

References

1. *Irshak V.I., Varyukhin S.E.* Relaxation properties of polymer gels and concept of physical networks // *Europhys. Conf. Macromolec. Phys.* — Balatonszeplak, 1995.— Sept. 25–29. — P. 69.
2. *Katsuyoshi H.* Gelation of natural polymers // *Fiber (J)*. — 1993. — Vol. 49. — № 3. — P. 84–93.
3. *Bekturov E.A., Bimendina L.A., Mamytbekov G.K.* Complexes of water-soluble polymers and hydrogels. — Almaty: Science, 2002. — 220 p.
4. *Osada Yoshihito.* Polymer gels // *J. Macromol. Sci.* — 2004. — Vol. 1. — № 44. — P. 87–112.
5. *Dreval V.E., Vasil'yev G.B. et. al.* Rheological properties of solutions of anionic and cationic polyelectrolytes mixtures // *Polymer Sci. A.* — 2008. — Vol. 50. — № 7. — P. 1172–1179.
6. *Hedges J.I.* Polymerization of humic substances in natural environments. In *Humic substances and their role in the environment* // John Wiley&Sons, Chichester. — New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1988. — 45 p.
7. *Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Savrova A.L.* Comparative study of sorptive absorption of heavy metals by humic acids from different origins // *Repor. RAS. Ser. Geochem.* — 1995. — Vol. 4. — № 345. — P. 11–14.
8. *Lowe L.E.* Studies on the nature of sulphur in peat humic acids from the Fraser river Delta, British Columbia // *Sci. Total Environ.* — 1992. — Vol. 113. — P. 133.
9. *Zhorobekova Sh.Zh., Maltseva G.M.* Mixed-ligand metal complexes with humic acids and hydrazine // *Chemistry of solid fuel.* — 1989. — № 2. — P. 55–57.
10. *Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Savrova A.L.* Comparative study of sorptive absorption of heavy metals by humic acids from different origins // *Repor. RAS. Ser. geochem.* — 1995. — Vol. 4. — № 345. — P. 11–14.
11. *Smirnova E.A.* Thermodynamics of compatibility and rheological properties of mixtures of synthetic polymers with polysaccharides: Synopsis of the dissertation, 2006. — 145 p.
12. *Busk G.C.* The cooperation of polymer-water in gelation // *Food Technic.* — 1984. — Vol. 38. — № 5. — P. 59–62.
13. *Yiebke Ch., Piculell.L., Nilsson S.* On the mechanism of gelation of helix forming biopolymers // *Macromol.* — 1994. — Vol. 27. — № 15. — P. 4160–4166.

УДК 541.64

Структурирование и реологические свойства водных растворов гумата натрия, модифицированных солями

Structuring and rheological properties of sodium humate aqueous solutions by modified salts

Жолболсынова А.С.¹, Саликова Н.С.¹, Кажмуратова А.Т.², Валитов Д.А.¹, Сабиева К.У.¹

¹Северо-Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева, Петропавловск;
²Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова (e-mail: kazhmuratova@mail.ru)

Мақалада гидродинамика, уақытылы және берік сипаттамалары бойынша бейорганикалық тұздармен түрлену арқылы гумат натрийдің сулы жүйесінің нақты құрамы анықталады. Тұз құрамының көбеюі полимерметалды жүйе негізінде кеңістікті құруға ықпал етеді, бұл аралас ертінділерінің жабысқақтығының салыстырмалы көбеюі және натрий гуматының концентренген гелқұрамды жүйесінің үрдісін тездетуі ретінде анықталған. Алынған гелдердің беріктігі қоспаның құрамына және анион қуатының жоғарылығының көбеюіне байланысты дәлелденген.

Rheological properties of sodium humate aqueous systems modified by inorganic salts such as hydrodynamic, provisional and solidity characteristics are studied in the article. It is determined that the increase of salts content leads to the forming of spatial structures on the basis of polymer-metal complexes, increasing relative viscosity of diluted solutions and speeding up the process of gel formation of sodium humate concentrated systems. It is proved that solidity of the obtained gels depends on the composition of mixture and increases with rising of the charge of an anion.

