

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д999.003.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
И ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19.12.2019 г. № 53

О присуждении Шульгину Алексею Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита», по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 17.10.2019 г., протокол № 51, объединенным диссертационным советом Д999.003.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Министерства науки и высшего образования РФ, по адресу 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, действующим на основе приказа №123/нк от 17.02.2015 г.

Соискатель Шульгин Алексей Николаевич, 1983 года рождения. Окончил ЮУрГУ (приборостроительный факультет) в 2005 г. По окончании присвоена квалификация инженер по специальности «Радиотехника».

В 2013 году окончил НИЯУ МИФИ (машиностроительный факультет). По окончании присвоена квалификация инженер по специальности «Технология машиностроения». В 2018 году соискатель окончил аспирантуру на базе Снежинского физико-технического института – филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (СФТИ НИЯУ МИФИ). Работает старшим инженером – руководителем технологической группы АО «Радий» (Челябинская область, г.Касли), старшим преподавателем СФТИ НИЯУ МИФИ по совместительству.

Диссертация выполнена в СФТИ НИЯУ МИФИ на кафедре «Технология машиностроения».

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Дьяконов Александр Анатольевич, проректор по научной работе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Реченко Денис Сергеевич – д-р техн. наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»;

Рычков Даниил Александрович – к-т техн. наук, доцент кафедры «Машиностроение и транспорт» ФГБОУ ВО «Братский государственный университет» дали свои положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, в своем положительном заключении, составленном Макаровым Владимиром Федоровичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и

утвержденном проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д-ром техн. наук, профессором Коротаевым Владимиром Николаевичем, указала, что диссертация Шульгина Алексея Николаевича «Повышение эффективности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита» выполнена на высоком научном и техническом уровне, является логически построенной и законченной самостоятельной комплексной работой, которая имеет важное значение для производства и выпуска печатных плат. Отмечено, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор Шульгин Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 6 статей в изданиях из перечня ВАК, 1 статью в изданиях из базы цитирования Scopus. Работы посвящены теоретическим и экспериментальным исследованиям процесса сверления фольгированного стеклотекстолита, повышению эффективности сверления отверстий на печатных платах. Авторский вклад составляет 2,616 п.л., в общем объеме научных изданий 3,747 п.л.

Научные работы соискателя отражают результаты проведенного исследования и раскрывают основные положения, выносимые на защиту. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Научные труды представлены статьями в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, из базы цитирования Scopus, в материалах научных конференций. Наиболее значимые научные работы соискателя из числа опубликованных в рецензируемых научных изданиях:

1. Дьяконов, А.А., Городкова, А.Е., Шульгин, А.Н. Автоматизированная программа для оптимизации работы группы инструментального хозяйства / А.А. Дьяконов, А.Е. Городкова, А.Н. Шульгин // Автоматизация. Современные технологии. – Том 72.8. – 2018. – С. 346 – 349. – 0,375 п.л. / авт. 0,28 п.л.
2. Дьяконов, А.А., Городкова, А.Е., Шульгин, А.Н. Зависимость качественных и количественных показателей обработки отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита от схемы заточки режущего инструмента. / А.А. Дьяконов, А.Е. Городкова, А.Н. Шульгин // Автоматизация. Современные технологии. – Том 72.9. – 2018. – С. 409 – 413. – 0,469 п.л. / авт. 0,28 п.л.
3. Дьяконов, А.А., Орлов, А.А., Шульгин, А.Н. Разработка имитационной модели сверления стеклотекстолита. / А.А. Дьяконов, А.А. Орлов, А.Н. Шульгин // Естественные и технические науки. – Том 6. – 2019. – С. 166 – 167. – 0,469 п.л. / авт. 0,28 п.л.
4. Дьяконов, А.А., Орлов, А.А., Шульгин, А.Н. Теория механической обработки на станках с ЧПУ. / А.А. Дьяконов, А.А. Орлов, А.Н. Шульгин // Естественные и технические науки. – Том 6. – 2017. – С. 91 – 93. – 0,375 п.л. / авт. 0,28 п.л.
5. Шульгин, А.Н., Дьяконов, А.А., Тверской, М.М., Городкова, А.Е. Определение силы резания при сверлении фольгированного стеклотекстолита. / А.Н. Шульгин, А.А. Дьяконов, М.М. Тверской, А.Е. Городкова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – №2. – С. 51–60. – 0,84 п.л. / авт. 0,656 п.л.
6. Шульгин, А.Н., Орлов, А.А. Зависимость качественных и количественных показателей обработки отверстий на печатных платах от выбора фольгированного стеклотекстолита и режимов резания. / А.Н.

