

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Сапегин А.М., Власов А.Ю.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск*

Ключевые слова: однонаправленные стержни, композиты, полимеры, пултрузия, армирующее волокно, синтетические смолы, технология, когезия.

Аннотация. Металлические стержни применяются во всех отраслях промышленности, но их использование в авиационно-космической отрасли ограничено из-за их относительно высокой массы, поэтому для этой отрасли самым оптимальным вариантом является композитные стержни из синтетических смол и армирующих материалов. В данной работе был разработан способ и спроектирована установка для изготовления таких стержней в лабораторных условиях.

MANUFACTURING OF COMPOSITE UNIDIRECTIONAL ROD ELEMENTS

Sapegin A.M., Vlasov A.Yu.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Keywords: unidirectional rods, composites, polymers, pultrusion, reinforcing fiber, synthetic resins, technology, cohesion.

Abstract. Metal rods are used in all industries, but their use in the aerospace industry is limited due to their relatively high mass, therefore, composite rods made of synthetic resins and reinforcing materials are the best option for this industry. In this work, a method was developed and an installation was designed for the manufacture of such rods in laboratory conditions.

Объектом исследования являются однонаправленные полые стержни. Однонаправленный стержень – это стержень, изготовленный из однонаправленного армирующего материала, вследствие этого на любом участке изделия армирующие волокна направлены строго в одном направлении.

Армирующим материалом является жгут или ровинг из базальтового, арамидного, углеродного, кварцевого волокна. Вторым компонентом является связующее в качестве него используют различные синтетические смолы, такие как эпоксидные, полиэфирные и винил-эфирные. Для достижения более подходящих механических свойств и понижения себестоимости изготовления изделия можно комбинировать армирующие материалы и связующие [1].

Для изготовления однонаправленных стержней возможно использовать любую технологию изготовления композитов, выбор технологии зависит от формы поперечного сечения, типа производства, длины стержня, и других факторов. Самой универсальной технологией для изготовления стержней является пултрузия. Данная технология имеет следующие преимущества: полностью автоматизированный процесс, высокая производительность, высокая точность и самое главное возможность изготовления стержней любой длины и поперечного сечения, с минимальными материальными затратами [2]. Недостатков сама технология не имеет, но есть сложности в проектировании

пултрузионной линии. На рисунке 1 представлена 3D-конструкция лабораторной модели данной установки.

