

В диссертационный совет Д 212.111.03 при
Федеральном государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего об-
разования «Магнитогорский государствен-
ный технический университет им. Г.И. Но-
сова»

ОТЗЫВ

официального оппонента

Артюха Виктора Геннадиевича

на диссертационную работу

Редникова Сергея Николаевича

на тему «Развитие методологии диагностирования и разработка технических решений для повышения эффективности эксплуатации металлургических машин», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 –Машины, агрегаты и процессы (металлургия)

1. Общая характеристика работы

Диссертационная работа Редникова С.Н. посвящена современным тенденциям развития науки и техники в области диагностирования агрегатов металлургических производств. Для большинства передовых отраслей промышленности при освоении и производстве новых материалов, использовании нового оборудования и технологий особое внимание уделяется исследованиям и разработкам, направленным на снижение эксплуатационных затрат на производство. Это требует совершенствования методологии оценки состояния оборудования и эффективных технических решений диагностирования.

Исследования соискателя направлены на разработку технических и технологических мероприятий, обеспечивающих снижение затрат при первичной оценке состояния элементов металлургических агрегатов.

| | |
|--|-------------------|
| ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова» | |
| за № _____ | _____ |
| Дата регистрации | <u>22.06.2022</u> |
| Фамилия регистратора | _____ |

Диссертационная работа соискателя состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных литературных источников из 281 наименования, приложения. Диссертационная работа включает 280 страниц машинописного текста, включая 130 иллюстраций и таблиц.

Структура диссертационной работы.

Во введении обосновывается актуальность проблемы, рассматриваемой в диссертации, излагаются цели и задачи научного исследования, описываются подходы и методы исследования, а также сформулированы научная новизна и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведён анализ современного состояния и рассмотрены основные направления развития технологии и оборудования диагностирования агрегатов металлургического производства. Выполнен анализ известных способов получения информации по состоянию агрегатов применительно к оборудованию металлургического производства. Приведены характерные особенности критических элементов металлургических агрегатов. Приведён анализ известных решений, направленных на повышение эффективности диагностирования. В работе показано, что с целью снижения затрат при первичной оценке состояния оборудования необходимо разработать методологию комплексного многофакторного подхода к оценке состояния оборудования.

Во второй главе произведены теоретические исследования процесса первичного диагностирования, направленные на снижение затрат и повышение эффективности оценки состояния оборудования за счет применения комплексного подхода с динамической коррекцией остаточного ресурса при каждой процедуре диагностики. Проведенные исследования базируются на разработанных аналитических подходах, учитывающих характер нагружения, состояние температурных полей поверхностей аппаратов, токовой нагрузки, состояния реакции системы на управляющее воздействие, состояния рабочих сред и смазывающих материалов. Разработаны математические модели, оценивающие как величину остаточного ресурса, так и математические модели оценки внутреннего распределения температур в объектах. На основе проведенных исследований предложена и обоснована методология диагностирования.

В третьей главе рассмотрены вопросы исследования и моделирования процессов, характерных для зон контактного трения высоконагруженных элементов металлургических агрегатов (как существующих, так и перспективных). Приведены подходы к оценке гидравлических характеристик рабочих сред и процессов, протекающих в парах трения при малых зазорах, подвергающихся физико-химическому воздействию при давлениях в жидких средах свыше 50 МПа. Автором разработана и реализована математическая модель движения жидких и

газообразных сред, учитывающая физикохимические превращения. С использованием предложенной модели решена проблема оценки гидравлических характеристик рабочих сред, смазывающих материалов и теплоносителей, используемых в быстродействующих гидравлических системах прокатных станов, столах качания МНЛЗ, системах позиционирования электродуговых печей.

В четвертой главе приводится реализованный соискателем комплекс теоретических, экспериментальных и промышленных исследований, а также постановка и проведение лабораторных экспериментов, моделирующих физико-химические процессы, протекающие при экстремальных динамических нагрузках. Приводятся параметры разработанных автором исследовательских установок оценки теплогидравлических параметров рабочих сред и методики постановки экспериментов. Реализация разработанной методологии направлена на разработку и внедрение эффективных методов контроля состояния оборудования по параметрам рабочих сред и оценки предельных режимов нагружения.