Шульгин, А.А. Орлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «машиностроение». – 2015. – №2. – С. 32–39. – 0,75 п.л. / авт. 0,56 п.л.

7. Shulgin A.N., Dyakonov A.A., Gorodkova A.E. [Influence of the Glassfiber Filaments Distribution on Quality and Performance of Hole Processing on Printboards]. Materials Science Forum, 2019, no. 946, pp. 223-227. 0,469 п.л. / авт. 0,28 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – **ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»** составлен Макаровым Владимиром Федоровичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», утвержден проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д-ром техн. наук, профессором Коротаевым Владимиром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В главе 2 и далее при проведении теоретических и экспериментальных исследований скорость движения осевой подачи S задается в мм/мин. Возможно удобней для восприятия и проведения анализа работы использовать единицы измерения мм/об, как наиболее референтные в технологии машиностроения. 2. В тексте работы неоднократно указывается, что основные дефекты, связанные с силовым воздействием на заготовку, выражаются в наличии заусенцев фольги в отверстиях, которые при дальнейшей химико-гальванической обработке печатной платы будут выражены в форме «ободков» вокруг металлизированного отверстия, что категорически не допустимо. Однако в тексте встречается максимальное значение заусенца медной фольги 40 мкм (как, например, на стр. 132, 137, 158) и 30 мкм (как на стр. 33, 158, 160, 161). Какое на самом деле допустимое значение заусенца фольги, 30 или 40 мкм? 3. При описании методики

определения фракции стружки на стр. 151 диссертационной работы отмечено, что измерения проводились с помощью прецизионного инструментального микроскопа с 45-кратным увеличением. На странице 153 приводится вид стружки стеклотекстолита только при 10-кратном увеличении. Более наглядно структуру полученной стружки можно было бы наблюдать при максимальном увеличении, рисунок не приведен. 4. Автоматизированные программы для оптимизации работы группы инструментального хозяйства (SverloProg.exe), определения рациональных режимов резания (Regime.exe), автоматической компоновки карт наладки оборудования с учетом расчета режимов резания и нормирования трудозатрат (AutoKarta.exe) представляют практическую ценность. Полезным будет закрепить авторские права на программные продукты за разработчиком.

2. Отзыв официального оппонента – **Реченко Дениса Саргеевича**, д.т.н., доцента кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На странице 20 в табл. 2 применяются понятия «Некачественное сверление...», «Отсутствие шероховатости...», «Неправильная заточка...», «Правильные режимы...», также в тексте встречается термин «Наиболее оптимальные...» и «Оптимальные режимы резания», при этом не представлены функции оптимизации, а представлены рациональные решения. 2. В диссертационной работе излишне подробно описаны общеизвестные понятия и положения, используемые для решения той или иной задачи (метод конечных элементов, метод наименьших квадратов). Изложение подобного материала в форме конспекта усложняет восприятие результатов, полученных диссертантом. 3. В диссертационной работе не приведены рекомендации к технологическому оборудованию, позволяющему производить сверление с требуемыми качественными параметрами, что значительно повысило бы практическую

значимость работы. 4. Автор приводит в качестве основного материала сверл для обработки композиционного стеклотекстолита – твердый сплав марок ВК8 или ВК6М, однако на мой взгляд выбор именно этих марок недостаточно обоснован. 5. Во второй главе при моделировании процесса сверления приведены общие принципы моделирования, но не представлены граничные условия, однако их влияние может значительно изменить конечный результат.

3. Отзыв официального оппонента – **Рычкова Даниила Александровича**, к.т.н., доцента кафедры «Машиностроение и транспорт» ФГБОУ ВО «Братский государственный университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. При создании конечно-элементной модели заготовки в подразделе 2.2.1 диссертации автор стремится учесть неоднородность композиционного материала, однако в последствии слои программно склеиваются и заготовка становится сплошной. Далее всей заготовке присваиваются механические свойства стеклотекстолита. В работе не освещено, с какой целью сделана послойная разбивка и каким образом в программе «Ansys» учитывалась анизотропия свойств композиционного материала. 2. Во второй главе представлена экспериментальная часть работы для оценки работоспособности имитационной модели. При этом в диссертации отсутствует четкое планирование эксперимента и обоснование режимов обработки. 3. По результатам проведенных автором диссертации исследований, очевидно, что бездефектная обработка отверстий в стеклотекстолите невозможна. Даже на рекомендуемых автором режимах резания дефект в виде заусенца на выходе сверла присутствует в той или иной степени (табл. 29 диссертации). Поэтому утверждение автора о найденном решении в определении бездефектных условий сверления ошибочно и следует говорить о минимизации дефектов. 4. В подразделе 4.4 при исследовании процесса стружкообразования наблюдается резкое падение осевой составляющей силы резания и размеров фракции стружки (рис. 4.7) при увеличении осевой подачи. Аналогичные

