

То же самое, хотя в несколько меньшей степени, можно отнести и к поведению оксида железа в фосфатных стеклах. При этом следует отметить, что поскольку мы имеем дело с ультрафосфатами $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 > 1$, то в результате дефицита оксида кальция (единственного полноценного модификатора в составе стекла), он, в первую очередь, будет расходоваться на координационную перестройку иона алюминия (более сильного стеклообразователя), а не железа. Тогда, вероятнее всего, ион железа будет находиться в шестикоординированном состоянии по кислороду и выполнять роль пусть слабого, но модификатора. Растворимость железосодержащих стекол должна быть в результате несколько выше по сравнению с алюминийсодержащими, что и имеет место в действительности.

Такие же треугольные диаграммы состав-свойство с помощью метода симплекс решетчатого планирования эксперимента построены и для степени ингибирующего действия фосфатов (рисунок 4, б). Из приведенных на этом рисунке данных также видно, как сильно влияют состав и структура фосфатов на важнейшие их эксплуатационные характеристики.

Таким образом, проведенные исследования показали существенное влияние состава и структуры силикополифосфатов на их важнейшие свойства. Найденные закономерности позволяют осуществлять направленный синтез новых неорганических материалов с заданными свойствами для их использования в качестве ингибиторов коррозии металлов, компонентов смазывающе-охлаждающих жидкостей, удобрений и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корбридж Д. Фосфор. Основы химии, биохимии, технологии. М., 1982. 680 с.
2. Шевченко Н. П. Исследование процесса гидролитического расщепления ультрафосфатов кальция. Дисс. ... канд. хим. наук. Алма-Ата, 1974. 176 с.
3. Фишбейн О. Ю. Антифрикционные композиции на основе мономерных и полимерных фосфатов. Дисс. ... канд. хим. наук. Алма-Ата, 1992. 166 с.
4. Бекенова Г. Б., Капралова В. И., Фишбейн О. Ю., Джусипбеков У. Ж., Кабдрахимов А. А. Синтез и свойства модифицированных ультрафосфатов кальция. Алматы, 2000. 72 с.

*Сергей Витальевич КЕРТМАН —
доцент кафедры неорганической
и физической химии химического
факультета, кандидат химических наук;
Владимир Владимирович МАРШИНИН —
аспирант кафедры неорганической
и физической химии
химического факультета*

УДК 541.18

ВЛИЯНИЕ ТРИЛОНА Б НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОАЛЮМОКРЕМНЕЗЕМНОГО СОРБЕНТА

АННОТАЦИЯ. Предложен новый способ увеличения сорбционной емкости органоминеральных сорбентов на основе торфа. На примере гуминоалюмокремнеземного сорбента показана возможность применения трилона Б для увеличения сорбционной емкости сорбента по отношению к ионам меди. Влияние трилона Б на

процесс получения гуминоалюмокремнеземного сорбента изучалось с помощью метода крутого восхождения по Боксу-Уилсону.

The authors offer a new way of sorbent capacity increase in organic-mineral sorbents on the basis of peat. Using an example of the huminoalumocremnezemny sorbent the authors demonstrate the possibility of trilon B application to increase sorbent's capacity of sorbent in relation to ions of copper. The influence of the trilon B upon the process of reception of the huminoalumocremnezemny sorbent is studied with the help of Box-Wilson method of an abrupt ascention.

Гуминоалюмокремнеземный сорбент (ГАКС) [1, 2] представляет собой однородный сорбент с алюмокремнеземной матрицей, модифицированной гуминовыми кислотами. Сырьем для получения сорбента служат торф, жидкое стекло и сульфат алюминия. Функционально активным компонентом сорбента являются гуминовые кислоты, выделяемые из торфа [3, 4].

Для увеличения сорбционной емкости сорбента было использовано добавление трилона Б на стадии выщелачивания гуминовых кислот из торфа. Для установления влияния трилона Б на процесс получения органоминеральных сорбентов использован метод крутого восхождения по Боксу-Уилсону [5, 6]. В качестве параметра оптимизации была выбрана статическая сорбционная емкость сорбента по отношению к ионам меди из 0,01 М раствора. Из факторов, влияющих на процесс синтеза сорбентов, для исследования отобраны следующие: температура выщелачивания гуминовых кислот; время выщелачивания гуминовых кислот; масса трилона Б. Матрица планирования дробного факторного эксперимента построена для плана 2^{3-1}_{III} .