Полимерметаллические комплексы, образующиеся в результате реакции между функциональными группами макромолекул и ионами металлов, можно охарактеризовать в качестве новых полимерных веществ, обладающих рядом ценных физико-химических свойств и имеющих определённый химический состав и гидродинамические параметры. Всестороннее изучение особенностей реакции

образования комплексов полимер–металл, т.е. определение структуры и состава комплексов, раскрытие механизма их образования, а также влияние конформационного состояния макромолекул и природы металлов на процессы формирования комплексов представляет большой теоретический интерес. С практической точки зрения реакции хелатообразования широко применяются в гидрометаллургии для извлечения и концентрирования редких и благородных металлов, для создания полимерных катализаторов, полупроницаемых мембран. Простой способ смешения природных полимеров с растворами модифицирующих компонентов позволяет во многих случаях принципиально изменять эксплуатационные и технологические свойства материалов, снижать их стоимость и, следовательно, является мощным инструментом технологов и материаловедов для создания материалов с заданными характеристиками. Гидрогели, полученные таким способом, обладают уникальными механическими, оптическими и электрическими свойствами, что определяет их различное применение в промышленности, быту, сельском хозяйстве. Многообразие трехмерных фрагментов и соответствующих каркасных структур пленок позволяет регулировать в почвозащитных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур процессы растворения, порообразования, газообмена, диффузии, совместности компонентов; поверхностно-активные свойства и влагоудержание почв [1–5].

Изменение структурообразующей и сорбционной способности основных полимерных компонентов является одной из основных задач в ряде технологических процессов. В настоящее время широко изучаются закономерности и условия стабилизации и структурообразования в водных растворах и дисперсиях различных полимеров. Особенно активно в этой области ведутся исследования для смесей ионсодержащих синтетических и природных полимеров. К ионсодержащим полимерам относятся гуминовые кислоты, представляющие собой продукты окисления углей.

Гуминовые кислоты (ГК) представляют собой сложную смесь высокомолекулярных полифункциональных соединений алициклической, гидроароматической, ароматической и гетероциклической природы. Несмотря на то, что ГК — это смесь органических веществ нерегулярной структуры, их макромолекулам присущ ряд внутренних закономерностей. Гуминовые кислоты относят к классу полиоксиполикарбонновых кислот, которые являются природными полиэлектролитами. В общем виде брутто-формула ГК: $C_xH_yN_zO_pS_qM_r + (Al_2O_3)_l(SiO_2)_m(H_2O)_n$, где М — ионы металлов. Константы ионизации различных кислотных групп ГК изменяются в пределах от $2,6 \cdot 10^{-5}$ до $1,0 \cdot 10^{-7}$ ($pK_a \sim 4,2-7,0$). Константа ионизации фенольных групп колеблется в пределах 8–10 [6].

В состав макромолекул ГК могут входить различные гидрофильные функциональные группы, прежде всего карбоксильные, гидроксильные, хинонные, аминогруппы. Благодаря большому разнообразию функциональных групп гуминовые кислоты проявляют свойства коллоидных веществ, обладают поверхностно-активными и электроповерхностными свойствами, относятся к самоорганизующимся анионным полифункциональным полиэлектролитам. Полифункциональность гуминовых кислот определяет способность их вступать в реакции ионного обмена, переноса электрона (окислительно-восстановительные реакции) и комплексообразования. Кроме того, гуминовые кислоты (ГК) участвуют в донорно-акцепторных, гидрофобных и сорбционных взаимодействиях. Это означает, что ГК могут связывать практически все виды экотоксикантов, включая ионы переходных металлов, радионуклиды, нефтяные и хлорированные углеводороды, пестициды, нитроароматические соединения и т.д. [7–9].

