

ся и образует в цементном камне поры и снижает прочность, но уменьшает плотность раствора [3]. По полученным результатам (табл. 1) установлено, что с увеличением В/Т соотношения параметры тампонажного раствора изменяются в широком диапазоне. При В/Т равном 0,5 раствор не соответствует стандартам ГОСТа 1581-96 по таким показателям, как плотность, водоотделение, время загустевания. Поэтому водотвердое соотношение поднято до 0,8. Оптимальными являются составы, состоящие на 99 % из цемента и 1 % микросфер, 97 % из цемента и 3 % микросфер. Остальные опробованные составы не отвечают по водоотделению требованиям стандарта. При В/Т равном 0,8 наблю-

дается нарушение однородности тампонажной смеси и возникновение большого количества свободной воды. По результатам полученных данных отметим, что с увеличением количества микросфер прочностные показатели цементного камня уменьшаются.

В результате исследования установлен состав облегченного тампонажного раствора с использованием перлитовых микросфер, соответствующий по всем параметрам требованиям ГОСТа 1581-96 «Портландцементы тампонажные». Показано, что полые микросферы из перлита являются эффективной облегчающей добавкой для тампонажного раствора и позволяют уменьшить его плотность до 1,49 г/см³.

Список литературы

1. Perfilov V.A., Oreshkin D.V., Semenov V.S. // *Procedia Engineering*, 2016.– Vol.150.– P.1479–1484.
2. Oreshkin D.V., Belyev K.V., Semenov V.S., Kretova U.E. // *Industrial and Civil Engineering*, 2010.– Vol.9.– P.50–51.
3. Русинов Д.Ю. // *Проблемы научно-технического прогресса в бурении скважин*, 2014.– С.302–312.

ВЛИЯНИЕ КАТОДНОГО СМЕЩЕНИЯ ОТ СТАЦИОНАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОВЕРХНОСТИ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОКРЫТИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

И.А. Рогова

Научные руководители – д.ф.-м.н., профессор А.П. Ильин; к.т.н., доцент О.И. Налесник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, inna.aleksenko92@mail.ru

Процесс химического никелирования известен с начала XX века за счет способности выравнивать поверхность металлов и защищать их от коррозии. Помимо этого, никель-фосфорные покрытие обладает высокой гидростойкостью, износостойкостью. Данные свойства никелевое покрытие приобретает за счет включения фосфора в металлический никель. Соответственно при катодном воздействии на процесс образования никель-фосфорного покрытия возможны изменения в свойствах поверхности, в данном случае на шероховатость.

Целью данной работы является изучение шероховатости алюминиевых образцов с никель-фосфорным покрытием, полученных в кислом стандартном растворе химического никелирования при наложении катодного потенциала.

Подготовка и осуществление процесса

проводилось согласно изложенной методике [1]. Полученные покрытия были исследованы на трехмерном бесконтактном профилометре (Micro Measure 3D Station) с шагом измерения 0,1 мкм. В таблице 1 представлены результаты измерений.

Согласно таблице 1, в результате химического никелирования происходит снижение шероховатости поверхности подложки на 0,05 мкм, что соответствует утверждению об выравнивающих свойствах химического никелирования [2].

При катодном смещении образца на 0,01 В от стационарного потенциала –0,48 В процесса химического никелирования происходит увеличение шероховатости поверхности в 2 раза, что говорит об изменении качественного и количественного состава покрытия.

С увеличением катодного воздействия до

Таблица 1. Зависимость шероховатости от смещения потенциала поверхности

№ образца	Примечание	Шероховатость Ra, мкм
1	исходный образец	0,545
2	химический никель $E_{\text{кат}} = 0,00$ В	0,493
3	катодное смещение $E_{\text{кат}} = 0,01$ В	0,851
4	0,03 В	0,671
5	0,05 В	0,665
6	0,08 В	0,622
6	0,10 В	0,373
8	0,15 В	0,217
9	0,20 В	0,335
10	0,25 В	0,242

–0,08 В шероховатость поверхности снижается незначительно, но при смещение – 0,10 В происходит снижение шероховатости в 2 раза. Данные изменение можно объяснить тем, что при таком смещении доля электрохимически осажденного никеля превышает долю химического никеля.

Известно, что химический никель имеет мелкокристаллическую структуру α -никеля, в которой атомы никеля и фосфора распределены

равномерно [3].

Высказано предположение, что при малых катодных поляризациях электрохимическое осаждение идет преимущественно на атомах никеля, что увеличивает шероховатость. С увеличением катодной поляризации линейная кристаллизация никеля стремиться к захвату всей поверхности.

Список литературы

1. Алексенко И.А. Химическое никелирование пластин из алюминия с применением электростимуляции поверхности // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, посвященной 120-летию Томского политехнического университета, 17–20 мая 2016 г. – г. Томск, 2016. – С.36–37.
2. Петухов И.В. и др. Влияние времени осаждения на процессы формирования Ni-P покрытий // Вестник Пермского университета. Серия: Химия, 2011. – №3. – С.47–56.
3. Моисеев В.И. Методика определения атомной структуры осадков химически восстановленного никеля // Известия Академии наук СССР. Серия физическая, 1962. – Т. XXVI. – №3. – С.378–383.

ПОДБОР СОСТАВА ДЛЯ БЕЗВИСМУТОВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА

О.И. Родимов, М.М. Киселев, Е.С. Сетракова
Научные руководители – к.т.н., доцент М.А. Вартамян

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, olegrodimov468@gmail.com

Поликристаллические материалы на основе оксида цинка нашли широкое применение в качестве варисторов, благодаря высокой нелинейной вольт-амперной характеристики (ВАХ).

Нелинейность оксида цинка обеспечивается за счет введения добавок оксидов металлов, которые создают потенциальный барьер на грани-

це зерен. Как правило, в коммерческих выпускаемых варисторах содержатся токсичные оксиды, такие как оксиды Bi и Sb. Современные требования экологии, предъявляемые к производству подразумевают замену токсичных оксидов, на менее токсичные.

Оксидноцинковые варисторы получают