

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (67)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2019 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2019

У. Ж. ДЖУСИПБЕКОВ, Г. О. НУРГАЛИЕВА,
З. К. БАЯХМЕТОВА, А. К. ШАКИРОВА, Д. ДУЙСЕНБАЙ

АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Алматы, Республика Казахстан

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГУМАТА С ИОНАМИ ХРОМА И МАРГАНЦА

Аннотация. Изучены закономерности влияния концентрации ионов хрома и марганца (0,005-0,5%), нормы модифицированного гумата (0,1-1,0 г) и времени (15-120 мин) на процессы взаимодействия модифицированного гумата с хлоридом хрома (III) и ацетатом марганца (II). Показано, что увеличение концентрации ионов хрома и марганца до 0,5%, нормы гумата до 1,0 г и времени до 60-90 мин способствует возрастанию выхода гуминовых веществ до 36,49 и 43,07%, массовой доли хрома и марганца до 4,31 и 5,40% соответственно. Комплексом химических и физико-химических исследований (ИКС, ДТА, РЭМ) определены состав и свойства полученных продуктов, установлено образование комплексных соединений модифицированного гумата с ионами хрома и марганца. Выявлено, что в реакциях комплексообразования участвуют как карбоксильные, так и фенольные гидроксилы, принадлежащие к одной макромолекуле или к различным макромолекулам. Данные термического анализа показали, что введение хрома и марганца в структуру модифицированного гумата приводит к образованию термически более устойчивых продуктов.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, модифицированный гумат, ионы хрома и марганца, комплексообразование, карбоксильные и фенольные гидроксильные группы.

Введение. Проблема загрязнения водных объектов является актуальной для многих стран мира, в том числе и для Казахстана. Главной причиной загрязнения водной среды является сбрасывание в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. В настоящее время не только открытые и поверхностные водоемы, но и подземные воды загрязнены разнообразными механическими примесями, химическими и биологическими веществами. К загрязнителям вод относятся: жилищно-коммунальные хозяйства, промышленные предприятия, сельское хозяйства и др.

Загрязнение водных ресурсов приводит к изменению ее химических, физических и биологических свойств, т.е. к непригодности воды для употребления. Способность воды к самоочищению оказывается недостаточной, чтобы справиться с постоянно увеличивающимся количеством сбрасываемых отходов. Существуют и применяются физические, химические, физико-химические и биологические способы очистки загрязненной воды, которые включают в себя множество вариантов реализации процесса очистки и его аппаратного оформления [1, 2].

Сорбционный метод является одним из наиболее эффективных способов очистки воды. В качестве сорбентов для очистки загрязненных водных сред используются природные и синтетические материалы: песок, древес-

ные опилки, вермикулит, активированные угли, силикагели, зола, шлаки, измельченный пеногипс, гидроксид циркония, фосфат титана, ионообменные смолы и др. К одним из наиболее эффективных природных сорбентов относятся гуминовые вещества, которые содержатся во всех природных средах – воде, почве, горных породах, иловых отложениях. Следует отметить, что гуминовые вещества выполняют важную роль в обезвреживании, накоплении и миграции загрязнителей.

Полифункциональность и реакционноспособность, устойчивость к изменениям кислотности среды, возможность проведения сорбции в широком диапазоне pH и концентраций, высокая обменная емкость, все это обуславливает возможность использования гуминовых веществ для очистки воды от различных загрязнителей, в том числе от тяжелых металлов [3-6]. При этом тяжелые металлы необратимо связываются с функциональными группами гуминовых кислот (карбоксильные, гидроксильные, карбонильные, амидные и др.), образуя комплексы с тяжелыми металлами, а также возможен ионный обмен за счет ионов водорода кислородсодержащих функциональных групп. Многочисленными исследованиями установлено, что модификация гуминовых веществ способствует получению сорбентов с заданными свойствами и повышению их эксплуатационных характеристик [7-9].

Целью данной работы является исследование влияния различных факторов на процессы взаимодействия модифицированного гумата ионами хрома и марганца в водных растворах.

Материал и методы исследования. В качестве исходного компонента использовали модифицированный гумат натрия с содержанием в мас. %: выход свободных гуминовых кислот (HA^{daf}) – 41,02; зольность (A^{a}) – 21,40; влажность (W^{a}) – 12,97, а также хлорид хрома (III) и ацетат марганца (II) марки «х. ч.». Модификацию гумата натрия проводили с использованием этилендиамина в соотношении 1:3, при температуре 30°C в течение 48 ч.

ИК-спектры исследуемых образцов снимали на ИК-Фурье-спектрометре модели «ThermoElectron» (фирма Nicolet 5700, США) в таблетках с KBr в диапазоне волновых чисел 4000-400 cm^{-1} . Отнесение полос поглощения в ИК-спектрах проводили в соответствии с данными [10, 11].

