

ISSN 2091-5527  
№ 3/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

Таблица 4

**Влияние температуры на скорость коррозии Ст.3 в 15 %-ной соляной кислоты**

Концентрация ингибитора 0,8 % масс.

Раствор соляной кислоты	Скорость коррозии г/м <sup>2</sup> ·час	Степень защиты %
Температура комнатная, $\tau = 24$ часа		
Без ингибитора	5,2	-
С ингибитором	1,3	75,0
Температура 40 °С, $\tau = 4$ часа		
Без ингибитора	48	-
С ингибитором	0,6	99,0
Температура 60 °С, $\tau = 4$ часа		
Без ингибитора	13	-
С ингибитором	2,0	98,0
Температура 80 °С, $\tau = 4$ часа		
Без ингибитора	610	-
С ингибитором	2,0	99,6
Температура 100 °С, $\tau = 1$ часа		
Без ингибитора	1020	-
С ингибитором	4,3	99,5

**Заключение.** С целью разработки новых методов получения комплексонов с заранее заданным строением и свойствами изучены реакции конденсации бифункциональных соединений амидов, аминов, аминок спиртов и др. с формальдегидом. Выявлены закономерности протекания процесса в зависимости от температуры, соотношения исходных

реагентов, продолжительности реакции и их влияние на выход готового продукта.

Модификацией «SUMONO-extra-M» с формальдегидом, госсиполовой смолой, акриловонитритом, солей меди и др. получены композиции, которые могут служить ингибиторами при солянокислотной обработке скважин. Их защитный эффект увеличивается до 99,0 %.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кузнецов Ю.И., Вагапов Р.К., Игошин Р.В. Возможности защиты ингибиторами коррозии оборудования и трубопроводов в нефтегазовой промышленности // Журнал "Территория нефтегаз". - 2010. - №1. С. 26-32.
2. Ивановский В.Н. Теоретические основы процесса коррозии нефтепромыслового оборудования // Журнал "Инженерная практика". - 2010. - №6. С. 38-41.
3. Мукатдисов Н.И., Фархутдинова А.Р., Елпидинский А.А. Опыт эксплуатации системы измерения скорости коррозии «Монитор-2М», поставленной в рамках НИУ КНИТУ // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №2. - С.174-177.

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСТРАКЦИИ ЖЕЛЕЗА (II) ОЛИГОМЕРНЫМИ ЭКСТРАГЕНТАМИ ФЕНОЛЬНОГО ТИПА****Юсупов О.Г., Сайдуллаева К.А., Сайфиева П.О., Каюмова Ш.Р., Камолов Т.О.***Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт»*

**Аннотация.** В работе исследуется процесс жидкостно-жидкостной экстракции ионов железа (II) с применением олигомерных фенольных экстрагентов, синтезированных на основе фенолформальдегидных смол. Изучено влияние рН, концентрации металла и экстрагента, а также времени взаимодействия фаз на эффективность экстракции. Установлено, что применение олигомерных структур позволяет повысить селективность и коэффициент распределения Fe(II) по сравнению с мономерными фенолами. Предложен механизм комплексообразования с образованием хелатных соединений, обеспечивающих устойчивый захват ионов железа. Полученные результаты представляют интерес для задач гидрометаллургии и аналитической химии, где требуется эффективное и селективное разделение компонентов.

**Ключевые слова:** экстракция, железо (II), фенольные экстрагенты, олигомеры, комплексообразование, жидкостно-жидкостная экстракция, селективность.

**Введение.** Железо (II) играет важную роль в различных химико-технологических процессах, а также встречается в сточных водах металлургических и горнодобывающих производств. Эффективное извлечение ионов

Fe(II) из растворов представляет интерес с точки зрения, как охраны окружающей среды, так и ресурсосбережения.

Среди существующих методов извлечения ионов металлов экстракция органическими

растворителями занимает одно из ведущих мест. Особый интерес представляют фенольные экстрагенты, способные образовывать стабильные хелатные комплексы с переходными металлами. Олигомеризация таких экстрагентов позволяет повысить эффективность их действия за счёт множественности координационных центров и возможности пространственной фиксации ионов металла.

Целью работы является исследование возможностей применения олигомерных фенольных экстрагентов для селективной экстракции ионов железа (II) из водных растворов.

**Полученные результаты и их обсуждение.** Исходя из аналогии в свойствах Fe(II) с кобальтом и никелем в качестве экстрагента для железа был выбран азотсодержащий олигомер ЯРБ и условия аналогичные экстракции кобальта, никеля, цинка и кадмия [1,2].

