

**АНАБАЗИНИЙ О,О-ДИМЕТИЛТИОФОСФАТ И I-ЭФЕДРИНИЙ О,О-ДИИЗОПРОПИЛТИОФОСФАТ
АЛКАЛОИДТАРЫНЫҢ ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН КАЛОРИМЕТРЛІК
ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ**

Ш.Б. Қасенова, Ә.Ж. Әбілдаева, Б.Қ. Қасенов, А.О. Кулгарин, Б.Т. Ермағамбет, С.Д. Фазылов

Динамикалық калориметрия әдісімен эфедрин және анабазин туындылары: анабазиннің О,О-диметилтиофосфаты және I-эфедриний О,О-диизопропилтиофосфатының ΔT аралығындағы сәйкесінше 112-114°C және 145°C-қа тең жылу сыйымдылықтарының температураға тәуелділігі зерттелді. Алынған мәліметтер негізінде зерттеліп отырған алкалоидтардың жылу сыйымдылықтарының температураға тәуелділік теңдеулері қорытылып шығарылды.

**CALORIMETRY STUDY OF THERMAL CAPACITIES OF ALKALOIDS DERIVATIVES
ANABAZINI O,O-DIMETILTIOPHOSPHAT AND I-EPHEDRINI O,O-
DIIZOPROPILTIOPHOSPHAT**

Sh.B. Kasenova, A.Zh. Abildaeva, B.K. Kasenov, A.O. Kulgarin, B.T. Ermagambet, S.D. Phazilov

By dynamic calorimetry methods research $C_p^0 \sim f(T)$ of alkaloids derivatives ephedrine and anabazine: anabazini O,O-dimetiltiophosphat and l-ephedrini O,O-diizopropiltiophosphat in $\Delta T = 112-114$ °C and $T=145$ °C. On the basis of experimental data for $C_p^0(T)$ derived dependence equations $C_p^0 \sim f(T)$ for research alkaloids.

УДК 543 25

**НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ
ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И
РАДИОНУКЛИДОВ**

С.К. Кожахметов, Г.К. Мамытбеков, Г.А. Кальменова, Р.Б. Беремжанов

ТОО «Институт высоких технологий» НАК «Казатомпром»

Проведен анализ литературных данных последних лет по исследованию сорбции тяжелых металлов природными цеолитами и использования их модифицированных форм в качестве геохимических барьеров для защиты объектов окружающей среды от тяжелых металлов и радионуклидов – продуктов техногенной деятельности человека.

В связи с нарастающей опасностью крупномасштабных техногенных загрязнений окружающей среды, в том числе, поверхностных и грунтовых природных вод, в последние годы в ряде стран начаты разработки новой технологии: создания искусственных геохимических барьеров.

Искусственные геохимические барьеры – это специально созданные участки, окружающие либо источник загрязнения (например, место временного размещения или постоянного захоронения отходов), либо охраняемый природный объект, в которых происходит резкое уменьшение интенсивности миграции токсичных или радиоактивных компонентов. При этом такие барьеры остаются проницаемыми для воды и ее природных компонентов, т.е. в них искусственным образом воспроизводятся или дополняются природные защитные процессы.

Таким образом, очистка подземных вод осуществляется *in situ*, без ее извлечения на дневную поверхность (так называемый *pump and treat* подход). Отличительными особенностями геохимических барьеров от стандартных водоочистных установок являются:

- а) возможность реализации крупномасштабных процессов;
- б) отсутствие специального оборудования, в том числе, перекачивающих устройств;
- в) отсутствие необходимости постоянного обслуживания.

Главным условием, обеспечивающим возможность создания искусственных геохимических барьеров, является наличие широкодоступных и деше-вых фильтрующих сорбционных материалов, обладающих двумя основными свойствами:

- а) высокой селективностью к определенным токсичным компонентам, характерным для изолируемого источника;
- б) отсутствием загрязняющего эффекта у самого материала.