Термогравиметрические анализы проводили на дериватографе Q-1000/D системы F.Paulik, J.Paulik и L.Erdey фирмы «МОМ» (Будапешт). Съемку осуществляли в воздушной среде в диапазоне температур от 20 до 1000°C, эталонное вещество – прокаленный Al_2O_3 , навеска образца – 300 мг. Чувствительность измерительных систем прибора для проб устанавливали одинаковой: TG = 100 мг = 500 μV , ДТА = 250 μV , ДТG = 500 μV , T = 500 μV [12].

Микроструктура образцов исследовалась на электронно-зондовом микроанализаторе «JXA-8230» фирмы JEOL (Япония) при ускоряющем напряжении 25 кВ и токе электронного пучка до 100 нА. Для всех участков образцов, выбранных для РЭМ исследования, также применялся режим

обратно-рассеянных электронов. Проведен точечный ЭДС анализ, ЭДС-картирование участка по элементам, ЭДС-микроанализ выбранного участка и полуколичественный волно-дисперсионный спектроскопический анализы. Для каждого анализа была проведена корректировка по углероду, сигнал от которого регистрировался из-за примененной двусторонней углеродной электропроводящей ленты, на которой монтировались пробы [13].

Выход гуминовых кислот определяли по ГОСТ 9517-94 [14], содержание карбоксильных и фенольных гидроксильных групп – по методике [10]. Содержания металлов определяли с использованием атомно-абсорбционного спектрометра AA240 производства «VarianOpticalSpectroscopyInstruments» (Австралия). pH измеряли с помощью pH-метра «pH-150МИ» («Измерительная техника», Россия), который оснащен универсальным стеклянным электродом.

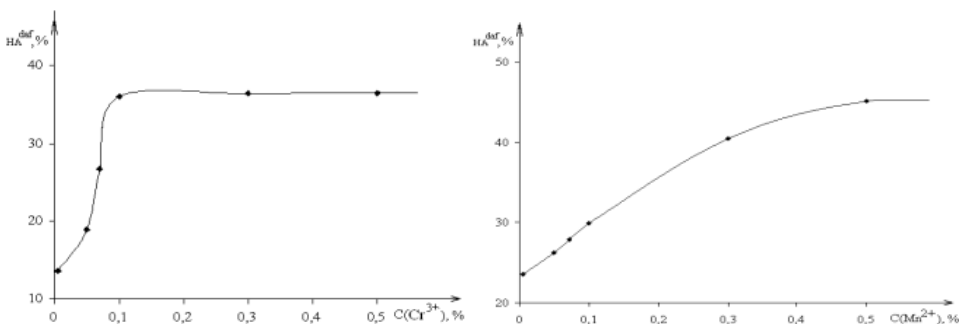
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования физико-химических закономерностей процессов комплексообразования модифицированных гуматов с ионами хрома и марганца проведены работы по определению влияния концентраций ионов хрома и марганца (0,005-0,5%), нормы модифицированного гумата (0,1-1,0 г) и времени (15-120 мин) на процессы взаимодействия в сложных гетерогенных системах «модифицированный гумат натрия–хлорид хрома (III)» и «модифицированный гумат натрия –ацетат марганца (II)».

Экспериментальные данные показали одинаковую зависимость выхода гуминовых веществ и массовых долей хрома и марганца от концентрации ионов хрома и марганца (рисунок 1), от нормы модифицированного гумата (рисунок 2) и от времени (рисунок 3). Уменьшение массовых долей ионов хрома и марганца с увеличением нормы модифицированного гумата от 0,70 до 1,0 г и времени от 60-90 и до 120 мин связано с процессами десорбции ионов хрома и марганца.

а

хлорид хрома ацетат марганца хлорид хрома ацетат марганца



б

хлорид хромацетат марганцахлорид хрома ацетат марганца

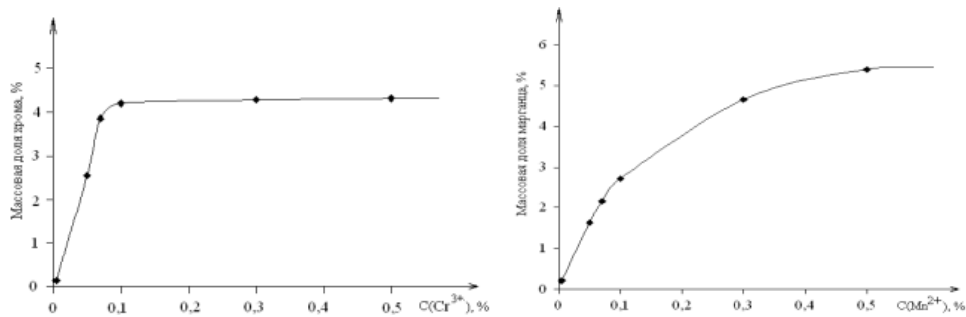
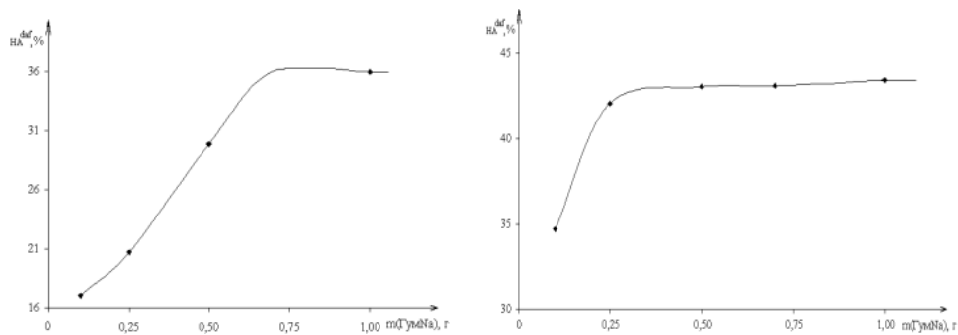


