

УДК 678.027.74

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ СВЕРХВЯЗКИХ МНОГОФАЗНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД

Садыкова В. О., Куркин Е. И.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара

Проведено экспериментально-аналитическое исследование течения термопластов и реактопластов, армированных короткими углеродными волокнами. Высокие механические характеристики материалов данного типа позволяют использовать их для производства сверхлегких конструкций аэрокосмического назначения.

Исследование термопластов проведено на примере полиэфир-эфир кетона, армированного короткими углеродными волокнами с массовой долей волокон 20% фирмы Victrex, характеристики которого известны. При исследовании реактопластов использованы изготавливаемые на кафедре КиПЛА Самарского университета смеси эпоксидной смолы Этал КарбонМ с угольными волокнами длиной 0,3 мм. Разработана методика определения вязкости многофазных анизотропных сред с помощью ротационного вискозиметра Brookfield DV3T RV. Выбран наилучший шпиндель и диапазон скоростей его вращения. В системе MATLAB разработана программа для обработки результатов экспериментальных данных и определения зависимостей вязкости от скорости сдвига.

Разработаны математические модели литья изделий из короткоармированных термопластов и реактопластов в системе Moldex 3D. Оценено влияние силы тяжести на распространение фронта литья. Отмечено, что в случае литья реактопластов, вязкость которых невелика, а заполнение формы длительно, сила тяжести оказывает существенное влияние на фронт литья и должна быть учтена при расчете.

Верификация построенной модели проведена путем сравнения результатов прохождения фронта литья, полученных теоретически и экспериментально. Основные параметры процесса литья реактопласта определены условиями проведения проливки пластины в термокамере. При изготовлении пластин из термопласта использовалась формовочная инжекционно-литьевая машина, поэтому условия моделирования максимально приближены к заданию параметров литья в системе управления литьевой машиной.

Выполнен расчет ориентации армирующих волокон, позволяющий учитывать анизотропию свойств материала при прогнозировании жесткости и прочности будущих изделий. Результаты моделирования ориентации армирующих волокон подтверждены исследованием шлифов срезов материала пластин под электронным микроскопом TESCAN VEGA и 1000 кратным оптическим микроскопом.

После моделирования процесса литья с помощью модуля Digimat MAP производилась выборка и сохранение информации об ориентации волокон, располагающихся в месте вырезки изделий. С помощью Digimat Wizard свойства материалов (ориентация и свойства анизотропии) передавались в ANSYS Mechanical для расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-60093 мол\_а\_дк.