

Отзыв официального оппонента

**доктора технических наук Столбова Валерия Юрьевича
на диссертацию Редникова Сергея Николаевича на тему:
«Развитие методологии диагностирования и разработка технических
решений для повышения эффективности эксплуатации
металлургических машин», представленную на соискание ученой
степени доктора технических наук по научной специальности
05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (металлургия)**

В связи с повышением требований к снижению себестоимости продукции резко возрастают требования к организации и ремонтных работ, техническому обслуживанию оборудования и планированию закупа запасных частей. Это, в свою очередь, требует создания новых механизмов, методик и средств оценки как текущего состояния оборудования, так и остаточного ресурса агрегатов.

Актуальность и своевременность темы диссертации С.Н. Редникова обусловлена рядом факторов. Один из них – недостаточность статистических данных по ресурсу современного оборудования, произведённого за рубежом и применяемого на металлургических предприятиях страны. Другой сильнодействующий фактор - рост показателей качества обслуживания техники, а также отсутствие эффективных инструментов комплексной первичной оценки состояния действующего оборудования предприятий удовлетворяющих балансу интересов технологического и ремонтного персонала предприятий. При этом, недопустимы длительные простои оборудования, как по причине аварийных отказов, так и по причине значительных временных затрат на процесс обслуживания агрегатов.

Эти и многие другие факторы определили необходимость и актуальность разработки современной методологии диагностирования элементов металлургических машин.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за № _____	
Дата регистрации _____	15.08.2022
Фамилия регистратора _____	

Анализ содержания работы и соответствия поставленным задачам исследования

Диссертационная работа имеет структуру, соответствующую характеру исследования, и состоит из введения, шести основных глав, заключения, библиографического списка из 281 источника, а также приложения. Содержание диссертации изложено на 280 страницах, содержит 130 рисунков и таблиц.

Во введении диссертации обоснована научная актуальность работы и дан анализ степени разработанности темы исследования, сформулирована цель диссертационной работы и приведены задачи, решение которых приводит к ее достижению. Раскрыты научная новизна и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, дана оценка достоверности и апробации полученных автором результатов.

В первой главе проведен аналитический обзор научной литературы, посвященной проблемам диагностирования и основным подходам к оценке текущего состояния различных ключевых элементов металлургического оборудования. Рассмотрен анализ проблем в области эксплуатации элементов металлургических машин. При этом отмечается, что большинство методов оценки состояния оборудования основываются на математических моделях, полученных на основе обработки статистических данных отказов, большинство моделей этого типа были получены в период с 60-х до 90-х годов прошлого столетия. Сейчас значительно поменялись конструкции и технологии изготовления, как основного, так и в большей степени вспомогательного оборудования металлургических производств, что требует актуализации данных и моделей.

Проведенный достаточно полный и глубокий анализ литературы, посвященной проблемам эксплуатации и диагностики оборудования, позволил диссертанту обосновать перечень основных

научных задач, направленных на повышение эффективности предлагаемых современных методов первичной оценки состояния оборудования.

Глава 2 посвящена разработке методологических основ первичной комплексной оценки состояния оборудования. Предложена концепция оценки остаточного ресурса путём анализа варьируемых для различного вида оборудования ключевых параметров функционирования с построением регрессионных зависимостей и непрерывной коррекции информации по состоянию объекта в меняющихся условиях эксплуатации. Предложена методика локализации внутренних дефектов с использованием расчёта температурных полей. Сделаны необходимые выводы по главе, в которых подчеркивается целесообразность применения комплексного подхода для первичного анализа состояния элементов основного и вспомогательного оборудования металлургических комплексов.

Глава 3 посвящена разработке математической модели взаимодействия движущейся среды и граничной стенки, учитывающей эффекты изменения вязкости при импульсном повышении давления и загрязнении оксидами железа, характерные для эксплуатации в условиях металлургического производства. Рассмотрены общие принципы математического моделирования процесса изменения характеристик движущейся среды с учетом изменения молекулярных цепей.

Глава 4 посвящена экспериментальной апробации применения математических моделей оценки состояния оборудования, рабочих жидкостей и смазывающих материалов. Детально отражены особенности созданного экспериментального оборудования и методик проведения исследований. Приведены примеры оценки химической стабильности рабочих жидкостей и смазывающих материалов.

В главе 5 приводится анализ результатов численного моделирования и экспериментальных исследований элементов оборудования. На примере системы противоизгиба валков прокатного стана листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь» показаны возможности применения разработанной методологии, продемонстрирована эффективность предлагаемого подхода, позволяющего оценить не только причины «плавающих» отказов оборудования, но и зоны предельных параметров эксплуатации систем.

В главе 6 приводятся примеры использования разработанной методологии для комплексной оценки различных элементов оборудования металлургических предприятий.

В заключении представлены основные результаты выполненного диссертационного исследования.

В приложении представлены как результаты математического моделирования процессов, так и акты о внедрении и использовании результатов работы профильными промышленными предприятиями и учреждениями высшего образования.

Оценка научной новизны, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В качестве принципиальной научной новизны работы можно отметить тот факт, что предлагаемая автором методология первичной оценки состояния оборудования металлургических предприятий является реально действенным аппаратом, позволяющим на практике снижать

расходы на эксплуатацию и ремонт путём динамической оценки остаточного ресурса по комплексу параметров.

В диссертации автором впервые предложена математическая модель учёта движения жидких и газообразных сред с учётом физико-химических процессов, протекающих в этих средах при экстремальных динамических нагрузках в малых зазорах.

В диссертации решена задача по оценке температурных полей элементов металлургических агрегатов с учётом гидравлических характеристик рабочих сред, смазывающих материалов и теплоносителей, позволяющая оценивать параметры функционирования элементов металлургических машин при предельных режимах эксплуатации.

