

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Омского государственного  
технического университета

профессор



Косых А.В.

2020 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

«Омский государственный технический университет»

на диссертационную работу Василевской Светланы Игоревны по теме:

«Формообразование глубоких отверстий малого диаметра при  
электроэрозионно – электрохимической прошивке», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической  
обработки

На отзыв представлены:

- диссертационная работа объемом 195 страниц, содержащая 9 таблиц, 90 рисунков и состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 150 источников и приложения;
- автореферат диссертации на 20 страницах, включающий список из 20 основных публикаций, из которых 4 статьи в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 8 статей в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования

«Новосибирский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «НГТУ»).

Текст диссертационной работы оформлен стилистически грамотно и в соответствии с требованиями, терминология используется по существу и назначению. Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно его раскрывает. Содержание автореферата в полной мере отражает структуру, научные результаты и выводы диссертации.

В целом по объему и структуре диссертационная работа Василевской С.И. соответствует установленным требованиям ВАК РФ к кандидатской диссертации по заявленной специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

**Актуальность темы диссертационной работы** заключается в том, что в современном производстве имеет место значительное количество технологических задач, связанных с формообразованием деталей, выполненных, в том числе из труднообрабатываемых материалов. При этом существует проблема получения глубоких прецизионных отверстий малого диаметра, представляющих собой каналы смазки, подачи топлива, охлаждения и т.п. Получение глубоких отверстий малого диаметра (менее 1 мм) с использованием традиционных методов формообразования, основанных на механическом резании, практически невозможно. Это связано с низкой прочностью инструмента, с проблемами вывода стружки, с затруднением подачи СОЖ в зону обработки, что не обеспечивает нормальных условий резания.

Значительные успехи в формообразовании отверстий, в том числе и малого диаметра, особенно в труднообрабатываемых материалах, достигнуты при использовании электрофизических методов, таких как электрохимический и электроэрозионный. Весьма эффективным является комбинирование этих процессов в одной обработке, так как оба метода формообразования отверстий реализуются по одной технологической схеме с использованием полого катода

– инструмента при подаче технологической среды в зону обработки через его центральное отверстие. Кроме этого при комбинировании процессов обеспечивается не только действие двух механизмов удаления обрабатываемого материала, но и возможна интенсификация каждого из них.

Автором доказано, что формообразование глубоких отверстий в исследуемом диапазоне диаметров (0,3 – 1,0 мм) реализуется на межэлектродных зазорах менее 0,1 мм. Обработка отверстий на таких межэлектродных зазорах неизбежно приведет к развитию гидродинамических ограничений при движении потока электролита по гидравлическому тракту, что значительно усложняет решение технологической задачи.

В связи с вышеизложенным, тема диссертационной работы Василевской Светланы Игоревны «Формообразование глубоких отверстий малого диаметра при электроэрозионно – электрохимической прошивке», направленная на установление области рациональных режимных параметров электроэрозионно – электрохимического формообразования глубоких отверстий малого диаметра с учетом гидродинамических ограничений в МЭЗ, является актуальной.

**Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** По результатам исследований диссертантом сформулированы следующие положения, обладающие научной новизной:

1. Установлено, что при прошивке отверстий диаметром менее 1 мм область режимных параметров ограничена линией допустимых подач относительного перемещения электродов, при которых обеспечивается полное удаление продуктов обработки из МЭЗ за счет гидродинамики потока электролита, но при этом исключается развитие его кавитации. Ограничение величины МЭЗ значением 0,1 мм при формообразовании отверстий малого диаметра исключает возможность использования электролитов с максимальной электропроводностью и выходом обрабатываемого материала по току при максимальном значении технологического напряжения.

2. Выявлено, что наличие электроизоляционного покрытия на боковой поверхности электрода – инструмента приводит к дополнительному ограничению области режимных параметров за счет смещения минимального значения торцевого МЭЗ. Развитие гидродинамических ограничений при формообразовании глубоких отверстий, связанных с потерей давления электролита в МЭЗ, и определяет положение линий предельно достижимых глубин прошивки в области режимных параметров. Установлено, что увеличение толщины электроизоляционного покрытия приводит к снижению глубины прошивки отверстия.

3. Предложена методика назначения режимных параметров комбинированной прошивки отверстия, заключающаяся в установлении границ области режимных параметров, определении положения линий предельно достижимых глубин прошивки с учетом гидродинамических ограничений и расчете режимных параметров электрохимической и электроэрозионной составляющих.

4. На примере прошивки глубоких отверстий малого диаметра в меди М1 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования электроэрозионно – электрохимического формообразования, обеспечивающего точность диаметрального размера в пределах 0,02 мм и шероховатость поверхности  $Ra = 0,51$  мкм при максимально возможной производительности обработки, исключающей возникновение гидродинамических ограничений.

