Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ
Уральского отделения
Российской академии наук
(ИМАШ УрО РАН)
Комсомольская ул., 34, г. Екатеринбург, 620049
Тел.: (343) 374-47-25, факс: (343) 374-53-30
E-mail: ges@imach.uran.ru; http: //www.imach.uran.ru
ОКПО 04538044, ОГРН 1036603482992
ИНН/КПП 6660005260/667001001

_____ № _____

на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения УрО РАН
д.т.н.

_____ В.П. Швейкин

ОТЗЫВ

ведущей организации «Институт машиноведения УрО РАН»

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 России и за рубежом ведутся работы по созданию литейно-прокатных агрегатов и комплексов для производства стальных листов с целью снижения расхода энергии, удельных капитальных вложений и улучшения качества листов. В частности, разработана технология литья тонких слябов, при которой сляб с жидкой сердцевиной обжимается двумя парами роликов, что позволило снизить величину зерна и уменьшить область осевой ликвации.

В разработках по этому направлению представляет существенный интерес ресурсосберегающая компактная установка совмещенного процесса непрерывного литья и деформации для получения стальных листов, технологические возможности которой предусматривают отливку тонких слябов и их обжатие за один проход в узком температурном интервале. Бойки установки непрерывного литья и деформации при обжатии непрерывнолитых слябов являются наиболее нагруженным элементом, поскольку циклически воспринимают усилия обжатия и одновременно температурную нагрузку. Поэтому на стадии проектирования установок, в том числе и опытной установки для ОАО «Уральский трубный завод», необходимо было определить нагруженность и напряженное состояние бойков от усилия обжатия и температурной нагрузки при получении листов из стали для изготовления сварных труб. Это позволило более обоснованно выбрать конструктивные параметры и материал бойков с целью повышения их стойкости.

В связи с вышеизложенным, тема диссертационного исследования М.М. Шевелева, направленная на изучение напряженно-деформированного состояния системы “бойки – полоса”, и разработка рекомендаций по выбору конструктивных параметров и материала бойков с целью повышения их стойкости, **является актуальной.**

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.

Цель диссертационного исследования: с использованием современных методов решения задач механики деформируемого тела определить напряжённо-деформированное состояние системы “бойки – полоса” при изготовлении листов из стали, обеспечить повышение стойкости бойков, разработать рекомендации по выбору конструктивных параметров и материала и изучить температурный режим работы бойков опытной установки ОАО «Уральский трубный завод».

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и дана общая характеристика работы.

В первой главе выполнен аналитический обзор по теме диссертации, обоснована цель и определены задачи диссертационного исследования.

Во второй главе диссертантом поставлена и решена задача определении напряженного состояния системы “бойки – полоса” при получении 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 без каналов от усилия обжатия при получении на установке листов из стали выполнен на основе решения объемной задачи теории упругости методом конечных элементов с использованием пакета ANSYS.

В результате диссертантом установлены закономерности распределения напряжений в сложной системе бойки – полоса при получении стальных листов на установке непрерывного литья и деформации.

Приведены параметры опытной установки непрерывного литья и деформации ОАО «Уральский трубный завод», которая спроектирована и освоена при непосредственном участии диссертанта.

В третьей главе представлены постановки объемных задач и методика расчета температурных полей, термоупругих и суммарных напряжений в бойках без каналов методом конечных элементов с использованием пакета ANSYS. Приведены уравнения нестационарной теплопроводности для определения температурных полей и алгоритм расчета методом конечных элементов термоупругих напряжений в бойках без каналов от температурной нагрузки. Изложены варианты расчета температурных полей бойков и определены параметры для решения задач о тепловой нагруженности бойков без каналов установки непрерывного литья и деформации

В четвертой главе приведены результаты расчета температурных полей, термоупругих напряжений и суммарных напряжений от усилия обжатия и температурной нагрузки в бойках без каналов установки для трех вариантов граничных условий. Диссертантом впервые поставлены и решены в объемной постановке следующие задачи:

- определение температурных полей и термоупругих напряжений в бойках без каналов при обжатии сляба и на холостом ходу для двух значений теплового потока;
- определение суммарных напряжений в бойках без каналов от усилия обжатия и температурной нагрузки для различных значений теплового потока.

