

В диссертационный совет Пермского
национального исследовательского
политехнического университета Д ПНИПУ 05.18
614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, д. 29.

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Янюшкина А.С. на
диссертационную работу Волковского Артема Александровича
«Технологическое обеспечение требуемой шероховатости и предотвращение
дефектов при механической обработке изделий из углепластика на основе
выбора режущего инструмента и рациональных режимов резания»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.6. Технология машиностроения

Актуальность темы

Развитие конструкционных материалов является основополагающим фактором, влияющим на темпы роста машиностроения. Наибольшей перспективой, на основании производственного опыта и последних научных исследований, обладают композиционные материалы на полимерной связке. Данные группы материалов применяются в судостроении, аэрокосмической технике, автомобилестроении и прочих областях, где необходимо обеспечение прочностных характеристик. При изготовлении изделий из композитов, посредством механической обработки, возникает образование дефектного слоя, снижение которого является объектом исследований многих ученых. Разработка наукоемких решений в области технологического обеспечения стабильности получения качества обработанной поверхности и работоспособности режущего инструмента является комплексным направлением повышения эффективности технологических процессов механической обработки. В данной диссертационной работе автором исследован вопрос обеспечения требований конструкторской документации по параметрам шероховатости обрабатываемой поверхности и величине дефектов поверхностного слоя путем применения последовательной лезвийно-абразивной обработки новых композиционных материалов.

Таким образом, разработка принципов технологической подготовки и математических моделей механической обработки лезвийным и абразивным инструментами полимерных материалов на основе углепластиков в производственных системах является актуальным научным направлением.

На основании изложенного тема диссертационного исследования Волковского А.А. представляется актуальной для науки и практики.

Анализ содержания диссертации

Диссертационное исследование изложено на 148 страницах машинописного текста и включает необходимые разделы, а именно: введение,

четыре главы, заключение, список использованных источников и приложения. Представленная работа содержит 87 рисунков и 26 таблиц. В работе автор опирается на 104 литературных источника, в том числе 34 зарубежных, что подтверждает достаточность разработанной темы.

Во введении автор в достаточной мере раскрывает актуальность темы исследования, корректно определяет цель и задачи исследования, аргументировано обосновывает научную новизну, теоретическую и практическую значимость, положения, выносимые на защиту.

Первая глава исследования посвящена анализу научной литературы посвященной данной проблеме. Основное внимание направлено на вопросы обеспечения качества поверхностного слоя и снижения величины дефектного слоя. Таким образом в результате анализа определены основные требования, предъявляемые к инструментальному обеспечению и режимам резания при механической обработке лезвийным и абразивным инструментом композиционных материалов. На основании этого анализа сформулирована цель и определены задачи диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена анализу механизма резания полимерных композиционных материалов из углепластика лезвийным режущим инструментом и определены основные положения по обеспечению качества поверхностного слоя. Так же, представлено теоретическое обоснование эффективности применения абразивной обработки с целью снижения шероховатости поверхности и величины дефектов.

Третья глава в полной мере освещает методические особенности изучения и оценки влияния режущего инструмента и режимов резания при последовательной лезвийно-абразивной обработке на шероховатость поверхностного слоя. Представляют интерес разработанные автором методика проведения экспериментальных исследований лезвийной обработки фрезерованием и абразивной обработки при плоском шлифовании, и методика проведения сравнительных испытаний несущей способности образцов, изготовленных традиционным и новым предложенным методом. Также представлены характеристики средств технического обеспечения, станочного оборудования и измерительных систем. Представлена матрица планирования полного факторного эксперимента 2^3 , определены параметры, факторы и уровни их варьирования.

