обеспечило высокую точность определения параметров напряженно-деформированного состояния в и бойках.

2. Установлены закономерности изменения напряжений в бойках от действия сил деформирования непрерывно литой заготовки и температурных воздействий при различных условиях процесса обжатия, что позволило разработать рекомендации по поиску рациональной конструкции бойков.

Практическая значимость работы

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использовались при разработке опытной установки и планируется использовать при проектировании и изготовлении промышленной установки литья и обжатия бойками в условиях ОАО «Уральский трубный завод». Кроме того, полученные результаты исследований могут использоваться технологами и конструкторами металлургических предприятий при разработке новых и совершенствовании существующих технологических процессов непрерывного литья и деформации при производстве листового проката.

Достоверность результатов диссертации подтверждается применением современных методов исследования напряженно-деформированного состояния металла в очаге деформации, напряжений в бойках от усилия обжатия и температурной нагрузки, а также результатами экспериментов на опытной установке ОАО «Уральский трубный завод».

Диссертация написано грамотным техническим языком, аккуратно и правильно оформлена в соответствии требованиям ВАК РФ.

Материал диссертации достаточно полно опубликован в 13 печатных изданиях, из которых 9 в изданиях, рекомендованы ВАК РФ. Основные результаты диссертации доложены и обсуждены на 5-ти научно-технических конференциях международного уровня.

Автореферат соответствует установленным требованиям и отражает основное содержание диссертации.

Вопросы и критические замечания

1. Название диссертации «Исследование **напряженного состояния в очаге деформации** на установке совмещенного литья и **деформации** стальных листов», на мой взгляд, не совсем корректно отражает её содержание. В работе, в основном, представлены результаты исследования напряжений, которые возникают **в бойках** при пластическом деформировании полосы, и представлены только нормальные давления на поверхности контакта полосы и бойка, а полной картины напряжений по объему очага деформации нет. Поэтому говорить о

напряженном состоянии в очаге деформации, на мой взгляд, не совсем корректно. Кроме того, в названии дважды используется одно и то же слово «**деформации»,** что не совсем эстетично.

2. Изложенный в диссертации фрагмент цели исследования «…**разработать рекомендации по выбору конструктивных параметров и материала бойков…**». Возникают следующие вопросы: «Какие изменения внесены в конструкцию бойков?». «Какая новая марка стали предложена для изготовления бойков?».

3. В обзорной главе 1 рассматриваются процессы горячей толстолистовой **прокатки** и горячей **прокатки** непрерывнолитой двутавровой заготовки. Сравнивать процессы прокатки с исследуемым в работе процессом двухстороннего обжатия непрерывно литой заготовки бойками, на мой взгляд, некорректно, так как условия пластического формоизменения при прокатке и деформировании бойками существенно отличаются. Кроме того, в этой обзорной главе нет ни одной ссылки на зарубежные источники по рассматриваемой тематике.

4. В диссертации определены термоупругие напряжения, возникающие в бойках без каналов при охлаждении их водой **на холостом ходу**. Возникает вопрос: «Зачем определяются напряжения на холостом ходу?» На мой взгляд, при рабочем ходе суммарные напряжения от силового воздействия полосы на боек и изменения температуры должны быть существенно больше.

5. При экспериментальном исследовании совмещенного процесса получения стальных полос на опытной установке ОАО «Уральский трубный завод» диссертантом проведены замеры температуры системы бойки-полоса но при этом не изложена методика эксперимента и не приведены характеристики и места расположения датчиков для измерения температуры.

Заключение

Сделанные замечания не снижают **общей положительной оценки** рассмотренной диссертационной работы, ценности ее научных и практических результатов, а также степени их достоверности. Диссертация М.М. Шевелева,

представляет собой **законченную научно-квалификационную работу**, выполненную на актуальную тему. В диссертации с использованием современных методов исследования определено напряженное состояние в бойках установки при различных режимах совмещенного процесса непрерывного литья и деформации. Использование результатов исследований и разработанных рекомендаций позволяет решить важную задачу повышения эффективности производства стального листа, что имеет существенное значение как для отдельных металлургических предприятий, так и для экономики страны.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (в частности, п. 9 Положения), а её автор Шевелев Максим Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.02.09 – Технологии и машины обработки давлением.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры механики,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

_____ Олег Сергеевич Железков

24.04.2019

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
Адрес:455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина,38
Тел.:+7 (3519) 235-759
E-mail:mgtu@magtu.ru