В результате установлены закономерности распределения температуры, термоупругих и суммарных напряжений в бойках без каналов при получении на установке непрерывного литья и деформации стальных листов. Следует отметить, что диссертантом впервые получен график зависимости осевых термоупругих напряжений в бойках без каналов от температуры их контактной поверхности.

Для обоснованного выбора конструкции и материала бойков диссертант выполнил сравнительный анализ напряженного состояния бойков различного конструктивного исполнения (с каналами и без них) при обжатии сляба на установке непрерывного литья и деформации.

Установлено, что каналы для охлаждения бойка являются концентраторами напряжений, поскольку в области каналов повышают уровень суммарных напряжений от усилия обжатия и температурной нагрузки, а также приводят к возникновению осевых растягивающих напряжений. С другой стороны, каналы в бойках позволяют снизить на 130 °С температуру их контактной поверхности в сравнении с бойками без каналов. Для оценки результатов теоретических исследования диссертант провел экспериментальное исследование температурного режима системы бойки – полоса на опытной установке ОАО «Уральский трубный завод».

В заключении обобщаются основные результаты и сделаны выводы выполненного диссертационного исследования.

В приложении приведен Акт внедрения результатов научной работы на ОАО «Уральский трубный завод».

Научная новизна и значимость полученных результатов:

К основным результатам, обладающих научной новизной, относятся:

- закономерности распределения напряжений в очаге циклической деформации и в бойках без каналов от усилия обжатия при получении стальных листов на установке непрерывного литья и деформации;
- закономерности распределения температуры и термоупругих напряжений в бойках без каналов при обжатии сляба и на холостом ходу;
- зависимость осевых термоупругих напряжений в бойках без каналов установки от температуры их контактной поверхности;
- суммарное поле напряжений в бойках без каналов от усилия обжатия и температурной нагрузки.

Практическую значимость диссертации М.М. Шевелева представляют:

- результаты расчета температурных полей и напряжений в бойках без каналов от усилия обжатия и температурной нагрузки и рекомендации по выбору конструктивных параметров и материала бойков;
- результаты освоения и исследования температурного режима работы бойков опытной установки ОАО «Уральский трубный завод».

Результаты теоретических и экспериментальных исследований будут использованы при проектировании промышленной установки для производства листов из стали для сварных труб, которая принята к внедрению на ОАО «Уральский трубный завод.

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

Оформление диссертации. Публикации по работе

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

Материал диссертации достаточно полно опубликован в 13-ти печатных изданиях, из которых 9 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.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы на металлургических предприятиях при толстолистовой прокатке производства сварных труб.

В целом, оценивая рассматриваемую работу **положительно**, необходимо сделать ряд **замечаний**:

1. В диссертации ферростатическое давление принято равным 0,066 МПа, а коэффициент трения между бойком и полосой 0,5. Требуется пояснить, откуда взяты эти данные.

2. В диссертации проведен сравнительный анализ напряженного состояния бойков различной конструкции (с каналами и без них) при получении стальных листов на установке непрерывного литья и деформации. Однако не совсем понятно, почему для опытной установки ОАО «Уральский трубный завод» выбран боек без каналов?

3. В работе закономерности распределения температуры, термоупругих и суммарных напряжений от усилия обжатия и температурной нагрузки в бойках без каналов определены не только для бойка в целом, но и для его

приконтактного слоя толщиной 5 мм. Не совсем ясно, с какой целью это сделано?

Заключение

Сделанные замечания не снижают **общей положительной оценки** рассмотренной диссертационной работы, ценности ее научных и практических результатов, а также степени их достоверности. Диссертация, выполненная М.М. Шевелевым, представляет собой **самостоятельную** и **законченную научно-квалификационную работу**, выполненную на актуальную тему. В диссертации на основе современных методов решения задач механики деформируемого тела определено напряженное состояние системы “бойки – полоса” при изготовлении листов из стали на установке совмещенного процесса непрерывного литья и деформации и даны рекомендации по выбору конструктивных параметров и материала бойков с целью повышения стойкости, что имеет существенное научное значение для развития технологий и машин обработки давлением.

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

Отзыв заслушан и обсужден на заседании отдела Механики машин и технологий ИМАШ УрО РАН, протокол № 5 от 16 апреля 2019 года.

Руководитель отдела Механики машин и технологий ИМАШ УрО РАН,

д.т.н., профессор Коновалов Анатолий Владимирович