



620062, г. Екатеринбург, ГСП 174, ул. Гагарина, 14
тел. (343) 374-03-91 факс (343) 374-14-33, uim@ural.ru
ИНН 6660002502, КПП 667001001

УТВЕРЖДАЮ:

Научный руководитель института,
первый заместитель генерального директора,
академик РАН

Л.А. Смирнов



Отзыв
ведущей организации ОАО «Уральский институт металлов» по диссертации
**Захарченко Марии Владимировны на тему: «Разработка и внедрение
устройства и технологии ускоренного охлаждения для обеспечения
механических свойств металла рельсовых накладок, представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

В соответствии с существующими нормативными документами рельсовые накладки подвергаются объемной закалке в масле. Такая технология исключает возможность управления процессом охлаждения изделия. Более того она является дорогостоящей, так как требует не только сложного сопутствующего оборудования, но и оборудования по утилизации отработанного масла. Следует также отметить, что использование в технологии охлаждения рельсовых накладок ванн с маслом, даже при грамотной вентиляции, создаёт тяжёлые условия работы персонала в цехе.

Диссертационная работа М.В. Захарченко посвящена изучению современной технологии ускоренного струйного водяного охлаждения рельсовых накладок и устройства для её реализации, разработанное с участием диссертанта. Ею также исследованы и научно обоснованы режимы охлаждения рельсовых накладок, обеспечивающие удовлетворение требованиям существующих нормативных документов.

Актуальность представленного диссертационного исследования не вызывает сомнений, т.к. предложенная технология позволяет поднять производство рельсовых накладок на качественно новый уровень, т.е. конструктивно упростить технологическое оборудование, обеспечить управляемость процессом охлаждения и сделать его экологически более чистым.

Основное содержание работы представлено тремя главами, изложено на 136 страницах машинописного текста, включая 49 рисунков, 24 таблицы и список литературных источников из 101 наименования.

В первой главе автором проведен аналитический обзор специальной технической литературы по вопросам современных методов упрочнения рельсовых накладок, включая охлаждение в жидких средах – масле, полимерах, воде, а также легирования сталей. Внимание уделено перспективным технологиям охлаждения рельсовых накладок и требованиям разных стран к их механиче-

Вх. № 05-19/1-373
от 03.12.14 г.

ским характеристикам. Подробно рассмотрены и проанализированы свойства охлаждающих сред и методы охлаждения в технологиях упрочнения стальных изделий, а также тепловые режимы охлаждения, гарантирующие термоупрочнение готового изделия. На основе анализа технологий и способов получения заданных механических характеристик автор сформулировал задачи и методы исследования. Широта и глубина критического обзора специальной литературы в выбранной области исследований свидетельствует об эрудированности диссертанта и его высокой квалификации.

Вторая глава посвящена изложению вопросов математического моделирования тепловых режимов охлаждения рельсовой накладки в масле, воде и обоснованию выбора конструкции устройства для физического моделирования тепловых процессов охлаждения. Использованная в диссертации математическая модель для анализа теплообменных процессов включала двумерное дифференциальное уравнение теплопроводности, начальные условия и граничные условия. Особенность задания последних состояла в том, что они были заданы по-разному: при охлаждении струями воды – это были граничные условия II рода при ($t_{\text{пов}} > 100^\circ\text{C}$) и III рода (при $t_{\text{пов}} < 100^\circ\text{C}$), а при охлаждении на воздухе это были только граничные условия III рода, учитывающие как конвективную, так и лучистую составляющие. Сложность реализованной программы состояла в том, что накладка представляет собой разномассивное изделие, состоящее из элементов: нижней и верхней головок и шейки. Анализ результатов моделирования позволил обосновать выбор системы охлаждения плоскими струями воды и определить конструкцию и параметры экспериментального устройства для ее реализации. На этой установке проведены теплотехнические исследования по охлаждению рельсовой накладки, которые были положены в основу адаптации математической модели. При этом были уточнены фактические значения плотностей тепловых потоков по секциям при различной ориентации поверхностей накладки и расходах воды, также определены режимы работы системы охлаждения, обеспечивающие одинаковую температуру разномассивных элементов в результате ускоренного охлаждения. Технологические исследования на этом же опытном стенде были организованы для определения комплекса механических свойств и микроструктуры накладок, которые подвергались охлаждению по установленным тепловым режимам. Оригинальные методики, которые были применены в работе, обеспечивали условия эксперимента, близкие к промышленным. Проведённые испытания механических свойств показали возможность применения данной технологии для охлаждения рельсовых накладок, а также позволили установить конструктивные и режимные параметры промышленного устройства.

Основным результатом этой части диссертационной работы следует считать предложенные автором энергоэффективные и ресурсосберегающие тепловые режимы охлаждения рельсовых накладок, установленные в процессе математического и физического моделирования.

Математическое и физическое моделирование процессов охлаждения рельсовых накладок, выполненное диссертантом, указывает на то, что она овладела современными методами исследования сложных тепловых явлений, протекающих в широком диапазоне температур.

