

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ СЛАБОРАСТВОРИМЫМИ ГУМИНОВЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

*В.А. Гаджиева, аспирант, Ю.С. Мирошниченко, аспирант, Т.Н. Мясоедова к.т.н., доц.*

*Южный федеральный университет*

*344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105/42, тел.8 (863) 263-84-98*

*E-mail: vikgadzheva@yandex.ru*

**Аннотация:** Получен слабо растворимый гуминовый препарат – модифицированный «Гумат-80». Проведен анализ эффективности очистки от ионов тяжелых металлов гуминовыми препаратами – модифицированным «Гумат-80» и «Гумат-ГК». Установлено, что данные препараты имеют одинаковую сорбционную способность по отношению к ионам меди (II) и свинца (II).

**Abstract:** The obtained low-soluble humic drug – modified «Humate-80». The analysis of the efficiency of purification from heavy metals ions by humic preparations – modified «Humate-80» and «Humate-GK». It is established that these drugs have the same sorption capacity in relation to ions of copper (II) and lead (II).

Изучение гуминовых веществ длится уже более 200 лет. Однако в настоящее время интерес к ним не только не пропадает, но и значительно увеличивается. Это связано со специфичностью их состава, нерегулярностью строения, природным происхождением и уникальными свойствами. Наибольшее распространение гуминовые препараты получили в растениеводстве как безопасные и высококачественные удобрения. Наряду с растениеводством гуминовые препараты можно применять и в других областях. Благодаря сложному строению уникально широк спектр взаимодействий, в которые могут вступать гуминовые вещества и, в особенности, их наиболее реакционноспособная часть – гумусовые кислоты. Наличие таких групп как карбоксильная, гидроксильная, карбонильная, присутствие ароматических фрагментов позволяет им вступать в ионные и донорно-акцепторные взаимодействия, образовывать водородные связи, активно участвовать в сорбционных процессах [1-4]. Одним из актуальных и перспективных направлений применения гуминовых веществ в наши дни является – рекультивация загрязненных сред.

Установлено, что гуминовые вещества в воде способны образовывать прочные комплексы с ионами тяжелых металлов [5]. В перспективе их можно использовать для очистки сточных вод промышленных предприятий. Однако, гуминовые препараты, поступающие на рынок, существенно различаются по своим свойствам в зависимости от вида сырья и климата, способа производства препарата и формы готового продукта.

В данной работе исследованы гуминовые препараты ООО «АгроТех ГУМАТ» г. Иркутск. Для получения их используется уникальная по содержанию гуминовых кислот сырьевая база Восточно-Сибирского угольного бассейна. Препараты данного производителя делятся на 2 вида – водорастворимые («Гумат-80») и водонерастворимые («Гумат-ГК»).

Изучен элементный состав данных образцов методом дисперсионного рентгеновского анализа (EDX), показано в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Элементный состав «Гумат-80»

Точки	Элементный состав, масс. %								
	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe
1	54.5	42.9	0.1	1.1	0.2	0.1	-	0.9	0.2
2	26.2	7.5	1.0	8.2	35.9	0.3	0.6	0.6	19.7

Таблица 2

Элементный состав «Гумат-ГК»

Точка	Элементный состав, масс. %						
	O	Na	Al	Si	S	Ca	Fe
1	54.5	20.3	1.8	0.8	2.0	16.5	4.2
2	62.6	9.8	2.8	2.5	0.4	20.9	1.0

Препарат «Гумат-80» содержат магний и калий в отличие от препарата «Гумат-ГК». Все исследованные образцы характеризуются большим содержанием натрия. Наличие кремния и алюминия в обоих типах гуматов может указывать на образование алюмосиликатов. Содержание кальция в

образце «Гумат-ГК» на порядок выше, чем в образце «Гумат-80», вследствие этого «Гумат-ГК» является слаборастворимым препаратом.

В ходе экспериментов, было установлено, что данные гуминовые препараты способны эффективно очищать модельные растворы от ионов меди (II) и свинца (II) (степень очистки достигает более 90 %). Для удаления одинакового количества ионов тяжелых металлов требуется меньшая доза водорастворимого препарата, чем слаборастворимого. Таким образом, применение препарата «Гумат-80» экономически выгоднее и целесообразнее. Однако водорастворимый препарат может приводить к вторичному загрязнению при очистке от высоких концентраций загрязнителя, которые предполагают добавление высоких доз гуминовых препаратов. Вследствие этого была проведена модификация препарата «Гумат-80».

Модификация препарата «Гумат-80» производилась путем его обработки 2М раствором  $\text{CaCl}_2$ , после производился отжиг при  $330^\circ\text{C}$  в течение 1 часа. Далее материал перетирался до пылеобразного состояния [6]. В результате такой обработки происходило взаимодействие водорастворимых гуминовых кислот с ионами кальция, что привело к образованию слаборастворимого гумата кальция (модифицированного препарата «Гумат-80»).