Этим требованиям во многом отвечают некоторые природные сорбционные материалы, в частности, цеолитсодержащие породы и щелочные карбонатные и силикатные породы. Большие запасы этих пород имеются в Казахстане. Удовлетворительные физико-химические характеристики, низкая себестоимость и не токсичность делают целесообразным их исследование как сорбентов для геохимических барьеров.

В США и других странах запатентованы отдельные технические решения и ведутся научные работы по созданию проницаемых барьеров на основе модифицированных природных цеолитов и других природных материалов. В России и ряде регионов бывших стран СНГ уже построены или начато строительство защитных геохимических барьеров. Однако это – противомиграционные геохимические барьеры.

Целью данной работы является анализ научных и технологических основ создания искусственных геохимических барьеров на основе кремнийсодержащих природных материалов, а также их модифицированных форм для защиты окружающей среды от тяжелых металлов и радионуклидов.

Природные цеолиты и их свойства.

В силу уникальности и большой практической значимости этих минералов в течение последних нескольких десятилетий во многих странах мира ведутся работы по изучению их физико-химических свойств и применению для решения различных практических, в том числе и экологических задач. Результаты этих исследований опубликованы во многих журналах, а также сборниках международных конференций по цеолитам [1-3].

Как показано в ряде работ [4-6], наиболее перспективными природными материалами для одновременной очистки поверхностных вод от ионов тяжелых металлов и радионуклидов являются природные цеолитсодержащие материалы, в частности, клиноптилолитсодержащие туфы.

Анализируя литературные данные последних лет по исследованию сорбции тяжелых металлов природными цеолитами, следует отметить основные результаты:

- исследованы равновесие и кинетика сорбции Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} и Fe^{3+} из 0,01 н однокомпонентных растворов этих ионов на натриевой и природной формах клиноптилолита.
- определены коэффициенты распределения и коэффициенты внутренней диффузии изученных ионов, оценено влияние температуры на их коэффициент диффузии [7].
- детально изучено ионообменное равновесие между ионными парами Na^+/Cu^{2+} , Na^+/Cd^{2+} , Na^+/Pb^{2+} на природном клиноптилолите [8-9].
- показано, что переводение клиноптилолита в Na-форму при 70 °С позволяет получить наиболее высокие результаты по емкости и приводит к следующему ряду селективности: $Pb^{2+} > Zn^{2+} > Mn^{2+} > Cd^{2+}$ [10-11].

Целый ряд работ посвящен исследованию механизма сорбции тяжелых металлов на клиноптилолите в зависимости от pH раствора [9-11]. Однако во всех вышеперечисленных работах рассматривались лишь однокомпонентные системы и весьма концентрированные растворы, что ограничивает ценность полученных данных и возможность их использования при решении практических задач, в том числе задач очистки природной воды.

Природные цеолиты в геохимических барьерах

В последние годы в литературе стали появляться статьи, где оцениваются сорбционные свойства природного клиноптилолита как реактивного материала для геохимических барьеров в сравнении с другими природными материалами и признается целесообразность их использования для этих целей. Так, например, в работе [12] была дана сравнительная оценка природным цеолитам и таким природным сорбентам, как хитин, глинистый грунт, кальцинированные водоросли, и отходам производства - летучая зола, шелуха зерен какао (cocoa shell) по их способности удалять из грунтовых вод такие тяжелые металлы, как Cu, Pb, Zn, Cd. По эффективности извлечения ионов указанных металлов эти материалы были расположены в следующий ряд: летучая зола (fly ash), хитин, природный клиноптилолит, кальцинированные морские водоросли, глинистый грунт и шелуха зерен какао. Авторами был сделан вывод о перспективности использования природного клиноптилолита в качестве барьерного материала. Ранее такие же выводы были сделаны в работах [13] по проницаемости и прочностным свойствам, по эффективности удаления аммония и ионов тяжелых металлов из загрязненных подземных вод [14]; по селективности к стронцию [15]. На основе полученных экспериментальных данных авторы рассчитали, что время защитного действия барьера из клиноптилолита толщиной 1,2 м составляет около 10 лет по отношению к радиоактивному стронцию. Интересными представляются работы, где исследуется поведение природных цеолитов для очистки загрязненных вод при пониженных температурах (в качестве возможных геохимических

барьеров в условиях Антарктики) [16-17]. В России имеются примеры использования клиноптилолитсодержащего туфа в качестве геохимического барьера: в экстремальной ситуации (Чернобыльская авария, 1986 г.) защита р. Припять от радиоактивных загрязнений была осуществлена с помощью барьера из клиноптилолит-содержащих туфов.

