

УДК 621.865.8.004.14

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

© Ю.О. Гнездилов¹

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье рассмотрены области применения робототехнических комплексов (РТК). Показаны проблемы при обработке полимерных композиционных материалов (ПКМ). Рассмотрено преимущество применения РТК для обработки ПКМ. Представлены оборудование РТК, его характеристики, инструмент для обработки отверстий в ПКМ. Описан порядок испытаний и выбран образец для испытаний.

Ключевые слова: робототехнический комплекс, полимерный композиционный материал, сверло, углепластик.

APPLICATION OF ROBOT SYSTEM FOR PROCESSING HOLES IN POLYMER COMPOSITES

Y. Gnezdilov

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russia

The article discusses the range of application of robot systems and the problems of processing polymer composite materials. It examines the advantages of robot systems application to process composite materials. The authors present the robot systems equipment and its characteristics, the tool for processing holes in composite materials; describe the order of testing and the sample for testing.

Keywords: robot system, polymer composite material, drill, carbon fibre.

Одним из важнейших факторов интенсификации производства является уменьшение доли ручного труда в технологических процессах, особенно на вспомогательных операциях, а также в случае выполнения вредных, тяжёлых и опасных работ. В решении этой проблемы немаловажная роль отводится роботизации производства.

В общем случае роботизация является одним из направлений, одним из составляющих элементов комплексной автоматизации производства и представляет собой использование промышленных роботов и их систем в промышленном производстве.

Промышленные роботы эффективно включаются в автоматические линии, становятся частью гибких автоматизированных производств, способны быстро и без существенных затрат перестраиваться на производство изделий различных видов, приспосабливаться к изменяющимся условиям производства.

Представляя собой новый вид рабочей машины, роботы могут эксплуатироваться изолированно или целыми комплексами, управляемыми ЭВМ. Особенно ценное достоинство промышленных роботов – способность к быстрой переналадке на изготовление новой продукции (нередко достаточно для этого поменять программу). Это свойство роботов важно для обрабатывающих отраслей промышленности, где около 50 % объёма производства приходится на малые и средние партии. В условиях традиционного производства при изготовлении изделий небольшими партиями непосредственно чистое время механической обработки занимает 5 % общего рабочего времени, а остальное приходится на подготовку станка и деталей, настройку инструмента, крепление и снятие деталей и т. д. Применение промышленных роботов изменяет это соотношение и значительно повышает производительность обработки. Кроме того, использование роботов даёт значительный эффект в экономии сырья, материалов при рациональной организации производственного процесса [1].

Применение РТК в машиностроении. Фрезерование и сверление

Фрезерование и сверление являются одними из наиболее часто встречающихся операций по обработке материалов. Так же в качестве обработки отверстий возможно применение метода орбитального сверления [6]. Они повсеместно используются при изготовлении пресс-форм и штампов, деталей различных машин и механизмов.

На сегодняшний день роботы могут составить серьёзную конкуренцию многокоординатным фрезерным обрабатывающим центрам. Роботы более гибки в вопросе написания управляющих про-

¹ Гнездилов Юрий Олегович, магистрант 1 курса кафедры технологий и оборудования машиностроительных производств, e-mail: gezdilovleha@gmail.com

Gnezdilov Yuri, a master's student of Technologies and Mechanical Facilities Equipment Department, e-mail: gezdilovleha@gmail.com

грамм. Программа позволяет моделировать процесс обработки с использованием нескольких инструментов, проводить виртуальную калибровку инструмента [7]. Решение задачи фрезеровки с использованием робота часто стоит дешевле, чем при использовании фрезерного комплекса с числовым программным управлением (ЧПУ) [2].

Полировка, зачистка швов, снятие заусенцев, шлифовка

Полировка, шлифовка, зачистка – процессы, встречающиеся в промышленности довольно часто. Станки зачастую имеют ограниченные возможности по позиционированию рабочего инструмента относительно обрабатываемой детали.

Подобные ограничения делают невозможной полноценную автоматическую обработку поверхности детали, обладающей сложной геометрией, что, в свою очередь, приводит к использованию в производственном процессе дорогостоящего и сложного оборудования или ручного труда.

Шлифовка и полировка изделий с применением промышленных роботов получила широкое распространение за последнее время. Благодаря шести осям подвижности, робот может производить обработку деталей со сложной геометрией без перепозиционирования и использования дополнительной оснастки. Так, например, роботизированные комплексы активно применяются при изготовлении инструментов, деталей автомобилей и авиационной техники, деталей турбин и компрессоров, труб сложной конфигурации.

