

В диссертационный совет 24.2.277.01
в Федеральном государственном
бюджетном образовательном
учреждении высшего образования
«Брянский государственный
технический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Технология конструкционных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Фатюхина Дмитрия Сергеевича на диссертационную работу Торопа Юрия Алексеевича на тему «Совершенствование технологии калибрования отверстий дорном с наложением ультразвука на деталь», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям: 2.5.6. – «Технология машиностроения» и 2.5.5. – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Актуальность работы. Диссертационная работа посвящена решению научно-технической задачи, направленной на совершенствование технологии калибрования отверстий дорном с применением ультразвуковых колебаний путем воздействия их на деталь. Актуальность исследований в этом направлении обусловлена необходимостью решения ряда вопросов, сдерживающих широкое практическое применение обработки дорном для калибрования отверстий. В качестве сдерживающих факторов автор выделяет: необоснованность подхода к выбору рационального натяга калибрования отверстий и неизученность влияния ультразвуковых колебаний на качество, формируемого в процессе калибрования, поверхностного слоя

отверстия, при подведении их в очаг деформации через деталь. Диссертационное исследование, целью которого является совершенствование технологии калибрования отверстий дорном на основе наложения ультразвуковых колебаний на деталь, установление закономерностей их влияния на качество и силу деформирования поверхности, разработка методики проектирования операций калибрования и рекомендаций по их практической реализации, позволяет повысить технологическую значимость процесса калибрования отверстий дорном.

Научная новизна заключается:

- в разработке расчетной модели, величины удельного давления дорна на обрабатываемую поверхность отверстия, с учетом ультразвуковых колебаний (УЗК), подводимых в очаг деформации через деталь, а также силы калибрования;
- установлении зависимостей для расчета натяга обработки отверстий дорном, характеристик качества поверхностного слоя (микротвердость, высота неровностей профиля), модифицированного в процессе калибрования с наложением УЗК на деталь;
- моделировании закономерностей распространения ультразвуковых волн в деталях типа дисков с отверстием и их влияние на изменение микротвёрдости и шероховатость поверхностного слоя калиброванного отверстия;
- разработке методики расчета концентратора - волновода ультразвуковой колебательной системы, обеспечивающего усиление амплитуды воздействия УЗК на деталь, и снижение энергозатрат акустического блока технологической системы калибрования отверстий

Значимость полученных результатов для науки и практики. Диссертация характеризуется научной ценностью, поскольку результаты вносят вклад в раскрытие и аналитическое описание процесса калибрования отверстий дорном в условиях ультразвукового воздействия на деталь.

Подтверждением практического значения работы является методика проектирования технологических операций калибрования отверстий дорном

с применением УЗК, диаграмма изолиний, позволяющая провести прогнозирование микротвердости, высоты неровностей профиля поверхности калибрования с применением УЗК на деталь и его оптимизацию по критерию минимизации приведённых затрат, а также результаты реализации предложенного способа калибрования отверстий в условиях РТЦ «Технология» (г. Азов), обеспечивающие сокращение количества переходов при обработке высокоточных отверстий.

Степень обоснованности, достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Основные положения, выносимые на защиту, и выводы диссертационной работы являются обоснованными как результатами проведенного собственного исследования, так и общепринятыми положениями технологии механической обработки применения ультразвука в технологических целях, исследованиями в областях физики металлов и металловедения.

Поставленные в работе задачи решены с использованием достаточного объема анализа литературных источников, современных методик экспериментальных и теоретических исследований и обработки полученных данных. Достоверность результатов исследования сомнений не вызывает.

Анализ содержания работы. Диссертационная работа Торопа Ю.А. написана хорошим литературным языком, изложена на 158 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографического списка. Список литературы включает 142 источника. Диссертационная работа проиллюстрирована 83 рисунками, 19 таблицами, 8 приложениями.

Во введении автор описывает актуальность имеющейся научной проблемы, формулирует цель, задачи исследования.

Первая глава диссертационной работы является обзором научно-технической литературы. В ней рассмотрены технологические основы операций обработки отверстий дорном и пути их совершенствования. На основании анализа применения ультразвуковых колебаний в процессе

калибрования, показаны преимущества введения ультразвуковых колебаний в очаг деформации через деталь.

