

УДК 544.77.022.822

А. Н. Мурашкевич, Е. В. Коробко\*, З. А. Новикова\*,  
М. С. Новицкая, О. А. Алисиенок  
*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,  
ул. Свердлова, 13а,  
\*Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАНБ  
e-mail: [man@belstu.by](mailto:man@belstu.by)*

## **ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРА- И НАНОДИСПЕРСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ДИСПЕРСИЙ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ГИДРОАВТОМАТИКИ**

Разработанная технология получения наполнителя включает ряд последовательных стадий:

1. Синтез золя диоксида титана с размером частиц 7–15 нм, концентрацией 3 мас. %  $\text{TiO}_2$  осаждением высокодисперсного гидратированного диоксида титана из водного, частично гидролизованного раствора тетрахлорида титана раствором карбоната аммония с последующей пептизацией в присутствии азотной кислоты.

2. Контроль основных параметров золя.

3. Смешение золя в заданной последовательности и соотношении с добавками в условиях ультразвукового диспергирования, сопровождающееся переходом золя в гель и протеканием химических превращений структурирующего компонента и модификаторов.

4. СВЧ сушка промежуточного продукта с последующим измельчением в планетарной мельнице.

5. Термообработка высушенного и измельченного продукта в условиях неподвижного слоя. На этой стадии происходят процессы структурно-фазовых превращений основного, структурирующего компонентов и модификаторов с образованием модифицированного нанодисперсного продукта.

Разработке данной технологии предшествовали экспериментальные исследования, включающие:

апробирование различных растворных методов получения диоксида титана с использованием алкоксидов и тетрахлорида титана (соосаждение, модифицированный золь-гель метод и др.), в результате был сделан выбор в пользу золь-гель технологии; оптимизацию природы и количества модифицирующих компонентов (см. рис.1);

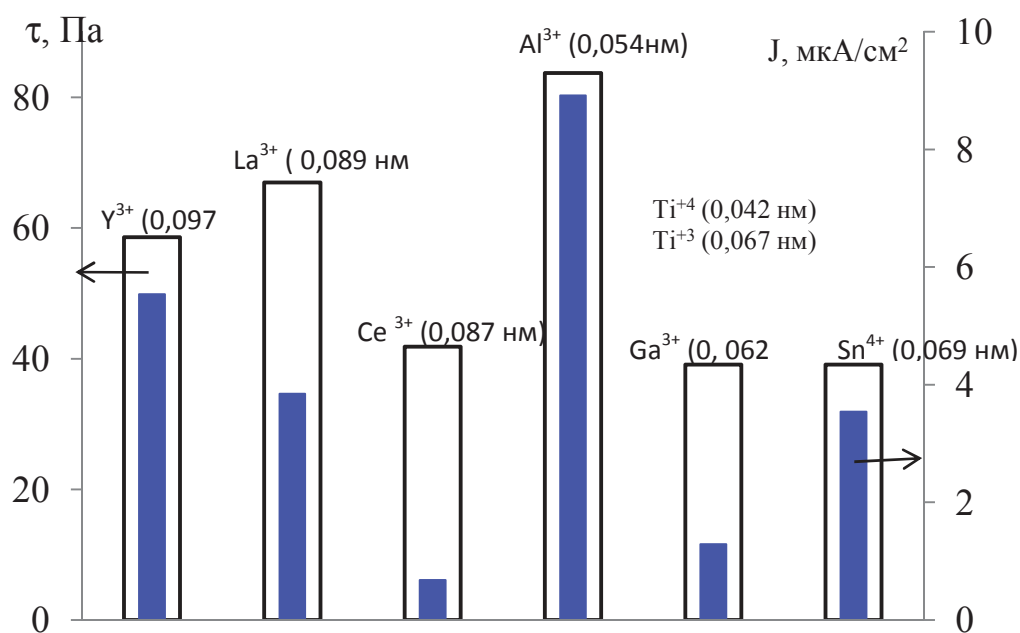


Рисунок 1 – Влияние природы катиона-модификатора на электрореологический отклик наполнителя в составе 5% электрореологических дисперсий: скорость сдвига  $32 \text{ с}^{-1}$ ;  $E = 3 \text{ кВ/мм}$

Исследование влияния количества модификатора, структурирующего компонента и температуры обработки на структурно-фазовое состояние наполнителя и его выход (рис. 2);