В четвертой главе автор приводит анализ проведенных эмпирических исследований и делает ряд выводов. В частности, устанавливает, что максимальное влияние на шероховатость и дефектообразование при фрезеровании углепластика оказывает геометрия режущего инструмента, а также частота вращения шпинделя n [об/мин], скорость продольной подачи стола S [мм/мин] и глубина резания t [мм]. В результате сравнительного анализа ряда показателей была определена рациональная геометрия режущего инструмента для обработки полимерных композиционных материалов. Механическая обработка фрезерованием с использованием данного вида фрез позволяет обеспечить шероховатость поверхностного слоя в диапазоне

$Ra=0,5-1,0$ мкм. В свою очередь данный вид обработки не позволяет исключить образование дефектного слоя, который выражается в трещинообразовании, деламинации и ворсистости.

С целью обеспечения предъявляемых требований по шероховатости и величине дефектов, автором предложено проведение финишной обработки абразивным инструментом на плоскошлифовальной операции. Автором был осуществлен подбор марки шлифовального круга, обеспечивающий максимальную эффективность процесса обработки. В качестве режимов плоского шлифования рекомендованы скорость продольной подачи стола $S=1-5$ м/мин и глубина резания $t=0.02-0.05$ мм. В результате применения абразивной обработки обеспечено снижение шероховатости поверхностного слоя в диапазоне $Ra=0.3-0.9$ мкм., и достигнуто обеспечение требований по величине дефектов обработанной поверхности.

Оценка эффективности последовательной лезвийно-абразивной обработки доказана путем проведения сравнительного исследования несущей способности образцов изготовленных по традиционной и предложенной новой методики. В результате исследований установлено, что образцы, изготовленные путем применения последовательной лезвийно-абразивной обработки, выдерживают нагрузку на 20% выше, чем образцы, изготовленные традиционной лезвийной обработкой, точением или фрезерованием.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- теоретических и экспериментальных исследованиях, при которых установлено, что разрушение поверхности при лезвийной обработке образцов из углепластика носит циклический характер.
- доказательстве, что применение высокой скорости резания, твердости и острой режущей кромки позволяет предотвратить образование дефектов поверхностного слоя и снизить шероховатость при финишной обработке композиционных материалов из углепластика.
- полученных эмпирических математических моделях, устанавливающие влияние режимов последовательной лезвийно-абразивной обработки на шероховатость поверхностного слоя, позволили определить рациональные режимы резания.
- определении, что применение последовательной лезвийно-абразивной обработки обеспечивает повышение несущей способности изделий из композиционных материалов в пределах 20 % вследствие предотвращения дефектов и повышения качества поверхностного слоя в сравнении с лезвийной обработкой.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость заключается в разработке и обосновании новой технологии механической обработки композиционных материалов, включающей в себя последовательное применение лезвийной и абразивной обработки, обеспечивающей требуемую шероховатость, предотвращение

дефектного слоя и повышение несущей способности изделий из композитов на основе углепластиков.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по выбору режущего инструмента и назначению рациональных режимов резания лезвийным и абразивным инструментом, обеспечивающим повышение качества поверхностного слоя и несущей способности изделий из углепластика. Актами внедрения результатов диссертационного исследования на предприятие ООО «Лысьвенский инструментально-механический завод», рекомендациями по выбору режущего инструмента и режимов резания при механической обработке углепластика, а также использованием полученных результатов в учебном процессе в подготовке специалистов по направлению конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Соответствие диссертационной работы паспорту научной специальности.

Диссертационная работа Волковского Артема Александровича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.5.6. Технология машиностроения:

- п. № 2 – технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие ходы, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости;

- п. № 4 – совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска;

- п. № 7 – технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Исходя из теоретических основ технологии машиностроения, теории резания материалов, а также опираясь на результаты экспериментальных исследований в связанной постановке с практикой технологической подготовки на машиностроительных предприятиях, предложенные рекомендации следует считать обоснованными. Соискателю удалось решить поставленные задачи диссертационного исследования.

Диссертация Волковского А.А. выполнена в соответствии с планом исследования и соответствует критерию внутреннего единства цели, задач исследований, подходов к их решению и полученных результатов. Выводы по работе соответствуют поставленным задачам.

