

новительной обработкой консолидированные материалы характеризуются высокими значениями намагниченности (до 140 эме/г), по сравнению с исходными оксидами (табл. 1). Значение коэрцитивной силы не превышает 200 Э, что соответствует параметрам магнитомягких систем.

Кинетические кривые сорбции (рис. 1) описывают высокую эффективность извлечения уранил-катионов  $UO_2^{2+}$  из кислых и слабокислых сред сорбентами консолидированного типа (образец Fe-2), за счет быстрой кинетики окисления железа ( $Fe^0$  и  $Fe^{2+}$ ). Исходные порошки наноструктурированных оксидов железа (образец Fe-1) механически неустойчивы и способны к частичному растворению при низких значениях pH, что связано с отсутствием «восстановительного осаждения» урана и его комплексообразованием в присутствии карбонат-ионов. Устойчивые отрицательно заряженные уранил-карбонатные комплексы, образующиеся на поверхности адсорбента, блокируют его активные центры, тем самым лимитируя процесс сорбции.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00066 «мол\_а».

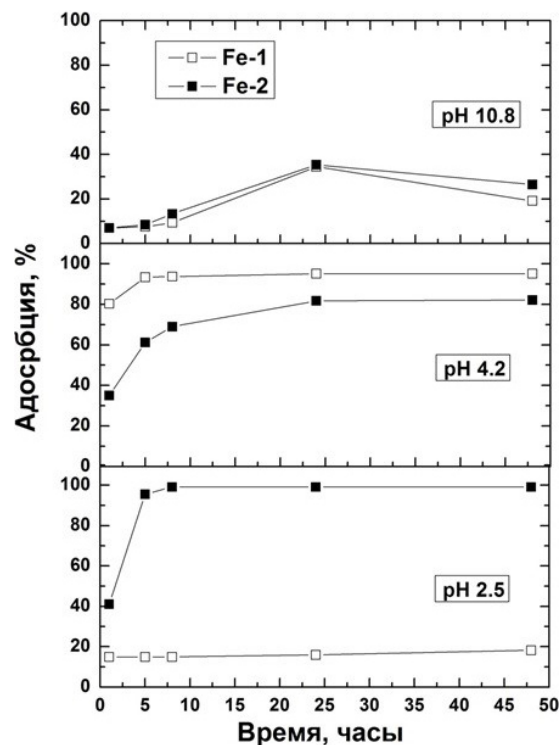


Рис. 1. Кинетические кривые сорбции уранил-ионов из водных растворов при различных значениях pH с использованием сорбентов на основе наноструктурированных оксидов железа и их восстановленных форм

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ O/N НА РАСТВОРИМОСТЬ TiON-ПОКРЫТИЙ В МОДЕЛЬНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Е.В. Ефимова, Л.А. Леонова, Е.Л. Бойцова

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры ХТРЭ ФТИ Л.А. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eve7@tpu.ru

В настоящее время перспективными для хирургических стентов являются покрытия оксинитрида титана (TiON). Установлено [1–2], что допирование азотом покрытия на основе диоксида титана придает имплантатам антитромбогенные свойства и улучшает их гемосовместимость. Однако, как варьирование содержания азота может влиять на свойства покрытий, не изучено. Причем стенты в организме «работают» в условиях гидродинамических нагрузок (ток крови, желчи), что может сказаться на состоянии покрытий в процессе эксплуатации.

Цель настоящей работы – изучение влияния соотношений O/N и условий выдержки в растворах TiON покрытия на его химическую стойкость.