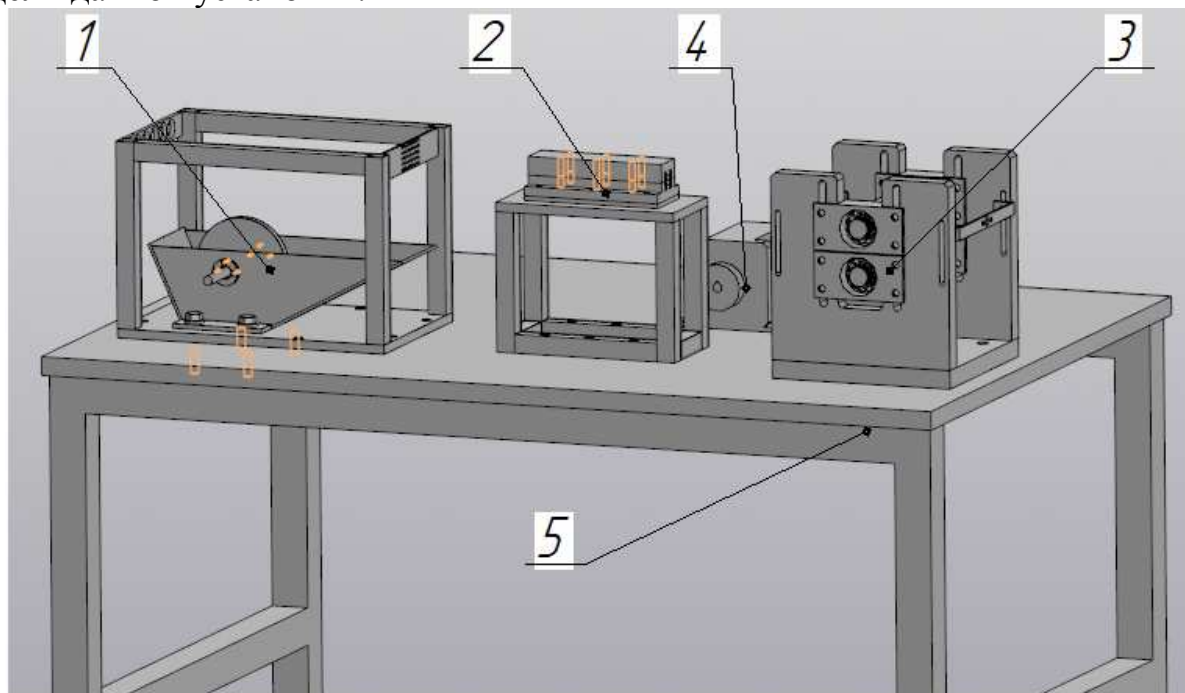


Рис. 1. 3D-конструкция лабораторной модели пултрузионной установки:
1 – пропитывающая система; 2 – формующая система; 3 – тянущее устройство;
4 – привод; 5 – стол

Жгут, проходя через пропитывающую систему 1, смачивается смолой, а отжимная решетка в системе удаляет излишки смолы из жгута. После жгут, пропитанный смолой, проходит через формующую систему 2, где происходит формование стержня фильерой нагретой до определенной температуры. Готовый стержень протягивается с помощью тянущего устройства 3, работающего с помощью привода 4. Все элементы установки жестко закреплены на столе 5.

В качестве матрицы используется ненасыщенная полиэфирная смола. Данная смола обладает достаточными механическими свойствами, а также относится к классу недорогих смол. Вторым компонентом матрицы будет использоваться отвердитель для горячего отверждения, данный отвердитель даст нам достаточно большое время жизни смолы, примерно 8 часов, при комнатной температуре, но при этом отверждение при температуре 100-120°C будет происходить за несколько минут [3]. Отверждение будет происходить с помощью плоских электронагревателей со встроенными термopарами и подключёнными к терморегулятору для контроля температуры. Приводом для тянущего устройства будет выступать шаговый двигатель, который можно запрограммировать на определенную частоту вращения вала. Гибкая система нагрева и частота вращения позволит нам подобрать оптимальные режимы протяжки, чтобы получить стержни с наименьшим количеством пор. Так как поры в композитных изделиях занимают серьезную проблему, и приводят к снижению когезии, что в свою очередь ведет к снижению прочности. На лабораторной установке, представленной на рисунке 1, планируется изготовить стержень диаметром 1мм, и использовать их для создания композитной сетка, но установка спроектирована таким образом, чтобы можно было изготавливать стержни диаметром до 20мм.

Однонаправленные композитные стержни имеют ряд преимуществ, а в некоторых случаях обладают даже уникальными свойствами. Одним из весомых преимуществ перед традиционными материалами является их малая плотность, но при этом они (не уступают, а даже превосходят их) имеют такие же механические характеристики, главное же их достоинство полимерная матрица, которая не подвергается коррозии. Также композитные стержни можно изготовить под определенную величину нагрузки комбинируя различные материалы, а также их объемное соотношение, тем самым удешевляя их себестоимость. На лабораторной установке, представленной на рисунке 1, планируется изготовить стержень диаметром 1мм, и использовать их для создания композитной сетка. Установка спроектирована таким образом, чтобы можно было изготавливать стержни диаметром до 20мм.

Список литературы

1. Производство изделий из полимерных материалов: Учеб. пособие / В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 446с.
2. Ismet Baran. Pultrusion: State-of-the-art Process Models. – Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, United Kingdom: Published by Smithers Rapra Technology Ltd, 2015. – 248p.
3. Протасов В.Д., Страхов В.Л., Кульков А.А. Проблемы внедрения композитных материалов в конструкциях авиационно-космической техники // Механика композитных материалов. 2003. №6. С. 1057-1163.

Сведения об авторе:

Сапегин Александр Михайлович – магистрант;

Власов Антон Юрьевич – к.ф.-м.н., доцент, проректор по исследованиям и разработкам.