

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.223.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 16.12.2021 № 35

О присуждении Губанову Владимиру Георгиевичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин» по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины принята к защите 12.10.2021 года (протокол заседания № 27) диссертационным советом Д 212.223.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2012 года № 717-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 года № 590-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2017 года №1246-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года № 37-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.01.2020 года № 35/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 16.06.2021 года № 590/нк.

Соискатель Губанов Владимир Георгиевич, «16» марта 1964 года рождения.

В 1986 году соискатель окончил Ленинградский ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительный институт по специальности Строительные и дорожные машины и оборудование.

Работает ведущим инженером в ООО «Научно-технический центр «Гидротранс».

Диссертация выполнена на кафедре наземных транспортно-технологических машин в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Репин Сергей Васильевич, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра наземных транспортно-технологических машин, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Зедгенизов Виктор Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра «Строительные, дорожные машины и гидравлические системы», профессор;

**Ватулин Ян Семенович**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», город Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Афанасьевым Александром Сергеевичем (кандидат военных наук, профессор, заведующий кафедрой транспортно-технологических процессов и машин (ТТП и М)), Александровым Виктором Ивановичем (доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин) и Кускильдиным Рафисом Бурибаевичем (кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин) указала, что диссертация Губанова Владимира Георгиевича по актуальности темы, постановке и решению задачи исследования, научным результатам и практическим выводам является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям «Положения о присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением правительства РФ №842 от 24 сентября 2012 г. В диссертации содержится анализ причин потерь работоспособности гидроцилиндров дорожно-строительных машин. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование различных вариантов оснащения длинномерных гидроцилиндров промежуточной гидравлической опорой с целью увеличения их работоспособности. Диссертация соответствует специальности 05.05.04 - Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины, а ее автор, Губанов Владимир Георгиевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 50 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 50 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ.

**Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:**

1. Губанов В.Г. Оценка напряженно-деформированного состояния элементов направляющих гидроцилиндра / Губанов В.Г. // Вестник МАДИ, М. 2021. №3 с. 55-62 (0,8 п.л., авторский вклад 100%)

2. Губанов В.Г. / Методика повышения работоспособности длинноходовых гидроцилиндров дорожно-строительных машин / Губанов В.Г. // Журнал «Строительные и дорожные машины». М. 2021 № 9. С 28-36 (0,6 п.л., авторский вклад 100%)

3. Губанов В.Г. / Экспериментальные исследования прогиба гидроцилиндра в результате его эксплуатационного нагружения / Губанов В.Г. // Журнал «Грузовик». М. 2021 № 9. с 21-26 (0,4 п.л., авторский вклад 100%)

4. Губанов В.Г. О реакциях в сопряжениях гидроцилиндра / Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Жмуров В.В., Кобзова И.О., Корякина Д.С., Трофимов А.А. // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск, 2015. №4 (28). С. 62-67. (0,4 п.л., авторский вклад 15%)

5. Губанов В.Г. О некоторых аспектах протекания длинноходового гидроцилиндра / Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Жмуров В.В., Корякина Д.С., Трофимов А.А. // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск, 2016. №1 (29). С. 40-45. (0,4 п.л., авторский вклад 20%)

6. Губанов В.Г. Определение параметров наибольшего нагружения гидроцилиндров многозвенной машины / Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О., Губанов В.Г. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Научный журнал ИрГУПС, Иркутск, 2016. №2 (50). 2016. С. 49-58. (0,6 п.л., авторский вклад 25%)

7. Губанов В.Г. Комплексный критерий работоспособности гидроцилиндра с направляющими качения / Кобзов Д.Ю., Ереско С.П., Губанов В.Г., Кобзова И.О. // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск, 2016. – №3 (31). С. 68-74. (0,4 п.л., авторский вклад 25%)

8. Губанов В.Г. Количественная оценка эффективности модернизации длинноходового гидроцилиндра / Кобзов Д.Ю., Ереско С.П., Губанов В.Г. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Научный журнал ИрГУПС, Иркутск, 2016. №4 (52). 2016. С. 61-66. (0,4 п.л., авторский вклад 33%)

