



проведенных исследований. Полученные автором результаты не противоречат проведенным ранее исследованиям. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и представлены в полном объеме. Приведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области анализа устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов. Представленные в работе результаты достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

**Научная новизна исследований и полученных результатов** заключается в следующем:

1. Разработана пространственная динамическая модель, включающая численную модель грузоподъемного крана, реологическую модель грунта и модель шпальной выкладки, отражающая физическую картину деформирования системы «грузоподъемный кран – шпальная выкладка – грунт» и учитывающая влияние шпальной выкладки, структуры грунта и действия инерционных нагрузок на элементы опорного контура грузоподъемной машины.

2. Разработана математическая модель, описывающая процесс балансирования грузоподъемной машины на диагонально расположенных выносных опорах при вращении поворотной части крана с грузом.

3. Разработаны расчетные схемы и получены зависимости нагружения элементов железнодорожного крана при работе в кривых участках пути.

4. Получены закономерности формирования и влияния нагрузок на опорный гидроцилиндр аутригера грузоподъемного крана с учетом деформируемости элементов конструкции, свойств грунта, шпальной выкладки и инерционных нагрузок в трехмерной постановке задачи.

5. Разработана трехмерная, неравномерная по сечению сопряжения, модель износа сопряженных элементов уплотнительного узла гидроцилиндра.

6. Разработана методика оценки герметичности гидроцилиндра, учитывающая взаимосвязь: «нагрузка на гидроцилиндр – число циклов работы уплотнений – неравномерный радиальный зазор сопряжений «поршень – гильза» и «направляющая втулка – шток» – величина перетечек рабочей жидкости – усадка штока»; «усадка штока – удельная утечка рабочей жидкости – класс негерметичности уплотнений».

7. Разработана система управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины на основе адаптивной системы нейро-нечеткого вывода.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** достигается:

– корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в исследовании;

– корректным применением положений используемых математических методов;

– применением современного математического аппарата;

– сходимостью результатов теоретических и экспериментальных

исследований;

– использованием поверенной измерительной и регистрирующей аппаратуры;

– отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями.

**Научная значимость** результатов исследований заключается в том, что предложенные автором усовершенствования методов анализа грузоподъемных кранов, их элементов и их систем безопасности позволяет повысить безопасность выполнения погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемными машинами, находящимися в динамическом режиме нагружения.

**Практическая значимость** диссертационного исследования заключается в:

1. Уточненных методах анализа грузоподъемных машин и прочности их элементов, находящихся в динамическом режиме нагружения с учетом влияния податливости опорного основания, которые применимы для создания оптимальных конструктивных исполнений элементов опорного контура грузоподъемных кранов.

2. Методике оценки герметичности гидроцилиндра, которая: позволяет исследовать работу уплотнений любых форм и сечений и определять класс негерметичности уплотнений по величине усадки штока гидроцилиндра; применима к анализу возвратно-поступательного движения штока.

3. Программе контроля и управления грузовой и собственной устойчивостью транспортного средства.

4. Системе управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины на основе адаптивной системы нейро-нечеткого вывода.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в совершенствовании методов анализа устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов, находящихся в динамическом режиме нагружения с учетом влияния податливости опорного основания.

**Автореферат** достаточно полно отражает содержание диссертационной работы и выполнен на современном высоком научном уровне. Основные этапы работы, выводы и результаты достаточно представлены в автореферате.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 29 печатных научных работ, из которых 8 работ в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 работа в научном издании, индексируемом в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, получены 1 патент Российской Федерации на изобретение № 2700312 и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616841.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.** Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, имеют важное научное и практическое значение в области повышения безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ стреловыми самоходными кранами и могут быть использованы при разработке новых систем управления и анализе текущего состояния грузоподъемных кранов, а также в учебном процессе вузов технического профиля при подготовке бакалавров,

магистров и аспирантов, и в системе повышения квалификации инженерно-технических работников предприятий.