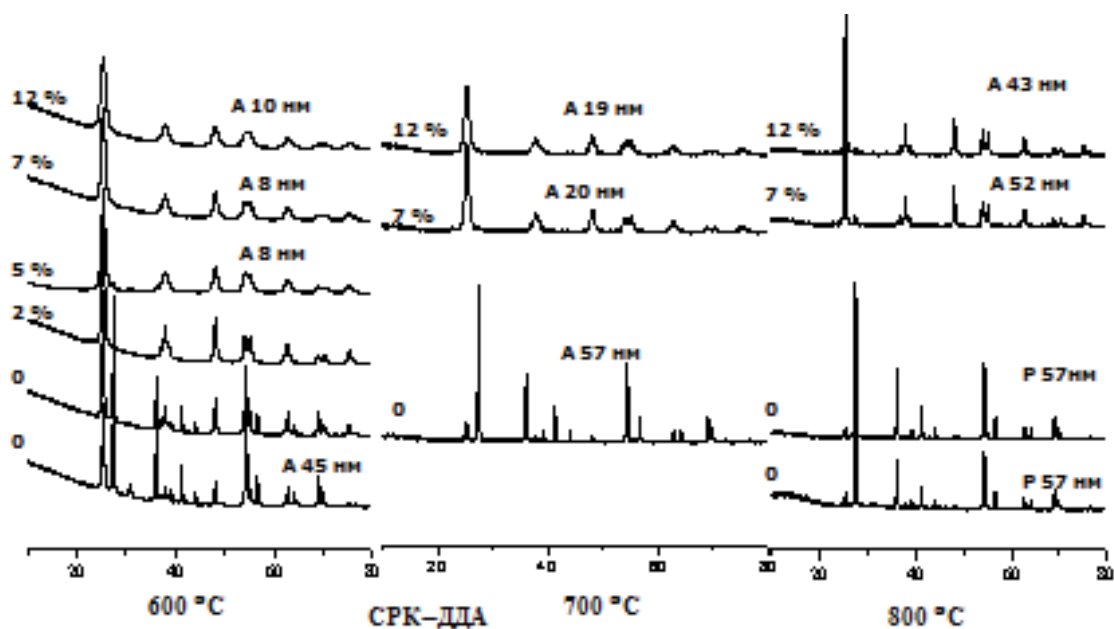


Рисунок – 2. Влияние количества модификатора и температуры обработки на структурно-фазовое состояние наполнителя: А – анатаз, размеры кристаллитов, в нм; количество модификатора, мол.%

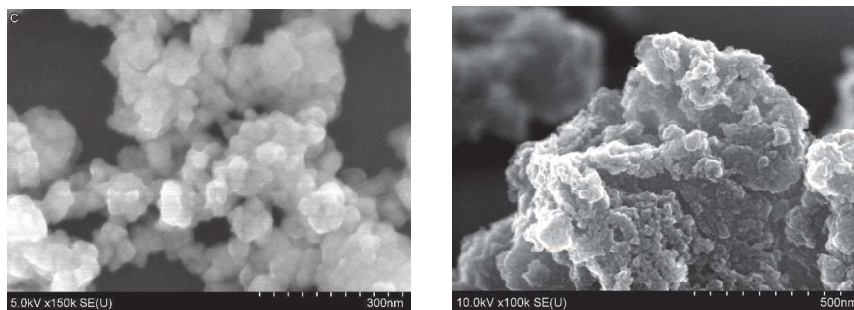
Сравнительный анализ разработанной технологии с известными зарубежными аналогами позволяет отметить ее следующие основные преимущества:

1. Воспроизводимое получение зольей диоксида титана из доступного промышленно производимого сырья – тетрахлорида титана.

2. Возможность поддержания заданного оптимального соотношения диоксида титана, модификатора и структурирующего компонентов.

3. Быструю и эффективную сушку промежуточного продукта за счет применения СВЧ технологии.

4. Получение модифицированного высокодисперсного диоксида титана, имеющего структуру анатаза, с размером кристаллитов 10–20 нм.



**Рисунок 3 – Микрофотографии образцов нанодисперсного модифицированного диоксида титана**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н. Мурашкевич, О.А. Алисиенок, И.М. Жарский, Е.В. Коробко Использование модифицированного диоксида титана и титаносодержащих композитов в качестве наполнителей, обладающих электрореологическим эффектом. Неорган. материалы. 2013. **49**. № 2. с.158–165.

2. А.Н. Мурашкевич, О.А. Алисиенок, И.М. Жарский, Е.В. Коробко, Н.А. Журавский, З.А. Новикова. Физико-химические и электро-реологические свойства диоксида титана, модифицированного оксидами металлов. Коллоид. ж. 2014 **76**. №4. с. 506–513

3. А.Н. Мурашкевич, О.А. Алисиенок, И.М. Жарский, Е.В. Коробко, З.А. Новикова Влияние условий получения наноразмерного диоксида титана, модифицированного алюминием, на эффективность его применения в электро-реологических дисперсиях Коллоид. ж., 2017, **79**, № 1, с. 65–72

4. А.Н. Мурашкевич, О.А. Алисиенок, И.М. Жарский, К.Г. Моисеев. Патент №19441, РБ. Способ получения диоксида титана, легированного оксидами металлов. МПК В01J 37/02, В01J 21/06, В82Y 40/00. Заявлен 05.07.2012, опубл. 30.08.2015.