

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 67.05

Преимущества использования керамического инструмента в вертолетостроении при обработке стеклопластика

Е.А. Бондарева

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Из стеклопластика делают детали машин, в том числе вертолетов. Работа с ним, как и с другими конструктивными материалами, требует точности и тщательного подбора инструмента. Современное производство осваивает инновационные материалы и модернизированные инструменты для повышения качества и оперативности обработки. В данной статье представлены результаты изучения керамического инструмента, предназначенного для обработки стеклопластика. Приспособления сравниваются с традиционными решениями, выполненными из металла. Исследование позволило сделать вывод о преимуществах керамического инструмента. Его целесообразно внедрять на отечественных предприятиях. Отмечена сложность приобретения такого инструмента. Пока это возможно только в рамках импортных поставок.

Ключевые слова: механическая обработка стеклопластика, керамический инструмент для обработки стеклопластика, металлический инструмент для обработки стеклопластика, стеклопластиковые детали вертолета

Advantages of Ceramic Tools in Helicopter Manufacturing When Processing Fiberglass

Ekaterina A. Bondareva

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. Fiberglass is used to make machine parts, including helicopters. Working with it, as with other structural materials, requires precision and careful selection of tools. Modern production means mastering innovative materials and modernized tools to improve the quality and efficiency of processing. This article presents the results of a study of ceramic tools intended for processing fiberglass. The devices are compared with traditional solutions made of metal. The study allowed us to conclude about the advantages of ceramic tools. It is advisable to implement it at domestic enterprises. The difficulty of acquiring such a tool is noted. For now, this is only possible within the framework of import supplies.

Keywords: fiberglass machining, ceramic fiberglass processing tool, metal fiberglass processing tool, fiberglass helicopter parts

Введение. Инструменты для механической обработки изделий постоянно модернизируются. В частности, меняются материалы, из которых их изготавливают. Совершенствуются конструкции. Это позволяет обрабатывать изделия на более высоких подачах. Так, например, удалось добиться, чтобы стружка при сверлении отверстия не забивалась в детали, а по канавкам непрерывно покидала место обработки.

Следует отдельно сказать о стеклопластике. Это относительно новый материал, что обуславливает актуальность вопросов повышения качества его механической обработки. Один из способов достижения указанной цели — подбор нового инструмента. Сложность заключается в том, что к инструменту для обработки композитов предъявляются более строгие требования: фреза или сверло не должны сильно нагреваться, так как это негативно скажется на качестве готового изделия. Есть и другие ограничения:

- нельзя использовать смазывающие жидкости для снижения температуры;
- инструмент должен иметь определенный уровень заточки во избежание расслоения стеклоткани.

Исследования керамического инструмента представлены в многочисленных публикациях. Однако по ряду причин он недостаточно широко используется в производственной практике. Одна из них — отсутствие отечественных производителей и как следствие — сложность и затратность импорта.

Цель статьи — рассмотреть применение керамического инструмента при механической обработке стеклопластика, определить его преимущества и недостатки. Анализ позволит судить о рентабельности замены распространенных видов инструментов керамическими при изготовлении деталей из композиционных материалов на вертолетном заводе.

Основная часть. Стеклопластик — это двухкомпонентный композитный материал, состоящий из стекловолоконного наполнителя и связующего вещества. Высокая прочность, легкость и устойчивость к коррозии делают его идеальным для использования в вертолетостроении [1].

Перечислим известные преимущества этого материала.

– Легкость. Стеклопластиковая деталь весит меньше, чем металлическая. В итоге сокращается вес вертолета, увеличивается грузоподъемность, снижается расход топлива.

– Прочность. Стеклопластик обладает высокой прочностью на разрыв и изгиб, что позволяет создавать более прочные конструкции для вертолетов. Материал выдерживает большие нагрузки и удары, что важно при работе авиатехники в условиях экстремальных нагрузок.

– Устойчивость к коррозии. В отличие от металлических материалов стеклопластик не подвержен коррозии и не требует дополнительной защиты от таких атмосферных условий, как влага и соленая вода. Это позволяет увеличить срок службы вертолетов и снизить затраты на их обслуживание.

– Пластичность. Высокая пластичность стеклопластика дает возможность создавать сложные формы. Благодаря этому инженеры могут предлагать новые аэродинамические решения и улучшать эффективность механизмов вертолета.

Ниже приводятся примеры использования стеклопластика в элементах вертолета.

1. Лопasti. Благодаря прочности, легкости и пластичности, материал позволяет создавать лопасти с оптимальными аэродинамическими характеристиками и максимальной производительностью.