Робот обладает большой рабочей зоной досягаемости, в которой можно разместить магазин инструментов, благодаря чему снимаются ограничения по функциональности обработки. Также возможен и второй вариант: это обработка детали, которую робот держит при помощи захватного устройства, несколькими стационарными инструментами. Роботизация процесса шлифовки и полировки гарантирует высокую серийность. Высокая точность позиционирования робота, контроль скорости движения и усилия нажатия при выполнении программы обработки позволяют поднять качество производимых изделий на новый уровень [3].

Обработка ПКМ

Вследствие увеличения объемов производства и применения ПКМ в различных областях производства, таких как авиационная, автомобильная промышленность, возникает вопрос: «Как и чем обрабатывать ПКМ?».

Основным фактором, снижающим эффективность лезвийной обработки ПКМ, является абразивная природа наполнителя. Обилие углеродных, или других типов волокон в структуре ПКМ обеспечивает быстрый износ инструмента (преимущественно по задней поверхности). Развитие данного процесса чаще приводит к увеличению пятна контакта по задней поверхности инструмента с поверхностью обрабатываемого отверстия, что в свою очередь приводит к росту температуры в зоне резания. Рост температуры приводит к разрушению полимерного связующего (деструкции) [4].

Особенности обработки отверстий в ПКМ на этапе агрегатной сборки накладывают ограничения на вид применяемого оборудования. Главным образом это связано с большими габаритами и сложностью формы обрабатываемых деталей (сборочных единиц). Таким образом, использование стационарного оборудования (несмотря на его широкие возможности) применительно к обработке отверстий невозможно или экономически нецелесообразно.

В настоящее время обработка отверстий производится с применением сверлильных машин с автоматической подачей (СМАП) [5], но для обработки крупногабаритных деталей с большим количеством отверстий применение СМАП является не эффективным с точки зрения вовлечения человека в процесс обработки, так как продукты обработки являются весьма вредными для человека. Если речь идет о применении СМАП в серийном производстве, то для работы с ними требуется большое количество рабочих.

В качестве альтернативы СМАП возможно применение РТК в специальном исполнении, например применение адаптивной сверлильной головки с автоматической подачей, системой пылеудаления и возможностью перемещения манипулятора вдоль обрабатываемой сборочной единицы.

Для обработки ПКМ характерно применение РТК с высокой частотой вращения шпинделя и малым моментом. Для зажатия режущего инструмента следует применять цанговый зажим. Его преимуществом является обработка отверстий высокой точности, компактность, использование стандартных сверл с цилиндрическим хвостовиком, быстрая смена инструмента.

В России обработка ПКМ с применением РТК применяется достаточно редко. Причина в отсутствии специализированного инструмента, рекомендаций по его применению, рекомендаций по назначению режимов резания в условиях пониженной жесткости РТК. Решение данных проблем позволит снять барьеры по внедрению РТК в производства, работающие с ПКМ, значительно повысить их технологичность и безопасность.

Оборудование РТК

РТК для обработки отверстий в ПКМ создаётся на базе промышленного робота KUKA KR 210 R2700 extra (рис. 1).



Рис. 1. KUKA KR 210 R2700

Технические характеристики данного робота приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики KUKA KR 210 R2700 extra

Допустимая нагрузка, кг	210
Мах. Радиус действия, мм	2700
Точность повторения, мм	$\pm 0,06$
Масса манипулятора, кг	1078
Число степеней свободы	6

Робот KUKA оснащен электршпинделем RC90/22 (рис. 2), технические характеристики данного шпинделя приведены в табл. 2, рис. 3.



