

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.277.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 мая 2025 г. № 9

О присуждении Сухову Александру Вадимовичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии сборки и разборки резьбовых соединений с помощью ультразвука» по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения принята к защите 12 марта 2025 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом 24.2.277.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 7, приказ о создании диссертационного совета №62/нк от 26.01.2023 г.

Соискатель Сухов Александр Вадимович, 26.03.1996 года рождения. В 2019 году соискатель окончил магистратуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» по направлению подготовки 23.04.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», работает начальником технического отдела в Государственном бюджетном учреждении города Москвы «Автомобильные дороги Юго-Западного административного округа».

Диссертация выполнена на кафедре «Технология конструкционных материалов» в ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Фатюхин

Дмитрий Сергеевич, профессор кафедры «Технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

Официальные оппоненты:

1. Бекренев Николай Валерьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническая механика и мехатроника» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

2. Польский Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону в своем положительном отзыве, подписанном Тamarкиным Михаилом Аркадиевичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» и Лебедевым Валерием Александровичем, к.т.н., профессором, и.о. заведующего кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты», утвержденным доктором технических наук, профессором, проректором по УР и МД Бескопыльным А.Н., указала, что диссертация выполнена на актуальную тему, а результаты, полученные автором, вносят существенный вклад в развитие сборочно-разборочных процессов и имеют важное практическое значение. Выводы обоснованы, исследование имеет характер завершенной научно-квалификационной работы, а ее автор, Сухов Александр Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – «Технология машиностроения».

Соискатель имеет 70 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, 3 – в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, 1 – патент РФ на изобретение, 1 – патент РФ на полезную модель, 2 – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 3 – свидетельство о государственной регистрации базы данных, 3 – статьи в сборниках

трудов научных конференций. Работы посвящены решению научных задач, а именно повышению эксплуатационных свойств резьбовых соединений путём создания равномерной нагрузки в витках резьбы, предотвращения самоотвинчивания соединений, обеспечения осевой силы без увеличения начального момента завинчивания при сборке; уменьшения требуемого момента отвинчивания и снижения риска повреждения элементов соединения при разборке за счёт применения ультразвуковых колебаний.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Особенности сборки резьбовых соединений различных размеров при использовании сдвиговых ультразвуковых колебаний / Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, Д. С. Фатюхин // Научные технологии в машиностроении. – 2021. – № 12(126). – С. 26-30. – DOI 10.30987/2223-4608-2021-12-26-30.
2. Исследование воздействия ультразвуковых колебаний на процесс сборки резьбовых соединений / Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, Д. С. Фатюхин, Д. С. Симонов // СТН. – 2021. – № 3. – С. 35-37.
3. Сборка резьбовых соединений под воздействием сдвиговых ультразвуковых колебаний / А. А. Нечай, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, Д. С. Фатюхин // СТН. – 2021. – № 12. – С. 16-19.
4. Comprehensive Estimation of Changes in the Microgeometry of Steel 45 by Ultrasonic Plastic Deformation with a Free Deforming Element / D. S. Fatyukhin, R. I. Nigmatzyanov, V. M. Prikhodko, **A. V. Sukhov**, S. K. Sundukov // Metals. – 2023. – Vol. 13, No. 1. – P. 114. – DOI 10.3390/met13010114.
5. Influence of Various Kinds of Ultrasonic Treatment on Surface Geometry / R. I. Nigmatzyanov, S. K. Sundukov, **A. V. Sukhov**, V. M. Prikhodko, D. S. Fatyukhin // Steel in Translation. – 2023. – Vol. 53, No. 11. – P. 954-957. – DOI 10.3103/S0967091223110232.
6. **Sukhov, A.** Assembly of threaded and adhesive-threaded joints with the application of ultrasonic vibrations / **A. Sukhov**, S. Sundukov, D. Fatyukhin // Obrabotka Metallov. – 2024. – Vol. 26, No. 3. – P. 6-23. – DOI 10.17212/1994-6309-2024-26.3-6-23.
7. **Сухов, А. В.** Влияние ультразвуковых колебаний на качество сборки

резьбового соединения / **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина // Сборник Трудов XXXV сессии Российского акустического общества, Москва, 13–17 февраля 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ГЕОС», 2023. – С. 901-906. – DOI 10.34756/GEOS.2023.17.38547.

