

тифицирован как существующий, первые два параметра должны совпадать с параметрами объекта из БД на 95 %. Параметр, связанный с окружением, у двух объектов должен быть идентичен. Дополнительные параметры в данном алгоритме не используются.

В случае обрыва связи, наличия помех, потери одной из основных навигационных систем БПЛА переходит в аварийный режим. Включается система навигации по собранной базе данных. БПЛА разворачивается на 180 градусов и производит предварительную обработку изображения.

Далее осуществляется поиск объектов по алгоритму принятия решений о существовании объекта в базе данных. В случае обнаружения существующего в базе объекта алгоритм будет использовать 4 дополнительных параметра объекта, хранящихся в базе данных, для определения текущего местоположения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработанная навигационная система является хорошим дополнительным методом для определения местоположения БПЛА. Используя данную систему в качестве второго-третьего уровня защиты от чрезвычайных ситуаций, мы получаем возможность значительно повысить вероятность неаварийной посадки БПЛА, а следовательно, и сохранить дорогостоящее оборудование.

### **Литература**

1. *Haralick R. M., Shapiro L. G.*, «Image Segmentation Techniques», Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol 29, No 1, 1985
2. *Otsu N.*, «A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms» IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 9, No. 1, 1979, pp. 62-66.

## **ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРА DUROFIX – 2 KIT**

**И. Д. Парфимович, М. В. Гринченко**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Высокие темпы развития техники требует новых конструкционных материалов, которые должны обладать уникальными механическими, электрическими, химическими и другими свойствами. Вместе с тем, традиционные природные и искусственные технические материалы уже не отвечают современным требованиям. В настоящее время основное направление в разработке новых материалов состоит в создании различных композитных структур известных материалов, в том числе и в обла-

сти полимерного материаловедения – полимерные композитные материалы (ПКМ). Одной из основных проблем при создании ПКМ являются выбор связующего и диспергированного вещества для получения материала с уникальными свойствами, а также легкость в воспроизведении и стабильность характеристик сформированных композитных материалов [1–3]. Поэтому на данном этапе исследований отработка методики изготовления образцов и изучение структурных особенностей формирования была поставлена в качестве цели работы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изготовления образцов использовался эпоксидный полимер Duro Fix- 2 Kit и две разновидности порошкообразного карбида кремния – SiC с примесями железа (черный), SiC, очищенный от металлических примесей (серый). Материалы были предоставлены лабораторией элионики НИИПФП им.А.Н.Севченко. Исследование структуры образцов проводилось на просвечивающем электронном микроскопе Hitachi H-800 (БГУ, Исследовательско-технологический центр коллективного пользования «Нанотехнологий и физической электроники»)

Образцы для исследования изготавливали по следующей методике:

Производилась заливка в форму смолы с последующим механическим перемешиванием в течение 2-3 минут с карбидом кремния. Количество порошка добавлялось таким образом, чтобы его массовая доля в конечном образце составляла 0,5 %, 1 %, 2 % и 5 % для первой группы образцов (черный SiC) и 1 %, 2 %, 5 % и 10 % для второй группы образцов (серый SiC). Далее в соотношении 5:1 происходило смешивание смолы с отвердителем, повторное перемешивание, выдерживание в течение 24 часов при комнатной температуре под вытяжкой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полимерные материалы, сформированные по указанной выше методике, представлены на рис. 1.

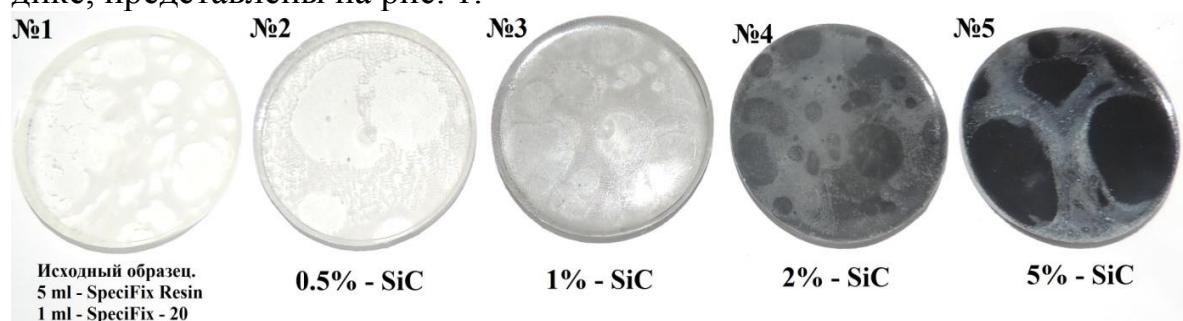


Рис. 1. Сформированный композитный полимер с добавлением черного SiC

Для изучения структурных особенностей формирования образцов были применены оптические методы исследования. Как показал эксперимент, образцы обладают неоднородностью распределения частиц в объеме эпоксидной матрицы. Причиной данного дефекта является тяжесть частиц черного SiC, а также низкая температура, при которой происходила полимеризация, вследствие чего наблюдается быстрое осаждение порошка.