2. Обшивка. Стеклопластик применяется для изготовления обшивки крыла, фюзеляжа и хвостовой секции. Это позволяет снизить вес авиатехники и улучшить такие характеристики, как скорость, маневренность и экономичность.

3. Внутренняя отделка. Из стеклопластика делают панели вертолетов, части сидений и пол. Элементы салона из стеклопластика хорошо характеризуются с точки зрения удобства и эстетики.

4. Баки для топлива. Устойчивый к химическим веществам и не подверженный коррозии стеклопластик — безопасный и надежный материал для хранения топлива.

В вертолетостроении каждая стеклопластиковая деталь подвергается механической обработке, так как отсутствуют виды формования, изначально обеспечивающие высокую точность и чистоту поверхности. Чаще всего пользуются твердосплавным инструментом или инструментом с алмазным напылением. Но такие сверла и фрезы быстро тупятся, что приводит к ухудшению качества обработки и частым переточкам. Керамический инструмент редко задействуют для механической обработки стеклопластика [2].

Обозначим виды обработки стеклопластика, для которых подходит керамический инструмент.

1. Фрезерование. Керамические фрезы обладают высокой точностью и могут работать на высоких скоростях, обеспечивая эффективное и качественное фрезерование. Их задействуют, если нужно создать сложные формы и контуры на поверхности стеклопластика.

2. Резание и сверление. Керамические ножи и сверла обеспечивают чистые и аккуратные срезы стеклопластика без расслоений и повреждений.

3. Шлифование и полировка. Керамические абразивы обеспечивают гладкость отполированного стеклопластика.

Перечислим преимущества керамических инструментов в сравнении с металлическими.

1. Высокая твердость. Керамические инструменты тверже, чем металлические. Они менее подвержены износу, дольше остаются твердыми, срок их службы больше. Это позволяет эффективно обрабатывать стеклопластик.

2. Низкое трение. Низкий коэффициент трения керамики снижает вероятность заклинивания инструмента при обработке стеклопластика. Кроме того, будет ниже тепловая нагрузка на инструмент и материал, то есть возможна обработка на более высоких скоростях без перегрева стеклопластика.

3. Легкость и малая теплопроводность. Керамические инструменты легче металлических. К тому же их теплопроводность ниже, то есть меньше тепловое влияние на обрабатываемый стеклопластик. В этом случае будет минимальным риск деформации материала.

4. Точность. Высокоточные керамические инструменты обеспечивают качественную обработку стеклопластика. Благодаря их остроте и твердости возможны операции с элементами малой толщины и формирование геометрически сложных деталей.

5. Химическая стойкость. Керамика обладает высокой химической стойкостью, поэтому для нее безопасны растворители, кислоты и другие химические среды, используемые при обработке стеклопластика.

Таким образом, в плане обработки стеклопластиковых элементов керамические материалы значительно превосходят традиционные — твердые сплавы и быстрорежущие стали (таблица 1) [3].

Таблица 1

Свойства инструментальных материалов

Свойство	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав P10	Керамика на основе Al ₂ O ₃
Температура размягчения, °С	550	1100	1500
Твердость по Виккерсу, HV10	850	1700	2100
Температура начала образования окалины, °С	1070	1070	

Заключение. Вертолетные детали из стеклопластика характеризуются большей легкостью и прочностью. Выпуск авиатехники с такими элементами будет более производительным и экономичным. Для обработки стеклопластика целесообразно использовать керамический инструмент, который предпочтительнее металлического, благодаря лучшим характеристикам по твердости, трению, легкости, теплопроводности и химической стойкости. Эти качества обеспечивают более высокую скорость и точность работы. Стоит отметить, что пока приобретение такого инструмента представляет определенную сложность. Она обусловлена тем, что описанный керамический инструмент производят только зарубежные компании. Это создает сложности в плане цены, доставки и сервиса.

Список литературы

1. Арзамасов Б.Н., Соловьева Т.В., Герасимов С.А., Мухин Г.Г., Зикеев В.Н., Ховова О.М. *Справочник по конструкционным материалам*. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана; 2005. 640 с.
2. Сердобинцев Ю.П., Харьков М.Ю., Наззал Анан Се. Обзор и анализ применения керамических материалов в различных отраслях промышленности. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12085> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Зубков Н.Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов. *Наука и образование*. 2013;5:75–100.

Об авторе:

Бондарева Екатерина Алексеевна, магистрант кафедры проектирования и производства летательных аппаратов Донского государственного технического университета (344003 г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), katya_bondareva_00@list.ru

About the Author:

Ekaterina A. Bondareva, Master's degree student of the Aircraft Design and Production Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), katya_bondareva_00@list.ru