**Структура и свойства эпоксидно-неорганических композитов и покрытий аминного отверждения, полученных с использованием золь-гель метода**

***Верескун А.Д.1, Михальчук В.М.1, Лыга Р.И.1, Глазунова В.А.2*, *Чабак И.Е.1, Труш Е.Н.1***

*Инженер кафедры физической химии*

*1Донецкий национальный университет, химический факультет, Донецк, Россия*

*2Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина, Донецк, Россия*

*E-mail:* [*nastyave22@gmail.com*](mailto:nastyave22@gmail.com)

Коррозия металлов и сплавов негативно отражается на экологии и экономике. Следовательно, поиск эффективного решения вопроса защиты металлических материалов от коррозии очень актуален. Использование органического покрытия является одним из способов решений данной проблемы. В качестве связующих антикоррозионных покрытий могут быть использованы эпоксидные смолы благодаря их хорошей адгезии к различным поверхностям. Целью данной работы было получение золь-гель методом эпоксидных композитов, наполненных диоксидами циркония и кремния, и изучение их структуры и различных свойств, в том числе, способности проявлять антикоррозионные свойства на поверхности алюминиевого сплава Д16.

Для синтеза композитов и покрытий использовали низковязкий циклоалифатический эпоксидный олигомер Eponex 1510 и полиамин Jeffamine T-403. Для формирования оксидных наполнителей в еще жидкое полимерное связующее вводили высокодисперсный цирконилгидроксид (содержание химически связанной и адсорбированной воды составляло 30 масс.%) и/или тетраэтоксисилан. Гидролитическая поликонденсация алкоксида кремния проходила за счет воды, содержащейся в исходных реагентах, таким образом в реакционную смесь воду не вводили. Эксперименты, проведенные на модельных системах, показали, что образование наноразмерных частиц кремнезема происходит очень быстро, по сравнению с формированием эпоксидно-аминной матрицы. Поэтому тетраэтоксисилан добавляли в реакционную систему после диспергирования в ней гидроксида цирконила. Концентрация наполнителей ZrO2, SiO2 и ZrO2/SiO2 в композитах составляла 1–15 масс.%. Использовали комбинированный наполнитель при массовых соотношениях двух оксидов: 1:1, 1:2 и 1:8.

Установлено, что как индивидуально введенные диоксид циркония и кремнезем, так и их сочетание повышают температуру стеклования и температуру завершения перехода композитов в высокоэластическое состояние. Во всех случаях наполнения полимера, кроме серии образцов с комбинированным наполнителем при соотношении ZrO2/SiO2=1:8, не наблюдается повышение неоднородности структуры композитов, что позволило предположить возможное взаимодействие между частицами ZrO2 и SiO2 при одновременном их использовании в составе композитов. Такое взаимодействие возможно за счет реакций конденсации ввиду наличия поверхностных гидроксильных групп у наночастиц оксидов с образованием связи Zr–O–Si. Армирующее влияние наполнителей авторы исследования связывают с формированием неорганического каркаса из оксидных частиц, который пронизывает весь объем композита. Методом электронной микроскопии установлена глобулярная структура полученных композитов. Глобулы образует органическая полимерная матрица, а центрами их формирования являются наночастицы наполнителей.

Установлено, что использованием диоксидов циркония и кремния в составе эпоксидных композитов приводит к повышению устойчивости образцов к термоокислительной деструкции. С повышением степени наполнения данный эффект усиливается.

Изучены антикоррозионные свойства полученных эпоксидно-оксидных покрытий на поверхности алюминиевого сплава Д16. Более высокая эффективность защиты сплава наблюдалась в случае использования комбинированного нанонаполнителя.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания (НИР FRRE-2023-0006, номер госрегистрации 124012400357-1).*