Проводилось исследование по изучению сорбционной активности модифицированного препарата «Гумат-80» и препарата «Гумат-ГК». Для исследования взаимодействия ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  и ионам свинца  $\text{Pb}^{2+}$  с гуминовыми препаратами готовили тестовые растворы соли меди (II) и соли свинца (II) с концентрацией иона металла равной 300 мг/л. В колбы, содержащие 50 мл раствора, добавляли различные концентрации гуминовых препаратов. Сорбцию проводили в статических условиях при перемешивании. После, пробу выдерживали некоторое время при комнатной температуре. Для осаждения гуматов проводили центрифугирование. Содержание ионов меди контролировалось йодометрическим методом. Содержание ионов свинца контролировалось комплексонометрическим методом. Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

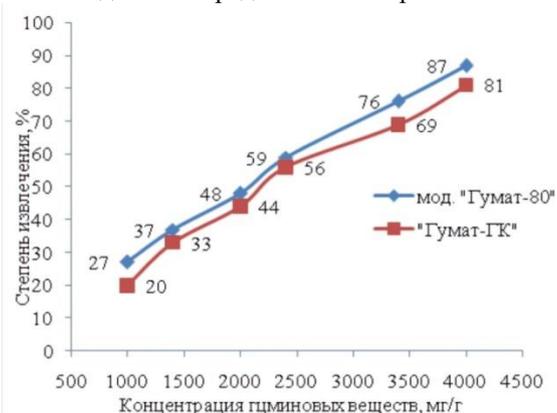


Рис. 1. Зависимость степени извлечения ионов меди от концентрации гуминовых веществ (модифицированный «Гумат-80» и «Гумат-ГК»), исходная концентрация 300 мг/л, рН = 5,2, время сорбции 1 ч, сорбция при комнатной температуре)

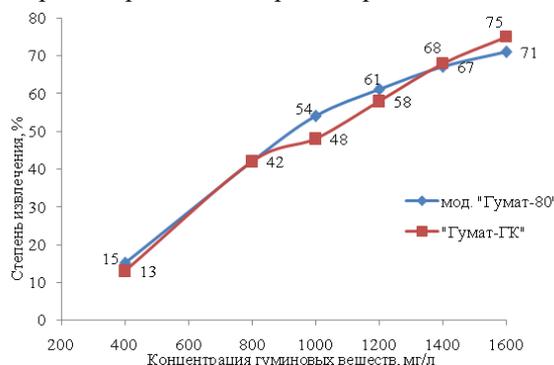


Рис. 2. Зависимость степени извлечения ионов свинца от концентрации гуминовых веществ (модифицированный «Гумат-80» и «Гумат-ГК»), исходная концентрация 300 мг/л, рН = 6, время сорбции 1 ч, сорбция при комнатной температуре)

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что гуминовые препараты – модифицированный «Гумат-80» и «Гумат-ГК» обладают одинаковой эффективностью очистки. Ионы кальция, вносимые в водорастворимый гуминовый препарат, не только влияют на растворимость, но и существенно влияют на эффективность очистки. Таким образом, можно сделать вывод, что для очистки в статических условиях нецелесообразно модифицировать «Гумат-80», снижая его растворимость данным способом.

Литература.

1. Перминова И.В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот // Автореферат диссертации на соискание на соискание ученой степени доктора химических наук. На правах рукописи, Москва, 2000. 50 с.
2. Перминова И.В., Жилин Д.М. Гуминовые вещества в контексте зеленой // URL: <http://www.humate-sakhalin.ru/img/documents/2.pdf> (дата обращения 8.05.2017 г.)
3. Яговкин А. К., Миронова Ю. В., Мионов А. А. Развитие представлений о молекулярной организации сложных органических систем – гуминовых кислот // Вестник Югорского государственного университета. 2009. Выпуск 3 (14). С. 80-86.
4. Kochany J. Application of humic substances in environmental remediation //WM'01 Conference, February 25-March 1, Tucson, AZ. 2001.
5. Будаева А. Д. Сорбция ионов тяжелых металлов гуматами аммония, натрия и калия // Фундаментальные исследования. 2005. № 9. С. 112-113.
6. Sumayya, S. Study of the heavy metal pollution treatment potential of the coal generated humic acid // S. Sumayya, S. Azhar, M. Majid and A. Kazim // Department of Chemistry, University of Karachi, Karachi-75270, Pakistan.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТАХ

*А.А. Копейкина, магистрант 1 курса, Г.В. Сеимова, инженер, Н.В. Грачева, к.т.н., доц.  
Волгоградский государственный технический университет  
40013, г.Волгоград пр-кт Ленина 28, тел. (844) 223-00-76  
E-mail: anastasia.kopeikina.95@mail.ru*

**Аннотация:** В статье дается характеристика производства калийных удобрений, рассматривается принцип работы горно-обогатительных комбинатов. Особое внимание уделяется процессу обогащения калийных солей, поскольку он представляет собой угрозу для окружающей среды.

**Abstract:** The article gives a description of the production of potassium fertilizers, also talks about principle of ore-dressing and processing enterprise. Special attention is given to the process of beneficiation of potassium salts, because it presents a threat to the environment.

Производство минеральных удобрений составляет одну из важнейших задач современной химической промышленности. Ассортимент минеральных удобрений, используемых в сельском хозяйстве, самой химической промышленности, металлургии, фармацевтическом производстве, строительстве, быту, составляет сотни наименований и непрерывно растет [1].

Сырьем для производства минеральных удобрений в основном являются калийные соли, месторождения которых расположены внутри обширных соленосных бассейнов, в которых вследствие кристаллизации из растворов калийных солей произошел процесс отложение минеральных солей на финальной фазе Галогенеза.

На сегодняшний день в мире к крупнейшим добытчикам калийных солей относятся Канада, Россия и Белоруссия. В нашей стране основными месторождениями являются Верхнекамское в Пермском крае, Гремячинское в Волгоградской области, а также Непское в Иркутской области, которое относится к неразрабатываемым месторождением вследствие отсутствия в этом районе развитой инфраструктуры.

В описанных месторождениях залежи солей находятся на расстоянии больше 100 метров, поэтому их добыча осуществляется на горно-обогатительных комбинатах (ГОК) шахтным методом.

Перед прокладыванием непосредственно самих шахт по периметру будущего тоннеля прокладывают замораживающие скважины для предотвращения попадания подземных вод в шахты. Затем проводят бурно – взрывные работы по прокладыванию шахт с множеством ответвлений и камер. Для обеспечения бесперебойной работы в шахте налаживают инфраструктура. После этого по пласту ка-