9. Губанов В.Г. Устойчивость гидроцилиндров транспортно-технологических машин / Д.Ю. Кобзов, В.Л. Лапшин, С. В. Репин, Губанов В.Г., Д. Лханаг // Вестник гражданских инженеров, 2019, 1(72). - СПб.: СПбГАСУ. – С. 158-167. (0,5 п.л., авторский вклад 20%)

10. Губанов В.Г. Практические рекомендации по созданию длинноходового гидроцилиндра с промежуточной сенсорной поддерживающей опорой / Д.Ю. Кобзов, В.Г. Губанов, В.В. Жмуров, А.Ю. Кобзов // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск - 2020. - №3 (47). С. 28-42. (0,9 п.л., авторский вклад 25%)

**Публикации в изданиях, индексируемых международной системой цитирования в Scopus и Web of Science:**

11. Губанов В.Г. Criterion estimation of stability of hydraulic cylinder and method of increasing its reliability under conditions of longitudinal-transverse loading / Dmitriy Yurievich Kobzov, Sergei Vasilievich Repin, Vladimir Georgievich Gubanov // E3S Web of Conferences 164, 08022 (2020) PDF (3.079 MB) Published online: 05 May 2020, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016408022>. (0,5 п.л., авторский вклад 33%)

**Патенты на полезные модели:**

12. А. с. № 1467374 СССР, МКИ G01B15/14. Способ измерения зазоров / Алексеенко П.Д., Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Сергеев А.П. (СССР). – № 4156972/25-28; заявл. 08.12.86; опубл. 23.03.88, Бюл. № 11.

13. А. с. № 1571401 СССР, МКИ G01F3/34. Устройство для измерения расхода жидкости / Алексеенко П.Д., Губанов В.Г., Репин С.В., Рулис К.В., Рубашов С.Б. (СССР). – № 4357824/24-10; заявл. 04.01.88; опубл. 15.06.90, Бюл. № 22.

14. А. с. № 1585699 СССР, МКИ G01M3/26. Способ определения утечек через штоковые уплотнительные узлы гидроцилиндров / Кобзов Д.Ю., Калашников Л.А., Губанов В.Г., Сергеев А.П. (СССР). – № 4405841/25-28; заявл. 06.04.88; опубл. 15.08.90, Бюл. № 30.

15. А. с. № 1682646 СССР, МКИ F15B15/14. Гидроцилиндр / Кобзов Д.Ю., Рукавишников В.А., Сергеев А.П., Войткевич В.Б., Губанов В.Г., Липецкий И.А., Соколов Ю.Н. (СССР). – № 4757903/29; заявл. 13.11.89; опубл. 07.10.91, Бюл. № 37.

16. А. с. № 1735620 СССР, МКИ F15B15/04. Гидросистема / Кобзов Д.Ю., Хютте В.И., Губанов В.Г., Калашников Л.А., Тарасов В.А., Крохичев А.С. (СССР). – № 4776659/29; заявл. 02.01.90; опубл. 23.05.92, Бюл. № 19.

17. А. с. № 1807255 СССР, МКИ F15B15/00. Гидроцилиндр / Кобзов Д.Ю., Сергеев А.П., Губанов В.Г., Войткевич В.Б., Кобзов А.Ю., Тигунцев

А.М., Тарасов В.А., Осминкин О.К. (СССР). – № 4751982/29; заявл. 23.10.89; опубл. 07.04.93, Бюл. № 13.

18. А. с. № 1807256 СССР, МКИ F15B15/14. Гидроцилиндр / Кобзов Д.Ю., Рукавишников В.А., Сергеев А.П., Губанов В.Г., Войткевич В.Б., Липецкий И.А., Соколов Ю.Н. (СССР). – № 4760296/29; заявл. 20.11.89; опубл. 07.04.93, Бюл. № 13.

19. Патент № 2442028 РФ, МКИ F15B15/16, F15B15/24. Гидроцилиндр / Тигунцев А.М., Губанов В.Г. (РФ). - № 2010126563/06; заявл. 30.06.2010; опубл. 10.02.2012, Бюл. № 4.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины, профессор **Кузнецова Виктория Николаевна**.

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

- Осталось неясным, каковы величины полного прогиба, угла между поршнем и гильзой и угла между штоком и втулкой гидроцилиндра при его эксплуатационном продольно- поперечном нагружении.

2. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», профессор кафедры «Основы проектирования машин и инженерная графика», доктор технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины, **Дьяков Иван Федорович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Приведенные фрагменты (стр.19-20) экспериментального исследования не обработаны математически, то есть какое математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение и проверка результатов по критерию Калмогорова или Пирсона.

- Не приводится точность измерения предлагаемого устройства.

- Кажется, излишне показывать элементы одноковшового экскаватора (рис. 23).

- Было бы уместно показать в общепринятых формулах предельно допускаемые значения, а не в общем виде (см. формулу 15, стр.17).

3. Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», Республика Беларусь, г. Могилев, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические машины», кандидат технических наук, доцент **Лесковец Игорь Вадимович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- на стр. 12 автореферата отмечено, что «... выделены факторы, влияющие на прогиб и составлены расчетные схемы», в то-же время перечень конкретных факторов, оказывающих влияние на прогиб гидроцилиндра в автореферате не выделен;

- в качестве примера гидроцилиндра в работе принят гидроцилиндр управления рукоятью экскаватора, как наиболее нагруженный, однако данное решение не обосновано;

- в автореферате отсутствует экономическое обоснование эффективности предлагаемой конструкции.

4. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», доцент кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины», кандидат технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, **Маслов Николай Александрович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Применительно к рабочему органу машины и штоку гидроцилиндра ее привода следует использовать термин «сила», а не «усилие» (усилие может развивать человек или животное, есть усилия умственные и др.).

- Использовать термин «герметизирующая способность» применительно к гидроцилиндру не корректно. «Герметизирующая способность» может быть, например, у некоторых уплотнений (когда речь идет о герметизации подвижных и неподвижных соединений). Термин «нагрузочная способность» применительно к гидроцилиндру был бы более уместным, чем примененный автором термин «несущая способность».

- В автореферате не дано определение термину «работоспособность» (присутствующему в названии диссертационной работы), упорядоченно не перечислены ее критерии и не даны их определения в рамках выполненной научной работы. В связи с этим применение автором терминов, сопутствующих термину «работоспособность», носит сумбурный характер.

- Формулировка рабочей гипотезы должна быть следующей: «Применение промежуточной опоры обеспечивает повышение работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожно-строительных машин».

- В разделах «задачи работы» и «научная новизна» использованы некорректные формулировки «математическая модель работоспособности гидроцилиндров с промежуточной сенсорной опорой» и «математическая модель оценки несущей способности гидроцилиндра с промежуточной сенсорной опорой». Также (при использовании двух схожих формулировок) не ясно то, идет ли речь об одной и т.ж. модели (тогда автором не соблюден принцип «единства терминологии») или о двух разных? По сути, речь идет о

«математической модели гидроцилиндра с промежуточной сенсорной опорой», которая применена для достижения конечной цели работы - повышения работоспособности (или конкретных её критериев) гидроцилиндра.

5. Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, республика Таджикистан, г. Душанбе, старший преподаватель кафедры «Детали машин и строительно-дорожных машин», кандидат технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, **Бобобеков Орифджон Кобилович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Какой программный продукт (лицензированный) использован для расчета длинномерных гидроцилиндров?

- Из автореферата не понятно, в чем заключается преимущества предложенной уточненной методики в сравнении с существующей?

6. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», заведующий кафедрой «Транспортные и технологические системы», доктор технических наук, профессор **Мерданов Шахбуба Магомедкеримович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Следовало бы уточнить какие факторы, учитывающие внешние условия, особенности конструкции рабочего оборудования и эксплуатационные факторы рассматривались в работе.

- По результатам математического моделирования работы гидроцилиндра рукояти следовало бы указать на каких углах поворота гидроцилиндра и на какой операции рабочего цикла возникают наибольшие нагрузки.

- Как изменится гидросхема одноковшовых экскаваторов Hitachi Zaxis 230 и Liebherr R317 Litronic при циклической работе с учетом установки дополнительного гидроцилиндра поддерживающих опор.

7. ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», профессор кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, профессор **Мамаев Леонид Алексеевич**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Из автореферата не совсем ясно как крепится сенсорная опора к основному гидроцилиндру?

- Возможно ли применение этой опоры в других машинах, например в погрузчиках?

8. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», профессор кафедры «Строительные и

дорожные машины», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, доцент **Молев Юрий Игоревич**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- На странице 17 автореферата указывается на то, что автором предложен уточнённый комплексный критерий работоспособности гидроцилиндра, однако не из теста формулировки научной новизны работы не из текста автореферата не ясно кем был разработан предыдущий критерий и чем уточнённый критерий автора отличается от критерия, использованного ранее.

- В тексте автореферата отсутствует сравнение условий потери работоспособности гидроцилиндров обычной конструкции и гидроцилиндров с промежуточной опорой, в связи с чем невозможно оценить эффективность конструкции, предложенной автором.

9. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», заведующий кафедрой «Дорожно-строительные машины», член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, доктор технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, профессор **Сахапов Рустем Лукманович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- В автореферате нет сведений о технико-экономической оценке усовершенствованного гидроцилиндра с промежуточной опорой.

- Пункты 1–4 общих выводов не несут научной информации.

10. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины, механика и гидропривод», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, профессор **Галдин Николай Семенович**.

*Отзыв положительный имеется замечание:*

- Из автореферата не ясно, для каких типов гидроцилиндров можно использовать разработанную методику.

11. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины и оборудование», доктор технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции, профессор **Анцев Виталий Юрьевич**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- На рис. 2 приведены ... гидравлические схемы сенсорной поддерживающей опоры без разъяснения их особенностей.

- На с. 10 автореферата приведены описания трех видов нагрузок,

действующих на гидроцилиндр. В каком соотношении соискатель оценивает удельное влияние каждого вида нагрузки на гидроцилиндр?

- Как соискатель оценивает затраты на оснащение серийных экскаваторов дополнительными гидроустройствами?

12. ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины», кандидат технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, доцент **Попов Михаил Юрьевич**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- На странице 19 приведен фрагмент экспериментального исследования продольно-поперечного нагружения гидроцилиндра привода рукояти с оценкой критерия К. В 6 и 7 циклах наблюдается резкое рассогласование линий 1 и 2. С чем это связано?

- На странице 20, указано, что экспериментальное исследование прогиба в результате нагружения гидроцилиндра перспективного исполнения с промежуточной сенсорной поддерживающей опорой проводилось в лабораторных условиях с применением разработанных и изготовленных оригинальных приспособлений и моделей. Что это за приспособления и модели?

- На странице 23 приведена предлагаемая схема установки промежуточных сенсорных поддерживающих опор на гидроцилиндрах привода рукояти и поворота ковша одноковшового экскаватора. Причем гидроцилиндры подъема стрелы сенсорных поддерживающих опор не имеют, хотя нагружены не менее. Почему?

13. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет имени академика М.Ф. Решетнева» (СибГУ), профессор кафедры «Основы конструирования машин» института «Машиноведения и мехатроники», Заслуженный Изобретатель РФ, доктор технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин, профессор **Ереско Сергей Павлович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Как видно из рисунка 1 автореферата и из размеров поперечного сечения гидроцилиндра по его длине наиболее вероятен прогиб штока от продольного сжатия при выполнении гидроцилиндром своей основной рабочей функции - выдвигание штока усилием от поршня для преодоления сопротивления сил копания грунта, приведенных к проушине штока. Таким образом, система поддержки корпуса гидроцилиндра (с рабочей жидкостью) исключает только поперечные нагрузки, намного меньшие, чем осевое усилие, передаваемое на сжатие штока и более эффективным было бы

применение подвижной опоры непосредственно штока, ограничивающего критическое межопорное расстояние при продольном изгибе.

- В теоретических выкладках отсутствует формула вычисления критических напряжений от продольного изгиба  $\sigma_{кр} = \pi^2 E / \lambda^2$ , выведенная из значения критической силы, предложенной Эйлером, что значительно повысит точность расчетов с использованием приведенной системы уравнений сложного напряженного состояния конструкции длинноходовых гидроцилиндров.

14. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, доцент кафедры «Транспортные и технологические машины», кандидат технических наук **Абрамов Вячеслав Валерьевич**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Подобные схемы изгиба гидроцилиндров аналогичны не только для гидропривода рабочего оборудования СДМ, а также для всех длинномерных гидроцилиндров, применяемых для привода рабочего оборудования в виде рычажных механизмов. Таким образом, считаем целесообразным, более общее применение предлагаемой методики для гидроприводов всех подобных механизмов.