В качестве независимых факторов выбраны температура выщелачивания гуминовых кислот (x_1) и время выщелачивания гуминовых кислот (x_2). Масса трилона Б (x_3) является зависимым фактором: генерирующее соотношение $x_3 = x_1 \times x_2$. Для вычисления дисперсии воспроизводимости в центре плана проведено пять опытов. Промыхи в серии опытов в центре плана исключены с помощью критерия Кайзера.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методика синтеза гуминоалюмокремнеземного сорбента (ГАКС) с использованием трилона Б. В термостойкий стакан помещают 0,5 л дистиллированной воды, добавляют 5 г торфа. Помещают стакан в термостат при температуре X_1 °С. При достижении системой температуры X_1 °С прибавляют 30 мл 40%-го раствора трисиликата натрия и X_3 г трилона Б. Раствор выдерживают при этой температуре X_2 минут при непрерывном помешивании. Затем охлаждают систему и отделяют нерастворившиеся остатки торфа. К раствору добавляют небольшими порциями при непрерывном перемешивании 0,5 М раствор сульфата алюминия до достижения значения $pH=6$.

Раствор оставляют на одни сутки для созревания геля. После созревания к гелю добавляют небольшое количество (100-200 мл) дистиллированной воды для удаления хлорида натрия и тщательно перемешивают систему. Отделяют гель от раствора центрифугированием. Гель высушивают при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Промывают его дистиллированной водой и снова высушивают. Полученный сорбент отжигают при 150 °С в течение двух часов.

Полученный сорбент переводят в натриевую форму, для этого его помещают в колонку и промывают последовательно 5 л дистиллированной воды, 5 л 4%-го раствора хлорида натрия и 5 л дистиллированной воды.

Методика определения статической сорбционной емкости сорбентов. Навеску сорбента массой 0,5 г помещают в раствор хлорида меди с концентрацией

0,01 моль/л объемом 50 мл. Через сутки проводят определение равновесной концентрации ионов меди йодометрическим методом [7]. Статическую сорбционную емкость в ммоль/г рассчитывают по формуле [8]:

$$CE = \frac{(C_0 - C_{равн}) \times V \times 1000}{m},$$

где C_0 — исходная концентрация ионов, моль/л; $C_{равн}$ — равновесная концентрация ионов, моль/л; V — объем раствора, л; m — масса сорбента, г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Координаты центра плана и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Координаты центра плана и интервалы варьирования в эксперименте по оптимизации процесса получения ГАКС с использованием трилона Б

Наименование	Фактор	Значение фактора на нулевом уровне	Интервал варьирования
Температура выщелачивания гуминовых кислот	x_1	70°C	10°C
Время выщелачивания гуминовых кислот	x_2	60 мин	30 мин
Масса трилона Б	x_3	2 г	1 г

Матрица планирования дробного факторного эксперимента (таблица 2) построена для плана 2^{3-1}_{III} (факторы в кодированной системе координат обозначены строчными буквами, факторы в натуральной системе координат обозначены прописными буквами). Генерирующее соотношение $x_3 = x_1 \times x_2$.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента по оптимизации процесса получения ГАКС с использованием трилона Б

№	ПР	x_1	x_2	x_3	X_1	X_2	X_3	СЕ (эксп), ммоль/г	СЕ (расч), ммоль/г
1	1	-1	-1	1	60	30	3	0,41	0,425
2	5	1	-1	-1	80	30	1	0,30	0,315
3	4	-1	1	-1	60	90	1	0,33	0,315
4	9	1	1	1	80	90	3	0,44	0,425
5	7	0	0	0	70	60	2	0,29	0,370
6	2	0	0	0	70	60	2	0,33	0,370
7	6	0	0	0	70	60	2	0,35	0,370
8	3	0	0	0	70	60	2	0,31	0,370
9	8	0	0	0	70	60	2	0,32	0,370

Серия опытов в центре плана не содержит промахов (по критерию Кайзера). Для центра плана получено значение сорбционной емкости $0,320 \pm 0,028$ ммоль/г. Коэффициенты регрессии и их значимость приведены в таблице 3. Статистические характеристики эксперимента приведены в таблице 4.