Рисунок 1 – Зависимость выхода гуминовых кислот (а) и массовых долей хрома и марганца (б) от концентрации ионов металлов

а

хлорид хрома ацетат марганцахлорид хрома ацетат марганца



б

хлорид хрома ацетат марганцахлорид хрома ацетат марганца

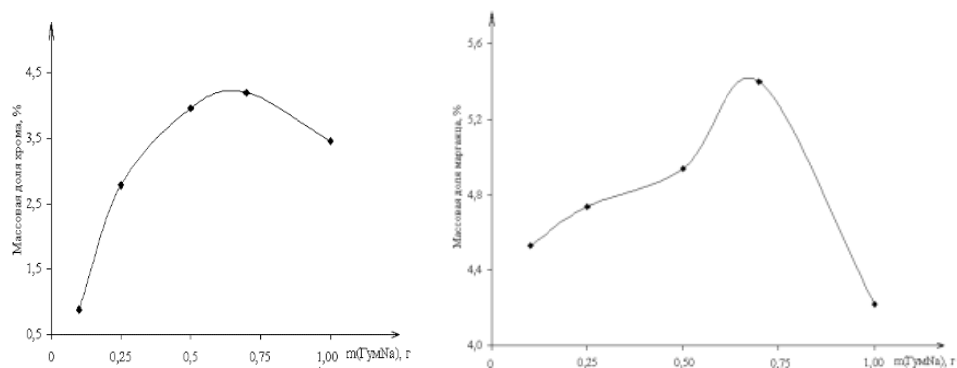


Рисунок 2 – Влияние нормы гумата натрия на выход гуминовых кислот (а) и массовые доли хрома и марганца (б)

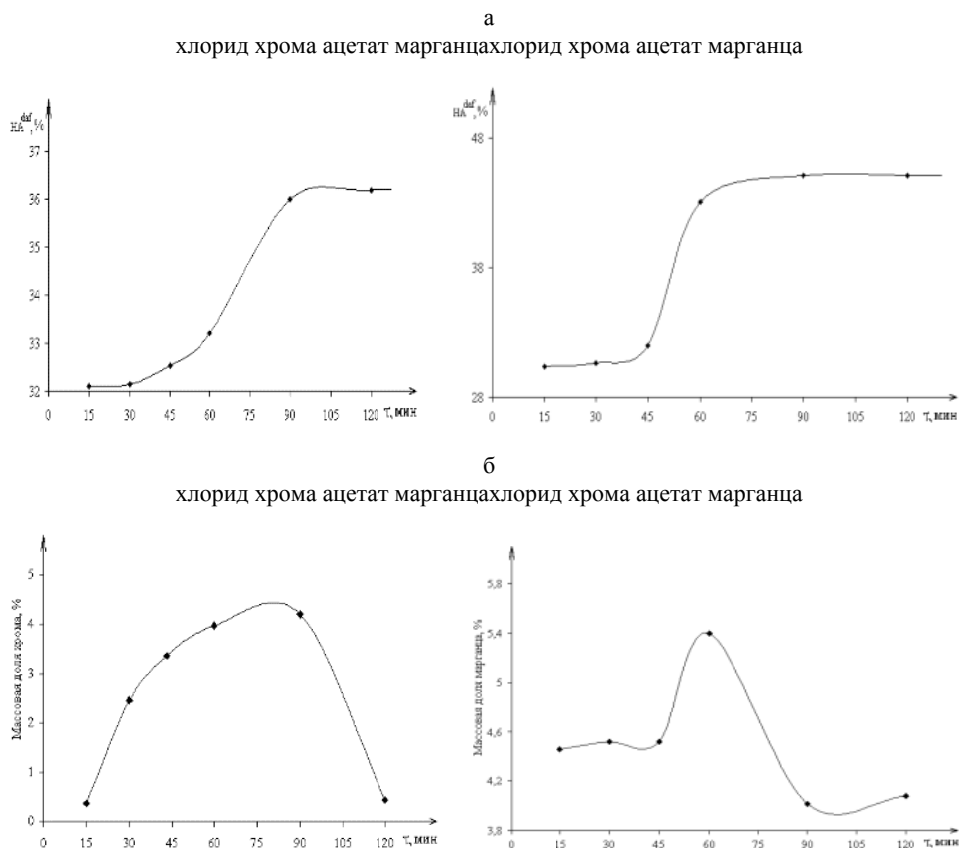


Рисунок 3 – Зависимость выхода гуминовых кислот (а) и массовых долей хрома и марганца (б) от времени

Из анализа полученных данных следует, что с увеличением нормы модифицированного гумата наблюдается повышение рН от 4,51 до 7,44 в системе с хлоридом хрома и снижение рН от 8,40 до 8,28 в системе с ацетатом марганца. Это свидетельствует, что в реакциях взаимодействия с ионами хрома в основном участвуют карбоксильные группы гуминовых веществ, а с ионами марганца – как карбоксильные, так и фенольные гидроксилы, что подтверждается данными функционального анализа (таблица).