На рис. 2. представлена микроскопия образцов.

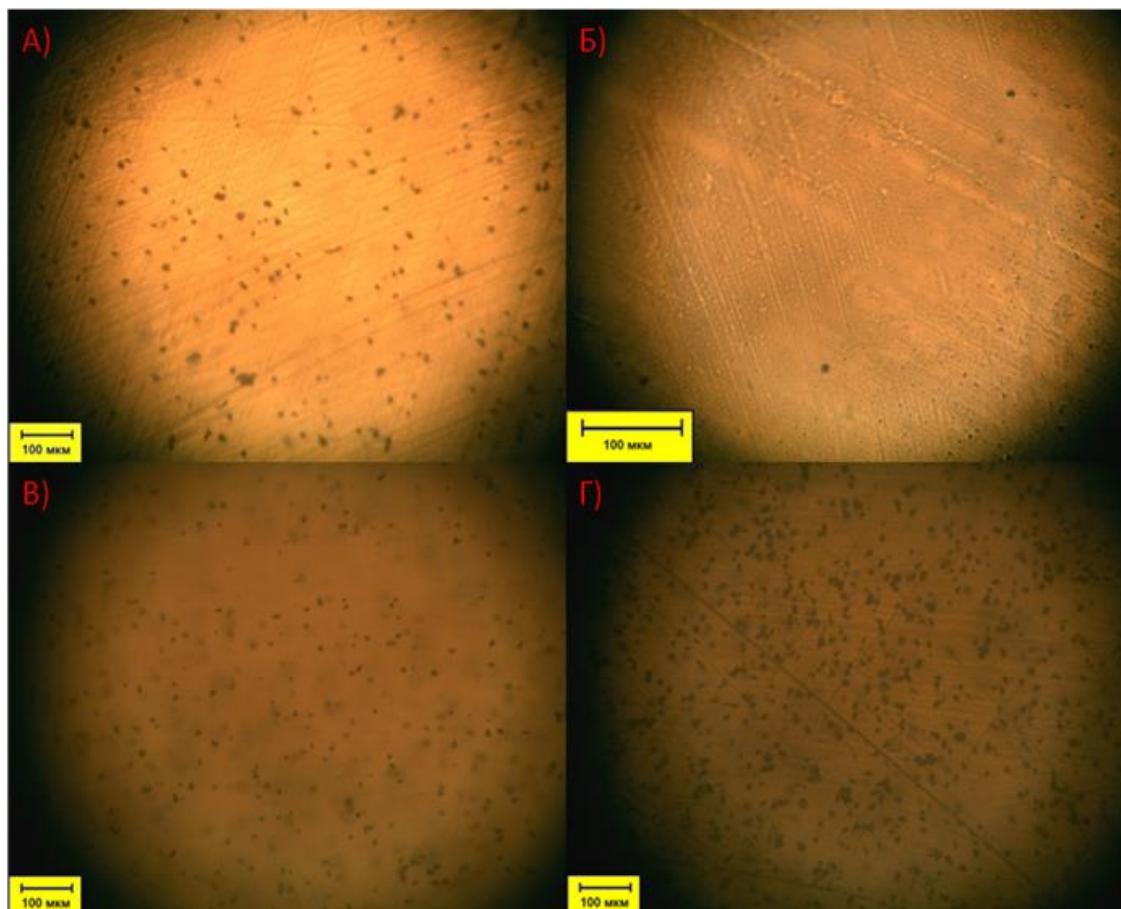
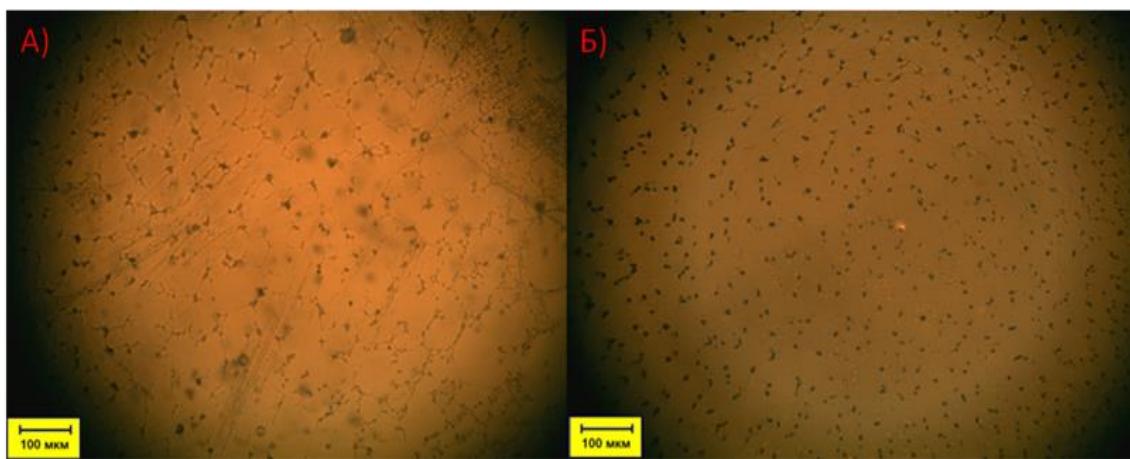