Экстракцию железа (II) проводили 0,25 моль/л раствором ЯРБ в толуоле из аммиачного раствора железа, содержащего 50 г/л  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и 2,3 г/л Fe(II). Необходимое значение pH поддерживали путем добавления в раствор гидроксида аммония. Экстракцию проводили в диапазоне pH 4,5-9,0.

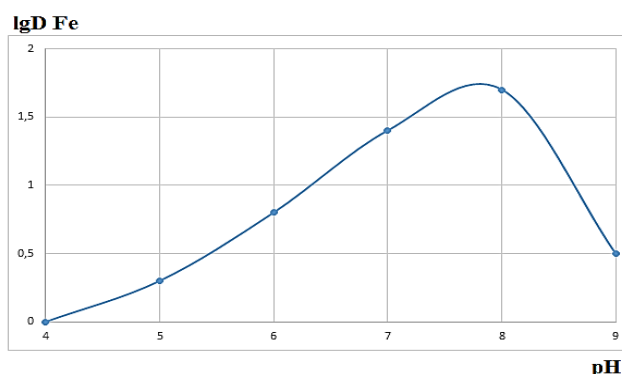
Расслаивание фаз было медленное -20 мин. В связи с тем, что в водной фазе постепенно наблюдается выпадение осадка гидроксида Fe(III) из-за окисления Fe(II) кислородом воздуха, содержание железа (II), перешедшего в органическую фазу определяли по реэкстракции. Реэкстракцию проводили 6 моль/л раствором HCl в течение 30 мин при  $V_0:V_B=1:2$ .

Полученные результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1 в виде зависимости коэффициента распределения Fe(II) от pH равновесной водной фазы.

Таблица 1

**Экстракция Fe(II) 0,25 моль/л раствором олигомера ЯРБ в толуоле**  
( $C_{\text{Fe. исх.}}=2,43$  г/л;  $C_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}=50$  г/л)

№	pH <sub>равн.</sub>	$X_{\text{Fe, г/л}}$	$Y_{\text{Fe, г/л}}$	$D_{\text{Fe}}$
1	4,50	2,40	0,03	0,01
2	5,10	2,26	0,17	0,08
3	5,83	1,68	0,75	0,45
4	6,35	1,31	1,12	0,85
5	7,05	1,19	1,24	1,04
6	7,75	0,94	1,49	1,58
7	8,25	0,97	1,46	1,50
8	9,0	1,55	0,88	0,57



**Рис. 1. Зависимость  $D_{\text{Fe}}$  от pH при экстракции Fe(II) 0,25 моль/л олигомером ЯРБ в толуоле**

Как видно из представленных данных максимум извлечения железа соответствует pH 7,75, однако в этих условиях в водной фазе наблюдается выделение осадка гидроксида железа Fe(III), вследствие легкости окисления Fe(II) воздухом, что осложняет разделение фаз. Поэтому для дальнейшего изучения экстракции Fe(II) ЯРБ были использованы аммиачные растворы с более высокими значениями pH. Для стабилизации аммиачных комплексов Fe(II), имеющих низкую константу устойчивости была увеличена концентрация  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  до 200 г/л. Опробование экстракции железа в этих условиях 0,3 моль/л ЯРБ в толуоле из раствора  $\text{FeSO}_4$  с pH 10 и концентрацией железа (II) 16,64 г/л при  $V_0:V_B=1:2$  в течение 30 мин показало, что в органическую фазу извлекается 8,94 г/л Fe при этом в водной фазе наблюдается образование осадка гидроксида Fe(III).

При изучении экстракции важно установить зависимость  $Y_M=f(X_M)$ -изотерму экстракции в исследуемом интервале параметров. С помощью изотермы экстракции можно получить значение емкости экстрагента при данных условиях, а также данные о соотношении (металл):(реагент) в экстракте при насыщении органической фазы. Кроме того, изотермы экстракции необходимы для технологического расчета процесса экстракции [3,4].

Экстракцию железа (II) проводили из растворов, с концентрацией металла от 0,1 до 16,6 г/л, при постоянстве концентраций всех остальных компонентов водной фазы. Растворы содержали 200 г/л  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и имели pH 10. Экспериментальные данные по экстракции железа (II) 0,3 моль/л раствором ЯРБ в толуоле представлены в табл. 2.

