

В диссертационный совет 24.2.353.02

при ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева»

ОТЗЫВ

**официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Макарова Алексея Владимировича на диссертацию Кудрявцева Сергея Васильевича
на тему «Повышение эффективности низкоскоростных процессов обработки
резанием за счет нанесения нанопокровтий на режущую часть инструмента»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки (технические науки).**

Актуальность темы исследования.

Повышение эффективности низкоскоростного процесса развертывания обусловлено сравнительно высокой стоимостью разверток, в особенности машинных типов, а также высокими требованиями, предъявляемыми в современном машиностроении к процессам окончательной обработки отверстий.

Применение одного из наиболее интересных способов повышения стойкости за счет нанесения нанопокровтий на режущую часть инструмента позволяет защитить и укрепить поверхностный слой, снизить коэффициент трения и напряжения в зоне непосредственного контакта с обрабатываемым материалом и самое главное повысить эффективность процесса развертывания и стойкость инструмента. Эффект применения нанопокровтий усиливается в совместном применении со смазочно-охлаждающими технологическими средствами – СОТС.

Одной из разновидностей нанопокровтий являются эпиламные покрытия, применение которых находит себя в различных сферах, в том числе в качестве противоизносной присадки для увеличения моторесурса, антиадгезионной обработки, повышения качества штамповки в таких больших компаниях как «Силловые машины», «Росатом», завод ГАЗ, КамАЗ, Белшина (Бобруйский шинный завод).

В свою очередь, применение эпиламных покрытий в качестве износостойкого покрытия при низкоскоростной металлообработке малоизучено. Следовательно, выявление наиболее эффективных режимов обработки, а также режимов обработки, обеспечивающих

высокие показатели стойкости инструмента и эффективность при применении эпиламных покрытий является важной задачей.

В связи с этим работа является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, их научная новизна и достоверность достаточно высокая, что подтверждается корректным использованием фундаментальных, теоретических и практических исследований в области применения эпиламных покрытий, анализом литературных источников, научным обоснованием полученных результатов, разработкой научно обоснованных методов и методик, закономерно сформулированными выводами.

Содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов по работе и списка использованной литературы. Работа изложена на 119 страницах машинописного текста, содержит 46 рисунков, 8 таблиц, список использованной литературы из 51 наименования и 3 приложения.

В первой главе приводится анализ влияния различных режимов обработки на стойкость развертки, методов повышения стойкости осевого инструмента, метода повышения стойкости за счет применения нанопокровтий (эпиламных покрытий). Отмечено, что основным достоинством применения эпиламных покрытий именно для инструмента, работающего на малых скоростях резания, является снижение адгезионного взаимодействия инструмента и обрабатываемого материала, а при совместном применении с СОТС практически исключается адгезионное взаимодействие. Вследствие чего повышается качество обрабатываемой поверхности, что также является достоинством для низкоскоростного процесса развертывания как чистового процесса обработки. Применение эпиламных покрытий позволяет повысить стойкость развертки в основном за счет снижения коэффициента трения, а также «удержания» молекул СОТС на эпиламированной поверхности. По результатам анализа влияния эпиламных покрытий и СОТС на температуру процесса сверления при низких скоростях резания выявлено, что применение эпиламных покрытий совместно с СОТС позволяет стабилизировать эффект снижения температуры в зоне резания. В связи с тем, что применение эпиламных покрытий ограничено предельной температурой эксплуатации, проведен анализ методов измерения температуры в зоне резания, по результатам которого поставлена задача по разработке нового метода измерения температуры и управления процессом развертывания.

Во второй главе представлены результаты теоретического исследования влияния режимов обработки и геометрических параметров инструмента на температуру процесса резания, от которой в большей степени зависит стойкость инструмента, с целью подбора

наиболее подходящей марки и типа эпиламного покрытия. Проведено моделирование низкоскоростного процесса резания в программе Deform-3D. Представлена доработанная формула для определения максимальной скорости резания при применении эпиламных покрытий и СОТС в зависимости от предельной температуры эксплуатации эпиламного покрытия при низкоскоростном процессе развертывания. Представлена зависимость максимальной скорости резания от подачи при применении эпиламных покрытий на режущую часть развертки. Представлена зависимость скорости резания от подачи, соответствующая минимальному значению износа инструмента при сохранении качества в требуемых пределах, рекомендуемой производительности и значению, близкому к минимальной себестоимости обработки.

В третьей главе представлены методика проведения эксперимента при применении эпиламных покрытий, впервые разработанный автоматизированный лабораторный комплекс для управления процессом развертывания за счет измерения и контроля температуры в зоне резания в режиме реального времени, метод и методика измерения температуры процесса развертывания, а также методика управления процессом развертывания.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований влияния эпиламных покрытий при совместном применении с СОТС на стойкость развертки. Установлено, что при совместном применении эпиламных покрытий и СОТС на режущую часть развертки из стали Р6М5 при обработке заготовок из стали 45 и 9ХС на сравнительно малых скоростях резания от 3 до 7 м/мин стойкость инструмента повышается до 2 раз. Стоит отметить, что с увеличением значения одного из режимов обработки (скорости резания, подачи и глубины резания) при постоянных значениях двух других режимов, а также при увеличении прочности обрабатываемого материала эффект повышения стойкости развертки за счет применения эпиламных покрытий и СОТС практически не снижается.

В пятой главе приводятся результаты экономического расчета эффективности применения эпиламных покрытий на рабочую часть развертки в пересчете на 1 партию разверток в количестве 1000 штук.