Во второй главе автором представлены: наиболее предпочтительная структурная схема технологической системы калибрования отверстий дорном с наложением ультразвукового поля на деталь; теоретические исследования по обоснованию технологических параметров и моделированию процесса калибрования отверстий в условиях воздействия ультразвуковых колебаний на деталь. В соответствии с законами геометрической акустики разработана акустическая модель ультразвукового поля, создаваемого в детали типа диск с отверстием. Предложены выражения для определения микротвердости поверхностного слоя отверстия и высоты неровностей профиля поверхности, сформированной в процессе калибрования при воздействии УЗК на деталь:

В третьей главе представлены технические средства экспериментальной проверки результатов теоретических исследований.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований расчетных зависимостей и закономерностей процесса калибрования отверстий с наложением УЗК на деталь, дан сравнительный анализ схем введения ультразвуковых колебаний в очаг деформации при калибровании отверстий через деталь и через инструмент, установлена степень влияния УЗК на улучшение шероховатости поверхности.

В пятой главе представлена методика проектирования технологических операций калибрования отверстий дорном с применением УЗК, средства инструментального и ультразвукового обеспечения процесса калибрования отверстий, результаты практической реализации предложенного способа калибрования отверстий.

Диссертационная работа содержит 8 выводов, которые четко сформулированы, резюмируют полученные данные и полностью соответствуют поставленным задачам.

Общая оценка работы и ее соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация представляет собой важное, интересное и профессионально выполненное исследование, соответствующее статусу научно-квалификационного труда. Полученные в диссертационной работе данные отражены в 3 статьях в журналах, включённых в перечень ВАК России и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата наук. Материалы диссертации докладывались на 14 всероссийских и международных научных конференциях, что говорит о должном уровне их апробации. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Вопросы и замечания по содержанию диссертации.

Несмотря на многочисленные достоинства диссертации, в ней имеются отдельные недочеты, которые вызывают ряд вопросов, но при этом серьёзно не влияют на общее впечатление о работе.

1. На показанной схеме (рис. 2.3) интервалов допусков зона, соответствующая $D_{0\text{MAX}} - D_{\text{Д.МАХ}}$ не подвергается воздействию дорна? Если это так, то часть поверхности отверстия не будет обработана.
2. Термины “минимальный размер” и “максимальный размер” не соответствуют действующему ГОСТ 25346-2013.
3. В таблица 2.1. мощность ошибочно указана в Вт.
4. В работе (например, рис. 2.16, 2.17, стр. 56, 100) указывается параметр обработки: $\omega = 20$ кГц. Наиболее часто используемое обозначение ω – круговая частота [с^{-1}]. Очевидно, имеется ввиду частота (обозначенная, например в формуле 2.66 - f), а не круговая частота колебаний.
5. Выводы по гл. 2. “8. Предложена расчетная зависимость конического концентратора”. Очевидно, имеется ввиду расчёт конического концентратора?
6. На стр. 78. амплитуда на выходе ПМС 1-1 указана 1-2 мкм, с $K=3,43$. А технических характеристиках колебательной системы (приложение 4) – амплитуда на торце 10 мкм.

7. В табл. 4.13. вызывают сомнения одинаковые значения исходных значений Rz. При этом исходная шероховатость задана в целых мкм, а полученная после обработки – с точностью до 10^{-3} мкм.

8. В пункте 5.3. вывод №5: “Для обеспечения наибольшей концентрации акустической энергии непосредственно в очаге деформации использовать волноводы из титановых сплавов”. Какое отношение имеет материал волновода к концентрации акустической энергии непосредственно в очаге деформации?

9. В работе не указана информация, касающаяся глубины отверстий, для калибрования которых предлагаемая технология может эффективно применяться.

Сформулированные замечания не влияют на общую положительную оценку работы и являются пожеланиями по дальнейшему планированию исследований.

Заключение. Диссертационная работа Торопа Юрия Алексеевича «Совершенствование технологии калибрования отверстий дорном с наложением ультразвука на деталь» является самостоятельным завершенным научным трудом, выполненным на высоком хорошем научно-методическом уровне и представляющим интерес для решения важной задачи современного машиностроения, связанной обработкой отверстий различной формы.

По актуальности, новизне, научно-практической значимости, степени достоверности результатов исследований и объёму диссертационная работа Торопа Юрия Алексеевича соответствует паспортам научных специальностей 2.5.6. – «Технология машиностроения» (п.3,5) и 2.5.5. – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» (п.2.4), а также требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п.9), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.6. – «Технология машиностроения» и 2.5.5. –

«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, 05.02.08

доцент, профессор кафедры

«Технологии конструкционных материалов»

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-

дорожный государственный технический

университет (МАДИ)»

Фатюхин Дмитрий Сергеевич

«21» 04 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»

Тел. ++7 (499) 346-01-68 доб. 1371

<https://madi.ru/rector@madi.ru>

125319, Москва, Ленинградский пр-кт, 64

Должность, учёную степень, учёное звание и подпись

Фатюхина Дмитрия Сергеевича

заверяю:

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический

университет (МАДИ)»,

кандидат технических наук, доцент

Мазлумян Григорий Сергеевич

«21» 04 2025 г.