Высокий научный и практический интерес представляют также исследования смесей водных растворов гумата натрия с различными неорганическими солями, образующие в процессе структурообразования гидрогелевые структуры, по реологическим характеристикам отличающиеся от исходного полимера. Уже известно, что гуматы в смеси с полимерами могут проявлять самый разнообразный синергетический эффект по различным видам активности. Так, известны различные смеси гуминовых кислот, которые применяются в медицине, животноводстве, птицеводстве и технических отраслях (цементной, керамической, нефтедобывающей промышленности и т.д.). Известен ряд фармацевтических препаратов и кремов с добавкой гуматов, биологическая активность которых также связана, прежде всего, с проявлением ценных свойств гуматов. Действием гуминовых гелевых веществ обусловлены многие природные процессы [10–12].

В настоящее время в Республике Казахстан внедряются ресурсосберегающие, почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, поэтому перспективы по использованию в них гуминовых водорастворимых полиэлектролитных комплексов, обладающих повышенными структурообразующими, ростостимулирующими, удобряющими и другими свойствами, очень велики. Для Республики Казахстан перспективность таких исследований определяется также большими

ресурсами малоиспользуемых и окисленных углей, являющихся отходами угледобычи и дешевой доступной базой для получения гуминовых кислот — этого уникального по свойствам и широкому практическому применению природного полимера. Создание нового поколения нетоксичной и эффективной гуминовой продукции путем модификации местных гуминовых кислот доступными, недорогими компонентами, типа неорганических солей, имеет актуальное научное и практическое значение для региона и республики в целом. Одновременно решается проблема утилизации экологически опасных отходов угледобычи регионов РК.

Однако применение гуминовых кислот требует всестороннего изучения, поскольку зачастую их применение сопровождается нежелательными эффектами, связанными с низкой механической прочностью и зависимостью эксплуатационных свойств от физико-химических параметров условий применения [13–16]. Поэтому данная работа направлена на разработку модифицированных гелей гуминовых производных и исследование их реологических характеристик.

В качестве объекта исследования выбрали гумат натрия, полученный из бурых углей. Элементный анализ гуминовых кислот проводили, согласно известной методике [17]. Нативный гумат натрия получали из аналитической пробы бурого угля однократной экстракцией раствором NaOH при температуре 20 °С. Затем из «сырого» экстракта получали нерастворимые в воде гуминовые кислоты осаждением раствором HCl, который добавляли при постоянном перемешивании до pH 1–2. Выпавший осадок ГК отделяли от надосадочной жидкости центрифугированием. Осадок промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции среды. Промытые ГК сушили в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 80 °С. Растворы гумата натрия для исследований получали растворением сухих ГК в 0,1 н. растворе NaOH. Средняя молекулярная масса полученных таким способом образцов гуматов натрия составляет примерно 20000, содержание кислотных групп — до 5 мг-экв/г, зольность — 12–15 %.

Известно, что с целью создания материалов с заданными свойствами базовые полимеры смешивают с различными веществами. Как правило, современные полимерные материалы являются многокомпонентными системами, в которых наряду с полимерной основой присутствуют различные модифицирующие добавки. Содержание добавок в полимерной композиции может изменяться в очень широких пределах. В зависимости от поставленной задачи, вида добавки и природы полимера оно может составлять от долей процента до 95 %. Известны многочисленные факторы гелеобразования, среди которых не менее интересным является введение в растворы полимеров некоторых модифицирующих добавок, гелеобразующая способность которых связана с образованием межмолекулярных или химических связей между макромолекулами полимера и молекулами модификатора.

Установлено, что в большинстве случаев системы полимер–низкомолекулярный компонент несовместимы в широком диапазоне изменения композиции компонентов. Критерием совместимости была выбрана форма кривых вязкость–состав. Изучение условий образования смешанных систем гумата натрия с углеводами согласно общепринятой методике позволило сделать вывод, что между этими величинами наблюдается линейная зависимость, означающая, что системы гумат натрия–неорганические соли образуют однородные структурирующиеся системы до содержания солей 0,5 моль/л.