Автореферат диссертации идентичен её содержанию и включает список из: 2 патентов на изобретение по теме диссертационного исследования, 15 печатных работ из них: 4 научных статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК и 11 научных публикаций в материалах конференций и изданиях индексируемых в РИНЦ.

Научная новизна работы:

- установлена зависимость температуры низкоскоростного процесса развертывания от режимов обработки (скорость резания, подача, глубина резания) для выбора наиболее подходящего типа эпиламного покрытия в соответствии с его характеристиками (предельная температура эксплуатации);

- установлена зависимость максимальной скорости резания от подачи, а также режимы обработки, обеспечивающие минимальный износ инструмента, при совместном применении эпиламных покрытий и смазочно-охлаждающих технологических средств;

- установлена зависимость стойкости развертки от режимов обработки (скорость резания, подача, глубина резания) и диаметра развертки при совместном применении эпиламных покрытий и смазочно-охлаждающих технологических средств.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении зависимостей температуры в зоне резания от режимов обработки (скорость резания, подача, глубина резания), максимальной скорости резания, а также режимов обработки, обеспечивающих минимальный износ инструмента при совместном применении эпиламных покрытий и смазочно-охлаждающих технологических средств, которые вносят вклад в исследование низкоскоростного процесса развертывания и могут использоваться при разработке расчетных методик.

Практическая значимость работы:

1. Впервые разработано устройство для управления низкоскоростным процессом развертывания за счет контроля и измерения температуры в зоне резания в режиме реального времени.

2. Разработаны научно обоснованный метод и методика контроля, измерения температуры в зоне резания при низкоскоростном процессе развертывания в режиме реального времени.

3. Разработана научно обоснованная методика управления низкоскоростным процессом развертывания, которая позволяет определять режимы обработки, обеспечивающие высокие значения стойкости инструмента, в том числе при совместном применении эпиламных покрытий и смазочно-охлаждающих технологических средств и их функциональные алгоритмы для последующего использования на станках с автоматическим управлением.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием общепринятых методов решения и анализа, применением альтернативных методов и подходов в решении задач исследования, корректностью постановки и формализации задач исследования, обоснованностью используемых теоретических зависимостей и принятых допущений.

Замечания по работе.

1. На стр. 39 диссертации перечисляются задачи автоматизированного лабораторного комплекса для изучения тепловых процессов, в частности «определение температуры процесса развёртывания в режиме реального времени». Понятие «температура процесса» встречается на еще несколько раз в тексте работы, в том числе в названиях разделов 3.2.2, 3.2.3. Не понятно, что понимается под «температурой процесса» - температура СОЖ, температура на поверхности режущей комки или что-то иное.
2. В работе не содержатся методика и результаты исследования оптимальных условий и технологических параметров нанесения на рабочую часть разверток эпиламных покрытий, однако в главе 3 на стр. 93 говорится: «показано, что для формирования более совершенной пленки и соответственно качественного покрытия рекомендуется проводить сушку при комнатной температуре в течение 8 часов, в том числе при температуре воздуха от + 100 до +150 °С не менее 60 минут». Также из текста работы не понятны критерии качества эпиламных покрытий.
3. В главе 4 диссертации приводятся результаты определения стойкости разверток с нанесенным на их рабочие части эпиламным покрытием в зависимости от режимов резания и диаметра режущего инструмента. Однако, из текста работы не понятно по каким параметрам, с помощью каких измерительных инструментов определялся износ режущего инструмента, а, соответственно и период его стойкости. Также из текста работы не понятно на основании чего сделан вывод об увеличении среднего периода стойкости режущего инструмента при обработке стали 45 в 1,95 раза и стали 9ХС в 2,04 раза.
4. Для получения более полных и достоверных сведений о влиянии эпиламных покрытий на стойкость разверток, а также для расширения диапазона практического применения полученных результатов, экспериментальные исследования, возможно, было бы целесообразно провести на большем количестве обрабатываемых материалов, помимо конструкционной стали 45 и инструментальной стали 9ХС.

Соответствие диссертационной работы специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

С учетом поставленной цели, решаемых задач и полученных результатов рассматриваемая диссертационная работа соответствует направлению исследования паспорта научной специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», а именно пункту 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, пункту

4 – создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров рабочего инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки, пункту 6 – исследование влияния режимов обработки на силы резания, температуру, стойкость инструмента и динамическую жесткость оборудования.

Заключение. Диссертационная работа Кудрявцева Сергея Васильевича на тему «Повышение эффективности низкоскоростных процессов обработки резанием за счет нанесения нанопокровов на режущую часть инструмента» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача, имеющая значение для развития теории и практики низкоскоростной обработки отверстий развертыванием по повышению эффективности низкоскоростного процесса развертывания за счет применения нанопокровов (эпиламных покровов) на режущую часть инструмента, что в итоге позволяет повысить стойкость такого дорогостоящего инструмента, как развертка.

Замечания, сделанные по диссертационной работе, не снижают общую положительную оценку работы и носят скорее дискуссионный характер.

Представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а её автор Кудрявцев Сергей Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент,

заведующий кафедрой ТОММ,

СТИ НИТУ «МИСИС»



27.11.2025г.

Макаров Алексей Владимирович

309516, г. Старый Оскол,
Белгородская обл., микрорайон им. Макаренко, д. 42.
телефон: +7 (920) 561-92-20
<https://sf.misis.ru>
e-mail: makarov_av@mail.ru