При сравнении результатов функционального анализа выявлен различный характер зависимости содержания связанных с ионами металлов кислых групп от природы металл-иона и нормы модифицированного гумата (таблица 1). Установлено, что при низких значениях модифицированного гумата в реакциях принимает участия слабокислотные карбоксильные группы алифатической и аминокислотной природы, а при высоких в реакцию вступают сильнокислотные карбоксильные группы [11]. Следует отметить, что в условиях проведенных исследований как карбоксильные, так и

Влияние нормы модифицированного гумата
на содержание функциональных групп в полученных образцах

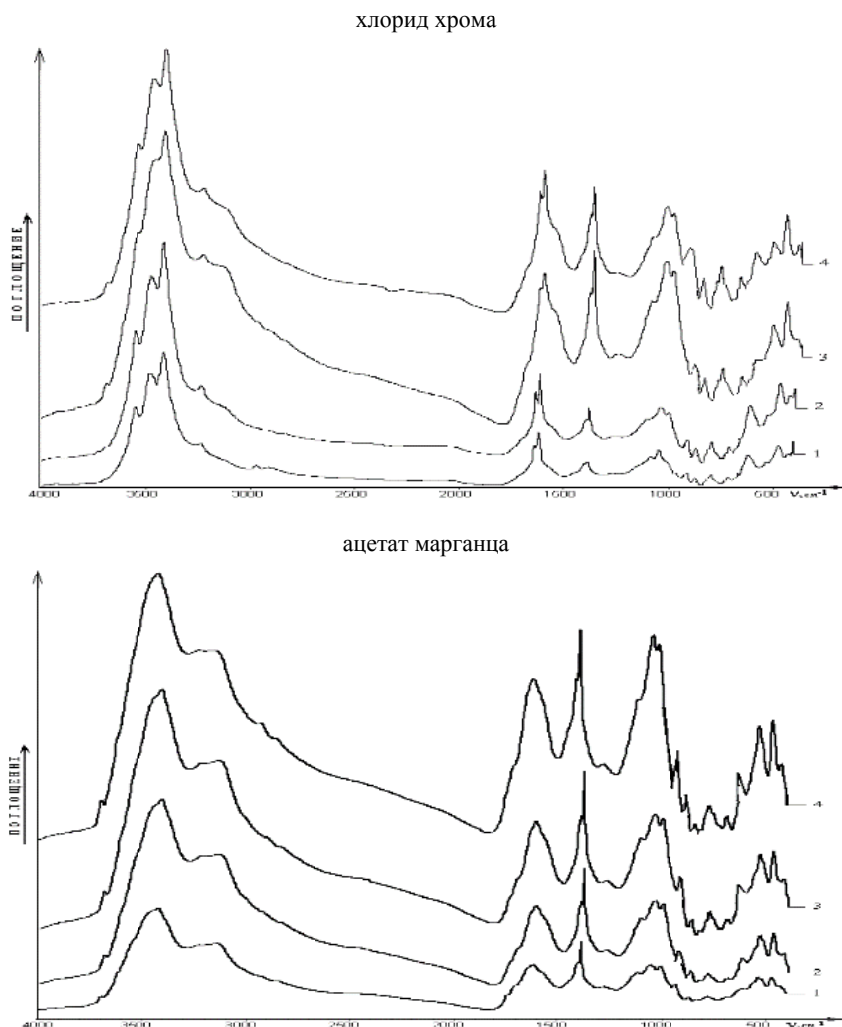
m(ГумNa), г	Содержание кислых групп, мг-экв/г	
	COOH	ОН _{фен.}
Хлорид хрома		
0,10	0,38	1,50
0,25	0,39	1,52
0,50	0,43	1,55
0,70	0,46	1,59
1,00	0,47	1,60
Ацетат марганца		
0,10	0,18	1,83
0,25	0,17	1,84
0,50	0,17	1,85
0,70	0,16	1,85
1,00	0,11	1,89

фенольные группы частично взаимодействуют с ионами хрома и марганца. Вероятно, в реакциях участвуют другие функциональные группы гуминовых соединений.

На основании проведенных исследований установлены закономерности и особенности взаимодействия хлорида хрома (III) и ацетата марганца (II) с модифицированным гуматом. Состав и свойства полученных образцов изучены с применением как химических, так и физико-химических (ИКС, ДТА, РЭМ) методов исследования.