#### **Замечания к диссертационной работе:**

1. В разделе работы, посвященном анализу причин аварий с участием грузоподъемных машин, не описано ни одного случая падения железнодорожного крана, в том числе и из-за проседания опор.

2. Не ясно, чем отличаются формулы в первых трех строках таблицы 1.3.

3. Из материалов работы не ясно, на каком основании при построении системы дифференциальных уравнений в разделе 2.1.1 работы автор относит корневую секцию стрелы и гидроцилиндр подъема стрелы к раме крана.

4. Недостаточно обосновано предположение автора о том, что в процессе вращения поворотной платформы в определенные моменты работы возникает кратковременное явление балансирования крана на диагонально расположенных опорах. Анализ конструкции опорной рамы показывает, что, когда стрела с грузом оказывается расположена над точками опирания выносных опор, узлы соединения поворотных опор оказываются смещены на некоторый угол поворота (и наоборот). Таким образом не ясно, как может быть осуществлено «зависание» крана на диагональных опорах с последующим ударным нагружением одной из опор.

5. Из материалов работы не ясно, чем обоснован выбор массы груза и вылет крана при проведении теоретических и экспериментальных исследований.

6. Вызывает определенные сомнения правильность постановки эксперимента. Как показано на рис.3.4-3.6 автомобильный кран при проведении исследования установлен шинами колес задней тележки шасси на основание рабочей площадки, что, во-первых, нарушает требования руководства по эксплуатации, и, во-вторых, опорный контур крана в этом случае оказывается недогруженным весом задней тележки шасси.

7. Неясно, адекватно ли соотносить результаты натурального эксперимента (глава 3 диссертации), проведенного на автомобильном кране, с железнодорожным краном, так как в одном случае основанием для выносных опор является асфальт, в другом – шпальные выкладки и грунт?

8. В работе не показано, в чем заключается преимущество использования разработанной системы управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины на основе адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS) для персонала, эксплуатирующего грузоподъемную машину? Какие достоинства данной системы по сравнению с уже существующими?

**Соответствие диссертации научной специальности.** Рассматриваемая диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, а именно пунктам 2 «Методы моделирования, прогнозирования, исследований, расчета технологических параметров, проектирования, испытаний машин, комплектов и систем, исходя из условий их применения» и 4 «Методы управления машинами, машинными комплектами и системами и контроля качества технологических процессов, выполняемых машинами».

## Заключение

Диссертационная работа «Методы анализа состояния элементов опорного контура и устойчивости грузоподъемных кранов в процессе ненормируемого динамического нагружения» соответствует паспорту специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины и является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Диссертационное исследование выполнено на актуальную тему, и соответствует, на наш взгляд, требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Вопросы, решенные в диссертационной работе, имеют существенное значение для решения важных задач в области повышения безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемными машинами. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Потахов Денис Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Потахова Д.А. рассмотрена, а отзыв утвержден на заседании кафедры «Подъемно-транспортные машины и оборудование» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» (ТулГУ) 9 ноября 2021 г., протокол № 3.

Присутствовали на заседании 11 чел.

Результаты голосования: «за» – 11, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Зав. кафедрой «Подъемно-транспортные  
машины и оборудование»  
ФГБОУ ВО «ТулГУ»,  
д.т.н. (специальность  
05.02.08 – Технология машиностроения,  
05.02.23 Стандартизация и управление  
качеством продукции),  
профессор, Лауреат премии Правительства РФ  
в области науки и техники

Анцев  
Виталий Юрьевич

### Контактная информация:

Адрес: 300012, Россия, г. Тула, пр. Ленина, 92

Телефон / факс: +7 (4872) 25-46-88.

E-mail: [ptm@tsu.tula.ru](mailto:ptm@tsu.tula.ru).

Подпись	АНЦЕВА В.Ю.	заседал
Специалист по кадровой работе	А.В. Полтавец	
" 9 " НОЯБРЯ		2021 г.