

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий
государственный технический университет»
кандидат технических наук, доцент

 С.Е. Кузнецов

« 18 » октября 2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Вишневого Дмитрия Александровича на тему «Развитие научных основ и практика обеспечения безотказной эксплуатации металлургических машин и механизмов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)

Актуальность для науки и практики

Непрерывные технологические процессы металлургического производства обеспечиваются безотказностью технологического оборудования. Важнейшим свойством технологического процесса является надежность, т.е. свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, ремонтов, хранения. Наряду с конструктивными, технологическими и эксплуатационными дефектами преобладающее значение приобретают отказы в результате влияния человеческого фактора в силу нарушения трудовой дисциплины и культуры производства, а также психоэмоциональной нагрузки современного общества. Функционирование сложных систем, к которым относятся технологические линии и агрегаты, системы контроля, автоматизации и управления и т. д. без самого важного элемента, как человек, невозможно. Это подтверждается тем, что от 30–45% отказов технических систем напрямую или косвенно связаны с человеческим фактором или с ошибками, которые совершает человек в процессе управления, обслуживания и эксплуатации. Автором на основании анализа и прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора, предупреждения нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях предложен механизм снижения вероятности появления отказов

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 16 / 2021
* 25 / 10 2021 *

технологического оборудования металлургического производства и тем самым повышения показателей безотказности оборудования в результате минимизации человеческого фактора, который представляет совокупность эмоциональных, интеллектуальных, мотивационных, физиологических, волевых и других качеств личности, обеспечивающих адекватное восприятие ситуации, выполнение предписанных функций в заданных режимах работы человека с другими людьми и техникой в процессе выполнения трудовых обязанностей.

Основное внимание в представленной к защите диссертационной работе уделено важной научно-практической проблеме, связанной с безотказной эксплуатацией металлургических машин и механизмов, совершенствованием автоматизированной системы прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора, предупреждения нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях.

Для решения этой проблемы были усовершенствованы и разработаны модели зависимостей влияния человеческого фактора на надежность оборудования в целом, а также усовершенствованы классификация психофизиологических состояний человека в режиме реального времени на базе данных, поступающих с датчиков индивидуального устройства и автоматизированная система прогнозирования отказов машин и механизмов. Разработаны система мониторинга психофизиологического состояния оператора металлургических машин и механизмов на основе индивидуального устройства для снятия психофизиологических показателей и определения местонахождения работника в режиме реального времени, а также программный комплекс для ведения, обработки и анализа информации по всем работникам и программный продукт для оценки условий безотказной эксплуатации металлургических машин и механизмов, а также производственного риска, учитывающий особенности эксплуатации технологически нового оборудования совместно с устаревшим, в том числе при внедрении новых технологий и проектировании металлургических цехов. Полученные выводы и рекомендации позволяют повысить надежность работы оборудования с учётом влияния человеческого фактора, а также предупреждения нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях.

Основные научные результаты и значимость для науки и производства

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Получил дальнейшее развитие метод прогнозирования отказов машин и механизмов путём учёта показателей срока службы деталей и их принадлежности законам распределения наработок на отказ в случае малого количества численных значений выборки, а также учёта особенностей эксплуатации технологически нового оборудования совместно с устаревшим,

в том числе при внедрении новых технологий и проектировании металлургических цехов.

2. Получило дальнейшее развитие представление о распределении основных причин травматизма на металлургическом производстве: причины организационного характера составляют 45%, комплексные – 30%, психофизиологические – 20%, остальные – 5%.

3. Впервые разработана гибридная математическая модель прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора на основе представления сложной технической системы, управляемой человеком-оператором, в виде системы связанных элементов, часть из которых соответствует основным техническим узлам оборудования, а часть – характеризует оператора. Чувствительность модели к изменению технического и человеческого фактора составила 3,5...4,5%.

4. Впервые разработана математическая модель взаимосвязи работоспособности, утомляемости и ошибаемости оператора, имеющая представление в непрерывной форме в виде систем дифференциальных уравнений или в дискретной форме в виде рекуррентных соотношений. Комплексный учёт данных показателей позволяет повысить точность прогнозирования возникновения внештатных ситуаций и выбрать рациональный режим работы оператора.

5. Получила дальнейшее развитие классификация психофизиологических состояний человека в режиме реального времени (на базе данных, поступающих с датчиков индивидуального устройства), которая включает следующие пункты: «отсутствие усталости» – допуск к работе; «незначительная усталость» – допуск к работе с ограничением; «существенная усталость» – временное отстранение от работы; «критическое поведение во время работы» – полное отстранение от работы; «недопустимое психофизиологическое состояние» – недопуск к работе.

