

фракций молекулярной массы и морфологии. Фракция, полученная конденсацией летучих продуктов с температурой разложения 50–80 °С, представляет собой микропленки с толщиной в несколько нанометров. Частицы конденсированной фракции с температурой термообработки 180–210 °С имеют вид трубок, сформированных из тонких пленок. Фракция с температурой разложения 430–460 °С состоит из сфероподобных частиц, подобных на частицы исходного продукта, с небольшим разбросом размеров.

Таким образом, единичные частицы ультрадисперсного порошка политетрафторэтилена (УПТФЭ), по-видимому, имеют луковичное строение, в котором сердцевина частицы формируется из наиболее высокомолекулярной фракции, а последующие слои – из олигомерных фракций различной молекулярной массы. Подобное строение частиц УПТФЭ «Форум» обуславливает их многофункциональность при использовании в качестве модифицирующих компонентов в материалах различного состава. Так, низкомолекулярные олигомерные фракции обуславливают формирование разделительных слоев на поверхностях трения в мягких режимах эксплуатации. Олигомер-полимерные частицы ультрадисперсного политетрафторэтилена «Форум» могут быть использованы не только как антифрикционная противоизносная добавка к смазкам, но и как технологический компонент при изготовлении компонентов функциональных материалов и изделий на их основе.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С УНМ

В. Б. Дроздович¹, П. Б. Кубрак¹, С. А. Жданок², И. М. Жарский¹

¹*Белорусский государственный технологический университет,
Минск, ул. Свердлова, 13а*

²*Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси,
Минск, ул. П. Бровки, 15*

Определяющим фактором свойств, структуры композиционных электролитических покрытий (КЭП) в первую очередь является природа, размерность инертной фазы. Особенностью композиционных материалов, КЭП, содержащих наноразмерные частицы, является существование развитой границы раздела фаз. Наличие границы между непрерывной фазой (матрицей) и дисперсной фазой (включениями) – основная характеристика композиционных материалов. Межфазную границу, как правило, обладающую избыточной поверхностной энергией, способностью к протеканию процессов диффузии, растворению, перемещению наночастиц, в особенности атомарного, молекулярного водорода, образованию новых фаз, можно считать третьей фазой. Эти особенности КЭП могут наиболее выразительно проявляться, с точки зрения электрокаталитической активности, коррозионных свойств, наводороживания, в процессе катодного выделения водорода.

Для получения КЭП, содержащих УНМ, с широким спектром свойств отработана методология синтеза в различных электролитах на стальных и других основах, обеспечивающая, прежде всего, прочное закрепление УНМ в никелевой матрице, устранение переходного сопротивления на границе металл–углерод. Установлено, что необходимым условием синтеза КЭП является получение устойчивой дисперсии электролит-УНМ путем ультразвуковой обработки, предотвращающей агрегатива-

ние в течение длительного времени. Наиболее активное внедрение УНМ в никелевое покрытие происходит в присутствии ПАВ.

Методом сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным химическим анализом установлено, что в процессе синтеза КЭП происходит активное осаждение никеля на самих УНМ. Установлено, что КЭП с УНМ проявляют высокую электрокаталитическую активность к водородной и кислородной реакциям, повышенную водородосорбционную емкость. Фактор шероховатости КЭП с УНМ по сравнению с гладкими никелевыми гальванопокрытиями возрастает более чем на три порядка. Перенапряжение выделения водорода на КЭП при промышленных плотностях тока на 0,3–0,35 В ниже по сравнению с гладким никелевым серосодержащим покрытием.

МОРФОЛОГИЯ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДОВ ТИТАНА И ВОЛЬФРАМА, СИНТЕЗИРУЕМЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ЖИДКОСТИ

В. С. Бураков¹, Н. А. Савастенко¹, Н. В. Тарасенко¹, П. Я. Мисаков¹,
А. А. Невар¹, Е. И. Мосунов², Т. Ф. Григорьева³, А. И. Анчаров

¹Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Республика Беларусь,
220072, Минск, пр. Независимости, 68

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Республика Беларусь,
220072, Минск, ул. Академическая, 12, e-mail: emosunov@rambler.ru

³Институт химии твердого тела и механохимии, Сибирское отделение РАН,
Россия, 630128, Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18

Мелкодисперсные порошки карбида титана и вольфрама применяют в производстве износостойких материалов. При этом покрытия, получаемые на основе порошковых материалов, являются, как правило, пористыми. Наличие в исходных порошках наноразмерных частиц может уменьшить размер пор, что приведет, в свою очередь, к существенному увеличению твердости получаемых покрытий.

В настоящей работе представлены результаты исследования морфологии и фазового состава наночастиц карбида титана и вольфрама, синтезируемых в искровом разряде между двумя титановыми или вольфрамовым и графитовым электродами, погруженными в этиловый спирт.

Исследования методами просвечивающей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа показали, что синтезируемый материал содержит наночастицы сферической формы диаметром 2–8 нм.

Результаты рентгенофазового анализа установили, что нанопорошок, синтезируемый в разряде между графитовым и вольфрамовым электродами, состоит из смеси W_2C (5,8 об.%), WC_{1-x} (32,8 об.%) и C (61,4 об.%). Синтезируемый между титановыми электродами нанопорошок состоит из TiC (88,7 об.%), TiC_2 (4,7 об.%) и C (6,6 об.%). Дальнейшая температурная обработка порошка карбида титана при температуре 400–450 °С в течение 5 мин позволяет полностью очистить его от нежелательной примеси – углерода.