8. **Сухов, А. В.** Совершенствование технологии сборки и разборки резьбовых соединений с помощью ультразвука / **А. В. Сухов**, Д. С. Фатюхин // Научные технологии в машиностроении : Материалы XV Международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Москва, 01–03 ноября 2023 года. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024. – С. 13-16.

9. Кольдюшов, В. К. Повышение качества сборки резьбовых соединений за счет применения ультразвука / В. К. Кольдюшов, **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина // Проблемы машиностроения: современные технологии обработки, материалы, машины, агрегаты: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 11–12 октября 2024 года. – Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2024. – С. 70-73.

10. Патент на полезную модель № 209808 U1 Российская Федерация, МПК В25В 21/00, В23Р 19/06. Устройство для сборки и разборки резьбовых соединений : № 2021119116 : заявл. 30.06.2021 :опубл. 23.03.2022 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов** ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

11. Патент № 2822128 С1 Российская Федерация, МПК В25В 21/00. способ сборки и разборки резьбовых соединений: № 2023112747 : заявл. 17.05.2023 :опубл. 01.07.2024 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов** ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

12. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023621701 Российская Федерация. База данных технических характеристик ультразвуковых преобразователей : № 2023621226 : заявл. 04.05.2023: опубл. 25.05.2023 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, С. А.Фомушкина ;

заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663082 Российская Федерация. Мониторинг ультразвуковой колебательной системы : № 2022662789: заявл. 11.07.2022: опубл. 11.07.2022 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

14. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623243 Российская Федерация. База данных технических характеристик ультразвуковых генераторов : № 2022623151 : заявл. 24.11.2022 :опубл. 05.12.2022 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682618 Российская Федерация. Расчёт цилиндрического излучателя ультразвуковой колебательной системы: № 2022682417: заявл. 24.11.2022: опубл. 24.11.2022 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

16. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623731 Российская Федерация. База данных ультразвуковых технологических установок и оборудования: № 2023623465 : заявл. 20.10.2023: опубл. 02.11.2023 / Д. С. Фатюхин, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, **А. В. Сухов**, С. А. Фомушкина; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные, содержат следующие замечания:

1. **Меделяев Игорь Алексеевич**, доктор технических наук (05.02.02, 05.02.04), профессор, профессор кафедры материально-технического обеспечения РВСН, ФГКВОУ ВО «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого». Замечания: 1. При использовании метода обеспечивается один и тот же момент закручивания, но осевая сила возрастает. В реферате не указано, какое влияние оказывается на витки резьбы? Как это повлияет на усталостные характеристики?

2. **Гайдар Сергей Михайлович**, доктор технических наук (05.20.03), профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии машиностроения, **Пикина Анна Михайловна**, кандидат технических наук (4.3.1), доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». Замечания: 1. В автореферате недостаточно представлен материал по актуальности темы. 2. На наш взгляд научная новизна работы представлена в недостаточном виде.

3. **Рухман Андрей Александрович**, кандидат технических наук (05.09.12), технический директор ООО «Ультразвуковые генераторы». Замечания: 1. В автореферате диссертации не обоснован выбор магнитострикционной колебательной системы вместо пьезокерамической. 2. Не приведено обоснования выбора в качестве генератора УЗГ-2-22.

4. **Федоров Сергей Константинович**, доктор технических наук (05.20.30), доцент, профессор кафедры «Технологии обработки материалов», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Замечания: 1. Одним из недостатков является недостаточная глубина теоретического обоснования некоторых аспектов, например, физической модели взаимодействия ультразвуковых волн с элементами резьбового соединения. Это снижает уровень понимания

механизмов улучшения надежности и требует дальнейшей проработки. 2. Методика экспериментов нуждается в улучшении, так как не все факторы, влияющие на результат, были учтены должным образом. Например, отсутствие учета температурных условий может привести к искажению данных и необходимости проведения дополнительных проверок. 3. Автор использовал преимущественно стандартные статистические методы анализа данных, тогда как современные подходы, такие как машинное обучение и нейросетевые алгоритмы, остались вне поля зрения. Это упущение ограничивает возможности выявления скрытых закономерностей и повышает риски ошибок в прогнозировании.