Синтез модифицированных систем осуществляли путем смешения водных растворов гумата натрия с водными растворами неорганических солей — хлоридом натрия, сульфатом натрия, фосфатом натрия, содержание последних варьировали от 0,05 моль/л до 0,50 моль/л. Смешение компонентов осуществляли при температуре 20 °С на магнитной мешалке в течение 25–30 мин. Во всех случаях образуются гомогенные устойчивые смеси, не расслаивающиеся и со временем структурирующиеся с образованием студней. Высокая устойчивость их к расслаиванию обусловлена действием межмолекулярных сил и образованием связей кулоновской природы, а также водородных связей между функциональными группами гумата натрия и анионами солей.

В работе исследовали кинетику студнеобразования через величину вязкости разбавленных растворов и прочностные характеристики возникающих пространственных структур в концентрированных системах гумата натрия при модификации неорганическими солями. Несмотря на то, что существуют различные подходы к проведению экспериментов и интерпретации результатов измерений вязкости смесей для оценки комплексообразования в смесях растворов полимеров во многих работах используется вискозиметрический тест, поскольку он наиболее прост в экспериментальном плане и дает достоверные воспроизводимые результаты.

Измерения относительной вязкости проводили в термостатируемом вискозиметре марки ВПЖ при заданной температуре с точностью $\pm 0,05$ °С. Исследуемые растворы подвергали термостатированию в течение 30 минут. Время истечения определяли 5–7 раз по секундомеру с ценой деления 0,1 с. Точность определения относительной вязкости составила 1 % относительной ошибки.

За временной критерий структурирования (время гелеобразования) принимали время выдержки пробы, характеризующее потерю текучести. Время структурирования определяли известным способом, регистрируя время с момента фиксации температуры (20 °С) до момента застывания, определяемого отсутствием смещения геля под углом 90° в течение 5 сек. Для его измерения образец помещается в стакан таким образом, чтобы высота слоя не превышала 5 см, охлаждается с заданной скоростью до 20 °С, помещается в термостат. Через определенные интервалы времени система анализируется (при уточнении показателя интервал времени приближен к установленному в первоначальном опыте), уточнение времени гелеобразования осуществляли не менее 7–8 раз.

Реологические свойства модифицированных систем изучали как по гидродинамическим свойствам, так и по прочностным характеристикам. Предельное напряжение сдвига определяли методом тангенциально-смещаемой пластинки. Кюветы заполняли горячим исследуемым раствором и сразу же, при помощи специального приспособления, которое позволяло опускать пластинку на фиксированную глубину, помещали ее в середину кюветы. Кюветы с пластинкой помещали в эксикатор с водой и выдерживали при соответствующей температуре опыта в течение заданного промежутка времени. Предельное напряжение сдвига вычисляли как среднее из шести измерений.

Важным условием гелеобразования является достижение определенной, так называемой критической концентрации раствора. На основании предварительных опытов была найдена начальная концентрация водных растворов гумата натрия, приводящая к образованию студней с практически измеримой прочностью, равная 22–24 %.

Проведенные исследования кинетики вязкости разбавленных и прочности концентрированных водных растворов гумата натрия позволили установить временной интервал нарастания прочности, равный 4 суткам.

Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 %-ного раствора гумата натрия при варьировании содержания хлорида натрия от 0,00 моль/л до 0,50 моль/л представлена в таблицах 1–3.

Т а б л и ц а 1

Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 %-ного водного раствора гумата натрия в зависимости от содержания хлорида натрия, $T = 20$ °С

Концентрация соли, моль/л	Относительная вязкость, $\eta_{\text{отн}}$, в течение времени, t , сутки				
	0	1	2	3	4
0,00	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
0,05	1,05	1,07	1,10	1,12	1,13
0,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17
0,35	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23
0,50	1,17	1,19	1,22	1,26	1,27

Аналогичные исследования кинетических изменений относительной вязкости раствора гумата натрия той же концентрации осуществили в присутствии сульфата натрия и фосфата натрия. Экспериментальные данные также получены в течение 4 суток, результаты эксперимента представлены в таблицах 2, 3.