Расширены представления о применимости рабочих жидкостей и смазывающих материалов с учётом специфических загрязнителей и характерных для перспективного металлургического оборудования уровней контактных давлений.

Обоснованность научных положений и практических результатов диссертационной работы С.Н. Редникова следует из корректности применения известных математических методов, логичностью выводов, базирующихся на общенаучных принципах и подходах, непротиворечивостью полученных новых результатов с практикой в области стандартизации.

Достоверность и практическая значимость результатов исследования

Достоверность и значимость теоретических результатов подтверждается их апробацией путем публичного обсуждения на многочисленных международных и всероссийских конференциях, а также публикаций в ведущих журналах по данному научному

направлению, включая 26 статей в изданиях из перечня ВАК РФ и 6 статей в изданиях, индексируемых в Scopus, 2 монографии и 8 патентов.

Практическая реализация предлагаемых в диссертации моделей осуществлена путем решения реальных производственных задач эксплуатации металлургического оборудования.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается приложенными 11-ю актами о внедрении и использовании разработанных моделей и алгоритмов в практику диагностирования на различных промышленных предприятиях металлургической отрасли, а также практику подготовки студентов по образовательным программам металлургического направления. В актах внедрения подчеркивается, что переданные результаты диссертации С.Н. Редникова являются надежным инструментом для поддержки принятия решений при оценке предельных режимов и сроков эксплуатации оборудования.

Оценка качества оформления диссертации

Диссертация изложена на технически грамотном научном языке, оформление текста диссертации и автореферата соответствует требованиям соответствующего стандарта и оставляет приятное впечатление.

Выявленные недостатки и замечания

1. В диссертации предлагается для количественной оценки величины остаточного ресурса использовать фиксированный тип регрессионной зависимости. Однако остаются вопросы по определению не только численных параметров, с помощью которых кривые регрессии могут быть, но и к виду самой кривой. Было бы интересно исследовать вид кривых остаточного ресурса, что в значительной мере усилило бы обоснованность разработанных математических моделей.

2. При выборе показателей предельного состояния объекта по ряду параметров необходимо оценивать влияние каждого фактора на функционирование. Однако из работы не ясно, каким образом учитывался фактор влияния.

3. В работе делается попытка математической постановки обобщенной задачи теплопроводности с учетом гидравлических характеристик рабочих сред, смазывающих материалов и движения теплоносителей (стр. 83-86). Сама эта попытка похвальна. Однако сделанные сильные ограничения (не всегда обоснованные) чересчур упрощают задачу, позволяя только проводить оценку температуры в исследуемой области. Кроме этого, отсутствие расчетной схемы и имеющиеся опечатки в обозначениях затрудняют понять постановку задачи, в том числе ответить на следующие вопросы: 1. Система дифференциальных уравнений (2.4) предполагает двумерное пространственное решение задачи. Между тем решение (25) - одномерное по пространственной координате! Почему задача изначально не ставилась как одномерная? 2. Каким методом решалась система (2.4)?

4. К сожалению, в работе на рисунке 2.8, стр. 94 не приведены данные сравнения предлагаемой методики с коэффициентами эффективности хорошо зарекомендовавших себя методик диагностики. Хотя приведение этих данных могло более убедительно показать практическую ценность полученных в диссертации результатов.

5. При рассмотрении модели течения рабочей среды с учетом ее турбулентной вязкости (система уравнений 3.1-3.3) на стр. 97 диссертации введено большое количество корректирующих коэффициентов, которые предлагается подбирать для моделирования течения в различных элементах оборудования эмпирическим путем.

Однако не делается анализ чувствительности модели к точности задания этих коэффициентов.

6. Предложенные алгоритмы и методики оценки состояния рабочих жидкостей требуют большого объема временных затрат на реализацию исследования характеристик. Из работы не ясна степень автоматизации процесса оценки теплогидравлических характеристик исследуемых объектов.

7. К сожалению, не рассмотрен вопрос о возможности создания на базе разработанной методологии информационно-аналитической системы поддержки принятия решений, позволяющей давать рекомендации по оптимальным режимам эксплуатации и снижению издержек на весь жизненный цикл оборудования.

Указанные замечания не снижают общей ценности основных теоретических и практических результатов диссертационной работы, а показывают возможные направления развития предложенной методологии первичного оценивания состояния элементов металлургического оборудования.

Заключение по диссертации

Диссертант Редников С.Н. в своей диссертационной работе решил актуальную проблему создания эффективной методологии первичной комплексной оценки технического состояния объектов металлургического предприятия. В диссертации рассмотрено достаточное количество методик и подходов, повышающих эффективность процесса диагностики оборудования и рабочих сред. Все представленные положения внедрены, что подтверждается представленными актами внедрения.

Работа соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 05.02.13 — Машины, агрегаты и процессы (металлургия), а соискатель С.Н. Редников заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по указанной научной специальности.

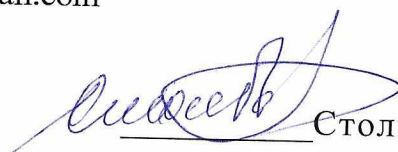
Официальный оппонент:

Зав. кафедрой вычислительной
математики, механики и биомеханики
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет», д.т.н., профессор
614013, г. Пермь

ул. Профессора Поздеева, 13. к. 114

Тел: +7 (342) 239-15-64

e-mail:valeriy.stolbov@gmail.com



Столбов Валерий Юрьевич

*Подпись Столбова В.Ю.
затвержено.*

Ученый секретарь ПНИПУ



В.И. Макаров

29.07.22

