ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/178

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Брусенцева Т.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск

Длительная прочность и долговечность - это важнейшие характеристики, используемые при проектировании и реализующиеся при эксплуатации изделий из полимерных композиционных материалов. Путем сочетания наполнителя и полимерной матрицы можно получить материалы с заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, порой превосходящими аналогичные свойства металлов и сплавов. Введение наночастиц обеспечивает композиту достижение новых, не свойственных ненаполненному полимеру характеристик, не снижая пригодности его к переработке и не приводя к увеличению массы материала, поскольку используются они в очень малых количествах.

Исследования проводились на эпоксидном связующем марки LE - 828, в качестве отвердителя использовался изометилтетрагидрофталевый ангидрида (ИМТГФА) и катализатор ТИС К-01 для эпоксидных смол. В качестве наполнителя применяли нанодispersный порошок производства Degussa A380 – Аэросил, гидрофильный порошок оксида кремния, $\text{SiO}_2 > 99.8 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 < 0.05 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0.003 \%$, $\text{TiO}_2 < 0.03 \%$, $\text{HCl} < 0.025 \%$. Среднечисленный размер 7 нм, удельная площадь поверхности $380 \text{ м}^2/\text{г}$. Матрица содержала 100 масс.ч. LE - 828, 80 масс.ч. ИМТГФА и 4 масс.ч. ТИС К - 01. Концентрация нанодобавок составляла 0 % - 2 % от массы связующего. Эксперименты на растяжение проводились на испытательной установке Zwick Roell Allround Z005. Для экспериментов образцы изготавливались в соответствии с ГОСТ 11262-80 с прямоугольным сечением в рабочей части. Во время испытания дополнительно задавали преднагрузку 0.3 мПа, скорость перемещения траверсы 5 мм/мин. и размеры образца. Для каждой серии экспериментов изготавливалось не менее 10 образцов, в работе приведены усредненные данные.

Зависимость модуля упругости и деформации при разрушении от массовой концентрации наполнителя представлено на рисунке 1 и 2 соответственно.

Рис. 1. Зависимость модуля упругости при растяжении эпоксидного композита от массового содержания наночастиц А - 380

Рис. 2. Зависимость деформации при разрушении эпоксидного композита от массового содержания наночастиц А - 380

Как видно из рисунка 1, введение наночастиц диоксида кремния в эпоксидное связующее до 1 % в незначительной мере ухудшает модуль упругости композита. При этом добавление наполнителя от 1 % до 2 % приводит к увеличению модуля упругости на 4 %. Одним из важнейших показателей для эпоксидного связующего является деформация при разрушении, она увеличилась на 39 % при 0.6 % массовой концентрации наполнителя.

Прочностные свойства эпоксидного нанокompозита в большей степени зависят от массовой концентрации наполнителя. Наибольшие показатели прочности при растяжении и

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

напряжения при разрушении наблюдаются при концентрации наполнителя 0.6 %, они увеличились на 33 % и 34 % соответственно (рисунок 3,4).

Рис. 3. Зависимость напряжения при разрушении эпоксидного композита от массового содержания наночастиц А - 380

Рис. 4. Зависимости прочности при растяжении эпоксидного композита от массового содержания наночастиц А - 380

Заключение

Оптимизирована технология и физико-механические характеристики эпоксидного связующего марки LE – 828. Проведены серии экспериментов на одноосное растяжение, которые показали, что для наполненных эпоксидных смол модуль упругости увеличивается на 4% при массовой концентрации порошка 2 %. Определены оптимальные степени наполнения эпоксидной матрицы наночастицами диоксида кремния 0.2 % - 1 % по массе. Максимальные прочностные характеристики проявляются при концентрации 0.6 % - напряжение разрушение и прочность при растяжении увеличились на 33.2 % и 34.2 % соответственно; деформация разрушения возросла на 39 %. Результаты экспериментов показали целесообразность использования нанопорошков диоксида кремния для модификации эпоксидной смолы LE - 828 с целью улучшения ее механических характеристик.