Т а б л и ц а 2

Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 %-ного водного раствора гумата натрия в зависимости от содержания сульфата натрия, $T = 20$ °С

Концентрация соли, моль/л	Относительная вязкость, $\eta_{\text{отн}}$, в течение времени, t , сутки				
	0	1	2	3	4
0,00	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
0,05	1,09	1,11	1,12	1,13	1,15
0,05	1,16	1,18	1,20	1,22	1,23
0,35	1,32	1,33	1,34	1,37	1,39
0,50	1,44	1,47	1,49	1,51	1,52

Т а б л и ц а 3

**Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 %-ного водного раствора гумата натрия
в зависимости от содержания фосфата натрия, $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Концентрация соли, моль/л	Относительная вязкость, $\eta_{\text{отн}}$, в течение времени, τ , сутки				
	0	1	2	3	4
0,00	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12
0,05	1,10	1,12	1,13	1,15	1,17
0,05	1,19	1,20	1,21	1,24	1,25
0,35	1,38	1,39	1,42	1,44	1,45
0,50	1,51	1,52	1,55	1,58	1,59

Отметили, что вязкость разбавленных растворов гумата натрия, модифицированных неорганическими солями, закономерно увеличивается во времени и достигает максимального значения к 4 суткам. Повышение заряда аниона при переходе от хлорида через сульфат-ион к фосфат-иону способствует структурированию образованных систем и формированию пространственных структур, замедляющих гидродинамическое течение водных растворов гумата натрия. Так, увеличение содержания хлорида натрия в объеме 0,5 моль/л приводит к повышению времени структурирования на 4 сутки на 13,3 %, в то время как аналогичное содержание сульфата натрия повышает время структурирования за тот же период времени на 35,7 %, фосфата натрия — на 42 %.

Влияние содержания концентраций неорганических солей на процесс структурирования водных растворов гумата натрия определяли при концентрации гумата натрия, позволяющей достоверно регистрировать время структурирования. Предварительными опытами установили, что структурирование гумата натрия зависит от его концентрации. Наиболее воспроизводимые его проявления наблюдаются начиная с концентрации водных растворов, равной 22 %. В этой связи наблюдения за влиянием различных концентраций углеводов разного строения на время структурирования осуществили на 24 %-ных водных растворах соли полимера, превысив нижний предел гелеобразования (табл. 4–6).

Т а б л и ц а 4

**Зависимость времени структурирования и прочности 24 %-ных водных растворов гумата натрия
от содержания хлорида натрия, $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Концентрация соли, моль/л	Время структурирования, τ , час	Предельное напряжение сдвига, P_m , $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$
0,00	93	519
0,05	91	524
0,15	87	530
0,35	80	541
0,50	75	555

Т а б л и ц а 5

**Зависимость времени структурирования и прочности 24 %-ных водных растворов гумата натрия
от содержания сульфата натрия, $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Концентрация соли, моль/л	Время структурирования, τ , час	Предельное напряжение сдвига, P_m , $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$
0,00	93	519
0,05	90	527
0,15	85	542
0,35	75	574
0,50	67	597

Зависимость времени структурирования и прочности 24 %-ных водных растворов гумата натрия от содержания фосфата натрия, $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Концентрация соли, моль/л	Время структурирования, τ , час	Предельное напряжение сдвига, P_m , $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$
0,00	93	519
0,05	89	542
0,15	83	568
0,35	71	613
0,50	62	650