- При работе гидроцилиндра в рычажном механизме наблюдается качание гидроцилиндра в опорах, момент трения в которых также приводит к повышению изгибающих нагрузок на гидроцилиндр. Опоры гидроцилиндров СДМ, в силу условий эксплуатации, не всегда работают с удовлетворительной смазкой, и при значительных рабочих усилиях, изгибающий момент от трения в опорах может оказывать существенное влияние на величину и направление прогиба гидроцилиндра. При этом, предлагаемые принципиальные схемы промежуточной сенсорной опоры предполагают только одно направление действия компенсирующей силы. Опора компенсирует прогиб только в одной плоскости, и при отклонении прогиба от данной плоскости может способствовать потере устойчивости гидроцилиндра.

- Текст диссертации изобилует избыточным количеством ссылок.

15. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор кафедры «Механика и сопротивление материалов», доктор технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых, профессор **Лапшин Владимир Леонардович**.

*Отзыв положительный, замечаний нет.*

16. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный аграрный университет» (СПбГАУ), заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис», доктор технических наук по специальности 05.20.03 –

Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, доцент **Хакимов Рамиль Тагирович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Для подтверждения теоретических изысканий было бы целесообразно произвести экспериментальные исследования в производственных условиях с установленной на стрелу экскаватора промежуточной сенсорной поддерживающей опорой.

- В пояснениях к рисункам 1, 2, 3, 17 следовало бы дать расшифровку указанных параметров для лучшего их понимания.

17. ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», доцент кафедры «Транспортные и технологические системы», кандидат технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, доцент **Чебунин Александр Федорович**.

*Отзыв положительный имеются замечания:*

- Не понятна научная новизна п.4 (стр.6).

- Предмет исследования сформулирован крайне «расплывчато».

- В автореферате нет единообразия к названию конструктивного узла «поддерживающая опора» - сенсорная (стр.10), поддерживающая (стр.18), промежуточная (стр.22), следящая (стр.23) и их комбинации.

- Почему при натурных экспериментальных исследованиях автор ограничился лишь сбором данных по диапазону изменения критерия К и прогиба Ут (рис.18,19), а не выявлением фактических связей между параметрами нагружения и прогибом элементов гидроцилиндра?

- Осталось не ясным как изменились показатели безотказности и долговечности модернизированного гидроцилиндра?

- В автореферате следовало бы привести количественные сведения по оценке экономической эффективности предлагаемой модернизации.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью в научных и образовательных кругах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая методика повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин, основанная на применении промежуточной следящей опоры гидроцилиндра; новая математическая модель работоспособности гидроцилиндров с промежуточной следящей опорой;

**предложена** оригинальная научная гипотеза повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин посредством применения промежуточной следящей опоры;

**доказана** перспективность применения в науке и практике повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин нового методологического подхода в оценке состояния гидроцилиндров дорожно-строительных машин, учитывающего суммарный прогиб гидроцилиндра и его влияние на работоспособность;

**введено** в терминологическое обеспечение исследуемых задач понятие прогиба гидроцилиндра, зависящего от ряда факторов и оказывающего влияние на работоспособность длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** методики, применение которых позволяет повысить работоспособность длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин;

**применительно к проблематике диссертации эффективно использованы** методы системного анализа и синтеза устойчивости длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин;

**изложена** гипотеза повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин приведением их к устойчивому состоянию при помощи промежуточной опоры;

**раскрыты** недостатки используемой в настоящее время методики проектирования гидроцилиндров дорожных и строительных машин, не учитывающие дополнительные факторы, влияющие на работоспособность гидроцилиндров и машин в целом;

**изучены** факторы, влияющие на суммарный прогиб гидроцилиндра и, соответственно, на работоспособность длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин;

**проведена модернизация** существующего комплексного критерия оценки несущей способности гидроцилиндров дорожных и строительных машин, дополнительно описывающего состояние гидроцилиндра с промежуточной опорой.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** методика повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин при проектировании новых и модернизации существующих дорожно-строительных машин в ООО» НТЦ «Гидротранс»;

**определены** перспективы практического использования предлагаемой методики повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин при проектировании новых и модернизации существующих машин;

