

ценцию бактериального репортерного штамма *Escherichia coli* K12 TG1 *lac::luxCDABE*. Сам хлорид меди(I), как и исходные лиганды, не проявили значительной биологической активности,

в то же время комплексные соединения проявляют выраженную антибактериальную активность при минимальной ингибирующей концентрации от 16 до 45 мкг/мл.

### Список литературы

1. González-Ballesteros N., Pérez-Álvarez D., Rodríguez-Argüelles M. C., Henriques M. S. C., Paixão J. A., Prado-López S. // *Polyhedron*, 2016.– 119.– 112–119.
2. Papazoglou I., Cox P.J., Hatzidimitriou A.G., Kokotidou C., Choli-Papadopoulou T., Aslanidis P. // *Eur. J. Med. Chem.*, 2014.– 78.– 383–391.
3. Santini C., Pellei M., Gandin V., Porchia M., Tisato F., Marzano C. // *Chem. Rev.*, 2013.– 114.– 815–862.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

А.Е. Попова, В.В. Кабанова

Научный руководитель – профессор О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Тампонажные растворы повышенной плотности применяются при цементировании нефтяных и буровых скважин в условиях высоких пластовых давлений и температур. С этой целью в цементные растворы добавляют утяжелители, такой раствор имеет плотность свыше 1,9 г/см<sup>3</sup>. Качество утяжелителя цементных растворов оценивают по таким показателям, как удельная поверхность, плотность, отсутствие водопотребных добавок и гранулометрический состав. Для получения цементных растворов высокой плотности, необходимо, чтобы утяжелитель имел определенную удельную поверхность и был без примесей [1]. С этой целью используют различные материалы, например, феррофосфор, плотность которого составляет 7,69 г/см<sup>3</sup> [2].

В ряде работ показана эффективность применения для этих целей различных утяжелителей, в частности немолотого кварцевого песка или магнетита [3]. Магнетит обладает более высокой плотностью, чем кварцевый песок, и

поэтому обеспечивает большее утяжеление тампонажного раствора.

В данной работе в качестве утяжелителя рассмотрен продукт, полученный путем выделения магнитной фракции из золошлаковых отходов (далее магнетит). В таблице 1 приведены некоторые характеристики рассматриваемого утяжелителя.

В ходе эксперимента установлен максимальный процент добавки утяжелителя, при котором плотность тампонажного материала соответствует требованиям ГОСТ 1581-96 и отвечает марке портландцемента с утяжелителем (ПЦТ III-Ут1): 60 % магнетитового утяжелителя к 40 % ПЦТ 1-G-CC-1 при В/Ц=0,32. При содержании утяжелителя в количестве 70 % и максимально пониженном водоцементном соотношении – 0,3, плотность материала составляет 2,2 г/см<sup>3</sup>, что соответствует марке (ПЦТ III-Ут2) [3].

Полученный цементный раствор марки ПЦТ III-Ут2 имеет недостаточную седиментационную устойчивость, что подтверждается большим во-

Таблица 1. Физические характеристики магнетитового утяжелителя

Показатель	Размерность	Нормативные требования	Результаты испытаний
Массовая доля общего железа	%	30–47	32,4
Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1 800–1 920	1 870
Крупность, не более	мм	0,5	соответствует
Содержание магнитной фракции, не менее	%	90	92,6
Массовая доля влаги, не более	%	10,5	0,7

доотделением – 18 мл (норма < 10,0 мл). Данное обстоятельство обусловлено низкой гидрофильностью частиц. Кроме того, экспериментально установлено длительное время загустевания – более 6 ч, что превышает значения ГОСТ и среднестатистическое время цементирования – 5 ч. При проверке сходимости результатов испытаний было выявлено, что плотность образцов тампонажного раствора с одним и тем же содержанием утяжелителя расходится в диапазоне  $\pm 0,05$  г/см<sup>3</sup>, что указывает на непостоянство насыпной плотности утяжелителя. Это не

влияет на иные характеристики тампонажного материала.

Таким образом, цементный камень, полученный с добавлением магнетитового утяжелителя в количестве 60%, характеризуется повышенными прочностными свойствами, превышающими регламентируемые значения ГОСТ 1581-96, что дает возможность использования данного материала в качестве утяжеляющего наполнителя для тампонажных материалов, используемых при цементировании нефтяных и газовых скважин с повышенным пластовым давлением.

### Список литературы

1. Булатов А.И., Данюшевский В.С. Тампонажные материалы. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1987. – 280 с.
2. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург, М.: Летопись, 1995. – 230 с.
3. А.Г. Гурджиев Тампонажные растворы повышенной плотности // Бурение и нефтью, 2009. – №5. – С.40–41.
4. Исачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси. Учебник для вузов. – М.: Недра, 2013. – 310 с.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГЕТЕРОФАЗНОЙ КОНВЕРСИИ $K_2ZrF_6$ В ГИДРОКСИД ЦИРКОНИЯ И ЕГО ТЕРМОЭВОЛЮЦИЮ

Пьяе Пьо

Наручные руководители – к.х.н., доцент А.В. Жуков; д.х.н., профессор С.В. Чижевская

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, [ruaerphyo881@gmail.com](mailto:ruaerphyo881@gmail.com)

Особый интерес к получению низкотемпературного метастабильного тетрагонального диоксида циркония обусловлен его применением в целом ряде областей современной науки и техники (конструкционные и ионообменные материалы, электроника, селективные адсорбенты, газоанализаторы, носители катализаторов и др.). Как правило, низкотемпературный метастабильный t-ZrO<sub>2</sub> получают термолизом гидроксида циркония, в частности, синтезированного методом гетерофазной конверсии из различных исходных соединений циркония [1].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния условий гетерофазной конверсии гексафтороцирконата калия K<sub>2</sub>ZrF<sub>6</sub> растворами КОН в гидроксид циркония и его термоэволюцию.

Гексафтороцирконат калия контактировали с раствором 2,7М КОН (25 °С) в течение 5–120 мин ( $\tau_k$ ) в режиме, исключающем разрушение кристаллов. Продукт ГК промывали многократно водой, высушивали и подвергали термообработке при температуре 700 °С (дли-

тельность изотермической выдержки 2 ч). Продукт ГК и его термоэволюции изучали методом РФА.

Анализ дифрактограмм показал, что наряду с метастабильным t-ZrO<sub>2</sub> (>90%) в образцах, время контактирования фаз которых превышало 90 мин, в них присутствуют и другие фазы

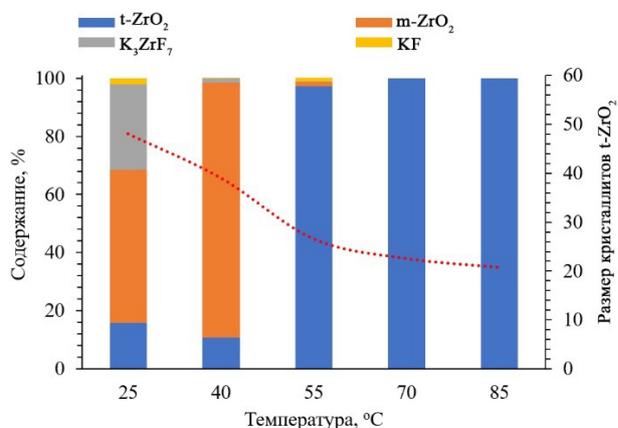


Рис. 1. Влияние температуры ГК на фазовый состав продуктов термообработки при 700 °С гидроксидов и размер кристаллитов t-ZrO<sub>2</sub>