

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.332.01,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский
государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства
науки и высшего образования Российской Федерации, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 декабря 2023 г. № 17

О присуждении Деунежеву Залиму Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени **кандидата технических наук**.

Диссертация на тему «Повышение работоспособности алмазных шлифовальных кругов на полимерной матрице за счет снижения тепловой нагрузки на связующее» по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» принята к защите 10 октября 2023 г., протокол № 12, диссертационным советом 24.2.332.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 127994, ГСП-4, г. Москва, Вадковский переулок, д. 3а, приказом от 01.04.2013 г. № 156/нк.

Соискатель, Деунежев Залим Николаевич, 1988 года рождения, в 2010 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова» (г. Нальчик) Минобрнауки России по специальности «Технология машиностроения» с присвоением квалификации **ИНЖЕНЕР**.

В 2015 году окончил заочное отделение аспирантуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (г. Нальчик) по специальности 05.02.07 – Технология и

оборудование механической и физико-технической обработки. Справка об обучении в аспирантуре с указанием сведений о сдаче кандидатских экзаменов, выдана в апреле 2023 года КБГУ.

В период подготовки диссертации Деунежев Залим Николаевич с сентября 2010 года по настоящее время работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (г. Нальчик) в должности инженера инновационного центра «Высокие технологии в машиностроении» (с сентября 2010 г. по сентябрь 2014 г.), ассистента кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства» (с сентября 2014 г. по сентябрь 2016 г.), старшего преподавателя той же кафедры (с декабря 2016 г. по настоящее время).

Диссертация выполнена на кафедре «Технология и оборудование автоматизированного производства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Нальчик.

Научный руководитель – Яхутлов Мартин Мухамедович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование автоматизированного производства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

Официальные оппоненты:

Носенко Владимир Андреевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волжский,

Козлов Александр Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Куликовым Михаилом Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», и Омаровым Асифом Юсифовичем, кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», и утвержденном Розенбергом Игорем Наумовичем, научным руководителем РУТ (МИИТ), доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, указала, что диссертация Деунежева Залима Николаевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи установления связей температурных напряжений в алмазном инструменте в зависимости от состава и толщины покрытий, имеющее существенное значение для развития машиностроительной отрасли знаний. Положения, выносимые на защиту, обоснованы использованием современных методов экспериментальных исследований и корректным применением известных методов имитационного моделирования. Результаты исследования вносят вклад в решение задачи повышения стойкости алмазных шлифовальных кругов на операциях шлифования. Достоверность полученных результатов основывается на сходимости теоретических результатов с результатами практических испытаний. Представленные теоретические и практические результаты позволяют заключить, что диссертация требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Деунежев Залим Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Соискатель имеет 23 опубликованные работы по теме диссертации (общий объём – 111 с., авторских – 75 с.), из них 4 статьи (общий объём – 20 с., авторских

– 12 с.) в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и 5 публикаций (общий объём – 17 с., авторских – 11 с.) в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

Научные работы по теме диссертации:

1. Яхутлов М.М., Лигидов М.Х., Батыров У.Д., Карданова М.Р., **Деунезhev З.Н.** Исследование тепловой нагрузки на алмазные шлифовальные круги // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2013. – Т. III, № 6. – С. 50–53.

2. Яхутлов М.М., Батыров У.Д., Карданова М.Р., **Деунезhev З.Н.**, Гутов А.А. Исследование температурных напряжений в инструментальном алмазосодержащем композите // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 3. – С. 99–103.

3. Яхутлов М.М., Батыров У.Д., Тлибеков А.Х., Карданова М.Р., Гутов А.А., **Деунезhev З.Н.** Моделирование напряженно-деформированного состояния алмазного инструмента при действии сил резания // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2015. – Т. V, № 5. – С. 66–70.

4. Яхутлов М.М., Батыров У.Д., Карданова М.Р., **Деунезhev З.Н.**, Гутов А.А. Исследование нестационарного теплового процесса в алмазосодержащем композите // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. – № 4. – С. 108–113.

5. Yakhutlov M.M., Batyrov U.D., Tlibekov A.Kh., Kardanova M.R., Gutov A.A., **Deunezhev Z.N.** Simulation of Dynamic Loads on Diamond Abrasive Tool. 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Technologies, IT and MQ and IS. – 2016. – P. 253–255.

6. Yakhutlov M.M., Batyrov U.D., Kardanova M.R., Gutov A.A., **Deunezhev Z.N.** Investigation of the Thermal Mode in the Composite Diamond-bearing Material in a Polymer Matrix. 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Technologies, IT and MQ and IS. – 2016. – P. 250–252.

7. **Deunezhev Z.N.**, Gutov A.A., Kardanova M.R., Yakhutlov M.M., Tlibekov A.Kh. Investigation of Temperatures and Stresses in a Polymeric Instrumental Composite Containing a Diamond with Coating. 2017 IEEE Conference on Quality

Management, Transport and Information Security, Information Technologies, IT and MQ and IS. – 2017. – P. 713–715.

