

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук,  
доцента Емельяновой Галины Александровны  
на диссертационную работу Потахова Дениса Александровича  
«Методы анализа состояния элементов опорного контура и устойчивости  
грузоподъемных кранов в процессе ненормируемого динамического  
нагружения», представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности  
05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

### **Актуальность темы**

Грузоподъемные краны занимают важное место во всех отраслях промышленности при производстве погрузочно-разгрузочных работ. Приоритетной задачей в совершенствовании процесса данных работ является обеспечение гарантированной устойчивости стреловых кранов.

При этом прочность и долговечность опорных гидроцилиндров выносных опор (аутригеров) являются важными факторами безопасности работы при обеспечении устойчивости грузоподъемных машин. Дефекты гидроцилиндров (такие как местные остаточные деформации стенок гильзы, направляющей втулки; разрушение и выдавливание направляющих колец; изгиб штока и др.) приводят к снижению герметичности гидроцилиндра, что может привести к просадке опор при нагрузке.

Также несущая способность грунтов, которые на одной и той же опорной площадке могут быть неоднородными, является важным фактором безопасности работы при обеспечении устойчивости грузоподъемных машин.

Таким образом, неоднородность грунтов опорных площадок, утечки рабочей жидкости через уплотнения гидроцилиндров, высокие динамические нагрузки или невыгодное их сочетание могут привести к опрокидыванию грузоподъемного крана при повороте стрелы с грузом в сторону проседающей опоры.

Отдельно нужно отметить нагружение кранов на железнодорожном ходу, характеризующееся ненормированными внешними воздействиями, которые отличаются от нагружения широко исследуемых пневмоколесных кранов.

Таким образом, диссертационная работа Потахова Дениса Александровича, посвященная анализу взаимодействия выносных опор грузоподъемного крана с грунтом опорного основания и обеспечения

работоспособности конструктивных элементов крана, находящегося в динамическом режиме нагружения, является актуальной.

### **Научная новизна исследований и полученных результатов**

К новым научным результатам можно отнести:

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. Предложена математическая модель, описывающая процесс балансирования грузоподъемной машины на диагонально расположенных выносных опорах при вращении поворотной части крана с грузом и неравномерном внедрении опорных элементов в грунт.

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

4. Установлены закономерности формирования и влияния нагрузок на гидроцилиндр аутригера опорного контура грузоподъемного крана с учетом деформируемости элементов конструкции, свойств грунта, шпальной выкладки и инерционных нагрузок в трехмерной постановке задачи, при учете совместного деформирования поршня, гильзы, штока, направляющей втулки, опорно-направляющих колец, уплотнений силового гидроцилиндра, свойств рабочей жидкости.

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

6. Предложена методика оценки герметичности гидроцилиндра, учитывающая взаимосвязь: «нагрузка на гидроцилиндр – число циклов работы уплотнений – неравномерный радиальный зазор сопряжений «поршень – гильза» и «направляющая втулка – шток» – величина протечек 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 (ANFIS).

## **Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики**

Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в том, что автором:

- предложены уточненные методы анализа устойчивости грузоподъемных машин и прочности их элементов, находящихся в динамическом режиме нагружения с учетом влияния податливости опорного основания, которые можно использовать для создания оптимальных конструктивных исполнений элементов опорного контура грузоподъемных кранов;

- предложена методика оценки герметичности гидроцилиндра, которая: позволяет исследовать работу уплотнений любых форм и сечений; применима к анализу возвратно-поступательного движения штока;

- предложена программа контроля и управления грузовой и собственной устойчивостью стрелового самоходного крана с телескопической стрелой на основе определения текущего положения центра тяжести грузоподъемного средства;

- предложена система управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины на основе адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS).

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа соответствует критериям «Научная новизна», «Теоретическая значимость», «Практическая ценность».

## **Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов**

В рассматриваемой диссертации проанализированы достижения и теоретические положения предшествующих исследователей по вопросам повышения надежности и эффективности эксплуатации грузоподъемных кранов путем совершенствования и развития методов анализа грузоподъемных кранов, их элементов и их систем безопасности.

Изучение выводов, научных результатов и основных положений диссертации позволило установить, что соискатель достаточно ясно владеет вопросом и четко излагает доказательства правильности своих научных результатов и выводов. Решение поставленных задач исследования автором выполнено путем корректного применения системного анализа объекта

исследования, интеграции аналитических, численных и экспериментальных методов.