Значимость для науки результатов исследований заключается в том, что:

1. Получил развитие метод прогнозирования отказов машин и механизмов путём учёта особенностей эксплуатации технологически нового оборудования совместно с устаревшим, в том числе при внедрении новых технологий и проектировании металлургических цехов.

2. Разработана гибридная математическая модель прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора на основе представления сложной технической системы, управляемой человеком-оператором, в виде системы связанных элементов, часть из которых соответствует основным техническим узлам оборудования, а часть – характеризует оператора. Чувствительность модели к изменению технического и человеческого фактора составила 3,5...4,5%.

3. Разработана математическая модель взаимосвязи работоспособности, утомляемости и ошибаемости оператора. Данная модель относится к классу имитационных моделей. Комплексный учёт данных показателей позволяет повысить точность прогнозирования возникновения внештатных ситуаций и выбрать рациональный режим работы оператора.

4. Получила развитие классификация психофизиологических состояний человека в режиме реального времени (на базе данных, поступающих с датчиков индивидуального устройства). Оценки состояния готовности человека к выполнению работ: «отсутствие усталости» – допуск к работе; «незначительная усталость» – допуск к работе с ограничением; «существенная усталость» – временное отстранение от работы; «критическое поведение во время работы» – полное отстранение от работы; «недопустимое психофизиологическое состояние» – недопуск к работе.

Практическое значение результатов работы определяется в следующем:

1. Усовершенствована автоматизированная система прогнозирования отказов машин и механизмов. Система позволяет накапливать и хранить данные наработок на отказ всех элементов машин и механизмов, предупреждает на базе статистической теории надежности и экстраполяции закономерностей развития о скором выходе из строя их элементов.

2. Разработан программный продукт для оценки условий безотказной эксплуатации металлургических машин и механизмов, а также производственного риска. В автоматизированном режиме выполняется оценка состояния машин и механизмов, устанавливается их остаточный ресурс работы, что позволяет усовершенствовать систему технического обслуживания и ремонта путем численного моделирования наработок технических объектов на отказ, причём с учетом влияния вредных и опасных производственных факторов, и безошибочного выполнения работником функциональных действий.

3. Разработана «Система мониторинга психофизиологического состояния оператора металлургических машин и механизмов» на основе индивидуального устройства для снятия психофизиологических показателей и определения местонахождения работника в режиме реального времени, а также программный комплекс для ведения, обработки и анализа информации по всем работникам. Система позволяет предупредить нештатные и аварийные ситуации путем временного или полного отстранения работника от выполнения должностных обязанностей.

4. Разработано индивидуальное устройство для снятия психофизиологических показателей и определения местонахождения работника, которое работает в комплексе с системой мониторинга психофизиологического состояния оператора металлургических машин и

механизмов. Устройство позволяет снимать психофизиологические показатели человека в режиме реального времени, что дает возможность оперативно реагировать в нештатной ситуации, при аварии на производстве и при резких изменениях жизненных показателей работника.

5. Результаты диссертационной работы внедрены на таких предприятиях, как Филиал № 12 ЗАО «Внешторгсервис» (г. Алчевск), Филиал № 2 ЗАО «Внешторгсервис» (г. Енакиево), ООО «ЛугаМаш» (г. Луганск), ЧАО «Лугцентрокуз» им. С. С. Монятовского (г. Луганск), в Научно-производственном центре «ТРАНСМАШ» (г. Луганск), ГОУ ВО ЛНР «Донбасский государственный технический институт», что позволило усовершенствовать автоматизированные системы прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора, а также выполнить предупреждение нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

На современном этапе активного развития общества все большее значение имеет влияние человеческого фактора на надежность оборудования в целом, что связано с ростом автоматизации процессов в металлургической отрасли, когда ответственность обслуживающего персонала возрастает во много раз, при этом влияние человеческого фактора увеличивается пропорционально росту ответственности за технологические процессы на производстве. Это влечет за собой снижение надежности оборудования и повышение производственного риска обслуживающего персонала. В связи с этим требуются комплексные решения в области учета влияния человеческого фактора в условиях производства. В частности для решения данной проблемы необходимо дальнейшее исследование в сфере повышения безотказности механического оборудования на основе анализа отказов методом статистической теории надежности. Как один из элементов данного анализа надежности металлургических машин будет выступать автоматизированная система прогнозирования отказов машин и механизмов, позволяющая определять такие показатели, как: вероятность безотказной работы в течение определенного времени $P(t)$; гамма-процентная наработка до отказа $t\gamma$; средняя наработка до отказа T_1 ; средняя наработка на отказ T ; частота отказов $f(t)$; интенсивность отказов $\lambda(t)$; параметр потока отказов $\mu(t)$ и др. Разработанный программный продукт для оценки условий безотказной эксплуатации металлургических машин и механизмов, а также производственного риска в автоматизированном режиме обеспечит проведение оценки состояния машин и механизмов, установив их остаточный ресурс работы, что позволит усовершенствовать систему технического