Предположения, что при образовании кристаллических зародышей процесс будет происходить с различными скоростями, в зависимости от содержания и заряда аниона, подтверждены полученными экспериментальными данными. Определение времени структурирования показало, что процесс гелеобразования идёт тем быстрее, чем выше содержание неорганических солей в смеси. Увеличение содержания солей от 0,05 моль/л до 0,5 моль/л приводит к уменьшению времени структурирования на 2–19 % в случае модификации растворов гумата натрия однозарядными анионами, на 3,2–28 % — в случае модификации двухзарядными анионами, 4,3–33 % — в случае модификации трехзарядовыми анионами. Таким образом, присутствие в водных растворах гумата натрия анионов неорганических солей приводит к ускорению процесса формирования пространственных структур за счет сшивания полимерных цепей гумата натрия анионами. Сшивающий эффект усиливается с увеличением заряда аниона, что может быть объяснено различным сродством аниона к растворителю, приводящее к различной степени дополнительной агрегации образующегося полимерметаллического комплекса [18].

Влияние модифицирующих добавок неорганических солей на прочностные характеристики водных систем гумата натрия изучали измерением предельного напряжения сдвига 24 %-ных студней гумата натрия в зависимости от содержания анионов для сформированных в течение 4 суток студней (табл. 4–6). Результаты показывают, что увеличение прочности гелей гумата натрия в присутствии модифицирующих компонентов, анионов разного заряда свидетельствуют об улучшении их реологических характеристик за счет стабилизации полимерной сетки геля гумата натрия в результате формирования полимерметаллического комплекса. С увеличением заряда аниона происходит увеличение предельного напряжения сдвига, что может быть связано с увеличением осмотического давления внутри макромолекулярной сетки при увеличении заряда аниона при переходе от хлорид-иона к фосфат-иону.

Таким образом, в результате реокинетических исследований установлено, что присутствие неорганических солей приводит к замедлению потока жидкости, уменьшению времени структурирования и повышению прочности гелей гумата натрия вследствие формирования ассоциатов полимерметаллических комплексов гумата натрия с анионами неорганических солей. Структурирующий эффект усиливается с увеличением содержания неорганических солей и повышением заряда аниона.

References

1. Busk G.C. The cooperation of polymer-water in gelation // Food Technic. — 1984. — Vol. 38. — № 5. — P. 59–62.
2. Yiebke Ch., Piculell L., Nilsson S. On the mechanism of gelation of helix forming biopolymers // Macromol. — 1994. — Vol. 27. — P. 4160–4166.
3. Irshak V.I., Varyukhin S.E. Relaxation properties of polymer gels and concept of physical networks // Europhys. Conf. Macromolec. Phys., Balatonszeplak, 1995, 25–29 Sept. — P. 69.
4. Katsuyoshi H. Gelation natural polymers // Fiber (J). — 1993. — Vol. 49. — № 3. — P. 84–93.
5. Bekturov E.A., Bimendina L.A., Mamytbekov G.K. Complexes of water-soluble polymers and hydrogels. — Almaty: Gylym, 2002. — 220 p.
6. Orlov D.S. Humic substances in the biosphere // Soros educational magazine. — 1997. — № 2. — P. 56–63.
7. Vidali R., Remoundaki E., Tsezos M. An experimental and modeling study of humic acid concentration effect on H^+ binding: Application of the NICA–Donnan model // Journal of Colloid and Interface Science. — 2009. — Vol. 339. — P. 330–335.
8. Hedges J.I. Polymerization of humic substances in natural environments. Humic substances and their role in the environment // John Wiley&Sons, Chichester. — New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1988. — 45 p.
9. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Savrova A.L. Comparative study of sorptive absorption of heavy metals by humic acids from different origins // Reports RAS. Ser. geochem. — 1995. — Vol. 4. — № 345. — P. 11–14.