На основании ИК-спектроскопических данных (рисунок 4) установлено образование комплексных соединений хрома и марганца с гуминовыми соединениями характерными полосами поглощения карбоксильных, фенольных и хиноидных групп в области 970-950, 840-800, 780-770, 620-610, 545-540, 480-470 и 425-420 см⁻¹ [10, 11]. В ИК-спектрах комплексов также наблюдаются не расщепленные и не измененные по интенсивности и, соответственно не координированные полосы валентного и деформационного колебания молекулы воды, так как они связаны межмолекулярными водородными связями, которые отщепляются при более низких температурах, на что указывают результаты ДТА.

Термический анализ полученных образцов показал (рисунок 5), что введение хрома и марганца в структуру гуминовых соединений в виде связи Cr-O и Mn-O способствует ускорению процессов окисления органической части [15]. Для всех соединений термическое разложение органической части молекулы начинается в интервале температур от 300 °С и заканчивается в пределах 660-680°С. На кривых ДТА этот процесс отмечен рядом эндо- и экзоэффектов, обусловленных разрывом и образованием химических связей. Установлено, что основные структурные изменения происходят в области температур 300-490°С и связаны с удалением углеводородных

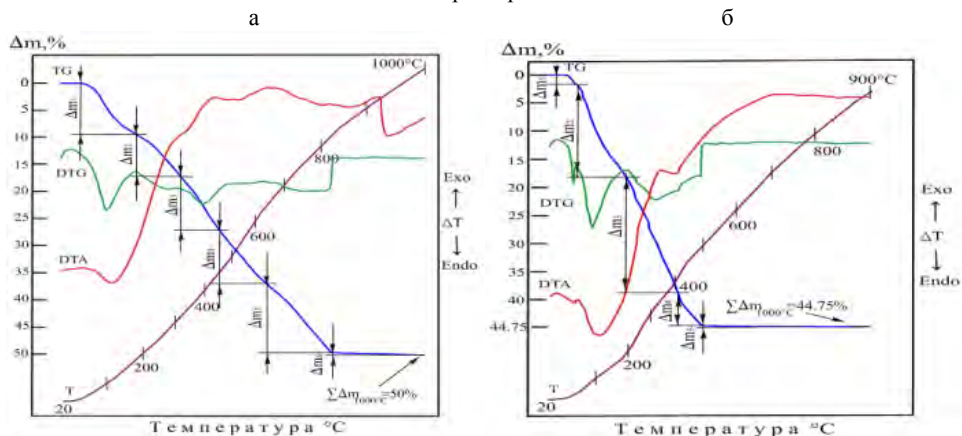


Продукты, полученные при концентрации ионов хрома и марганца, %:
 1 – 0,005; 2 – 0,07; 3 – 0,1; 4 – 0,5;

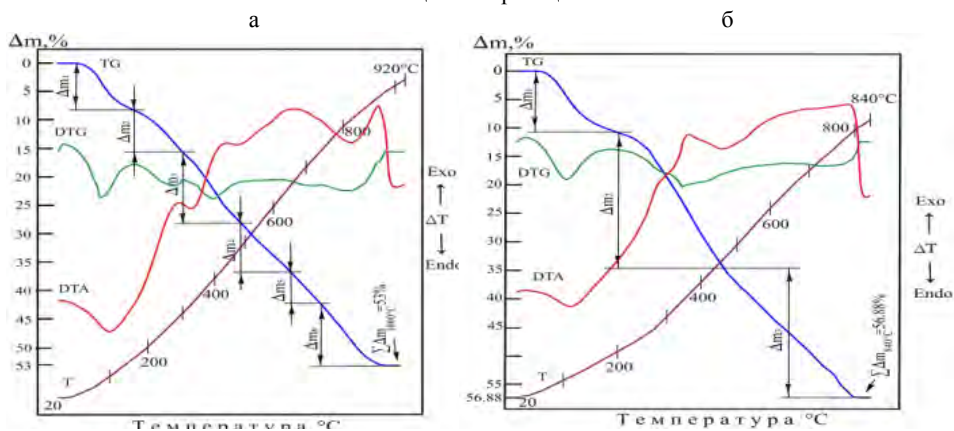
Рисунок 4 – ИК-спектры исследуемых образцов

(CH_2 , CH_3) и кислородсодержащих (COOH , $\text{OH}_{\text{фен.}}$) групп, а также разрушением ароматических молекул. При температуре выше 660°C наблюдаются процессы вторичного разложения, связанные с дегидрированием ароматических структур, а при температуре выше 800°C – разрушение минеральной части гуматов и образование оксидов металлов. Установлено, что термолиз комплексных соединений гуматов с хромом и марганцем идет по ступенчатому механизму, отражая структурную перестройку, происходящую в процессе нагревания.

хлорид хрома



ацетат марганца



Продукты, полученные при разной концентрации ионов хрома и марганца, %:
а – 0,005; б – 0,1

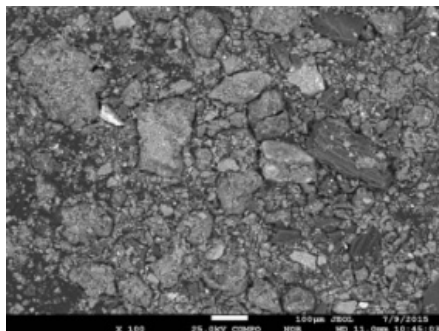
Рисунок 5 – Термограммы исследуемых образцов

Электронно-микроскопические снимки исследуемых образцов (рисунок б) показывают влияние концентрации ионов хрома и марганца на состав полученных соединений.