Рис. 2. Элеткршпиндель RC90/22

Таблица 2

Технические характеристики элеткрошпинделя RC90/22

Мощность, кВт	4
Мах. обороты, об/мин	24000
Стандарт цангового патрона	ISO25
Тип охлаждения	компрессорный
Масса, кг	18

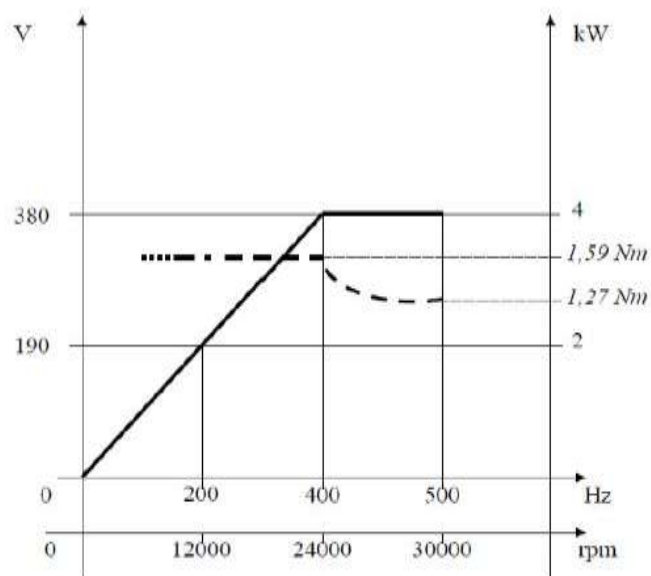


Рис. 3. Характеристики шпинделя при режиме работы S1

Режущий инструмент для обработки ПКМ

Для обработки отверстий как в деталях из ПКМ, как правило, применяются следующие основные виды инструментов:

- инструмент из быстрорежущей стали с наличием износостойких покрытий;
- твердосплавный инструмент с покрытием из поликристаллических алмазов;
- инструмент с режущей частью из карбида вольфрама с наличием или отсутствием износостойких покрытий.

Для всех типов инструментов специальное покрытие алмазным порошком обеспечивает высокую стойкость от абразивного изнашивания. Алмазоносное покрытие поверхности представляет собой зёрна алмазного порошка в металлической связке (чаще на основе никеля).

В ходе испытания будут применяться сверла фирмы Sandvik Coromant CoroDrill® 452.1, так как это фирма является ведущей по производству режущего инструмента (рис. 4).



Рис. 4. Сверла для обработки ПКМ фирмы Sandvik Coromant

Данные сверла сделаны из твердого сплава с максимальной частотой вращения 50000 об/мин.

Для получения качественных отверстий необходимо контролировать два параметра это: скорость вращения инструмента и подача. Так как для обработки ПКМ требуются высокая скорость вращения, то она выбирается в диапазоне от 300 до 600 об/мин. Что касается подачи, нет диапазона, из которого можно её подбирать, следовательно, будут выбраны 3 ориентировочных подачи, на которых будет производиться обработка. Требуется производить измерения полученных отверстий и, исходя из этого, будет выбран диапазон подач для обработки отверстий в ПКМ.

В конечном итоге необходимо производить измерения диаметров и шероховатости, анализ полученных результатов; построить графики зависимости шероховатости и диаметров от подачи оборотов, исходя из которых будут выявляться оптимальные режимы резания для ПКМ и предоставляться перечень рекомендуемых режущих инструментов.

Библиографический список

1. Основы робототехники и роботизации промышленного производства [Электронный ресурс]. URL: <http://helpiks.org/2-22936.html> (дата обращения: 18.03.2016)
2. Официальный сайт фирмы Robomatic. Фрезерование и сверление [Электронный ресурс]. URL: <http://www.robomatic.ru/robots/promyshlennye-roboty-po-zadacham/frezerovanie-i-sverlenie> (дата обращения: 18.03.2016)
3. Официальный сайт фирмы Robomatic Полировка, зачистка швов, снятие заусенцев, шлифовка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.robomatic.ru/robots/promyshlennye-roboty-po-zadacham/polirovka-zachistka-shvov-snyatie-zausentsev-shlifovka> (дата обращения: 18.03.2016)
4. Иванов Ю.Н. Экспериментальное исследование влияния теплового расширения обрабатываемых материалов при сухом сверлении отверстий в пакетах структуры «полимерный композиционный материал – титановый сплав»/ Ю.Н. Иванов, Е.Я. Каверзин, А.П. Чапышев // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 10(81). С. 36–42.
5. Иванов Ю.Н., Сверление отверстий в смешанных пакетах, статья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1–5. С. 1402–1406.
6. Чашин Н.С. Обработка отверстий в смешанных пакетах методом орбитального сверления / Н.С. Чашин, Ю.Н. Иванов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 11 (106). С. 44–49.
7. Иванова А.В., Пономарев Б.Б., Савилов А.В., Чапышев А.П. Робототехнический комплекс удаления заусенцев после фрезерования деталей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 49–53.