Текстовая часть работы оформлена в соответствии с существующими требованиями стандартов и иллюстрирована. Материал апробирован на многих Всероссийских и Международных научно-технических конференциях.

Достоверность научных результатов и обоснованность выводов

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждена корректным применением методик планирования эксперимента, экспериментальной проверкой и практической апробацией работы, использованием современных средств технологического оснащения, средств измерения и лабораторно-исследовательского оборудования.

Замечания

1. Текст диссертации неравномерно распределен по главам (1-я глава – 56 стр., 2-я – 14 стр., 3-я – 12 стр., 4-я - 47 стр.). С моей точки зрения 3-я глава посвящена методикам проведения экспериментальных исследований. Целесообразно было бы изложить этот материал во 2-й главе, а представленные результаты 4-й главы разбить на 3-ю и 4-ю главы.
2. Рекомендации по рациональным режимам шлифования прежде всего характеризуются скоростью резания ($V_{кр.}$, м/с). Автором же рекомендуется глубина резания $t = 0,02 \dots 0,05$ мм и скорость подачи стола, $S = 1 \dots 5$ м/мин. Разброс подач очень велик, его разница в 5 раз не может быть приемлемой и рекомендуемой, т. е. некорректна (стр. 15 а/р).
3. Также не корректно рекомендовать глубину резания и подачу при шлифовании от «0» ($t = 0 \dots 0,05$ мм, скорость подачи стола $S = 0 \dots 5$ м/мин, а шероховатость $Ra = 0,264$ мкм), (см. последнее предложение п.3 заключения и стр. 132-133 дисс.).
4. Графические зависимости исследований шероховатости от режимов резания в работе не показаны или не проводились. Показана только формула (18) на стр. 117 диссертации, адекватность которой проверить сложно.
5. На стр. 98 показана табл. 14 с результатами исследования функций $Ra = f(V, t)$ и $T = f(V, t)$, в которых скорость резания при шлифовании обозначена 5 и 10 м/мин, а глубина резания от 0,05 до 0,25 мм, что находятся за область рекомендаций диссертационной работы. Эта же область исследований показана при планировании экспериментов табл. 8 стр. 81 диссертации, только вместо скорости резания обозначена скорость подачи стола.
6. В исследованиях не нашло отражение влияния температуры резания при обработке фрезерованием и плоским шлифованием на образование дефектов поверхностного слоя композиционных материалов и дефектов изделий из углепластика. Это важно для специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.
7. В работе целесообразно было бы представить технико-экономическое обоснование эффективности предлагаемой технологии последовательной лезвийно-абразивной обработки.

Указанные замечания не снижают значимости основных положений и полученных результатов диссертационного исследования, а могут служить для указанного выше развития теоретической и практической базы технологической подготовки по механической обработке изделий из композиционных материалов.

Диссертация Волковского А.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором на достаточном научном уровне, содержит новые научные результаты, важные для практики.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы и позволяет сделать обоснованный вывод о качестве проведенных исследований и полученных результатов.

Заключение

Диссертация «Технологическое обеспечение требуемой шероховатости и предотвращение дефектов при механической обработке изделий из углеродистого пластика на основе выбора режущего инструмента и рациональных режимов резания», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 Технология машиностроения, отвечает требованиям, предъявляемым диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации и «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», а ее автор Волковский Артем Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 - Технология машиностроения.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
Специальность 05.03.01 «Технология
и оборудование механической и
физико-технической обработки»



Александр Сергеевич
« 30 » ноября 2023 г.

Янюшкин А.С., д.т.н., профессор, кафедра «технология машиностроения»
Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова.

Адрес организации: 428015, г. Чебоксары, Чувашская республика
Московский пр-т, д.15.

Тел. 8-908-302-53-52, E-mail: yanyushkinas@mail.ru