**Практическая значимость и рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.** Автором отмечается, что результаты диссертационной работы вносят вклад в развитие представлений о закономерностях электрохимического и электроэрозионно – электрохимического формообразования глубоких отверстий малого диаметра в токопроводящих материалах и представлены аналитическим описанием электрохимических, электроэрозионных и гидродинамических процессов в

межэлектродном зазоре, что позволяет определить область рациональных режимных параметров обработки на этапе проектирования операции.

Практические рекомендации по прошивке отверстий электроэрозионно – электрохимическим методом были использованы на предприятии г. Новосибирска – ООО «Физико-технический Центр», что подтверждается актом апробирования. Результаты теоретического анализа и экспериментального исследования технологии электроэрозионно – электрохимического формообразования глубоких отверстий малого диаметра внедрены в учебный процесс подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 в дисциплине «Основы электрофизических методов обработки» и магистров по направлению 15.04.05 в дисциплине «Специальные главы ТМС» в ФГБОУ ВО НГТУ. Диссертационная работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по государственному заданию № 2014/138, проект № 257 (2014 – 2016 г.г.).

**Степень опубликования материалов, в которых излагаются основные научные результаты диссертации.** Автором в полной мере выполнено требование «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 об опубликовании результатов исследований. Результаты диссертационной работы апробированы на научно – технических конференциях Российского и Международного уровня.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** Представленные в диссертационной работе положения, выводы и рекомендации вполне обоснованы и согласуются с существующими положениями теории электрохимической, электроэрозионной и комбинированной обработки.

Достоверность результатов работы подтверждается корректностью методов решения задач электрохимической и электроэрозионной обработки, гидродинамических процессов; использованием классических методов экспериментального исследования; применением современного аналитического оборудования.

## **Соответствие содержания диссертационной работы указанной специальности.**

По названию, объекту исследования, методам проведения исследований и содержанию материалов диссертационная работа Василевской С.И. соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки:

- Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических воздействий (п.2).

- Исследование механических и физико-технических процессов в целях определения параметров оборудования, агрегатов, механизмов и других комплектующих, обеспечивающих выполнение заданных технологических операций и повышение производительности, качества, экологичности и экономичности обработки (п.3).

### **По диссертационной работе Василевской С.И. имеются замечания:**

1. В какой мере теоретические и экспериментальные результаты, полученные на модельных материалах, можно перенести на формообразование глубоких отверстий малого диаметра в других конструкционных материалах?

2. Автором установлено, что гидродинамические ограничения во многом определяются величиной избыточного давления электролита. В связи, с чем предельное значение данного технологического параметра ограничено величиной в 1 МПа?

3. При рассмотрении процессов электрохимической размерной обработки автор обозначает определенные требования к электроизоляционному покрытию боковой поверхности катода – инструмента. Не ясно, изменяются ли эти требования при одновременной реализации электроэрозионных и электрохимических процессов при прошивке отверстия?

4. При рассмотрении структурной схемы комбинированной прошивки отверстия автор утверждает, что полная депассивация обрабатываемой

поверхности может быть достигнута при введении электроэрозионной составляющей в комбинированную обработку. На чем основано данное заключение?

5. В третьей главе диссертационной работы (раздел 3.6.) на примере обработки меди М1 в растворе хлорида натрия выявлены ограничения в электрохимической прошивке отверстия, связанные с образованием нерастворимых химических соединений. Однако, проявление данного факта в условиях комбинированной обработки в работе не исследуется.

Сделанные замечания ни в коей мере не снижают высокой оценки проведенных исследований и не уменьшают принципиальной значимости полученных результатов.

### **Заключение**

Представленная к защите кандидатская диссертация Василевской Светланы Игоревны «Формообразование глубоких отверстий малого диаметра при электроэрозионно – электрохимической прошивке» является завершенной научно – квалификационной работой, в которой содержится решение научно – технической проблемы, имеющей существенное значение для современного машиностроения.

Диссертационная работа «Формообразование глубоких отверстий малого диаметра при электроэрозионно – электрохимической прошивке» по актуальности, научной новизне, практическому значению и объему полученных результатов соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – Василевская Светлана Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв и диссертационная работа обсуждены и утверждены на расширенном научном семинаре кафедр «Технология машиностроения» и «Металлорежущие станки и инструменты» Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», ОмГТУ, г. Омск (протокол № 15 от 08 апреля 2020 г.).

Профессор кафедры «Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,  
д.т.н., профессор

 Анатолий Павлович Моргунов

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,  
к.т.н., доцент

 Алексей Аркадьевич Федоров

Профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», д.т.н.

 Денис Сергеевич Реченко

Заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,  
д.т.н., профессор

 Андрей Юрьевич Попов

Подписи А.П. Моргунова, А.А. Федорова, Д.С. Реченко и А.Ю. Попова заверяю

Ученый секретарь университета

 А.Ф. Немцова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»  
Адрес: Россия, 644050, Сибирский федеральный округ, Омская область,  
г. Омск, Пр. Мира, д. 11, Тел.: +7 (3812) 65-34-07, e-mail: [info@omgtu.ru](mailto:info@omgtu.ru)