ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/110

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

^{1,4}Панин С.В., ^{1,2,3}Люкшин Б.А., ¹Корниенко Л.А., ^{1,2}Бочкарева С.А., ^{1,2}Гришаева Н.Ю.,
^{2,3}Панов И.Л., ¹Буслович Д.Г.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск*

³*НИ Томский государственный университет, Томск*

⁴*НИ Томский политехнический университет, Томск*

Создание новых материалов связано с многочисленными экспериментальными и теоретическими исследованиями, в которых определяется влияние различных факторов на свойства получаемого материала или изделия. Когда речь идет о наполненных полимерных композициях, анализируются параметры фаз, составляющих материал, их взаимодействие, параметры технологических процессов. В целом число управляющих параметров бывает достаточно большим, что затрудняет оценку выбор их необходимых значений. Экспериментальные исследования трудоемки и дорогостоящи, чтобы проводить их в полном объеме.

В работе описаны приемы визуализации экспериментальных данных [1-3], позволяющие эффективно анализировать и оценивать влияние различных факторов на свойства материалов, и определять их значения для создания новых материалов с заданными свойствами.

Постановка задачи и метод исследования

Для конкретных значений управляющих параметров можно построить в пространстве состояний точки, определяющие значения эффективной характеристики [1-3]. Далее по этим точкам, исходным данным, можно построить поверхность, отражающую зависимость эффективной характеристики материала от управляющих параметров. При построении возникает проблема неполноты данных. Поэтому после получения ряда опорных точек используется метод дополнения данных до регулярного массива с применением линейной интерполяции, а далее для построения непрерывной функции двух переменных используется интерполяционный полином Лагранжа. В итоге получаются зависимости в виде непрерывных функций.

Метод визуализации на основе неполных экспериментальных [1,2] и/или вычислительных данных [3] используется авторами в задачах конструирования (или обратных задачах), в которых по заданным эффективным характеристикам материала нужно найти его состав, подобрать деформационно-прочностные и геометрические свойства фаз, параметры их взаимодействия и т.д., был верифицирован в работе [3].

Результаты и обсуждение

Для получения требуемых свойств полимерных композитов рассмотрим пример создания композиции на основе полиэфирэфиркетона (ПЭЭК). В качестве опорных точек используются данные, полученные в физическом эксперименте.

Управляющими параметрами служат степени наполнения дисульфидом молибдена (MoS_2) и фторопластом (ПТФЭ). Строятся поверхности в пространстве состояний и соответствующие им изолинии. Если речь идет об интервале заданных значений, то на каждом из последних графиков возникает полоса, ограниченная двумя изолиниями, отвечающими верхней и нижней границам заданного интервала.

Аналогичные зависимости строятся и для других эффективных характеристик. Чтобы найти управляющие параметры, придающих требуемые значения эффективным характеристикам (в виде заданных интервалов), нужно наложить полученные полосы.

Рассмотрен пример двухкомпонентной композиции на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Одним из управляющих параметров является длина углеродных волокон, вторым является размер исходного порошка

Секция 3. Компьютерное моделирование и дизайн материалов с иерархически организованной структурой

СВМПЭ. Между размерами волокон (0, 200 и 3000) имеется большой разрыв, и в этом случае для этого параметра используется логарифмическая шкала.

При этом сохраняется общий вид зависимостей эффективных характеристик от значений управляющих параметров, но возникает возможность получения более корректных результатов при построении поверхностей.

Выводы

Предложенный метод, основанный на использовании неполного объема экспериментальных данных, представляет собой удобный инструмент при создании новых наполненных полимерных материалов с заранее заданными свойствами. Его можно использовать как на этапах предварительного анализа зависимостей эффективных характеристик от управляющих параметров, так и для окончательного определения значений управляющих параметров. Показаны приемы использования метода для разных сочетаний управляющих параметров.

1. Panin, N.Yu. Grishaeva, P.A. Lyukshin, B.A. Lyukshin, I.L. Panov, S.A. Bochkareva, N.Yu. Matolygina, V.O. Alexenko Receiving the Recipe of the Compositions Based on UHMWPE with the Assigned Properties // *Inorganic Materials: Applied Research*. 2019. Vol. 10. No. 2. pp. 299–304.
2. Bochkareva S.A., Grishaeva N.Yu., Lyukshin B.A., Lyukshin P.A., Matolygina N.Yu., Panov I.L. Obtaining of specified effective mechanical, thermal, and electrical characteristics of composite filled with dispersive materials // *Inorganic Materials: Applied Research*. 2017. Vol. 8. Issue 5. pp. 651 – 661.
3. S. A. Bochkareva, N. Yu. Grishaeva, B. A. Lyukshin, P. A. Lyukshin, N. Yu. Matolygina, S. V. Panin, Yu. A. Reutov. A Unified Approach to Determining the Effective Physicomechanical Characteristics of Filled Polymer Composites Based on Variational Principles // *Mechanics of Composite Materials* January. 2019. Vol. 54. Issue 6. Pp. 775–788.