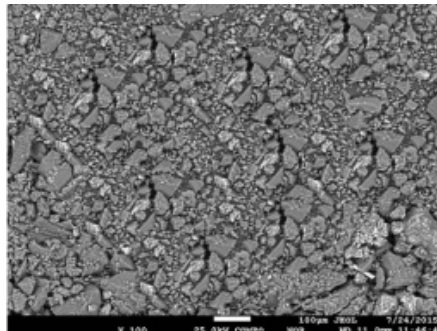
Наличие в структуре гуминовых соединений электроно-донорных функциональных групп: $-C=O$, $-COOH$, $-C-OH$, $Ar-OH$, $=N-H$, $=N$ и др. в различных сочетаниях в составе ароматических и алифатических структур и свободных орбиталей d-элементов, в частности хрома и марганца должны способствовать образованию комплексных соединений [16, 17]. Однако, из-за сложного химического состава и разнообразия функциональных групп гуминовых веществ описать вероятный химизм процесса образования комплексных соединений с ионами хрома и марганца представляется весьма

хлорид хрома

а

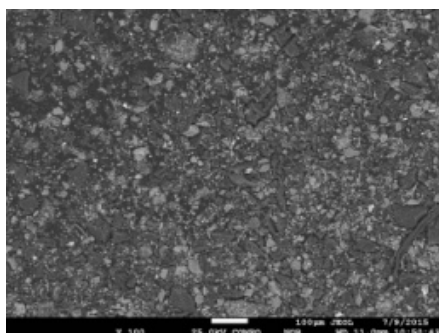


б

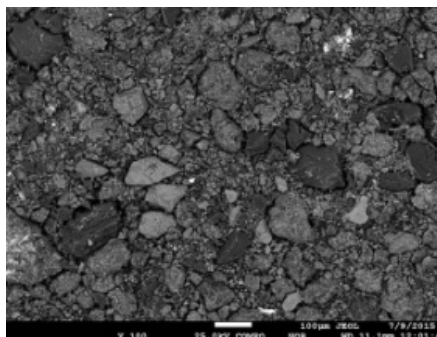


ацетат марганца

а



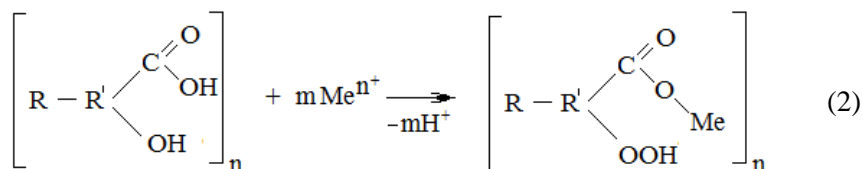
б



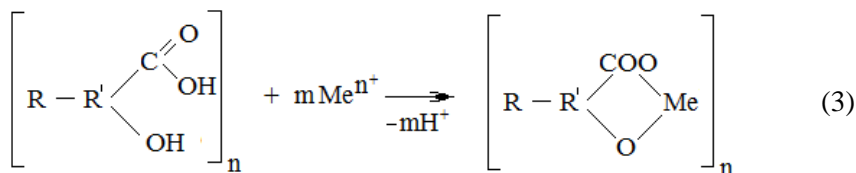
Продукты, полученные при разной концентрации ионов хрома и марганца, %:
а – 0,005; б – 0,1

Рисунок 6 – Электронно-микроскопический снимок исследуемых образцов

затруднительным. На основании результатов химических и физико-химических исследований можно предположить, что при взаимодействии модифицированного гумата с хлоридом хрома (III) и ацетатом марганца (II) происходит связывание карбоксильных и фенольных групп с ионами хрома и марганца. При этом с ионами хрома и марганца могут образовывать координационную связь лигандные группы гуминовых соединений, принадлежащие к одной макромолекуле или к различным макромолекулам. Реакцию взаимодействия модифицированного гумата с ионами хрома и марганца можно описать следующими уравнениями:



где R – органический радикал периферийной части гуминовых кислот; R' – органический радикал «ядерной» части гуминовых кислот.