Таблица 3

Коэффициенты регрессии и их значимость в эксперименте по оптимизации процесса получения ГАКС с использованием трилона Б

Коэффициент	Значение	Доверительная вероятность	Значимость	Значение в натуральном масштабе
b_0	0,37	0,028	Значим	0,26
b_1	0	0,028	Не значим	0
b_2	0,015	0,028	Не значим	0
b_3	0,055	0,028	Значим	0,055

Таблица 4

Статистические характеристики эксперимента по оптимизации процесса получения ГАКС с использованием трилона Б

Дисперсия воспроизводимости	Дисперсия адекватности	Расчетное значение коэффициента Фишера	Табличное значение коэффициента Фишера
0,0005	0,00045	0,9	6,94

Уравнение $CE = 0,37 + 0,055x_3$ адекватно описывает процесс. Уравнение в натуральном масштабе имеет вид $CE = 0,26 + 0,055X_3$. Результаты опытов крутого восхождения с шагом массы трилона Б 1 г представлены в таблице 5.

Таблица 5

Опыты крутого восхождения в эксперименте по оптимизации процесса получения ГАКС с использованием трилона Б

№	ПР	X_1	X_2	X_3	СЕ (эксп), ммоль/г	СЕ(расч), ммоль/г
1	10	70	60	3	0,46	0,425
2	11	70	60	4	0,54	0,480
3	12	70	60	5	0,59	0,535
4	13	70	60	6	0,66	0,590
5	14	70	60	7	0,72	0,645
6	15	70	60	8	0,74	0,700
7	16	70	60	9	0,72	0,755

В результате опытов крутого восхождения достигнуто увеличение сорбционной емкости ГАКС по отношению к ионам меди при сорбции из 0,01М растворов на 131% (с 0,32 до 0,74 ммоль/г).

Применение трилона Б в качестве добавки при синтезе гуминоалюмокремнеземного сорбента позволяет увеличить статическую сорбционную емкость сорбента по отношению к ионам меди более чем в два раза. Анализ таблицы 3 показывает, что из трех выбранных факторов на процесс синтеза сорбента в данной факторной подобласти значимо влияет лишь масса трилона Б. Опыты крутого восхождения показывают увеличение сорбционной емкости ГАКС при увеличении массы трилона Б. Сорбционная емкость достигает наибольшего значения при массе трилона Б 8 г.

Механизм действия трилона Б на процесс получения ГАКС основан на образовании комплексов между ионами металлов, присутствующими в сырье (торфе и силикате натрия), и трилоном Б. Образующиеся комплексы затем удаляются из сорбента

на стадии промывания. Таким образом, с помощью трилона Б можно удалить ионы металлов из сорбента и, следовательно, увеличить его сорбционную емкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хритохин Н. А., Кертман С. В. Гуминосодержащие сорбенты с матрицей на кремнеземной основе для водоочистки и водоподготовки / Чистая вода. Тезисы докладов 4-го научно-практического семинара. Тюмень, 1999. С. 62-65.
2. Лисичкин Г. В., Кудрявцев Г. В. и др. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии. М.: Химия, 1985. 246 с.
3. Виленский И. И., Комиссаров И. Д. Основные технологические приемы получения гуминовых препаратов / Труды Тюменского сельскохозяйственного института. Т. XIV. Тюмень, 1970. С. 34-47.
4. Комиссаров И. Д., Виленский И. И., Федченко О. И. Извлечение гуминовых веществ из органогенных пород / Труды Тюменского сельскохозяйственного института. Т. XIV. Тюмень, 1970. С. 10-33.
5. Хритохин Н. А., Болотов А. А. Планирование эксперимента. Спецкурс для IV курса хим. факультета. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1990. Ч. 1.
6. Темерев С. В. Применение статистических методов планирования в экспериментальных исследованиях: Методические указания. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 1985. 24 с.
7. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ. Т. 2. М.: Химия, 1970. 456 с.
8. Аширов А. Ионнообменная очистка сточных вод, растворов и газов. Л.: Химия, 1983. 293 с.

*Константин Владимирович КИСЕЛЕВ —
аспирант кафедры разработки
и эксплуатации нефтяных и газовых
месторождений ТГНГУ;
Олег Валерьевич АНДРЕЕВ —
заведующий кафедрой неорганической
и физической химии химического
факультета, доктор химических наук,
профессор*

УДК 622.276

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОИСК МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РАСТВОРОВ КИСЛОТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

АННОТАЦИЯ. Рассмотрена проблема низкой проникающей способности водных растворов кислот в пласты с низкой приемистостью и повышенной расчлененностью. Предложены составы и последовательность обработки призабойной зоны скважин. Воздействие на керновый материал составом триметилхлорсилан в изопропиловом спирте дает значительное увеличение проницаемости. Последующая обработка составом 6% мас. — HCl; 1% мас. — HF; 93% — изопропиловый спирт приводит к увеличению проницаемости в 1,8 раза.