явления резкого изменения характеристик происходят при исследовании шероховатости (рис. 4.11), усадки (рис. 4.12), величины заусенцев фольги (рис. 4.13) и периода стойкости сверл (рис. 4.14). Данное явление в работе не объясняется. 5. На стр. 154 диссертации автор указывает на существенную деструкцию полимерного связующего. Однако в работе нет убедительных доказательств наличия деструкции в данном эксперименте, например, по результатам рентгеноструктурного анализа. 6. В п. 3 общих выводов говорится об установлении влияния геометрии сверла на значение осевой составляющей силы резания, однако в исследованиях, представленных в подразделе 4.5, указано, что сверла подвергались стандартной заточке и их геометрия не изменялась. 7. Из диссертации и автореферата неясно, каким образом проводилась оптимизация режимов обработки по двум параметрам: качеству обработанной поверхности и производительности сверления.

4. Отзыв из ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Составлен к.т.н., доцентом Ю.В. Василенко (научная специальность 05.02.08). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. При производстве печатных плат из фольгированного стеклотекстолита определение износа режущего инструмента выполняется по косвенному критерию – наличию заусенцев медной фольги на выходе сверла более 40 мкм, что отражено на стр.11 автореферата. Механизм образования заусенцев в работе не рассмотрен. 2. Не понятно, из каких соображений для моделирования процесса сверления использован программный комплекс «Ansys», тогда как существует программный комплекс «DEFORM-3D», который является наиболее оптимальным для моделирования процесса сверления, поскольку разработан для технологов и не требует глубоких знаний по сопротивлению материалов и пр. В данной программе нет инструмента для создания композитов, однако есть возможность введения в

модель заготовки коэффициента Ланкфорда (неоднородности). 3. Рис. 4 автореферата плохо читается.

5. **Отзыв из ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**. Составлен д.т.н., профессором С.А. Зайдесом (научные специальности 05.02.08; 05.03.01). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. При проведении анализа основных методов получения отверстий на печатных платах в описании оборудования для лазерной обработки не указано, что методика малопроизводительна для диаметра отверстий свыше 1 мм. 2. Поскольку изготовление и производство печатных плат из фольгированного стеклотекстолита – достаточно трудоемкий и сложный процесс, включающий в себя множество операций и переходов, который, кроме того, имеет низкую рентабельность, было бы полезно выполнить анализ рациональности предприятию содержать собственный участок печатных плат. 3. При выполнении подбора нелинейных аппроксимирующих зависимостей использован специализированный программный продукт «CurveExpert Professional». Проведен излишне подробный анализ подбора аппроксимирующей функции из широкого ряда нелинейных зависимостей, когда интуитивно понятно, что с имеющимся «размахом» полученных экспериментальных точек наиболее рационально использовать полиномиальную аппроксимацию, а вопрос стоит только в определении степени полинома. 4. В тексте автореферата и диссертации встречаются понятия «прижоги», «засаливание», «заполировка» отверстий. Описания данного типа дефектов, причин их появления и способов устранения в работе не приводится.

6. **Отзыв из ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»**. Составлен д.т.н., доцентом Б.Я. Мокрицким (научная специальность 05.02.07). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Излишне подробно приводится описание

работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных обработке композиционных материалов. 2. Не раскрыта работа алгоритма по назначению рациональных режимов резания, представленному на рис.7. Нет расшифровки сокращений, приведенных в алгоритме: ПП, ДПП, ОПП и пр. 3. На стр.10 автореферата указано, что наиболее предпочтительными для обработки отверстий являются режимы резания со средними значениями осевой составляющей силы резания до 3,5 Н. Не понятно, из чего это следует.

7. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»**. Составлен д.т.н., профессором Ю.В. Максимовым (научная специальность 05.02.08). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На странице 3 автореферата указан стандарт ОСТ 107.460092.004.02-86. Далее автор указал, что более современной нормативной документации в настоящий момент нет. Возможно, следовало провести анализ иностранных стандартов, типа ASME, DIN или IPC и, при наличии, привести данные касательно режимов обработки печатных плат. 2. В автореферате употребляется выражение «Реальное производство». Для исключения разночтений, автору следовало бы пояснить значение этого выражения. 3. В разделе «Методология» указано, что практические исследования выполнены на исправном, действующем промышленном оборудовании. Возможно, автору следовало указать год выпуска оборудования или дату проведения его проверки на технологическую точность. 4. На странице 9 автореферата указано: «а среднее абсолютное отклонение составило не более 12 %». Считаю, что автору требуется пояснить примененные методы планирования и анализа результатов экспериментов. 5. В автореферате имеются опечатки, например, стр.9, четвертый абзац сверху «...с увеличением сетки конечных в 4 раза...»

8. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»**. Составлен к.т.н., доцентом В.В. Малыхиным (научная специальность 05.03.01). Отзыв положительный со следующими

замечаниями: 1. На стр. 8 автореферата указано, что для определения сопрягаемости модели сверления с имеющимися решениями схожих по структуре и строению со стеклонаполненным слоистым текстолитом проанализированы зависимости М. Фернандес, К. Кука, И. Рахматуллы, М.К. Шунмугама, К.К. Цао, Х. Хоченга и Р. Ананда, К. Патры. Установлено, что ни одна из ранее разработанных моделей сверления композиционного материала не годится для обработки стеклотекстолита. Самих зависимостей и моделей не приведено. 2. В автореферате приводится понятие «Шероховатость поверхности отверстий», как одного из основных критериев качественной обработки отверстий. Оптимальные и «пороговые» значения шероховатости в отверстиях не приведены.

9. Отзыв из **Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана**. Составлен д.т.н., профессором А.И. Кондаковым (научная специальность 05.02.08). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На стр. 10 автореферата написано «Предварительно разработан алгоритм назначения бездефектных режимов резания...». Где он представлен и в чем он заключается? Далее в следующем абзаце не понятно, каким образом от рис. 4 перешли к рис. 5, на котором построили точки и кривые второго порядка? 2. На рис. 7 (стр. 13 автореферата) блок 2 имеет один вход и два выхода, что противоречит правилам построения блок-схем и алгоритмов, приведенных в ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем».

10. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»**. Составлен д.т.н., профессором кафедры «Технология машиностроения». А.П. Моргуновым Научная специальность 01.02.06. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Среди упомянутых работ в исследуемой области не нашли отражения работы Штучного Бориса Петровича, который еще в 60-е годы прошлого столетия проводил исследования по обработке стеклотекстолита и опубликовал справочник, где

содержатся режимы обработки при сверлении отверстий. 2. Не отмечена особенность стеклотекстолита при сверлении отверстий, когда диаметр последних уменьшается по окончании сверления.

11. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»**. Составлен с.н.с. О.Г. Латыповым. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из автореферата не понятно, почему не проводилось моделирование операций сверления с использованием сверл диаметром меньше 1 мм. 2. В списке работ автора приведена только половина из 22 работ автора диссертации.

12. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина»**. Отзыв составлен д.т.н., профессором А.А. Игнатьевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В общей характеристике работы (с. 3) отсутствует степень проработки темы с указанием исследователей и недостатков наиболее близких работ, хотя в главе 1 сведения имеются. 2. Не уточнено, как используется модель, приведенная на рис. 2. 3. Не указаны отличительные особенности графиков на рис. 4. 4. Не приведены какие-либо данные, подтверждающие повышение стойкости сверл в 6...8 раз (с.16).

13. Отзыв из **Белорусского национального технического университета**. Составлен к.т.н., доцентом П.Г. Сухоцким. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Название диссертации следовало бы начинать со слова «Технология». 2. Целесообразно было бы более подробно исследовать зависимости режимов резания от материала режущего инструмента.

14. Отзыв из **ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»**. Составлен к.т.н., доцентом В.Н. Некрасовым (научные специальности 05.03.01; 05.13.06). Отзыв

положительный со следующим замечанием: 1. Из автореферата не совсем ясно, как решение задачи 1 нашло отражение в общих выводах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются ведущими специалистами в области теории механической обработки материалов, включая труднообрабатываемые и композиционные материалы, имеют научные публикации по данному направлению в рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов. В ведущей организации и организациях, в которых осуществляют свою деятельность официальные оппоненты, выполнен значительный объем научных исследований, связанных с изучением процессов, рассматриваемых соискателем в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс технологических решений для улучшения обрабатываемости фольгированного стеклотекстолита, учитывающий снижение дефектности обработки;

разработана имитационная модель обработки стеклотекстолита, учитывающая его слоистую структуру и анизотропность свойств;

предложена методика расчетного определения режимов резания с учетом технологических ограничений на процесс сверления стеклотекстолита;

доказано, что при использовании разработанных соискателем технологических рекомендаций, обеспечивается заданная производительность и качество поверхности просверленных отверстий;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что:

доказана методика назначения эффективных режимов сверления фольгированного стеклотекстолита с учетом комплекса технологических ограничений.