Рис. 2. Структура полимера с добавлением черного SiC: а – нижняя грань образца № 2, б – верхняя грань образца № 2, в – слой образца № 3 в 1500 мкм от верхней грани, г – слой образца № 3 в 3000 мкм от верхней грани

Кроме неравномерности распределения, у образцов присутствовал дефект липкости поверхности, свидетельствующий о том, что не все количество смолы вступило во взаимодействие с остальными компонентами. Излишнее содержание смолы в жидкой фазе обусловило образование сетки на поверхности образца № 3 и № 4 (рис. 3). Эффекта можно избежать, если изолировать формочку с образцом от окружающей среды.

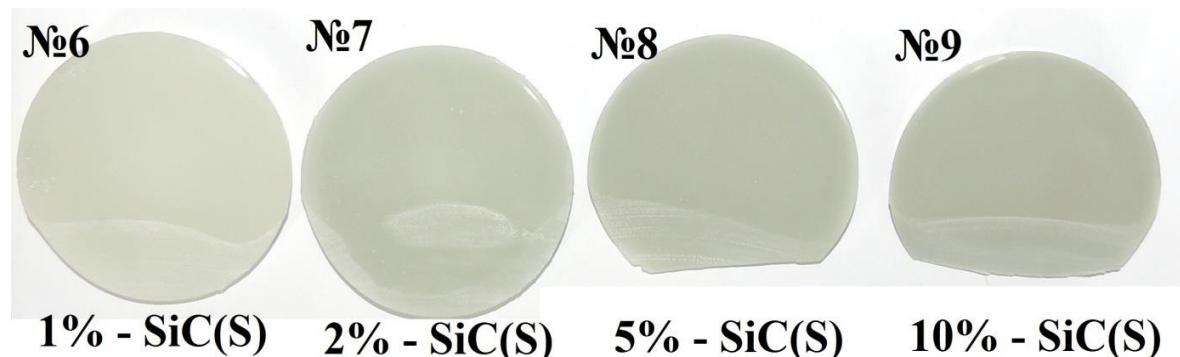


*Рис. 3. Полимерная сетка образца № 3 и № 4*

Проанализировав данные эксперимента, был сделан вывод, что для получения более качественного композита необходимы следующие действия:

1. Замена исходного порошка более легким. Например, серый SiC, с гораздо меньшим содержанием примесей;
2. Увеличение температуры протекания реакции полимеризации;
3. Изоляция образцов от окружающей среды.

Для дальнейших исследований по предложенной выше методике была изготовлена вторая серия образцов. Результаты представлены на рис. 4.



*Рис. 4. Сформированный композитный полимер с добавлением серого SiC*

Как показал эксперимент, полимеры обладают более однородной структурой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследовательской работы была освоена методика получения композитного полимера, изучена его структура и особенности формирования. Проанализирована возможность кратного увеличения концентрации карбида кремния. Исследовано распределение углеродосодержащих

частиц в композитном полимере. Методика адаптирована на двух группах образцов, в результате чего получены полимеры, обладающие однородной структурой.

### Литература

1. *Харрис П.* Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века / М. : Техносфера, 2003. – 336 с.
2. *Алдошин С. М., Бадамшина Э. Р., Каблов Е. Н.* / Полимерные нанокомпозиты – новое поколение полимерных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками. Тезисы докладов Международного форума по нанотехнологиям «Rusnanotech 2008». – С.385.
3. *Елецкий А. В.* Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства / Успехи физических наук. 2002. Т. 172. – С. 401.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА STGP ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПОИСКА РЕШЕНИЙ

### И. В. Подмазов

Зачастую, при использовании алгоритма генетического программирования для автоматической генерации программ, на этапе постановки задачи, кроме типов данных, множества переменных, функций и их возвращаемых значений, известны также некоторые априорные сведения либо предположения об оптимальной структуре решения задачи. Классический STGP [1, 2] не позволяет использовать эту информацию для уменьшения пространства поиска. Однако даже незначительные структурные ограничения способны уменьшить его на десятки порядков.

В результате экспериментов были реализованы и внесены следующие изменения в STGP. Предлагается 2 метода ускорения работы посредством сокращения пространства поиска.

Первым методом является выявление логически связных комбинаций узлов в синтаксических деревьях решений, объединение их в блоки и добавление в алгоритм в качестве новых узлов, возможно параллельно с удалением части старых узлов. Таким образом, алгоритм будет оперировать неразрывными соединениями узлов из исходной постановки задачи. В результате значительно уменьшится размер пространства поиска, а кроме того, уменьшится необходимая высота синтаксических деревьев, что еще сильнее ускорит работу за счет уменьшения количества возможных деревьев.

Как было установлено в процессе экспериментов, для больших максимальных высот синтаксических деревьев размер пространства поиска ведет себя как  $\exp(\exp(a * N + b))$ , где  $a$  и  $b$  – константы, зависящие от количества и состава используемых функций и конфигурации типовых