Полученные данные показали (табл. 2.), что с увеличением концентрации железа (II) в равновесной водной фазе его концентрация в органической фазе растет и при определенном значении  $X$  достигает насыщения. Концентрация железа (II) в органической фазе, отвечающая горизонтальному участку

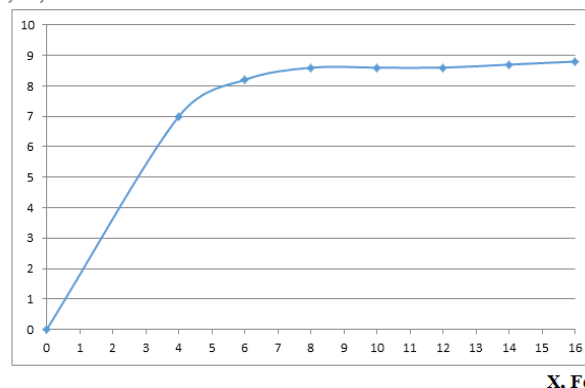
насыщения кривых распределение, характеризует емкость экстрагента в условиях проведения эксперимента. В данном случае емкость экстрагента для Fe(II) оказалась равной 9,0 г/л (0,16 моль/л).

**Таблица 2**  
**Зависимость равновесных концентраций Fe(II) в органической фазе от их равновесных концентраций в водной фазе.**  
Условия экстракции:  $C_{(NH_4)_2SO_4} = 200$  г/л;  
СЯРБ-0,30 моль/л

$X_{Fe}$		$Y_{Fe}$		D
г/л	моль/л	г/л	моль/л	
0,0	0,002	0,68	0,011	6,9
0,96	0,001	5,02	0,090	5,2
2,03	0,036	7,99	0,143	3,9
3,61	0,065	8,88	0,159	2,5
7,70	0,138	8,94	0,160	1,2
16,56	0,297	9,02	0,162	0,54

Из данных по изотерме экстракции также было определено соотношение металл: реагент в органической фазе. Оно оказалось равно 0,53 т.е. близко к 0,5. Следовательно, с одним атомом Fe(II) взаимодействуют 2 молекулы реагента.

Y, Fe, г/л



**Рис. 2. Распределение Fe(II) при экстракции 0,3 моль/л ЯРБ в толуоле**

С целью выявления влияния pH равновесной водной фазы степень извлечения железа (III) была проведена его экстракция 0,4 М раствором ЯРБ в октане с добавкой 25% октанола, при соотношении водной и органической фаз  $V_0:V_B=1:2$  в течение 30 мин. Концентрация Fe(III) в исходном растворе была равна 0,49 г/л. Экстракцию проводили в диапазоне pH равном 4,6-10,6.

Полученные результаты представлены на рис. 3 и табл. 3.

**Таблица 3.**  
**Зависимость экстракции Fe(III) 0,4 моль/л раствором ЯРБ в смеси октан-октанола от pH водной фазы**

№	pH <sub>равн.</sub>	$X_{Fe}$ , Г/л	$Y_{Fe}$ , Г/л	$D_{Fe}$	Ig D	E, %
1	4,60	0,480	0,010	0,02	-1,7	2,0
2	4,95	0,480	0,020	0,04	-1,4	4,0
3	5,10	0,122	0,368	3,07	0,49	75,5
4	5,15	0,253	0,237	0,96	0,01	49,0
5	5,20	0,100	0,390	3,90	0,60	80,0
6	5,25	0,186	0,304	1,67	0,22	63,0
7	5,40	0,440	0,050	0,11	-0,96	10,0
8	5,50	0,290	0,200	0,70	-0,15	42,0
9	5,55	0,380	0,110	3,25	0,51	76,5
10	5,90	0,341	0,149	0,46	-0,34	31,0
11	5,95	0,370	0,120	0,14	-0,85	24,0
12	6,35	0,070	0,420	6,0	0,78	86,0
13	6,80	0,110	0,380	3,45	0,54	78,0
14	6,85	0,0150	0,340	2,27	0,37	69,0
15	6,90	0,30	0,460	15,57	1,19	94,0
16	7,10	0,037	0,453	12,43	1,09	92,0
17	7,20	0,050	0,440	8,80	0,98	90,0
18	8,50	0,125	0,365	2,97	0,47	75,0
19	9,30	0,077	0,413	5,45	0,74	84,0
20	10,65	0,051	0,439	8,74	0,94	90,0

Как видно из представленных данных экспериментальные точки на зависимости  $D_{Fe^{+3}}=f(pH)$  имеют большой разброс. Это может указывать на неравновесные условия проведения процесса экстракции. Поэтому

нами дополнительно была изучена зависимость степени извлечения Fe(III) от времени контактирования фаз при pH 5,2 (рис. 4.), табл. 4.