В пятой главе приводятся результаты численного моделирования и экспериментальных исследований элементов систем листового прокатного стана. Приводятся результаты исследования влияния продуктов износа на функционирование гидравлического контура системы противоизгиба валков прокатных станов. Приводятся данные натурных экспериментов по оценке локальной вязкости в зазорах плунжерных пар и данные численного моделирования с использованием предложенной модели быстродействующих золотниковых устройств систем гидравлического управления прокатными станами. На основе предложенных технических решений и методик расширена база данных и создана новая методология исследований гидравлических характеристик рабочих сред, используемых в высоконагруженных системах прокатных станов, агрегатах МНЛЗ.

В шестой главе приведены результаты внедрения в условиях действующего производства разработанной комплексной методологии первичного диагностирования элементов металлургических агрегатов. Приводятся результаты применения предложенных мероприятий для оценки состояния оборудования листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь», оборудования цеха №4 АО «ПНТЗ», Челябинского цинкового завода и других предприятий отрасли.

В приложениях представлены результаты численного моделирования, акты внедрения, акты экономической эффективности полученных результатов диссертационного исследования.

2. Актуальность темы диссертации

В настоящее время на металлургических предприятиях существует необходимость снижения производственных затрат с одновременным повышением качества готовой продукции, снижения расхода материалов и уменьшения энергоемкости технологических процессов. Это требует проведения оптимизации рас-

ходов на весь жизненный цикл оборудования. А, следовательно, есть необходимость в создании и развитии новых способов и устройств, направленных на снижение затрат при оценке текущего состояния элементов технологического оборудования производств.

Для снижения вероятности длительных простоев и избыточно дорогостоящих ремонтов при производстве металлопродукции необходимо реализовать технические решения по совершенствованию оценки текущего состояния оборудования и методик предсказания остаточного ресурса оборудования, разработать и внедрить технологию эффективного воздействия на процессы смазывания, включающую режимы экстремально высоких контактных давлений, возникающих при перегрузках и предельном возрастании рабочих параметров систем. Анализ современного состояния металлопроизводства, а также применяемых методов, технологий и оборудования, направленных на снижение производственных затрат, позволяют сделать вывод, что рассматриваемая в диссертационной работе проблема, заключающаяся в снижении материальных, финансовых и временных затрат при оценке технического состояния объектов металлургического предприятия, является актуальной.

3. Научная значимость работы

Автором получены следующие научные результаты.

1. Создана модернизированная математическая модель движения жидких и газообразных сред, позволяющая повысить достоверность оценки состояния объектов при высоких параметрах нагружения и воздействий, характерных для элементов существующего и перспективного отечественного и зарубежного металлургического оборудования, путём введения корректирующих коэффициентов и параметров сред.
2. Разработана методика диагностирования, использующая модернизированную математическую модель, которая учитывает температурные поля для оценки состояния теплогидравлических и механических элементов металлургических машин и агрегатов.
3. Теоретически доказано влияние граничных слоёв и окиси железа на характеристики рабочих жидкостей и смазок в условиях высоких контактных давлений и малых, менее 100 мкм, зазоров.
4. Разработана методика расчёта вероятного времени отказа, использующая регрессионные зависимости, корректируемые по результатам комплексной первичной диагностики элементов металлургического оборудования.

4. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в следующем.

1. Разработанные методики комплексной диагностики элементов металлургических машин позволили сократить время первичных диагностических мероприятий на 34-52% при повышении достоверности получаемых результатов.

2. Созданы диагностические комплексы, позволяющие испытывать рабочие жидкости и смазочные материалы в зоне критических нагрузок.

3. Результаты исследования позволили в условиях листопрокатного цеха № 1 АО «Уральская Сталь» уменьшить время аварийных простоев за счёт повышения эффективности первичной диагностики современного металлургического оборудования, включающего гидравлические, механические элементы с обеспечением единовременного экономического эффекта до 330 тысяч рублей.

4. С использованием разработанного математического аппарата усовершенствована конструкция тупиковой горелки ванн горячего цинкования, позволившая увеличить ресурс ее тубы и рассекателя, выполненного из отечественного материала (карбида кремния), с 2500 часов до 4300 часов безаварийной эксплуатации. Конструкция, методика настройки и диагностики внедрена в производство, что подтверждается актами.

5. Разработан, апробирован и защищен патентами на изобретения новый вариант конструкции диагностического оборудования для определения характеристик рабочих сред и смазочных материалов, используемых в металлургических машинах, с предельным давлением функционирования до 500 МПа.

