

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Ахметьянов И.Р., Гусев Д.А., Ибрагимов Р.Р.

Ключевые слова: конструктивные требования, установка для намотки композитной нити, испытания, прототип, компьютерное моделирование.

Аннотация. В статье приводится описание установки для производства деталей из композитных материалов, преимущественно трубчатых, выполненных из волокна, например, углеродного, стекловолокна, базальтового волокна, представлена методика проверки точности соблюдения траектории намотки и результаты испытания установки, рассмотрено влияние принятых конструктивных решений и разработанного программного обеспечения на точность намотки углеволокна.

PLANT FOR THE PRODUCTION OF CARBON FIBER PARTS

Akhmetyanov I.R., Gusev D.A., Ibragimov I.R.

Keywords: design requirements, installation for winding a composite thread, testing, prototype, computer simulation.

Abstract. The article describes the installation for the production of parts made of composite materials, mainly tubular, made of fiber, for example, carbon, glass fiber, basalt fiber, presents a method for checking the accuracy of the winding trajectory and the results of testing the installation, considers the impact of the design decisions and developed software on the accuracy of the winding of carbon fiber.

Композитные материалы нашли широкое применение во многих отраслях агропромышленного комплекса. Однако для производства деталей необходимо дорогостоящее и громоздкое оборудование, причём для изготовления каждого типа деталей требуется отдельный станок, или комплект дооснащения. В России, обладающей наибольшими мировыми запасами природного газа, особенно актуальным является производство композитных газовых баллонов [1]. Высокое качество производимой продукции может обеспечивать оборудование с высокой точностью траектории намотки нити, равномерности распределения связующего вещества и обеспечения требуемого усилия натяжения нити [2,3].

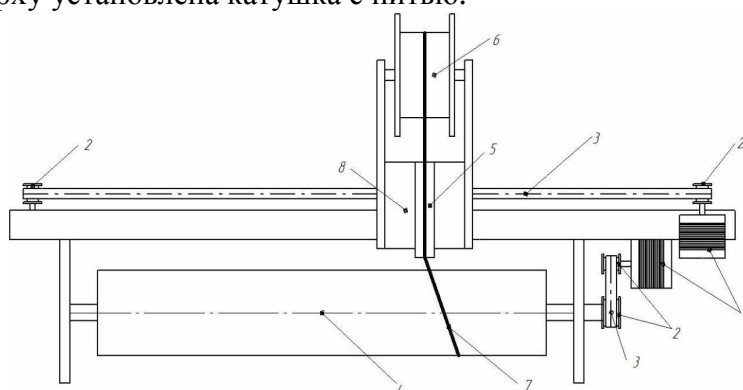
Целью данной работы является создание установки для производства деталей из композитных материалов.

Задачи исследования заключаются в разработке алгоритма управления приводом установки с целью обеспечения высокой точности намотки волокна, экспериментальной проверке качества намотки углеволокна, сравнительного анализа использования передачи движения при помощи коллекторного и шагового двигателей.

Материалы и методы исследования

Данная установка (рис. 1) имеет две независимые оси X и Y. Ось X представляет собой барабан (4), который приводится в движение электродвигателем (1) через ременные передачи (2,3). Ось Y приводит в

движение каретки (8) электродвигателем при помощи шкивов и ремня. На каретке сверху установлена катушка с нитью.



1-электродвигатели, 2-шкивы, 3-ремень, 4-барабан, 5-нитепровод, 6-катушка с нитью, 7-углеволоконная нить, 8-каретка

Рис. 1. Экспериментальная установка

Углеволоконная нить 7 проходит через нитепровод 5 и наматывается на барабан (данная схема приведена с использованием шаговых двигателей). Программное обеспечение Grbl control преобразует команды от компьютера (поступающие через USB) в сигналы управления шаговыми двигателями.

Опыты проводились пять раз для каждого вида двигателей.

При помощи электронного штангенциркуля измерялись расстояния между нитями. Далее данные заносятся в таблицы 1, 2.

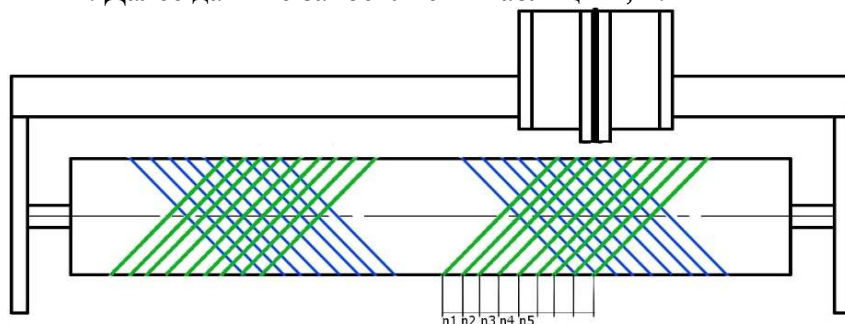
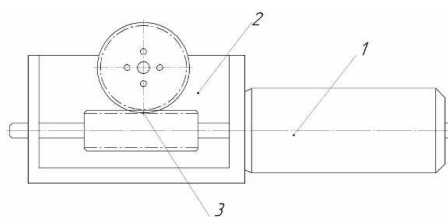
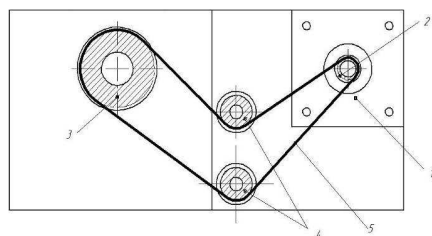