**создан** комплексный критерий несущей способности гидроцилиндров дорожных и строительных машин, основанный на определении напряженно-деформированного состояния контактирующих элементов в узле сочленения, позволяющий прогнозировать работоспособность нового гидроцилиндра на этапе проектирования или существующего в процессе диагностирования;

**представлены** научно-обоснованные рекомендации по проектированию новых и модернизации существующих гидроцилиндров дорожных и строительных машин.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования как в условиях эксплуатации дорожно-строительных машин, так и в лабораторных условиях. Результаты экспериментальных исследований получены на сертифицированном оборудовании и лабораторных стендах ЗАО УИЦ «Экоинвест»;

**теория** построена на методах математического анализа, проверяемых данных и фактах и согласуется с экспериментальными данными;

**идея базируется** на анализе конструкций рабочего оборудования дорожно-строительных машин, практических данных эксплуатации, обобщения отечественного и зарубежного опыта;

**использованы** ранее созданные наукой и практикой знания, научный опыт анализа и исследования процессов эксплуатации дорожных и строительных машин;

**установлена** новизна, отсутствие противоречий с ранее проведенными исследованиями, представленными независимыми источниками, хорошая сходимость теоретических и экспериментальных исследований;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, анализа существующего состояния и обоснования выбора объектов наблюдения их достоверности для оценки состояния в процессе эксплуатации.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии автора на всех этапах исследования, в постановке задач исследования, в анализе теоретических и экспериментальных данных, разработке математической модели несущей способности гидроцилиндра с промежуточной опорой, в создании комплексного критерия работоспособности гидроцилиндра с промежуточной опорой, в разработке методики повышения работоспособности длинномерных гидроцилиндров

дорожных и строительных машин, в анализе экспериментальных исследований, в разработке научно-обоснованных рекомендаций проектирования новых и модернизации существующих дорожно-строительных машин.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. На какие конструкции распространяются полученные результаты? Насколько методика универсальна?

2. Что выносится на защиту и в чем новизна предлагаемого комплексного критерия работоспособности гидроцилиндра? Как Вы реализовали это в своем гидроцилиндре и как он взаимодействует?

3. Что Вы называете длинномерным гидроцилиндром?

Соискатель Губанов В. Г. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Предложенная методика универсальна. Такая конструкция может быть использована на всех гидроцилиндрах, где ее можно встроить технологически. Чем длиннее гидроцилиндр, тем более востребована такая методика.

2. На защиту выносится комплексный критерий работоспособности гидроцилиндра с дополнительной регулируемой опорой, математическая модель работоспособности гидроцилиндра с дополнительной регулируемой опорой, экспериментальные исследования. В предложенный комплексный критерий внесены уравнения, которые оговаривают величину поддержки гидроцилиндра  $F$  (группа  $F$ ) и группа уравнений  $d$  (нижние два уравнения), описывающая совместную деформацию штока с поршнем внутри гильзы. Первое уравнение группы  $F$  описывает первоначальное состояние гидроцилиндра до начала движения штока, что бы исключить первоначальный прогиб, Второе уравнение группы  $F$  описывает процесс движения штока, что бы было выполнено условие реакции в точке один шток-направляющая втулка равны 0. Технически это обеспечивается гидравлической схемой, которая отслеживает нагрузку, действующую на основной гидроцилиндр, системой гидравлических клапанов, которые в зависимости от нагрузок на основной гидроцилиндр (нагрузки отражаются на давлении рабочей жидкости в гидросистеме). В зависимости от давления рабочей жидкости изменяются параметры усилия поддержки регулируемой опоры.

3. В диссертации есть обоснование этого понятия, в автореферат это не вошло по причине ограничения по объему. На основании формулы Эйлера расчета устойчивости обосновывается определение гидроцилиндра в зависимости от типоразмера, устойчивого, не требующего дополнительных

расчетов и неустойчивого (длинномерного) который рекомендуется проверить по предлагаемой методике.

На заседании 16.12.2021 года диссертационный совет принял решение - за решение актуальной научно-практической задачи по повышению работоспособности длинномерных гидроцилиндров дорожных и строительных машин путем выведения его из состояния предельно-допустимого изгиба в состояние устойчивости используя поддержку корпуса (гильзы) гидроцилиндра промежуточной регулируемой опорой присудить Губанову В.Г. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета



  
Евтюков Сергей Аркадьевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
Олещенко Елена Михайловна

16.12.2021