<b>Yuldashev T.R., Turdiyev Sh.Sh., Mallayev Sh.O.</b> Tabiiy gazlarni mea va dea alkanolaminli eritmalarning kombinasiyalari yordamida nordon komponentlardan tozalash darajasining haroratga bog‘liqligini tadqiqotlash.. 199	
<b>Панжиев А.Х., Холлиева Ш.О.</b> Химического кинетика процесса получения цианмида кальция ..... 205	
<b>Жуманиязова Д.М., Закиров Б.С., Жаббиев Р.М., Жуманиязов М.Ж.</b> Госсипол смоласи асосида олинган кислотабардош зангга қарши қопламаларни минерал кислотали муҳитларда синаш натижалари.. 209	
<b>Turdiyev Sh.Sh., Raximov G‘.B., Ithomov O‘.O.</b> Issiqlik almashinish uskunalarni konstruksiyasini takomillashtirish orqali issiqlik almashinish samaradorligini oshirish ..... 214	
<b>Панжиев О.Х., Негматов С.С.</b> Физико-химического исследования легкого тампонажного композитного материала на основе микрокремнезема и местных органоминеральных ингредиентов ..... 219	
<b>Kamilova X.H., Abduraxmanova N.D., Bobojonova Sh.R.</b> Ayol harbiy xizmatchilar uchun forma kompozitsiyasi va dizaynini ishlab chiqish jarayonida antropometrik, fiziologik va kasbiy omillarni hisobga olishning metodik asoslari ..... 224	
<b>Кулдеев Е.И., Негматов С.С.</b> Создание растворов на основе техногенных отходов для укрепления трещиноватых поверхностей..... 227	

### 7. Вести из лаборатории

<b>Тожибоев Б.М.</b> Комплексный анализ результатов исследований и разработка состава для получения композиционных полимерных и лакокрасочных материалов и покрытий на их основе с пониженными внутренними напряжениями, высокими адгезионными и когезионными свойствами и высокой долговечностью ..... 234	
<b>Баймирзаев А.Р., Абдусалимова М.А.</b> Маҳаллийлаштирилган металл – композит материаллардан олинган подшипник ҳалқа деталларининг тажриба партиясини ишлаб чиқаришни ташкил этиш ..... 237	
<b>Эшкуллов Н.У., Талипов Н.Х.</b> Теплоизоляционные материалы на основе композиционных гипсовых вяжущих и органических заполнителей ..... 240	
<b>Ibragimova M.I., Amonov M.R., Ochilova N.R.</b> Paxta tolasi asosidagi matoni trietanolamin suvli eritmasi bilan aminlash jarayonini o‘rganish ..... 242	
<b>Максудова Н.А.</b> Основы нанотехнологии в механике ..... 244	
<b>Сатторов А.Р. Рахимов Х.Н.</b> Разработка углеводородорастворимого ингибитора «Sumono-Extra-M» для предотвращения явлений коррозионного воздействия на скважинное, промышленное, транспортное оборудование и трубопроводы ..... 247	
<b>Юсупов О.Г., Сайдуллаева К.А., Сайфиева П.О., Каюмова Ш.Р., Камолов Т.О.</b> Изучение возможности экстракция железа (II) олигомерными экстрагентами фенольного типа ..... 249	
<b>Абед Н.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Шамсиева С.С.</b> Модификация связующих для производства огнестойких древесно-пластиковых и древесно-волоконистых плитных материалов ..... 252	
<b>Азимов А.И., Талипов Н.Х.</b> Снижение водопотребности малоклинкерных композиционных цементов... 254	
<b>Негматов С.С., Эрнӣзов Н.Б., Негматова К.С., Негматов Ж.Н., Бозоров А.Н., Субанова З.А., Каримов Э.С.</b> Исследование физико-химических и механических свойств композиционных сорбентов для извлечения благородных и редких металлов ..... 256	
<b>Абед Н.С., Икрамова М.Э., Бабаханова М.А., Шамсиева С.С.</b> Исследование влияния органоминеральных ингредиентов на физико-химические, механические и эксплуатационные свойства композиционных лакокрасочных материалов, применяемых в различных отраслях промышленности ..... 258	
<b>Халимжанов Т.С.</b> Разработка эффективных составов композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов на основе местного сырья ..... 259	
<b>Абдуназаров Х.</b> Янги композицион ва нанокоспозицион материаллар ва амалиёт (Долзарб масалаларга бағишланган анжуман) ..... 261	
<b>Юбилей.</b> Ҳайитов Одилжон Ғафурович ..... 262	