обслуживания и ремонта путем численного моделирования наработок технических объектов на отказ. Указанные особенности основанные на применении гибридной математической модели прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора на основе представления сложной технической системы, управляемой человеком-оператором, в виде системы связанных элементов и математической модели взаимосвязи работоспособности, утомляемости и ошибаемости оператора позволят повысить точность прогнозирования возникновения внештатных ситуаций и выбрать рациональный режим работы оператора. Система мониторинга психофизиологического состояния оператора металлургических машин и механизмов на основе индивидуального устройства для снятия психофизиологических показателей и определения местонахождения работника в режиме реального времени, а также программного комплекса для ведения, обработки и анализа информации по всем работникам будет своевременно предупреждать нештатные и аварийные ситуации путем временного или полного отстранения работника от выполнения должностных обязанностей. При этом будет обеспечена возможность снятия психофизиологических показателей человека в режиме реального времени для оперативного реагирования в нештатной ситуации.

Потенциальными потребителями выполненных разработок являются металлургические и другие промышленные предприятия Луганской Народной республики и Донецкой Народной Республики, а также подобные им объекты хозяйствования в Российской Федерации и других странах.

Общие замечания

1. Диссертационная работа соответствует п.7 научного паспорта специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям), однако в автореферате это не указано, что затрудняет ее анализ на соответствие научной специальности.

2. Во втором разделе, посвященном математическому моделированию, иногда встречаются некоторые словосочетания (например, на с. 50 «Аналитическое моделирование использует для построения моделей аналитические выражения»), что по сути является повторением того же самого другими словами, не уточняющее смысла.

3. В разделе 2 описываются четыре существующих основных направления имитационного моделирования (с. 54) которым посвящено краткое описание, но не указываются принципы их рационального выбора, что затрудняет понимание обоснования метода, используемого автором в своих исследованиях.

4. Методы определения травматизма по традиционным методикам, как правило, учитывают количество несчастных случаев на 1000 работников, что характерно для устойчивой работы предприятий в условиях стабильно

работающей экономики. Не совсем понятно, будет ли обеспечиваться достоверность полученной информации на современном этапе, когда зачастую имеют место некоторые кризисные явления, сильно снижающие количество работников, а, следовательно, способные повлиять на точность получаемых результатов.

5. Алгоритм моделирования компьютерной программы, показанный на рис. 3.5 представлен с использованием очень мелкого шрифта, что затрудняет восприятие и понимание информации, приведенной на данном рисунке. Некоторые окна программ также следовало бы привести в более крупном масштабе с учетом того, что эта программа не является широко распространенной.

6. Графические зависимости распределения количества травм в разделе 4, как вариант, можно было бы представить на основе их суммации по периодам времени (прибавляя их количество в предыдущих месяцах к количеству в последующем месяце), взятое в процентах. В таком случае линии на графике имели бы форму плавных кривых, обладающих накопительным эффектом, что давало бы большую возможность анализа отображаемой информации.

7. В разделе «Заключение» подробно перечисляются результаты, полученные при выполнении работы, однако они не обобщены, что затрудняет их использование в других отраслях промышленности.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная, имеющая важное научно-хозяйственное значение научно-техническая проблема развития научных основ обеспечения безотказной эксплуатации металлургических машин и механизмов, совершенствования автоматизированной системы прогнозирования отказов машин и механизмов с учётом влияния человеческого фактора, предупреждения нештатных и аварийных ситуаций на предприятиях.

Полученные диссертантом научные результаты имеют существенное значение для металлургической промышленности, а также для иных отраслей производства, в которых задействованы большие группы людей, управляющих сложным современным оборудованием, в науке и практике повышения надежности механического оборудования. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Работа отвечает требованиям п.2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям).

Отзыв обсужден и одобрен на совместном семинаре кафедр «Металлургическое оборудование» и «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» « 18 » октября 2021 г., протокол № 1 .

Доктор технических наук по специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», 05.02.08 «Технология машиностроения», профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет»

398055, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, к 2-380

тел. +7 (4742) 32-81-86.

kam-48@yandex.ru

<https://www.stu.lipetsk.ru/kaf/tm/about/staff-tm/>

Козлов Александр Михайлович



(подпись)

Кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», доцент кафедры «Металлургическое оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет»

398055, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, к 2-380

тел. +7 (4742) 32-82-36.

эл. почта: kaf-mo@stu.lipetsk.ru

<https://www.stu.lipetsk.ru/kaf/mo/about/staff.html>

Харитоненко Анатолий Анатольевич



(подпись)

Я, Козлов Александр Михайлович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе



(подпись)

Я, Харитоненко Анатолий Анатольевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе



(подпись)