5. Белашова Ирина Станиславовна, доктор технических наук (2.6.17), профессор, профессор кафедры «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». Замечания: 1. Какие ограничения существуют у предложенной технологии, и в каких ситуациях она может быть неэффективной? 2. Насколько сложна реализация предложенных технологических решений на практике, и какие ресурсы необходимы для этого?

6. Лыткин Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук (05.02.07), ведущий инженер-технолог технического отдела управления главного технолога (ТО УГТ) филиала публичного акционерного общества «Объединённая двигателестроительная корпорация Уфимское моторостроительное производственное объединение» «Лыткаринский машиностроительный завод». Замечания: 1. В качестве объекта исследований была выбрана технология сборки и разборки резьбовых соединений размеров М8.. М24 с применением ультразвуковых колебаний различных типов, и для этих резьб представлены рекомендации по сборочным и разборочным операциям с применением ультразвука. Однако в автореферате представлены результаты исследований для резьб М8, М10 и М12. 2. В качестве одного из основных анализируемых параметров был относительный момент откручивания (отвинчивания) M_0 . Данный параметр по-разному именуется в подрисуночных надписях и в обозначении оси ординат на рисунках 3, 4, 6, 11 и 12. Относительный момент не позволяют определить абсолютные значения моментов

прикладывания к резьбе при сборке и разборке, что ограничивает возможность анализа приведенных данных.

7. Шуваев Вячеслав Георгиевич, доктор технических наук (05.02.08), доцент, старший научный сотрудник НИЛ «Промышленные технологии инженерии поверхности», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет». Замечания: 1. Недостаточное внимание уделено возможным проблемам, связанным с перегревом резьбовых соединений при воздействии ультразвуковых колебаний. 2. Отсутствуют данные о долгосрочном поведении резьбовых соединений после применения ультразвука, особенно в условиях экстремальной эксплуатации.

8. Задорожный Василий Сергеевич, высококвалифицированный специалист по специальности «Электрические и электронные аппараты», главный конструктор / директор ООО «Ультра-резонанс». Замечания: 1. В автореферате диссертации не приводится достаточное обоснование ряда ключевых моментов. В частности, отсутствует детальная аргументация относительно выбора конкретных материалов для эксперимента, не указаны ограничения применимости предложенных методик, а также недостаточно подробно рассмотрены возможные альтернативные подходы к решению проблемы. 2. В достаточной мере не обоснован выбор магнитострикционной колебательной системы вместо пьезокерамической. Кроме того, не приведено обоснования выбора в качестве генератора УЗГ-2-22.

9. Соловьев Дмитрий Львович, доктор технических наук (05.02.08), профессор, профессор каф. «Технология машиностроения», Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». Замечания: 1. В автореферате отсутствует детальное описание критериев выбора типоразмеров (M8 – M24), почему не рассмотрены соединения вне этого диапазона? 2. В разделе о шероховатости (табл. 1, рис. 8 автореферата) неясно, как изменения микрорельефа влияют на трение количественно, требуется переход от качественных описаний к количественным оценкам (например, через коэффициент трения).

10. Алтунина Мария Сергеевна, кандидат технических наук (05.05.04), доцент кафедры «Механизация и автоматизация автодорожной отрасли»,

Шахтинский автодорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова». Замечания: 1. Отсутствует вариант закрепления резьбового соединения в инструменте для реализации крутильных колебаний; 2. В описании рисунка 10 отсутствует описание способа фиксации наиболее нагруженных витков соединения во время разреза, а также способа разреза резьбового соединения; 3. В пояснении к рисунку 11 отсутствует описание пунктирных линий; 4. В автореферате не отражен анализ применения ультразвукового метода сборки и разборки резьбовых соединений в случае воздействия коррозии или применения фиксаторов резьбовых соединений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, компетентностью и высокой квалификацией в данной области науки, и наличием публикаций в рассматриваемой сфере.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана обогащающая научную концепцию повышения эксплуатационных свойств резьбовых соединений путем применения ультразвуковых колебаний научная идея использования ультразвуковых колебаний сдвигового типа, что обеспечивает увеличение эффективности сборки в 1,7 раза по сравнению с применением колебаний продольного типа и в 2 раза с применением продольно-крутильного типа;

предложен оригинальный подход к проведению сборочно-разборочных операций резьбовых соединений М8...М24, защищенный патентом.