В третьей главе приведены тепловые режимы работы устройства ускоренного струйного водяного охлаждения накладок с разным химическим составом на филиале ОАО «ЕВРАЗ НТМК» «Нижнесалдинский металлургический завод» и приведён анализ результатов его внедрения. Используя информацию о полученных механических характеристиках рельсовых накладок, а также о прямолинейности готовой продукции были установлены параметры режимов охлаждения рельсовых накладок – плотности тепловых потоков, плотности орошения водой для различно ориентированных поверхностей разномассивных элементов накладки, скорости транспортирования накладок через устройство. По-существу были установлены закономерности, устанавливающие условия качественного охлаждения накладок. Исследованию подверглись накладки из сталей производства ОАО «ЕВРАЗ НТМК» и ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», отличающиеся содержанием углерода. Исследования этой части работы обеспечили ввод в эксплуатацию устройства по ускоренному охлаждению.

В процессе исследований были получены **новые научные результаты**:

- сформулирована и научно обоснована технология ускоренного струйного охлаждения водой рельсовых накладок, обеспечивающая получение требуемых механических характеристик;

- определена в промышленных условиях аналитическая зависимость плотности теплового потока от плотности орошения для верхней, нижней и боковых поверхностей рельсовой накладки. Ценность полученных данных заключается в их применимости для последующих предварительных расчётов конструктивных параметров устройств ускоренного струйного охлаждения водой несимметричного профиля, имеющих элементы различной массивности;

- уточнены адаптационные коэффициенты математической модели для расчёта ускоренного струйного охлаждения водой;

- определён диапазон изменения механических свойств рельсовых накладок в зависимости от содержания углерода при различных температурах окончания охлаждения, что послужило основой выбора рациональных режимов технологии охлаждения и работы устройства;

- оценена равномерность распределения температуры по профилю накладок при ускоренном струйном охлаждении водой.

Достоверность результатов исследований и выводов подтверждена хорошим совпадением результатов физического и математического моделирования, применением апробированных методик и современного комплекса контрольно-измерительных приборов, а также использованием методов математической статистики при обработке экспериментальных данных, в том числе полученных и в промышленных условиях.

Ценность полученных результатов для науки заключается в развитии существующих представлений об ускоренном охлаждении несимметричных тел с разномассивными элементами.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается результатами внедрения технологии ускоренного струйного охлаждения водой на филиале ОАО «ЕВРАЗ-НТМК» «Нижнесалдинский металлургический завод». Неоспоримым достоинством данной технологии является возможность управления процессом охлаждения рельсовых накладок воздействием на технологические параметры работы устройства с целью получения меха-

нических свойств, удовлетворяющих высоким требованиям, определяемыми действующими в настоящее время техническими условиями.

Основные части диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 19 научных статьях, 3 из которых в журналах, рекомендованных ВАК для освещения результатов кандидатских диссертаций. Материалы исследований доложены и обсуждены на международных и российских научно-технических конференциях.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. В нем в достаточной степени отражены основные научные и практические достижения диссертанта.

Вопросы и замечания по диссертационной работе:

1. При описании процессов охлаждения рельсовых накладок диссертант главное внимание уделил распределению температур в зависимости от плотности и времени орошения, связав эти характеристики с оценкой механических свойств накладок. К сожалению, остались за пределами диссертации соображения о влиянии величины перепада температуры по сечению и динамики температурных полей на уровень механических свойств. Анализ этих факторов дополнил бы картину формирования механических характеристик рельсовых накладок.

2. Автор убедительно доказала управляемость технологии ускоренного струйного охлаждения водой рельсовых накладок. Однако из текста диссертации осталось неясным - позволяет ли данная технология влиять на величину изменения прочностных и пластических свойств металла и если да, то каким образом?

3. При описании условий применения математической модели для расчета температурных полей диссертант не указала, к какой части сечения по длине накладки этот расчет относится. Тем самым осталось неясным как учитывалось влияние торцевых поверхностей изделия.

4. В диссертации указано и на рис. 2.11 показано, что поток водяной струи перпендикулярно ориентирован относительно поверхности рельсовой накладки. Между тем на общей схеме (рис. 2.12) водяные сопла располагаются несколько по-иному. Как согласовать эти сведения между собой?

5. Приведенные в конце третьей главы диссертации данные по микроструктуре целесообразно дополнить оценкой преимущества рельсовых накладок, охлажденных по предложенной технологии ускоренного струйного охлаждения водой в сравнении с традиционной – закалкой накладок в масле.

Диссертационная работа М.В.Захарченко является законченной научно-исследовательской работой, выполненной технически грамотно на современном научном уровне. Теоретическая и экспериментальная части диссертации разработаны достаточно полно. Работу отличает научная новизна и полное внедрение ее результатов на металлургическом заводе.

В заключении отзыва следует отметить, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9, предъявляемым «Положением о присуждении учёных степеней» к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Захарченко Мария Владимировна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа заслушана и обсуждена на заседании научно-технического совета ОАО «Уральский институт металлов» 03 декабря 2014 г. протокол № 3-14.

Зав. лабораторией металловедения
и термообработки, к.т.н.

Добужская Алина Борисовна

Старший научный сотрудник лаборатории
«Транспортный металл для железных дорог»

Смирнов Дмитрий Васильевич

Секретарь научно-технического совета, к.т.н.



Селетков Александр Игнатьевич

03.12.2014 г.