

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по научной  
деятельности и цифровизации  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,  
доктор технических наук, доцент



 В.М. Бабушкин

«19» марта 2026 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
**Султановой Альбины Руслановны** на тему: «Технология обработки  
отверстий в смешанных пакетах при сборке крупногабаритных узлов  
на модульном оборудовании», представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Диссертационная работа Султановой Альбины Руслановны посвящена решению актуальной научно-технической задачи повышения эффективности и качества обработки отверстий в смешанных пакетах материалов при сборке крупногабаритных узлов на модульном оборудовании.

В настоящее время в машиностроении, особенно в авиационной и аэрокосмической промышленности, широко применяются конструкции, состоящие из смешанных пакетов материалов, включающих алюминиевые и титановые сплавы, а также композиционные материалы. При этом к качеству отверстий предъявляются повышенные требования по точности размеров,

форме, шероховатости поверхности и отсутствию дефектов, что непосредственно влияет на надежность и долговечность изделий.

Особую сложность представляет обеспечение стабильного качества обработки отверстий в условиях сборки крупногабаритных узлов, когда используются мобильные или модульные технологические системы. В этих условиях необходимо учитывать влияние большого числа технологических факторов, включая режимы обработки, конструкцию инструмента, свойства материалов и условия закрепления.

В связи с этим разработка научно обоснованных технологических решений, направленных на повышение качества и эффективности обработки отверстий в смешанных пакетах материалов на модульном оборудовании, является актуальной научно-технической задачей, имеющей важное значение для развития современного машиностроения.

### **Структура и содержание работы**

Диссертационная работа изложена на 171 странице машинописного текста, содержит 18 таблиц, 74 рисунка. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 119 источников, и 14 приложений. Стил ь изложения работы носит научный характер.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов

В **первой главе** выполнен анализ современного состояния исследований в области обработки отверстий в смешанных пакетах материалов. Рассмотрены особенности механической обработки композиционных материалов и металлических сплавов, а также проблемы обеспечения качества отверстий при их совместной обработке. Проведен анализ существующих технологических решений и выявлены основные направления повышения эффективности обработки.

Во **второй главе** представлены результаты теоретических исследований процессов обработки отверстий в смешанных пакетах материалов. Рассмотрены закономерности формирования качества поверхности, влияние режимов обработки и конструктивных параметров инструмента на показатели точности и качества отверстий.

В **третьей главе** описана методика экспериментальных исследований, приведено описание экспериментального оборудования, инструмента и исследуемых материалов. Представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на оценку влияния технологических параметров на качество обработки отверстий.

В **четвертой главе** разработаны технологические рекомендации по обработке отверстий в смешанных пакетах материалов на модульном оборудовании, обеспечивающие повышение качества и производительности обработки. Приведены результаты внедрения разработанных решений и оценка их эффективности.

По тексту диссертации следует отметить обоснованность выводов по главам работы, а также общих выводов и рекомендаций.

### **Основные результаты и научная новизна**

Научная новизна работы подтверждается достижением следующих результатов:

– разработаны технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности процесса сборки крупногабаритных узлов;

– установлена взаимосвязь технологических параметров обработки отверстий с условиями позиционирования инструмента относительно деталей собираемого пакета при сборке на модульном оборудовании;

– разработаны технологические рекомендации по обработке отверстий в смешанных пакетах за один-два перехода в крупногабаритных узлах при автоматизированном позиционирования деталей в условиях разборки пакета и обратного точного позиционирования;

– разработаны методические подходы к обеспечению качества обработки отверстий в условиях использования модульного оборудования.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Представленные автором результаты работы могут быть использованы при разработке технологических процессов изготовления изделий машиностроения, а также при модернизации существующих технологических процессов.

Полученные технические решения при обработке отверстий окончательного диаметра за минимальное количество переходов в смешанных пакетах в условиях применения модульного сборочного оборудования с ЧПУ успешно использованы при разработке технологии процесса сборки крыла на АО «АэроКомпозит-Ульяновск».

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических рекомендаций, которые могут быть использованы на машиностроительных предприятиях для повышения качества обработки отверстий и снижения трудоемкости технологических операций.

Работа направлена на решение практической задачи производства, связанной со сборкой крупногабаритных узлов и агрегатов из композиционных материалов и металлических сплавов. Результаты работы могут быть применены на авиастроительных, ракетостроительных и судостроительных предприятиях.

### **Достоверность и апробация результатов**

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных методов исследования, применением сертифицированного оборудования, достаточным объемом экспериментальных данных, а также согласованием результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Основные результаты работы отражены в восьми публикациях, две из которых опубликованы в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК, получено два патента РФ на изобретение. Результаты

диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и российских конференциях.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В работе недостаточно подробно рассмотрены вопросы влияния износа инструмента на качество обработки отверстий.

2. Требуется более подробное рассмотрение влияния жесткости технологической системы на показатели качества обработки.

3. В отдельных разделах диссертации целесообразно привести более подробное описание методики проведения экспериментов.

4. Недостаточно подробно рассмотрены вопросы экономической эффективности предлагаемых решений.

5. Отсутствует более детальный анализ сравнительной эффективности разработанных технологических решений.

6. При проведении экспериментов подбирались только режимы обработки: частота вращения и скорость подачи инструмента, но не рассмотрено влияние угла при вершине сверла. Для различных материалов угол при вершине сверла может варьироваться в достаточно широком диапазоне – от 60 до 140 градусов.

7. В работе не приводятся обоснования выбора установки 50% технологического крепежа для получения заданной точности отверстий.

Указанные выше замечания не снижают общую положительную оценку теоретических и практических результатов диссертационной работы.

### **Заключение**

Полученные автором результаты и выводы полностью отражены в тексте диссертационной работы и в автореферате, который отражает основные положения диссертации. Диссертационная работа написана понятным научным языком.

Диссертационная работа Султановой Альбины Руслановны является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности

образования окончательных отверстий за один-два перехода в крупногабаритных узлах со смешанными пакетами.

По своему содержанию, научной новизне, практической значимости и уровню выполнения диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Султанова Альбина Руслановна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.

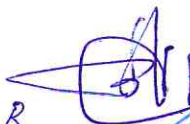
Отзыв рассмотрен, обсужден и одобрен на заседании кафедры производства летательных аппаратов ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ» с участием представителей кафедр конструкции и проектирования летательных аппаратов и прочности конструкций, а также Центра композитных технологий (протокол № 8 от 18 марта 2026 г.). Результаты голосования: «за» - 23, «нет» - 0, «воздержалось» - 0.

Заведующий кафедрой производства  
летательных аппаратов, к.т.н., доцент



В.В. Батраков

Отзыв составил профессор кафедры производства летательных аппаратов,  
д.т.н., профессор



В.И. Халиулин

*Подписи Батракова В.В.  
Халиуллина В.И.  
Заверяю*



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Адрес: 420111, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Телефон организации: +7 (843) 231-97-34

Адрес электронной почты: kai@kai.ru

Адрес в сети Интернет: <https://kai.ru/>