

**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по научной работе и  
инновационному развитию  
ФГБОУ ВО «Балтийский государственный  
технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

В.А. Воронов



« 10 » 06 2025г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Репина Дениса Сергеевича «Повышение эффективности лезвийной обработки резанием путем применения электростатической активации СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

### Актуальность темы диссертации

Повышение эффективности процессов механической обработки металлов резанием непосредственно связано с разработкой эффективных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Одним из подходов к решению этой задачи является модификация СОТС путём введения присадок с различным химическим строением и функциональным назначением, а также активация их компонентов внешними воздействиями.

При активации компоненты СОТС получают дополнительную энергию, переходя в метастабильное состояние. В этом состоянии внутримолекулярные связи ослабляются или частично нарушаются, что стимулирует деструкцию компонентов СОТС с образованием активных атомов, радикалов и групп. Активные элементы формируют в зоне контакта смазочные плёнки, которые могут изменять адгезионное взаимодействие между поверхностями инструмента и обрабатываемого материала, модифицируя характер изнашивания режущего инструмента.

В настоящее время остается недостаточно исследованным механизм структурных изменений в зоне резания при внешних энергетических воздействиях на СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками.

Это связано с их многокомпонентностью, сложной физико-химической природой и влиянием на процессы, происходящие на микро- и наноуровне. Понимание этих механизмов имеет важное значение для повышения качества обработки, снижения износа инструмента и улучшения эксплуатационных характеристик материалов.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью дальнейшего совершенствования технологий механической обработки в условиях растущих требований к производительности, точности и качеству изделий. Современные СОТС играют ключевую роль в обеспечении эффективности резания, а их активация с использованием кислородсодержащих полимерных добавок открывает новые возможности для улучшения процесса. Поэтому тематика диссертационного исследования является актуальной в условиях интенсификации машиностроительного производства, внедрения высокоскоростного оборудования и требований к повышению качества обработанных поверхностей.

### **Структура диссертационного исследования и публикации**

Диссертационная работа объемом 188 страниц машинописного текста состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 110 наименований библиографических источников, и восьми приложений. Работа содержит 24 таблицы и 76 рисунков.

По основным результатам диссертационного исследования опубликовано 15 печатных работ в журналах, входящих в перечень ВАК России и в журналах, цитируемых SCOPUS и Web of Science. Из них в журналах, входящих в перечень ВАК России опубликовано 11 работ, а в журналах, цитируемых SCOPUS и Web of Science опубликовано 4 работы.

**Цель исследования** заключается в повышении эффективности лезвийной обработки резанием при применении СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками путем их активации коронным разрядом.

### **Научная новизна диссертационной работы**

1. Разработана и предложена термоактивационная схема процесса протекания радикально-цепных реакций при использовании в качестве компонентов СОТС кислородсодержащих полимерных присадок.

2. Выявлены закономерности влияния коронного разряда при активации СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками на основные показатели эффективности лезвийной обработки резанием.

3. Разработана теоретическая модель образования комплексов радикалов кислородсодержащих полимерных присадок в СОТС на ювенильных металлических поверхностях в контактной зоне резания под воздействием коронного разряда.

4. Определены условия минимизации интенсивности износа режущего инструмента и обеспечения требуемых показателей качества обработанной поверхности при применении кислородсодержащих полимерных присадок в СОТС с последующей их активацией коронным разрядом.

### **Практическая значимость полученных результатов**

1. Определена рациональная концентрация кислородсодержащих полимерных присадок в используемой эмульсии, обеспечивающая уменьшение интенсивности износа режущего инструмента за счет снижения влияния температурно-силовых факторов.

2. Определены и изучены физико-химические свойства предлагаемых смазочных материалов при эффективном режиме применения ионизатора-озонатора с требуемыми концентрациями поверхностно-активных присадок на операциях точения и сверления.

3. Определены режимы активации коронным разрядом СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками. При этом установлено, что исследуемые СОТС улучшают показатели эффективности лезвийной обработки резанием различных металлов (период стойкости, шероховатость и т.д.).

4. Проведена производственная апробация и результаты работы внедрены на промышленных предприятиях АО УАП «Гидравлика» (г.Уфа), АО «ЛТЗ» (г. Людиново), АО «МК Витязь» (г. Ишимбай), ОАО «ИВХИМПРОМ» (г. Иваново) при обработке резанием хромоникелевых, титановых сплавов, коррозионностойких сталей.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность результатов работы подтверждаются их согласованностью с известными теоретическими и экспериментальными данными. Полученные результаты достигнуты путем применения современных измерительных инструментов, стандартных и нестандартных методик исследований процессов лезвийной обработки металлов и методов статистической обработки результатов.

Отдельные результаты диссертационной работы получены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № FSFS-2023-0003).

