

ОТЗЫВ

**официального оппонента
кандидата технических наук, доцента
Польского Евгения Александровича**

на диссертационную работу Сухова Александра Вадимовича на тему
«Совершенствование технологии сборки и разборки резьбовых соединений с
помощью ультразвука», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.5.6 – «Технология машиностроения»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Постоянное повышение требований по надежности резьбовых соединений узлов машин определило актуальность представленной работы. Одним из направлений решения научной проблемы обеспечения предупреждения самоотвинчивания и уменьшения осевой силы резьбовых соединений вследствие действий знакопеременных и вибрационных нагрузок, что особенно актуально для узлов, которые работают в тяжелых условиях эксплуатации, является разработка новых подходов к сборке и разборке резьбовых соединений, учитывающих основные причины нарушения их работоспособности.

Одним из перспективных направлений в рамках решения научной проблемы соискатель отмечает использование ультразвуковых колебаний, которые позволяют повысить эксплуатационные свойства резьбовых соединений за счет изменения характера трения. Приведенный анализ литературы показал, что большинство ранее проведенных исследований рассматривают воздействие лишь одного типа ультразвуковых колебаний при сборке или разборке, что ограничивает возможности их сравнения и выбора наиболее эффективного.

В этой связи исследование, направленное на разработку технологий сборки и разборки резьбовых соединений с учетом различной эффективности применения ультразвуковых колебаний различного типа и оптимизацию параметров ультразвукового воздействия, является достаточно актуальным.

2. Научная новизна исследований

В результате выполнения диссертационной работы автором получены следующие новые научные результаты:

1. Выявлена взаимосвязь акустико-технологических параметров процесса сборки и относительного момента отвинчивания для трех типов колебаний – сдвигового, продольного и продольно-крутильного типа. Установлено, что влияющими факторами являются амплитуда колебаний и масса резьбового соединения.

2. Впервые проведено сравнение эффективности трех типов колебаний при сборке с применением ультразвука, которое показало повышение момента отвинчивания на 25...50% в зависимости от типа применяемых колебаний, при разборке – снижение требуемого усилия отвинчивания на 8...50%. Установлено, что применение колебаний сдвигового типа в 1,7 раза эффективнее колебаний продольного типа и в 2 раза эффективнее колебаний продольно-крутильного типа. На основании полученных данных проведена оптимизация процессов и предложены рациональные технологические рекомендации для сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвука.

3. Разработан новый метод сборки и разборки резьбовых соединений с применением колебаний сдвигового типа, который обеспечивает снижение динамических сдвиговых нагрузок на 23%.

3. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов выполненных исследований подтверждается совокупностью экспериментальных исследований и подтвержденной статистическими методами адекватностью полученных моделей, а также применением поверенного контрольно-измерительного оборудования. Приведенные результаты не противоречат данным других авторов.

Обоснованность выводов и результатов диссертации определяется тем, что они базируются на фундаментальных положениях технологии машиностроения и теории трения, и не противоречат им.

4. Научная и практическая ценность диссертационной работы

Содержание диссертации в достаточной степени отражено в научных публикациях: по теме диссертации опубликовано 9 работ, из которых 3 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 опубликованы в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus. Основные

результаты исследований прошли широкую апробацию на конференциях и симпозиумах всероссийского и международного уровня. Также получен 1 патент на изобретение, 1 патент на полезную модель, 3 свидетельства о государственной регистрации базы данных и 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Представленная диссертационная работа имеет практическую значимость. Практическая ценность заключается в разработке ультразвуковых инструментов, оснастки и программного комплекса, а также технологических рекомендаций по сборке и разборке резьбовых соединений с применением ультразвуковых колебаний различных типов, в том числе соединений, расположенных в труднодоступных местах. Практическая ценность и значимость полученных результатов подтверждается заинтересованностью предприятий по обслуживанию и ремонту изделий транспортного и сельскохозяйственного машиностроения.

5. Оценка содержания и соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Содержание диссертации охватывает все основные вопросы, связанные с решением поставленных автором задач, определяющих научную новизну.

Диссертационная работа Сухова Александра Вадимовича является завершённым научным исследованием и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложения. Диссертация изложена на 182 страницах, содержит 28 таблиц, 85 рисунков и 138 формул. Автореферат полно и достоверно отражает содержание диссертации.

Во введении приведено обоснование актуальности решаемой проблемы, цель, задачи, практическая ценность и научная новизна исследования.

В первой главе приведена общая информация о резьбовых соединениях и проведен анализ работ, посвященных проблемам сборочно-разборочных операций резьбовых соединений, из которого следует, что наиболее распространённые причины отказов резьбовых соединений связаны с ослаблением предварительной затяжки. Также рассмотрены и проанализированы методы решения этих проблем, в том числе применение ультразвука. Определены наиболее значимые параметры, влияющие на повышение качества затяжки резьбового соединения – это сила трения на опорной поверхности и витках резьбы, амплитуда ультразвуковых колебаний, тип приложения ультразвуковых колебаний.