6. Разработаны, апробированы на металлургических предприятиях и защищены патентами на полезные модели системы бесконтактной диагностики механического, энергетического и гидравлического оборудования.

7. Полученные теоретические и экспериментальные результаты используются в учебном процессе кафедры «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» и НОУ «МИТИ».

5. Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. На стр. 85 диссертации в приведённых зависимостях (формула 2.4) соискатель указывает, что в расчетной модели использовались значения коэффициентов теплопроводности, теплоёмкости и теплоотдачи. Однако в тексте диссертации не приведены формулы, по которым были определены эти коэффициенты с коррекцией на текущую температуру.

2. В тексте диссертации на стр. 80 соискатель приводит расчёт статистических параметров, при этом вероятность безотказной работы принимается равной 0,995. Не совсем понятно, на основании чего было выбрано данное значение вероятности безотказной работы данного вида оборудования.

3. В тексте диссертации на стр. 94 приведена графическая зависимость коэффициента эффективности от времени для комплексной методики оценки состояния оборудования. Но работа только выиграла бы, если на графике были бы дополнительно приведены зависимости коэффициентов эффективности для сравниваемых методов диагностирования.

4. В диссертации на стр. 143 соискателем приведена диаграмма выявляемости дефектов разными методами диагностики. На диаграмме и в тексте диссертации нет процентного соотношения выявляемости различными методиками, что затрудняет количественный анализ эффективности методов оценки состояния оборудования.

5. Соискателем получены регрессионные уравнения, описывающие изменение величины износа оборудования. Не совсем понятно, каким образом оценивался превалирующий фактор, определяющий работоспособность агрегата.

6. Из текста диссертации и автореферата не понятно, по какому критерию верифицировались результаты математического моделирования и экспериментальные данные оценки вязкости рабочих сред.

В целом, указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной и практической ценности работы.

6. Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа изложена четким, технически грамотным языком, ее содержание в достаточной степени проиллюстрировано графиками и таблицами с использованием современных компьютерных средств.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в 52 публикациях, в числе которых 26 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 6 статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science, 2 монографии, 8 патентов РФ на изобретения и полезные модели.

Автореферат полностью соответствует тексту диссертации.

7. Заключение

Диссертационная работа Редникова Сергея Николаевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладающей научной и практической значимостью, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и изложены новые, научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности, снижение временных, материальных и финансовых затрат при оценке состояния металлургического оборудования для оптимизации мероприятий по ремонту и закупке запасных частей. Технические решения основаны на разработанной методологии комплексного первичного диагностирования оборудования, внедрение которой внесло значительный вклад в развитие металлургической промышленности.

Все выносимые на защиту результаты получены при определяющем вкладе самого автора и соответствуют паспорту специальности 05.02.13 -«Машины, агрегаты и процессы (металлургия)», а именно, в части формулы специальности: «Область науки и техники, включающая разработку научных и методологических основ конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и процессов; теоретические и экспериментальные исследования; технико-экономическое обоснование применения отдельных типов и типоразмеров машин, высокопроизводительных комплектов машин и механизмов, механизированного инструмента на всех стадиях жизненного цикла (рас-

чет, проектирование, монтаж/демонтаж, наладка, эксплуатация, ремонт и испытания)».

В части области исследования:

- п. 5. «Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, агрегатов и процессов, и оценки их экономической эффективности и ресурса»;
- п. 7. «Разработка и повышение эффективности методов технического обслуживания, диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта машин и агрегатов в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации и продления ресурса».

Диссертационная работа в целом отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Редников Сергей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 –Машины, агрегаты и процессы (металлургия).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор, профессор высшей школы «Механика и процессы управления» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Почтовый адрес: 195251, Российская Федерация,

г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29. Тел.: +7(812) 297-20-95.

Факс: +7(812) 552-60-80.

E-mail: office@spbstu.ru

Артиух Виктор Геннадиевич тел.: +7(931) 579-70-53;

E-mail: artiukh@mail.ru

Научная специальность по диплому: 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы (металлургия)».

Я, Артиух Виктор Геннадиевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведённых в этом документе.



Артиуха В.Г.
ДОСТОВЕРЯЮ
Специалист
Солдатов В.А. И.И. Костин
14.06.2022 г.