### **Содержание работы**

**Во введении** содержится обоснование актуальности предлагаемой работы, сформулированы цель и задачи исследования, предложена

методическая и теоретическая основа, обозначена научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе** проведен обзор исследований, направленных на повышение эффективности СОТС с использованием различных присадок и методов активации, включая такой способ энергетического воздействия как коронный разряд. Анализируется влияние СОТС на процессы механической обработки металлов резанием с полимерными присадками. Особое внимание уделяется изучению кислородсодержащих полимерных присадок и их активации для улучшения трибологических характеристик СОТС.

**Во второй главе** теоретически обоснован механизм действия активированных СОТС с полимерными присадками при резании металлов. В частности, рассматриваются физико-химические процессы, происходящие на границе раздела инструмента и обрабатываемого материала. Предложена термоактивационная схема протекания радикально-цепных реакций при использовании кислородсодержащих полимерных присадок. В качестве присадок выбраны полиэтиленгликоль и поливиниловый спирт, которые, взаимодействуя с коронным разрядом, позволяют образовывать прочные металлополимерные связи с атомами металлов, что подтверждается квантово-химическими расчетами.

**В третьей главе** представлены методики проведения экспериментальных исследований, оборудование и аппаратура, обрабатываемые и инструментальные материалы.

**В четвёртой главе** представлены результаты экспериментальных исследований активированных смазочно-охлаждающих технологических средств СОТС с кислородсодержащими полимерами, применяемых при резании металлов. Экспериментальные данные подтверждают положительное влияние активированных СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками на шероховатость обработанной поверхности, уменьшение крутящего момента и увеличение периода стойкости режущего инструмента по сравнению с базовой СОТС.

**Автореферат** объемом 1,0 п.л. достаточно полно отражает содержание выполненной диссертационной работы. Представленные в нем 15 публикаций соискателя в достаточной мере отображают полученные научные и практические результаты.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Совершенно очевидно, что СОТС оказывает существенное влияние на температуру в зоне резания. Однако, из проведенных исследований неясно, в какой мере предлагаемые СОТС влияют непосредственно на источники и стоки тепла. Имеется ли возможность управлять теплофизикой в зоне резания путем изменения интенсивности подачи и состава предлагаемых СОТС.

2. В работе отмечается позитивное влияние смазочного слоя при воздействии СОТС на адгезию в трибосопряжении материалов заготовки и инструмента. К сожалению, не установлены условия формирования и разрыва адгезионных связей при воздействии СОТС, что не дает возможности получить количественные оценки, обеспечивающие отсутствие наростообразования и массопереноса при контактном взаимодействии.

3. Не рассмотрены вопросы стабильности присадок в СОТС при хранении и эксплуатации, возможные реакции с компонентами СОТС и влияние на свойства в процессе времени.

4. Возможно, стоило провести эксперименты, чтобы понять, как ионизированный воздух влияет на процесс резания без использования СОТС.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными и не снижают ценности выполненного исследования.

### **Соответствие диссертации научной специальности**

Диссертационное исследование Репина Дениса Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработано новое научно-техническое решение, соответствующее паспорту специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» по пунктам: п. 2. «Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических, химических и комбинированных воздействий» и п. 6. «Исследование влияния режимов обработки на силы резания, температуру, стойкость инструмента и динамическую жесткость оборудования».

### **Заключение**

Диссертация Репина Дениса Сергеевича на тему: «Повышение эффективности лезвийной обработки резанием путем применения электростатической активации СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи в области механической обработки металлов резанием.

В работе системно рассмотрены физико-химические и триботехнические механизмы взаимодействия активированных СОТС с кислородсодержащими полимерными присадками с поверхностями режущего инструмента и обрабатываемого материалов. Результаты диссертации подкреплены экспериментальными исследованиями, математическим моделированием и термическим анализом, что подтверждает научную новизну и практическую значимость предложенного

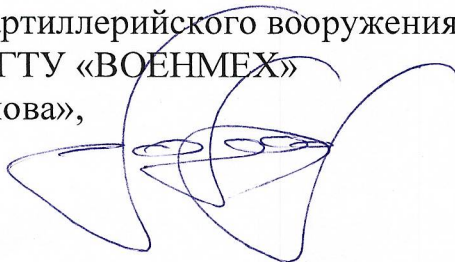
подхода для повышения эффективности лезвийной обработки в промышленном производстве.

Диссертационная работа написана грамотным языком, изложение логично. Достоверность и обоснованность результатов не вызывает сомнений.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Репин Денис Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-химической обработки».

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Технология и производство артиллерийского вооружения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», протокол №12/1 от 09 июня 2025 г. На заседании кафедры присутствовали 15 преподавателей и научных сотрудников, из них 2 доктора наук, 9 кандидатов наук. В голосовании приняли участие 15 человек. Результаты голосования: за – 15, против – 0, воздержавшихся – 0.

И. о. заведующего кафедрой «Технология и производство артиллерийского вооружения»  
ФГБОУ ВО «БГТУ «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова»,  
к.т.н., доцент



Федосов Андрей Викторович