8. **Deunezhev Z.N.** Increasing the work of the diamond grinding circuits for the account of directed changes in the heat conductivity of a polymer matrix. XIV International Scientific and Practical Conference "New Polymer Composite Materials". – 2018. – P. 84–88.

9. **Deunezhev Z.N.,** Kardanova M.R., Yakhutlov M.M., Zhemukhov R.Sh., Zhilyaev A.A. Modeling of Non-Stationary Thermal Processes in Composite Diamond-Containing Materials. Proceedings 2018 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). September, 24–28. – 2018: St. Petersburg, Russia. – P. 420–422.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет» (г. Брянск). Отзыв подписал доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Компьютерные технологии и системы» Аверченков Андрей Владимирович.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (г. Краснодар). Отзыв подписал доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологического оборудования и систем жизнеобеспечения Гукасян Александр Валерьевич.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск). Отзыв подписал доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машиностроительных технологий и оборудования Ивахненко Александр Геннадьевич.

4. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет» (г. Омск). Отзыв подписал доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Попов Андрей Юрьевич.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула). Отзыв

подписал доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Машиностроение и материаловедение» Анцев Александр Витальевич.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» (г. Пенза). Отзыв подписал доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» Скрыбин Владимир Александрович.

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск). Отзыв подписал доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» Унянин Александр Николаевич.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (г. Кемерово). Отзыв подписали доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Петрушин Сергей Иванович и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Коротков Виталий Александрович.

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет» (г. Оренбург). Отзыв подписал кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Серегин Андрей Алексеевич.

10. Общество с ограниченной ответственностью «Вебер Инжиниринг» (г. Москва). Отзыв подписали кандидат технических наук, генеральный директор Лицов Алексей Евгеньевич и главный инженер проекта Тлибеков Алексей Хабиевич.

Все отзывы положительные, но имеются замечания:

1. Из автореферата не ясно, почему в качестве допущения при конечно-элементном анализе выбрана форма алмазного зерна в виде эллипса и насколько эта форма близка к реальной ситуации.

2. Из автореферата не ясно, на сколько повышается износостойкость алмазных кругов с покрытием при снижении температуры на границе раздела покрытия и матрицы при изменении толщины покрытия.

3. Из автореферата следует, что в работе отсутствуют сведения об экономической эффективности разработок. Между тем, судя по результатам сравнительных испытаний серийных и разработанных шлифовальных кругов, внедрение последних обеспечит значительный экономический эффект.

4. На сколько более развитой становится рабочая поверхность алмазных зерен, заключенных в металлическую оболочку? Как это измерялось?

5. Как металлическая оболочка зерен влияет на параметр остроты лезвия и температуру в зоне шлифования?

6. Из автореферата не ясно, проработан ли в работе вопрос подбора материалов (наполнителей) для повышения теплопроводности матрицы с целью снижения температуры в связующем.

7. На основе проведенных исследований автор установил, что прочность удержания алмазного зерна в матрице в значительной степени зависит от толщины покрытия на алмазы. Однако из автореферата не ясно, как управлять процессом образования оптимальной толщины покрытия.

8. На с. 5 автореферата сказано, что научная новизна работы заключается в «теоретическом анализе стационарного температурного поля». Однако время контакта зерна с заготовкой составляет около 10^{-6} с и менее, а сила микрорезания единичным зерном и мощности источников тепловыделения изменяются на траектории контакта зерна с заготовкой. Поэтому постановка задачи исследования установившегося теплового режима (стационарного температурного поля), при котором зерно прогревается равномерно, вызывает сомнение.

9. Согласно современным представлениям следует принимать во внимание три источника тепловыделения: в зоне деформирования и в зоне контакта абразивного зерна со стружкой и заготовкой. В данной работе на расчетной схеме (рис. 1, б) приведен один источник тепловыделения. Отсутствуют сведения, касающиеся определения координат, размеров источника тепловыделения и закона

распределения плотности тепловыделения. Отсутствуют также сведения, касающиеся определения коэффициентов теплоотдачи, зависящих от скоростей движения внешней среды (СОЖ и (или) воздуха), в том числе в зоне контакта круга с заготовкой.

10. Стремление автора повысить прочность удержания алмазных зерен на рабочей поверхности шлифовального круга при длительной работе может привести к засаливанию круга и, как следствие, к большому расходу алмазов. К сожалению, этот аспект изучаемой проблемы в автореферате не затронут.

11. Известно, что синтетические монокристаллические алмазные порошки, используемые для изготовления рассматриваемого класса шлифовальных кругов, отличаются большим разнообразием форм зерен. В разработанной конечно-элементной модели принято, что зерно имеет форму эллипсоида вращения, что может вызывать трудности при практическом использовании модели.

Остальные замечания связаны либо с неточностью формулировок, либо носят редакционный или рекомендательный характер и будут учтены в дальнейшей работе (ЮЗГУ, УлГТУ, ООО «Вебер Инжиниринг»).