доказана перспективность применения ультразвуковых колебаний сдвигового типа для применения в рамках сборочных операций, что позволяет обеспечить повышенные эксплуатационные свойства (повышение усилия на сдвиг соединения до 45%, а также возможность снижения нормативного момента завинчивания на 30% без уменьшения осевой силы;

введено применительно к процессам сборки и разборки резьбовых

соединений понятие ультразвуковых колебаний сдвигового типа.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения и закономерности силового взаимодействия между болтом и гайкой с учетом воздействия на них ультразвуковых колебаний различного типа, учитывающие основные технологические и акустические параметры сборки, в частности, массу колеблющегося соединения и амплитуду колебаний;

применительно к проблематике диссертации результативно использована теория трения, методы проектирования технологического оборудования, методы статистического анализа данных;

изложены аргументы и доказательства существенного влияния массы резьбового соединения, типа прикладываемых колебаний и амплитуды колебаний на эксплуатационные свойства резьбовых соединений;

раскрыты особенности создания эффективных технологий сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвуковых колебаний сдвигового типа;

изучена взаимосвязь между акустическими и технологическими параметрами сборки и разборки резьбовых соединений и их эксплуатационными свойствами;

проведена модернизация инструментально-технологической оснастки и методики выбора технологических режимов сборочно-разборочных операций с применением ультразвуковых колебаний для резьбовых соединений.

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

разработаны и внедрены новые технологии сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвука;

определены пределы и перспективы практического применения ультразвуковых колебаний различного типа с учетом особенностей расположения резьбового соединения;

создана система практических рекомендаций по конструкции и параметрам инструмента для сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвука;

разработаны технологическое оборудование, оснастка и программное обеспечение, позволяющее применять предлагаемые технологии в различных

условиях сборки и разборки;

представлены технологические рекомендации по сборке и разборке резьбовых соединений с применением ультразвуковых колебаний различного типа;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением общепринятых процедур калибровки, разработан уникальный ультразвуковой инструмент, который позволяет провести сравнение эффективности различных типов ультразвуковых колебаний с учетом высокой повторяемости результатов;

теория построена на основе известных научных положений технологии машиностроения и теории трения, теоретические изыскания подтверждены результатами полученных экспериментальных данных;

идея базируется на основе анализа и обобщения опыта ведущих ученых в области ультразвуковых сборки и разборки резьбовых соединений;

использовано сравнение полученных результатов с данными теоретических исследований и результатами, полученными ранее другими авторами;

установлено что результаты исследований не противоречат известным данным в области сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвука;

использованы современные методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии на всех этапах диссертационного исследования: планировании, критическом анализе информации об известных решениях в области операций сборки и разборки с применением ультразвуковых колебаний, постановке цели и задач исследования, разработке новых способов сборки и разборки с применением ультразвуковых колебаний, проведении теоретических исследований, разработке и изготовлении ультразвуковых инструментов для экспериментальных исследований, выполнении экспериментальных исследований, обработке полученных данных, апробации результатов среди научной общественности, подготовке основных научных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Недостаточно раскрыта физическая картина влияния УЗ на процесс сборки и разборки резьбовых соединений?
2. О сравнительной эффективности применения смазки вместо УЗ.

Соискатель Сухов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 21 мая 2025 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на предотвращение самоотвинчивания соединений, на уменьшение момента отвинчивания – завинчивания, более равномерное распределение нагрузки по виткам резьбы за счет применения ультразвуковых колебаний, имеющие существенное значение для повышения эксплуатационных свойств резьбовых соединений, присудить Сухову А.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.5.6. «Технология машиностроения», участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 10, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.277.01,
доктор технических наук,
профессор

Киричек Андрей Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.277.01,
доктор технических наук,
доцент

Нагоркин Максим Николаевич

Дата оформления заключения: 21 мая 2025 г.