Выводы. На основании проведенных исследований установлены закономерности влияния различных факторов на процессы взаимодействия модифицированного гумата с хлоридом хрома (III) и ацетатом марганца (II), определены состав и свойства полученных продуктов. Комплексом химических и физико-химических исследований (ИКС, ДТА, РЭМ) установлено образование комплексных соединений модифицированного гумата с ионами хрома и марганца. Выявлено, что в реакциях комплексообразования участвуют как карбоксильные, так и фенольные гидроксилы, принадлежащие к одной макромолекуле или к различным макромолекулам. Данные термического анализа показали, что введение хрома и марганца в структуру модифицированного гумата приводит к образованию термически более устойчивых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.А. Румянцев, В.Г. Драбкова, А.В. Измайлова. Крупнейшие озера мира и перспективы их практического использования // Вестник российской академии наук. – 2014. – Т. 84, № 1. – С. 52-61.
- [2] Yang R.T. Adsorbents: fundamentals and applications. – Wiley&Jons, Inc. 2003. – 410 p.
- [3] Изосимов А.А. Физико-химические свойства, биологическая активность и детоксицирующая способность гуминовых препаратов, отличающихся генезисом органического сырья: Дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2016. – 148 с.
- [4] Лиштван И.И., Капуцкий Ф.Н., Янута Ю.Г., Абрамец А.М., Монич Г.С., Стригуцкий В.П., Глухова Н.С., Алейникова В.Н. Взаимодействие гуминовых кислот с ионами металлов: структура металлгуминовых комплексов // Вестник БГУ. Сер. 2. – 2012. – № 2. – С. 12-16.
- [5] Василевич Р.С., Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д., Кондратенок Б.М. Комплексообразование ионов ртути (II) с гуминовыми кислотами тундровых почв // Почвоведение. – 2014. – № 3. – С. 283-294.
- [6] Осина К.В. Выявление закономерностей связывания гуминовых веществ торфов с тяжелыми металлами и формами монтмориллонита: Автореф. дис. ... канд. химич. наук: 03.02.08. – Иванова, 2018. – 18 с.
- [7] Касьмова Э.Дж., Королева Р.П., КыдралиеваК.А., Жоробекова Ш. Ж. Селективная сорбция тяжелых металлов шитыми производными гуминовых кислот // Известия НАН КР. – 2010. – № 3. – С. 119-122.
- [8] Карпюк Л.А. Алкоксисилильные производные гуминовых веществ: синтез, строение и сорбционные свойства: Дис. ... канд. химич. наук: 02.00.03. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. – 187 с.
- [9] Ветрова О.В., Бурметьева М.С., Гавриленко М.А. Закрепление гуминовых кислот на поверхности силикагеля через слой полиметилenguанидина // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322, № 3. – С. 18-21.
- [10] Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: МГУ, 1981. – 271 с.

[11] Сильверстейн Р.С., Басслер Г.В., Меррил Т.Г. Спектрометрическая идентификация органических соединений. – М.: Наука, 1977. – 308 с.

[12] Rodrigues R., Quadros L.P., Scofield A.L. Caracterizacao da materiaorganika das rochas sedimentarespoanalise termica diferencial e termogravimetrica // Boletintecnico da Petrobras. – 1979. – Vol. 22, N 1. – P. 3-20.

[13] Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. – М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

[14] ГОСТ 9517-1994. Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот. – Введ. 1997-01-01. – Минск.: Изд-во стандартов, 1996. – 8 с.

[15] Лиштван И.И., Янута Ю.Г., Абрамеч А.М., Монич Г.С., Глухова Н.С., Алейникова В.Н. Взаимодействие гуминовых кислот с ионами металлов в водной среде // Химия и технология воды. – 2012. – Т. 34, № 5. – С. 359-369.

REFERENCES

[1] Rumjancev., V.A., Drabkova, V.G., Izmajlova, A.V. Krupnejšie ozera mira i perspektivy ih praktičeskogo ispol'zovanija // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. 2014. Vol. 84, N 1. P. 52-61.

[2] Yang R.T. Adsorbents: fundamentals and applications. Wiley&Jons, Inc. 2003. 410 p.

[3] Izosimov A.A. Fiziko-himicheskie svojstva, biologičeskaja aktivnost' i detoksirujušaja sposobnost' guminovyh preparatov, otlichajushhija genezisom organičeskogo syr'ja: Dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.08. M.: MGU im. M.V. Lomonosova, 2016. 148 p.

[4] Lishtvan I.I., Kapuckij F.N., Januta Ju.G., Abramec A.M., Monich G.S., Striguckij V.P., Gluhova N.S., Alejnikova V.N. Vzaimodejstvie guminovyh kislot s ionami metallov i struktura metallguminovyh kompleksov // Vestnik BGU. Ser. 2. 2012. N 2. P. 12-16.

[5] Vasilevich R.S., Beznosikov V.A., Lodygin E.D., Kondratenok B.M. Kompleksoobrazovanie ionov rtuti (II) s guminovymi kislotami tundrovych pochv // Pochvovedenie. 2014. N 3. P. 283-294.

[6] Osina K.V. Vyjavlenie zakonornostej svjazyvanija guminovyh veshhestv torfov s tjazhelymi metallami i formami montmorillonita: Avtoref. dis. ... kand. himich. nauk: 03.02.08. Ivanova, 2018. 18 p.

[7] Kasymova Je.Dzh., Koroleva R.P., Kydraljeva K.A., Zhorobekova Sh. Zh. Selektivnaja sorbcija tjazhelyh metallov sshitymi proizvodnymi guminovyh kislot // Izvestija NAN KR. 2010. N 3. P. 119-122.

