

Формирование изделий из полимерных композиционных материалов с использованием вращений вокруг двух параллельных осей

В.В. Талапов

**Научный руководитель – д.т.н., проф. Факультета СУиР В.Г. Мельников
Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург**

На сегодняшний день все более актуальными становятся вопросы повсеместного использования полимерных композиционных материалов (ПКМ). Эти материалы обладают сопоставимыми параметрами прочности и жесткости (по сравнению с металлами), но при этом сохраняют хорошую гибкость. ПКМ применяются в медицине, аэрокосмической промышленности, автомобилестроении и т.д. Однако, несмотря на рост объемов производства ПКМ, множество технологий до сих пор не автоматизировано и не позволяет изменять распределение и ориентацию армирующего наполнителя в материале в зависимости от эксплуатационных нагрузок, действующих на будущее изделие. Также многие технологические процессы изготовления ПКМ используют большое количество оборудования [1], что повышает сложность процесса и увеличивает затраты на пусконаладочные работы. Помимо всего прочего в таких технологиях как автоклавное формование, прессование очень ограничен выбор материалов т.к. используются специальные материалы-полуфабрикаты (препреги). Их стоимость на порядок выше других материалов, а процессы переработки требуют соблюдения специальных требований. В связи с этим, существует потребность в разработке технологии изготовления изделий из ПКМ, которая бы позволяет изменять ориентированность армирующего компонента, отличаться низкой номенклатурой оборудования, универсальностью в использовании разных типов материалов.

Целью работы является оценка влияния на физико-механические характеристики образцов использование двух параллельных осей вращения при центробежном литье.

Центробежное литье позволяет получать огромное количество изделий. Его ключевой особенностью является действие центробежных сил за счет которых более плотные частицы оттесняются к периферии формы. Это позволяет формировать износостойкие покрытия, а также позволяет вытеснить пузырьки воздуха без использования вакуумирования. Однако такое влияние позволяет получать только градиентную структуру [2], что не всегда необходимо.

Для того чтобы получить равномерную структуру изделия предлагается использовать дополнительную ось вращения. Вращение формы осуществляется не только вокруг собственной оси, но и вокруг оси находящей за ее пределами. Изменение отношений скоростей позволяет за счет дополнительной кориолисовой силы [3] сместить баланс в ту или иную сторону для того чтобы обеспечить равномерное распределение армирующего наполнителя по толщине изделия. Кроме того центробежное литье вокруг одной оси смещает компоненты с низкой плотностью (пузырьки воздуха) только в одном направлении, что может привести к образованию участка с наибольшей пористостью и в конечном итоге к разрушению изделия. Изменение направленности центробежных сил позволяет устранить этот эффект и привести к общему упрочнению изделия.

Оценены физико-механические свойства изготовленных образцов по технологиям гравитационного литья, центробежного литья и центробежного литья вокруг двух параллельных осей.

В результате работы собрана установка центробежного литья вокруг двух параллельных осей на базе микроконтроллеров серии Arduino. Изготовлены образцы из полимерного композиционного материала и проведены их испытания при варьировании таких показателей как: технология изготовления и массовая доля наполнителя. Проведена

оценка влияния предложенного метода изготовления ПКМ на физико-механические свойства.

Литература

1. M. Ashby, K. Johnson. *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. UK: Butterworth–Heinemann, 2014. P. 416.
2. S.R.A. Hashmi, U.K. Dwivedi. Estimation of concentration of particles in polymerizing fluid during centrifugal casting of functionally graded polymer composites // *Journal of Polymer Research*. 2007. Vol. 14, No. 1. P. 75-81.
3. С.М. Тарг. *Краткий курс теоретической механики: Учебник для вузов*. М.: Высш.шк., 1986. Стр. 416.

Автор _____

Научный руководитель _____