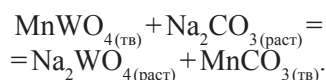


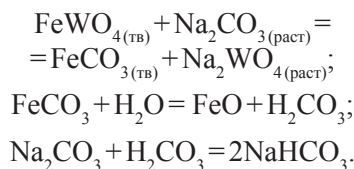
**Таблица 2.** Данные о содержании элементов в растворе после выщелачивания

№ п/п	Содержание соды, г	Ca, мг/л	Fe, мг/л	Si, мг/л	P, мг/л	W, мг/л	Mn, мг/л
1	250,00	16,2	3,11	29,11	727,3	80990	26,79
2	218,75	22,8	2,22	46,17	799,9	89680	23,14
3	187,50	13,9	1,82	29,19	583,5	69370	11,06
4	156,25	15,5	4,25	52,36	610,9	74910	12,70
5	125,00	11,7	2,49	40,26	510,9	75610	9,35

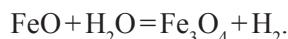
ве процесса лежит реакция [7]:



Реакция протекает полностью в правую сторону только при 2,5–4,5-кратном избытке соды сверх стехиометрии. Чем беднее концентрат, тем больший требуется избыток. Наличие примесей железа усложняет протекание процесса, т.е. вместе с основной реакцией будут протекать побочные:



Образующийся оксид железа (II) при 200–225 °С претерпевает превращение:



Образование гидрокарбоната натрия ведет к снижению концентрации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в растворе и требует большего избытка реагента [1].

Для решения данной задачи был использован горизонтальный автоклав объемом 1700

мл, оборудованный лопастной мешалкой, скорость вращения которой составляла 28 об/мин. Нагревание автоклава осуществлялось при помощи электрических нагревательных элементов с контролем температуры внутри автоклава (термопары) с точностью  $\pm 2$  °С. Для проведения процесса выщелачивания был выбран температурный режим в области 225 °С, при этом в автоклаве создавалось давление 25 атм. Процесс переработки длился 5 часов, но отсчет времени начинался только после того, как достигалось рабочее давление.

Масса реагентов в первой загрузке составляла 200 г вольфрамового концентрата, 250 г соды и 1000 мл дистиллированной воды. В последующих экспериментах изменялась масса соды с шагом 1/8 от исходной загрузки, т.е. 218,75 г во втором опыте, 187,50 г в третьем, 156,25 г в четвертом и 125,00 г в пятом.

В зависимости от массы используемой соды, в раствор переходит разное количество примесных элементов и вольфрама, содержание элементов в растворе после выщелачивания представлен в таблице 2.

### Список литературы

1. Зеликман А.Н., Коришунов Б.Г. *Металлургия редких металлов: Учебник.* – М.: *Металлургия*, 1991. – 432с.

## ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РАСТВОРЕНИЯ ПОКРЫТИЙ TiON В МОДЕЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Е.В. Ефимова, Л.А. Леонова, Е.Л. Бойцова  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.А. Леонова

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

В настоящее время в ТПУ ведутся разработки по созданию покрытий TiON для хирургических стентов, с использованием метода реактивного магнетронного распыления, с целью

дальнейшего внедрения импортозамещающей технологии.

Цель настоящей работы – изучение поведения (растворение/химическая стойкость) Ti–

**Таблица 1.** Изменения массы образцов в разных растворах

	Р-р Рингера	HCl	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Р-р мочевины
Δm <sub>1</sub> , г	-0,0014	0,0001	-0,0002	0,0001
Δm <sub>2</sub> , г	0,0012	-0,0002	0,0004	0

O–N покрытий в моделях тканевых жидкостей в концентрациях, идентичных концентрациям в организме человека.

В экспериментах участвовали стальные образцы с односторонним покрытием Ti–O–N (10×10×1 мм). Объем растворов – в зависимости от площади образца согласно рекомендациям ГОСТ Р ИСО 10993-12-2009. Образцы покрытий выдерживались в модельных растворах 0–9 дней. Далее образцы вынимались, взвешивались, а раствор анализировался на предмет обнаружения элементов покрытия. Для этих целей использовали атомно-эмиссионный анализ на спектрометре ICAP 6300 Duo. В качестве стандартных, эталонных растворов использовались первоначальные растворы.

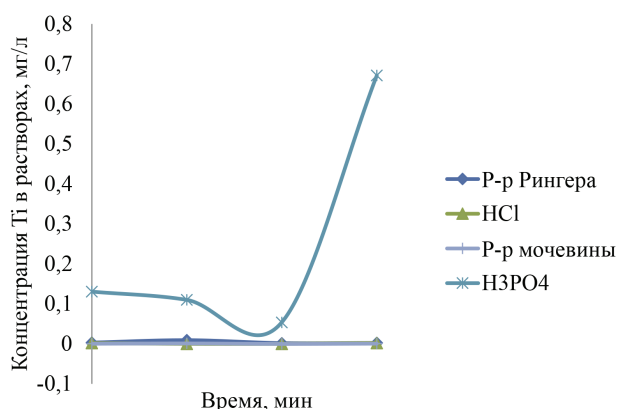
В случае протекания реакции на однородной поверхности, скорость растворения будет изменяться пропорционально величине поверхности раздела [1].

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

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

### Список публикаций

1. Хлусов И.А., Пичугин В.Ф., Пустовалова А.А. *Электрокинетические свойства, растворение in vitro, потенциальная биосовместимость оксидных и оксинитридных пленок*



**Рис. 1.** Изменение концентрации Ti в экспериментальных жидкостях с течением времени

Результаты АЭА приведены на рисунке 1.

Из эксперимента видно, что в первоначальный момент времени происходит небольшой рост массы образцов (концентрация Ti в растворе не увеличивается), что, предположительно, связано с обратным осаждением ионов из растворов на тестируемых поверхностях. После 6 дней контакта образцов с жидкостями происходит растворение покрытий (концентрация Ti в растворе растет), в особенности, наблюдается в растворе ортофосфорной кислоты. Таким образом, TiON покрытия являются защитными, препятствующими коррозии основного металла стентов. Однако при формировании оксинитридных покрытий титана на стентах (толщина), работающих в условиях H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, следует учитывать экспериментальные данные.

*титана для сердечно-сосудистых стентов // Бюллетень сибирской медицины, 2015.– Т.14.– 55–66с.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИОДИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ АФФИНАЖА РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

С.О. Закроев

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кантаев

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

Получение редких металлов является трудной задачей – подавляющее большинство из них обладает достаточно высокой химической активностью, что ограничивает применимые методы для получения достаточно чистых металлов и увеличивает потери производства. На данный

момент для получения редких металлов чаще всего используется металлургические методы, которые сопряжены с большими затратами и потерями энергии, например на разогрев шихты, а сама технология их получения практически не изменилась с 50-х годов XX века. Таки образом