[8] Karpjuk L.A. Alkoksilil'nye proizvodnye guminovyh veshhestv: sintez, stroenie i sorbcionnye svojstva: Dis. ... kand. himich. nauk: 02.00.03. M.: MGU im. M. V. Lomonosova, 2008. 187 p.

[9] Vetrova O.V., Burmet'eva M.S., Gavrilenko M.A. Zakreplenie guminovyh kislot na poverhnosti silikagelja čerez sloj polimetilenguanidina // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2013. Vol. 322, N 3. P. 18-21.

[10] Orlov D.S., Grishina L.A. Praktikum po himii gumusa. M.: MGU, 1981. 271 p.

[11] Sil'verstejn R.S., Bassler G.V., Merrill T.G. Spektrometricheskaja identifikacija organičeskikh soedinenij. M.: Nauka, 1977. 308 p.

[12] Rodrigues R., Quadros L.P., Scofield A.L. Caracterizacao da materia organika das rochas sedimentares poz analise termica diferencial e termogravimetrica // Boletim tecnico da Petrobras. 1979. Vol. 22, N 1. P. 3-20.

[13] Rid S.Dzh.B. Jelektronno-zondivyj mikroanaliz i rastrovaja jelektronnaja mikroskopija v geologii. M.: Tehnosfera, 2008. 232 p.

[14] GOST 9517-1994. Toplivo tverdoe. Metody opredelenija vyhoda guminovyh kislot. Vved. 1997-01-01. Minsk.: Izd-vo standartov, 1996. 8 p.

[15] Lishtvan I.I., Januta Ju.G., Abramec A.M., Monich G.S., Gluhova N.S., Alejnikova V.N. Vzaimodejstvie guminovyh kislot s ionami metallov v vodnoj srede // Himija i tehnologija vody. 2012. Vol. 34, N 5. P. 359-369.

Резюме

*Ө. Ж. Жүсіпбеков, Г. О. Нұрғалиева,
З. К. Баяхметова, А. Қ. Шакирова, Д. Дүйсенбай*

ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН ГУМАТТЫҢ ХРОМ ЖӘНЕ МАРГАНЕЦ ИОНДАРЫМЕН ӘРЕКЕТТЕСУІ

Бұл жұмыста түрлендірілген гуматтың хром хлориді (III) және марганец ацетатымен (II) әрекеттесу үрдісіне хром мен марганец иондарының концентрацияларының (0,005-0,5%), түрлендірілген гуматтың мөлшерінің (0,1-1,0 г) және уақыттың (15-120 мин) әсер ету заңдылықтары зерттелді. Хром мен марганец концентрацияларын 0,5%-ға дейін, гуматтың 1,0 г және уақыттың 60-90 мин дейін жоғарылатқанда гуминді заттардың шығымы 36,49 және 43,07%, хром мен марганецтің массалық үлесі сәйкесінше, 4,31 и 5,40%-ға дейін өсетіндігін көрсетті. Кешенді химиялық және физика-химиялық (ИҚС, ДТТ, РЭМ) зерттеулермен алынған өнімнің құрамы мен қасиеттері анықталды, түрлендірілген гуматтың хром және марганец иондарымен кешендік қосылыстар түзетіндігі айқындалды. Кешентүзу реакциясына бір макромолекулаға немесе әртүрлі макромолекулаға жататын карбоксилді және фенолды гидроксилдер қатысатындығы анықталды. Термиялық талдау, түрлендірілген гуматтың құрылымына хром мен марганецті енгізу кезінде термиялық тұрақты өнім түзілетіндігін көрсетті.

Түйін сөздер: ластану, ауыр металдар, түрлендірілген гумат, хрома және марганец иондары, кешентүзу, карбоксилді және фенолды гидроксилді топтар.

Summary

*U. Zh. Zhusipbekov, G. O. Nurgalieva,
Z. K. Bayakhmetova, A. K. Shakirova, D. Duisenbai*

INTERACTIONS OF THE MODIFIED HUMATE BY IONS OF CHROME AND MANGANESE

In this research was studied regularities of the influence of chromium and manganese ions concentrations (0.005-0.5%), norms of modified humate (0.1-1.0 g) and time (15-120 min) on the interaction of modified humate with chromium (III) chloride and acetate manganese (II). It is shown that an increase in the concentrations of chromium and manganese ions to 0.5%, the rate of humate to 1.0 g and time to 60-90 minutes contributes to an increase in the yield of humic substances to 36.49 and 43.07%, the mass fraction of chromium and manganese to 4.31 and 5.40% respectively. The complex of chemical and physicochemical studies (IRS, DTA, REM) determined the composition and properties of the obtained products and was established the formation of complex compounds of modified humate with chromium and manganese ions. It was revealed that in complex formation reactions are involved both carboxyl and phenolic hydroxyls groups, which belong to the same macromolecule or to different macromolecules. Thermal analysis data showed that the introduction of chromium and manganese in the structure of a modified humate leads to the formation of thermally more stable products.

Key words: pollution, heavy metals, modified humate, chromium and manganese ions, complexation, carboxyl and phenolic hydroxyl groups.