В экспериментах участвовали титановые подложки 20×20×1 мм с двухсторонним покрытием Ti–O–N с различным содержанием кислорода (1–2) и азота (1–4). Объем растворов – в зависимости от площади образца согласно рекомендациям ГОСТ Р ИСО 10993-12-2009. Образцы покрытий с соотношением O/N = 1/3 испытывались в статических и динамических условиях. Подложки с покрытиями выдерживались в модельных растворах крови и желчи (основа – раствор Рингера и мочевины, соответственно) в течение 5 недель (912 ч.). Далее образцы вынимались, взвешивались, а раствор анализировался на предмет обнаружения элементов покрытия (Ti). Для этих целей использовали атомно-эмиссионный анализ на спектрометре ICAP 6300

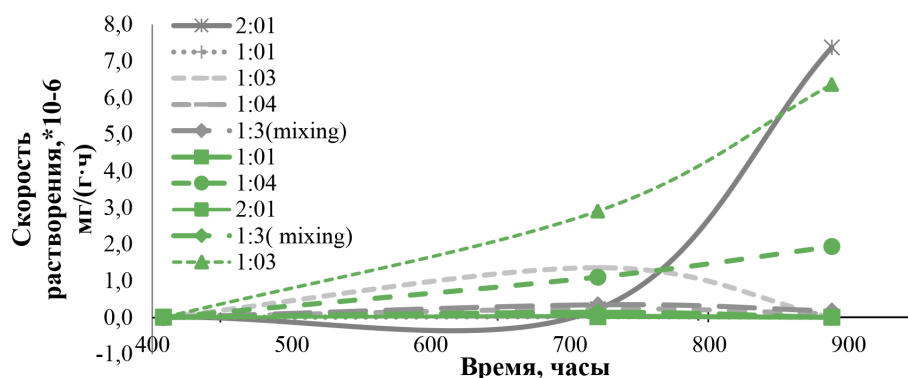


Рис. 1. Изменение скорости растворения покрытия в экспериментальных жидкостях с течением времени: зеленые – в растворе Рингера, серые – в растворе мочевины

Дио. В качестве стандартных, эталонных растворов использовались свежеприготовленные модельные растворы.

Химическую стойкость оценивали по скорости растворения покрытия по формуле:

$$R_s = \frac{1}{S} \cdot \frac{dC}{dt},$$

где  $S$  – удельная площадь поверхности образца, м<sup>2</sup>/г.

В случае протекания реакции на однородной поверхности, скорость растворения будет изменяться пропорционально величине поверхности раздела. Результаты приведены на Рисунке 1.

Из графиков зависимостей видно, что на протяжении 400 часов, происходит небольшой рост скорости растворения для большинства об-

разцов, а после ее уменьшение, что, предположительно, связано с обратным осаждением ионов из растворов на тестируемых поверхностях. Однако для образцов, испытывающих гидродинамические нагрузки, по сравнению с образцами, находящимися в растворах в статичных условиях, рост массы и скорость растворения образцов оказались меньше, что предположительно связано с тем, что перемешивание может ограничивать межфазовый массообмен.

Таким образом, было установлено, с увеличением содержания азота в покрытиях – TiON-пленки приобретают химическую, коррозионную стойкость, а нахождение покрытий в динамической среде организма не ускоряет их растворение.

### Список литературы

1. Структурные характеристики оксидных и оксинитридных покрытий титана. / А.А. Пустовалова и др. // *Материалы IV Международной научно-практической конференции, г. Томск, 13–15 октября 2016.* – С.80–85.
2. Пичугин В.Ф., Хлусов И.А., *Electrokinetic*

*properties, in vitro dissolution, and prospective hemoand biocompatibility of titanium oxide and oxynitride films for cardiovascular stents // Бюллетень сибирской медицины, 2015.* – Т.14. – №2. – С.55–66.

## РАЗДЕЛЕНИЕ U И Pu ПРИ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РЕАКТОРОВ ВВЭР

Н.А. Журавлев, В.А. Карелин, А.А. Азанов  
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Карелин

*nikolay\_shuravlev@mail.ru*

В настоящее время основным источником электроэнергии является ядерная энергетика. По окончании кампании в атомном реакторе накапливается большое количество облученного ядерного топлива (ОЯТ), которое подлежит хра-

нению. В связи с этим становится актуальной разработка оптимальных методов переработки ОЯТ с выделением из него ценных компонентов таких как уран и плутоний.

Основным методом разделения урана и плу-