Обоснованность и достоверность результатов исследований, выводов и рекомендаций достигается: корректным применением апробированных опытом методов и теорий; применением современного математического аппарата и современных вычислительных методов; апробированных методик планирования и проведения эксперимента, применением поверенной измерительной и регистрирующей аппаратуры; подтверждением полученных теоретических результатов данными эксперимента.

Таким образом, результаты и выводы в диссертации и автореферате обоснованы и достоверны.

### **Общая характеристика работы**

Рецензируемая работа выполнена на 190 страницах машинописного текста и включает в себя 114 рисунков, 7 таблиц, список литературы из 117 наименований.

Автором по теме диссертации опубликовано 29 печатных научных работ, из которых 12 печатных научных работ в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, 1 – в издании, входящем в Scopus, в которых отражены основные положения диссертационной работы, получены: патент Российской Федерации на изобретение № 2700312 и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616841.

Анализ содержания диссертации показал, что материалы глав взаимосвязаны; представленные материалы изложены в логической последовательности. Диссертация и автореферат выполнены на современном научном уровне.

### **Замечания**

По работе могут быть сделаны следующие замечания:

1. В главе 1 не рассмотрены современные методы решения проблемы неоднородности и податливости грунтов, например, такие как использование дорожных плит или закрепление грунтового массива минеральными смесями (цементация грунта, в том числе особо тонкими дисперсными вяжущими ОТДВ) и т.п.

2. Оценку несущей способности конструкций грузоподъемных машин (см. стр. 36) следует проводить по методу предельных состояний, а не по методу допускаемых напряжений.

3. Не проведен анализ принципов формирования расчетных нагрузок и их комбинаций при расчете устойчивости стреловых самоходных кранов, приведенный в ГОСТ 32579.2–2013, стреловых кранов (ГОСТ 32579.4-2013) и общих требований к устойчивости грузоподъемных кранов (ГОСТ 34688-2020).

4. На странице 45 диссертационной работы система дифференциальных уравнений, решение которой описывало бы с достаточной точностью свободные колебания секций телескопической стрелы, груза на грузовом канате и рамы, которая включает поворотную и неповоротную часть и корневую секцию, с учетом податливости основания, составлена и решена без учета затухания колебаний (диссипативных сил).

5. Не ясно для чего проводилось исследование по линейно-упругой модели грунта (страница 61 диссертационной работы), если в основном рассматривалась нелинейно-деформируемая модель грунта С.Н. Клепикова.

6. На странице 68 и странице 99 диссертационной работы приведены аббревиатуры (МКР, МГЭ и т.п.) без их расшифровки.

7. Натурные экспериментальные исследования проводились на автомобильном кране КС-45717 (стреловом самоходном кране по классификации ГОСТ 33709.1 и ГОСТ 33709.2), однако основные исследования в диссертации проводились в применении к железнодорожному крану (крану стреловому), который в существующей классификации не относится к кранам стреловым самоходным.

8. В тексте диссертации имеются опечатки, но их количество можно считать незначительным, не влияющим на конечный результат.

Однако, отмеченные недостатки не влияют на основные теоретические и практические результаты исследования и не снижают общую положительную оценку.

### **Соответствие содержания диссертации и автореферата**

Название диссертации соответствует ее содержанию. Диссертация оформлена в соответствии с нормативными требованиями к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. По содержанию диссертация соответствует паспорту специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы, оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ и в достаточной мере отражает актуальность темы диссертационного исследования, его цель и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, основные научные положения, выносимые на защиту.

### Заключение

Диссертационное исследование содержит новые научные результаты в области повышения безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемными машинами, находящихся в динамическом режиме нагружения, путем совершенствования и развития методов анализа грузоподъемных кранов, их элементов и их систем безопасности.

Таким образом, рецензируемая диссертационная работа Потахова Дениса Александровича по содержанию, форме, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности научных положений отвечает требованиям п. 9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а соискатель Потахов Денис Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины.

Официальный оппонент,  
Емельянова Галина Александровна,  
доктор технических наук,  
специальность: 05.02.02 – Машиноведение,  
системы приводов и детали машин;  
доцент,  
профессор кафедры «Мосты и тоннели»  
ФГАОУ ВО «Российский университет  
транспорта» РУТ (МИИТ).  
Адрес: Россия, 127994, ГСП-4, Москва  
ул. Образцова, д.9, стр.9,  
телефон: 8(916)161-91-51  
E-mail: [ga\\_emel@mail.ru](mailto:ga_emel@mail.ru)



Г.А. Емельянова

29.11.2021 г.