использована компьютерная имитационная модель процесса механической обработки для расчета режимов обработки фольгированного стеклотекстолита.

изложены значения осевой составляющей силы резания, при которых обеспечиваются технологические условия резания материала, и ее предельные значения, при превышении которых имеет место образование недопустимых дефектов при обработке.

раскрыта взаимосвязь режимов резания материала с процессом образования стружки, качеством отверстий, упругим восстановлением материала и наличием заусенцев фольги в отверстии после обработки.

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

разработаны и внедрены новые рабочие методики на АО «Радий» (г. Касли), которое при изготовлении печатных плат применяет автоматизацию расчетов режимов резания, составление расчетно-технологических карт наладки и рационализацию работы группы инструментального хозяйства;

разработаны и внедрены результаты научно-технических и технологических работ на АО «Радий», ЗАО «Техносвязь» (г. Екатеринбург), ООО «Эко» (г. Екатеринбург) которые занимаются изготовлением печатных плат с оформлением актов внедрения и промышленного использования;

определено и доказано увеличение производительности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита, как с точки зрения количественных, так и качественных показателей;

создана система технологических рекомендаций по обучению технического и производственного персонала АО «Радий» при подготовке

производства печатных плат с оформлением сопроводительных документов;

представлены результаты экспериментальной проверки адекватности рассчитанных рациональных режимов резания при сверлении отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита;

представлено экономическое обоснование эффективности внедрения результатов работы и установлено повышение рентабельности выпуска продукции за счет значительного снижения трудовых и материальных затрат при производстве печатных плат.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ использование современных измерительных средств, результатов полученных на сертифицированном оборудовании, достаточную статистическую воспроизводимость результатов исследований, полученных по разработанным соискателем методикам;

теоретические исследования (теория) построены на известных проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуются с опубликованными экспериментальными данными других исследователей по тематике диссертации;

идея диссертационной работы базируется на анализе известных результатов исследования процесса сверления композиционных материалов, использования и обобщения передового опыта российских и зарубежных ученых в области разработки рациональных режимов резания при сверлении стеклотекстолита и материалов со схожей внутренней структурой;

использовано сравнение данных, полученных автором, с данными полученными ранее другими зарубежными и отечественными авторами по тематике диссертации;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, сравнения данных, полученных автором по разработанным моделям, с данными, полученными в ходе натурных экспериментов других ученых, а также с результатами производственной практики.

Личный вклад соискателя состоит в:

теоретически и практически обоснованном выборе рациональных режимов резания при сверлении стеклотекстолита;

установлении общих закономерностей влияния режимов резания на процесс обработки и показатели качества сверления отверстий.

определении граничных значений осевой составляющей силы резания допустимых при сверлении фольгированного стеклотекстолита;

разработке алгоритма расчета режимов обработки печатных плат, исходя из основной номенклатуры базовых материалов обрабатываемых заготовок, твердосплавных сверл и сформированной базы данных рациональных режимов резания;

установлении зависимости периода стойкости твердосплавного режущего инструмента от режимов резания при сверлении заготовок из разных марок стеклотекстолита.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием плана исследований и основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач и полученных результатов, содержит новые научные результаты, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены научные результаты.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит решение актуальной задачи повышения эффективности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита.

Результаты исследований рекомендуется использовать:

на машиностроительных предприятиях, занимающихся изготовлением печатных плат из фольгированного стеклотекстолита различных марок и производителей;

в проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтах, занимающихся проектированием печатных плат;

в высших учебных заведениях при подготовке специалистов, бакалавров и магистров направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г, № 842.

На заседании 19 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Шульгину А.Н. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.02.07. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, участвующих в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовал: за присуждение ученой степени – 16 человек, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

д-р техн. наук, профессор

Табakov Владимир Петрович

Ученый секретарь
диссертационного совета

д-р техн. наук, доцент

Веткасов Николай Иванович



[Handwritten signature]
21.12.19
[Handwritten signature]
20.12.19