Рис. 2. Модель исследования длины шага нити



а) коллекторным двигателем: 1 – коллекторный электродвигатель, 2 – корпус, 3 – червячная передача



б) шаговым и двигателем. 1 – шаговый электродвигатель, 2 – ведомый шкив, 3 – ведущий шкив, 4 – шкив натяжения, 5 – ремень

Рис. 3. Схема управления и привода установки

Данные, полученные экспериментальным путём с применением коллекторного двигателя сведены в таблицу 1.

Табл. 1. Результаты эксперимента с применением коллекторного двигателя

Заданный шаг 10 мм, диаметр изделия 70 мм							
№	1	2	3	4	5	Среднее значение	Отклонение от среднего значения
1	10,0	8,8	7,2	12,8	11,4	10,4	+1,0/-3,2
2	9,9	11,5	9,6	8,7	9,1	9,76	+1,74/-1,06
3	10,0	9,5	8,7	9,5	11,5	9,84	+1,66/-1,14
Заданный шаг 10 мм, диаметр изделия 70 мм							
№	1	2	3	4	5	Среднее значение	Отклонение от среднего значения
4	10,0	9,8	10,1	10,0	9,9	9,96	+0,14/-0,16
5	10,0	9,9	10,0	10,2	10,0	10,02	+0,18/-0,12
6	10,1	9,8	10,0	9,9	10,2	10,0	+0,2/-0,2

Испытания показали, что отклонение от среднего значения намотки изменяется от минус 3.2 до +1 мм и не достаточна для обеспечения качественной намотки. Это обусловлено тем, что коллекторный двигатель рассчитан на высокие обороты и при программировании он может работать некорректно. Так же при его испытании возникают задержки в передаче сигнала[3].

Испытания модернизированного привода с шаговым двигателем показали, что отклонение от среднего значения изменяется от минус 0.16 до +0.18 мм. Данный способ наиболее продуктивен благодаря возможностям шагового двигателя: поворот на нужный градус за определенное время. Таким образом повышается точность намотки [7].

Закключение. Построен действующий прототип установки и проведено испытание точности намотки, показавшее, что применение коллекторного двигателя не позволяет достичь высокой точности намотки волокна. По результатам испытаний была изменена схема привода каретки с применением шагового двигателя и произведена корректировка программного обеспечения. В результате замены коллекторного двигателя на шаговый и корректировки программы, значительно улучшились точность намотки углеволокна (с 1,4 до 0,2 мм), что позволит повысить качество изготовления деталей.

Список литературы

1. Гусев Д.А., Урманов В.Г., Ганеев Р.В. Применение компьютерных технологий в изучении начертательной геометрии // Совершенствование основных профессиональных образовательных программ в вузе: проблемы и возможные пути их решения. Материалы Всероссийской

научно-методической конференции. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2018. С. 247-251.

2. Tarkhova L., Tarkhov S., Nafikov M., Akhmetyanov I., Gusev D., Akhmarov R. Infographics and their application in the educational process // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2020. Vol. 15. №13. P. 63-80.
3. Неговора, А.В. Ахметьянов И.Р., Гусев Д.А. Проектирование газовых баллонов сложной формы, работающих под давлением // Сборник статей семинара «Чтения академика В.Н. Болтинского». М.: ООО «Магаполис», 2020. С. 152-159.

References

1. Gusev D.A., Urmanov V.G., Ganeev R.V. The use of computer technology in the study of descriptive geometry // Improvement of basic professional educational programs at the university: problems and possible solutions. Materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference. Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2018. P. 247-251.
2. Tarkhova L., Tarkhov S., Nafikov M., Akhmetyanov I., Gusev D., Akhmarov R. Infographics and their application in the educational process // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2020. Vol. 15. №13. P. 63-80.
3. Negovora, A.V. Akhmetyanov I.R., Gusev D.A. Design of gas cylinders of complex shape, working under pressure // Collection Seminar «Readings by Academician V.N. Boltinsky». M.: Megapolis, 2020. P. 152-159.

Ахметьянов Ильшат Расимович – доцент кафедры механики и конструирования машин	Akhmetyanov Ilshat Rasimovich – associate professor of the department of mechanics and machine design
Гусев Дмитрий Александрович – доцент кафедры механики и конструирования машин	Gusev Dmitry Aleksandrovich – associate professor of the department of mechanics and machine design
Ибрагимов Радик Ринатович – доцент кафедры механики и конструирования машин, d-a-gusev@yandex.ru	Ibragimov Radik Rinatovich – associate professor of the department of mechanics and machine design, , d-a-gusev@yandex.ru
Башкирский государственный аграрный университет, г.Уфа, Российская Федерация	Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

Received 14.04.2021