Выбор официальных оппонентов основан на их высоком профессионализме в области технологий и оборудования для механической и физико-технической обработки, научных публикациях в данном направлении исследований, а ведущей организации – способностью оценить научную новизну и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана конечно-элементная модель для расчета стационарных полей температур, напряжений и деформаций в системе «алмаз – покрытие – матрица», позволяющая варьировать физическими свойствами элементов, геометрией системы и параметрами силовых и тепловых возмущений на неё;

предложены технические и технологические решения, направленные на повышение работоспособности алмазных шлифовальных кругов на полимерной

матрице за счет снижения тепловой нагрузки на связующее регулированием свойств матрицы, материала покрытия на зёрна и его толщины;

доказано наличие связей температур и температурных напряжений на границе раздела покрытия на зерно и связующего от теплопроводности матрицы, состава и толщины покрытия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использовано численное моделирование для получения системного представления о стационарных полях температур, напряжений и деформаций в системах «алмаз – полимерная матрица» и «алмаз – покрытие – полимерная матрица» в зависимости от их геометрических параметров, свойств элементов, а также параметров силовых и тепловых возмущений от процесса резания;

изложены результаты теоретического анализа стационарного температурного поля в системе «алмаз – полимерная матрица» и его зависимости от теплопроводности матрицы;

раскрыты закономерности распределения температурных напряжений и деформаций в системе «алмаз-полимерная матрица», а также зависимости температурных напряжений в системе «алмаз–покрытие-полимерная матрица» от теплопроводности и толщины материала покрытия;

изучено стационарное температурное поле в системе «алмаз – покрытие – полимерная матрица» и его зависимость от теплопроводности и толщины материала покрытия.

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

разработаны и внедрены в АО «Терекалмаз» рекомендации по повышению эффективности алмазных шлифовальных кругов за счет снижения температур и температурных напряжений в полимерном связующем по выбору оптимальных составов наполнителей, разработанных на основе установленных зависимостей температур в связующих от теплопроводности матрицы, а также материала

покрытия на алмазы и его толщины, разработанные на основе установленных зависимостей температур и температурных напряжений в связующих;

определены перспективы практического использования научного и методического подходов соискателя для практического применения к инструментам из других абразивных материалов с различными полимерными или иными связующими;

приведены рекомендации, вытекающие из результатов моделирования распределения напряжений от сил резания в системе «алмаз – полимерная матрица» в зависимости от модуля Юнга материала матрицы, степени погружения зерна в матрицу и угла наклона зерна;

создана трёхмерная конечно-элементная модель полей температур, напряжений и деформаций в системе «алмаз – покрытие – полимерная матрица», позволяющая варьировать физико-механическими и теплофизическими свойствами, размерами зерна, покрытия и матрицы, а также параметрами силовых и тепловых возмущений от процесса резания;

представлены практические рекомендации, вытекающие из результатов моделирования зависимости температур и температурных напряжений от материала покрытия и его толщины.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на современном сертифицированном и поверенном оборудовании (Tescan, D2 Phaser) и сертифицированные средства измерения, имеющие действующие свидетельства о поверке, с использованием общепринятых стандартизованных методик, математическое моделирование проведено с использованием лицензионного программного обеспечения SolidWorks Simulation;

теория основана на известных положениях теории резания, теории теплопроводности, теории упругости, методе конечных элементов и согласуется с полученными автором и опубликованными другими исследователями экспериментальными данными;

идея базируется на том, что снижение тепловой нагрузки от процесса резания на полимерное связующее, отличающееся от металлического и керамического связующих низкой теплостойкостью, позволит повысить прочность

закрепления алмазного зерна в матрице и, соответственно, работоспособность инструмента;

использованы современные методики сбора и обработки информации, данные из трудов отечественных и зарубежных ученых в таких областях, как теория резания, теория теплопроводности, теории упругости при разработке конечно-элементной модели для расчета стационарных полей температур, напряжений и деформаций в системе «алмаз – покрытие – матрица» и проверке их адекватности по результатам экспериментов, проведенных автором и другими независимыми исследователями;

установлено, что разработанные по результатам исследований решения задачи снижения тепловой нагрузки на полимерное связующее, получили подтверждение при испытаниях алмазных шлифовальных кругов, что свидетельствует о корректности разработанных математических моделей и обеспечивает возможность практического использования полученных зависимостей при технологической подготовке производства.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели и задач исследования, выборе и обосновании использованных методов и средств исследования, в проведении обзора научно-технической информации по теме исследования в российской и зарубежной литературе, в разработке расчетных схем и математических моделей, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, в обработке, обобщении и анализе полученных результатов, формулировке выводов и положений, выносимых на защиту, а также в апробации теоретических и экспериментальных исследований и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны существенные критические замечания.

Соискатель Деунежев Залим Николаевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с некоторыми замечаниями.

На заседании 12 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за научно-обоснованные технические, технологические и иные решения и

разработки, направленные на повышение работоспособности алмазных шлифовальных кругов на полимерной матрице за счет снижения тепловой нагрузки на полимерное связующее, имеющие существенное значение для развития инструментальной отрасли страны, присудить Деунежеву Залиму Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.5, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 19, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Владимир Андреевич Гречишников

Ученый секретарь
диссертационного совета



Екатерина Сергеевна Сотова

«12» декабря 2023 г.