10. Pranzas P.K., Willumeit R. et al. Characterisation of structure and aggregation processes of aquatic humic substances using small-angle scattering and X-ray microscopy // *Anal. Bioanal. Chem.* — 2003. — Vol. 376. — P. 618–625.
11. Ghosh K., Schnitzer M. Macromolecular Structures of Humic Substances // *Soil Sci.* — 1980. — Vol. 129. — P. 266–276.
12. Lowe L.E. Studies on the nature of sulphur in peat humic acids from the Fraser river // *Delta, British Columbia. Sci. Total Environ.* — 1992. — Vol. 113. — P. 133.
13. Zhorobekova Sh.Zh., Malceva G.M. Mixed-ligand metal complexes with humic acids and hydrazine // *Chemistry of solid fuel.* — 1989. — Vol. 2. — P. 55–57.
14. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Savrova A.L. Comparative study of sorptive absorption of heavy metals by humic acids from different origins // *Reports RAS. Ser. geochem.* — 1995. — Vol. 4. — № 345. — P. 11–14.
15. Zhorobekova Sh.Zh., Malceva G.M. The conformation variability of humic acids // *Chemistry of solid fuel.* — 1987. — Vol. 3. — P. 34–37.
16. Hilko S.L. Adsorption and rheological characteristics of salts of humic acids on the border section of the liquid-gas // *Colloid journal.* — 2010. — Vol. 72. — № 6. — P. 12–15.
17. Taic E.M., Andreyeva I.A. *Methods of analysis and testing of coal.* — М.: Nedra, 1983. — 304 p.
18. Bekturov E.A., Bakauova Z.H. *Water-soluble synthetic polymers in aqueous solutions.* — Alma-Ata, 1981. — 247 p.

УДК 546.719:546.55:661.183.129:542.61

Новые возможности практического применения N-замещенных винилоксиэтиламинов

New possibilities of application of N-substituted vinyloxyethylamines

Кенжетаева С.О.¹, Абдыгалимова С.Ш.², Кенжетаев Р.Р.³, Ярославцева Е.Д.⁴

¹ Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, (e-mail: kenzhetaeva58@mail.ru);

² ДГП «Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева», Караганда (e-mail: hmi2009@mail.ru);

³ Карагандинский университет «Болашак»;

⁴ Медицинский колледж при Карагандинском государственном медицинском университете

Винилоксиэтиламинді әр түрлі алкилгалогенидтермен әр түрлі қатынаста алкилдеу арқылы оның жана N-орынбасылған туындылары синтезделді. Синтезделген қосылыстарды асыл металдарды экстракциялық бөліп алу үшін қолданылатын реагенттер ретінде пайдалану мүмкіндігі зерттелді. Алынған қосылыстар жоғары электрондонорлы қасиетке ие бейтарап экстрагенттерге жататыны анықталды. Асыл металдарды үшіншілік аминдермен экстракциялау жағдайларын оңтайлау үшін металдың органикалық фазаға ауысу деңгейіне аминдер концентрацияларының өзгеруі және органикалық және сулы фазалардың қатынасы зерттелді.

New N-substituted derivatives were synthesized by alkylation of vinyloxyethylamine by means of various alkyl halides in various ratios. There was investigated the possibility of application of compounds synthesized as reagents for extraction of noble metals. It was stated that compounds obtained were referred to neutral extragents as substances with high electron-donating ability. The effect of varying concentrations of amines in diluents and ratio of organic and aqueous phases on degree of metal transferring in the organic phase was investigated for optimization of conditions of noble metals extraction by tertiary amines.

Экстракция аминами привлекает большое внимание исследователей. Интерес к этим экстрагентам объясняется широкими возможностями их применения для извлечения и очистки солей металлов и кислот.

Для извлечения благородных металлов экстракционным способом применяют различные органические основания [1–3]. Причем разработаны экономически эффективные технологические схемы извлечения многих редких и радиоактивных элементов, основанные на экстракции аминами и четвертичными аммониевыми основаниями.

Основной причиной появления за последние годы большого числа исследований по экстракции аминами, по-видимому, являются как известные ранее представления в области теории экстракции, так и возможность синтеза аминов различного строения, связанная с доступностью многих реагентов.