Во второй главе описаны планирование и методика исследований влияния ультразвуковых колебаний на сборку и разборку, обосновывается выбор влияющих факторов, представлены сведения о способах, схемах и режимах применения ультразвука для исследуемых соединений. Приведено и подробно описано ультразвуковое и измерительное оборудование, применяемое в процессе экспериментального исследования. Описана методика планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных.

Третья глава посвящена рассмотрению физической характеристики процесса сборки и сопутствующих этому трибологических особенностей. Кроме того, рассматривается взаимодействие элементов резьбового соединения, включая влияние различных типов колебаний (продольных, продольно-крутильных, сдвиговых) на распределение нагрузок и моменты завинчивания и отвинчивания. Особое внимание уделяется моделированию силового взаимодействия, где учитываются основные действующие силы, такие как сила завинчивания, трение, осевые силы и инерционные эффекты. Проводится анализ влияния геометрических параметров резьбы, коэффициентов трения и массогабаритных характеристик соединений на эффективность применения ультразвуковых колебаний.

Четвертая глава посвящена экспериментальному исследованию влияния ультразвуковых колебаний на процессы сборки и разборки резьбовых соединений в различных условиях. Экспериментально установлена эффективность применения ультразвуковых колебаний различных типов при сборке и разборке. Определено влияние факторов амплитуды колебаний, массы соединения и температуры на эффективность сборки. Обоснован механизм повышения эффективности сборки с применением ультразвуковых колебаний за счет изменения характера трения, что подтверждено экспериментальными исследованиями изменения параметров шероховатости и усилия сдвига.

Пятая глава посвящена разработке рекомендаций по применению ультразвуковых колебаний при сборке и разборке резьбовых соединений, а также разработке ультразвукового оборудования и инструментов. Приведены предлагаемые технологии сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвуковых колебаний. Также описаны программные решения, предназначенные для автоматизации управления технологическим процессом и поддержания заданных режимов работы оборудования.

6. Замечания и пожелания по диссертационной работе и автореферату

1. Представленные в работе модели перемещения элементов резьбового соединения, учитывающие параметры температурного воздействия и влияние силы тяжести гайки, требуют уточнения по критерию значимости. С учетом технологии сборки резьбового соединения винт фиксируется и производится завинчивание и затягивание гайки, влияние ее массы (до М24 это явно малые величины) и появление внешнего температурного воздействия, вероятно, малозначимы.

2. Параметры точности и качества поверхности элементов резьбового соединения, влияющие на процесс сборки-разборки, формируются на стадии их изготовления, при этом методы получения резьбы для установленных условий производства значительно различаются по надежности их обеспечения. Желательно разделить выводы по отдельным деталям, получаемым в условиях массового (крупносерийного) производства и в условиях мелкосерийного (ремонтного) производства.

3. Основным технологическим параметром формирования установленных характеристик резьбового соединения является момент M , прикладываемый к гайке (винту) для создания силы закрепления, соответствующей установленным параметрам резьбы. В работе не в полной мере представлены обоснования величины момента закручивания и откручивания с учетом рекомендаций справочников (Станочные приспособления, под ред. Вардашкина Б.Н. и Шатилова А.А.) и применения смазывающих сред.

4. В методическом разделе работы представлен диапазон значения амплитуды колебаний с учетом ограничения по нагреву соединения (1 ... 9 мкм – стр. 42), а в технологических рекомендациях сборки резьбы М20 ... М24 указана амплитуда 10 мкм (стр. 151, табл. 5.5.1), что противоречит зависимостям температурного влияния на процесс сборки – разборки.

7. Заключение о соответствии диссертации автореферата критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа «Совершенствование технологии сборки и разборки резьбовых соединений с помощью ультразвука» выполнена на высоком уровне и является законченной научно-квалификационной работой. В работе изложены научно-обоснованные положения, направленные на решение актуальной задачи машиностроения – повышения

эксплуатационных свойств резьбовых соединений за счёт применения ультразвуковых колебаний. Результаты работы вносят серьезный вклад в развитие технологий сборки и разборки резьбовых соединений с применением ультразвука.

Сформулированные автором положения, выводы и рекомендации обладают научной новизной и апробированы путем опубликования основных положений в ведущих научных изданиях и представления результатов на международных конференциях. Полученные результаты использованы на действующем производстве в достаточной мере и показывали потенциал широкого внедрения в реальный сектор экономики.

Диссертация полностью отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор – Сухов Александр Вадимович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения».

Польский Евгений Александрович

Кандидат технических наук по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения»,

Доцент

Заведующий кафедрой "Технология машиностроения" ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Е. А. Польский

Адрес: 241035, Брянская область, город Брянск, бульвар 50 лет Октября, дом 7

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"

Тел.: +7 (4832) 588-220

E-mail: polskiy_tm_2017@mail.ru