При разработке геохимических барьеров экономический фактор диктует свои требования, поэтому большую роль играет математическое моделирование процессов, протекающих в барьерах, позволяющее обосновать выбор реактивного материала, размеры барьера и его времени защитного действия (или момента его замены). В литературе представлено много математических моделей, предназначенных для описания и расчета процессов в барьерах. В большинстве случаев процессы, идущие в барьерах, это - химические реакции осаждения, восстановления и т.д. и поэтому математические модели носят очень частный характер. Там, где используются глинистые материалы, и имеет место сорбционный (ионообменный) процесс, для описания используют равновесную микродисперсную математическую модель массопереноса [18-19].

В случае использования цеолитсодержащих пород реактивной средой является, прежде всего, ионообменная среда, поэтому необходимо осуществлять математическое моделирование ионного обмена с учетом всех особенностей, которыми характеризуется этот процесс на природных цеолитах. В очень детальном исследовании эксплуатационных качеств природного клиноптилолита как барьерного материала для удаления ^{90}Sr из грунтовых вод, на основе экспериментальных данных показано [20], что клиноптилолитсодержащий туф как барьерный материал эффективен при естественных градиентных условиях (малые скорости фильтрации). Авторами этого исследования разработаны программы для однокомпонентной и 6-ти компонентной сорбционных систем, осуществлен расчет процесса сорбции ^{90}Sr . Однако в основе этих моделей лежит предположение о реализации процесса в равновесных условиях. Авторами подчеркивается необходимость разработки новой устойчивой и надежной модели. В литературе есть работы, описывающие ионообменные процессы на цеолитах и подчеркивающие их сложный (2-х ступенчатый) кинетический характер, особенно заметно проявляющийся при сорбции ионов из разбавленных растворов [21-22]. В связи с этим весьма актуальны специальные кинетические исследования сорбционного процесса на природных цеолитах при очень малых скоростях фильтрации и с периодическими перерывами, моделирующими реальные условия эксплуатации проницаемых барьеров.

Анализ работ по применению природных цеолитов в качестве проницаемых геохимических барьеров показывает, что имеется ряд серьезных ограничений, существенно снижающих эффективность их использования. В частности:

1. Недостаточно полные знания о фундаментальных свойствах природных сорбционных материалов (равновесных и кинетических характеристиках), проявляемых ими в разбавленных растворах (например, природных водах). Все доступные в современной научной литературе сведения о названных системах касаются т.н. "ложноравновесных состояний", характерных для коротких временных циклов, реализуемых в стандартных водоочистных технологиях. В то же время, хорошо известно, что в ходе длительных процессов сорбции, исчисляемых годами, многие неорганические сорбенты (в первую очередь, природные цеолиты) характеризуются другими значениями коэффициентов диффузии и коэффициентов селективности.

2. Не разработаны адекватные математические модели многомерной динамики (макрокинетики) для многокомпонентных систем, особенно, при непостоянных граничных условиях. Для таких крупномасштабных и капиталоемких сооружений, как геохимические барьеры, такие модели и расчетные программы необходимы для расчета и проектирования оптимальных конструкций и нагрузок, а также для предсказания их защитного действия, в том числе, в изменяющихся условиях.

Модифицированные природные цеолиты и их свойства. Для расширения областей применения природных цеолитов и придания им новых дополнительных свойств (анионообменных, адсорбционных, магнитных, бактерицидных и т.д.) осуществляют модифицирование цеолитов как органическими, так и неорганическими модификаторами. Обзор методов модифицирования природных цеолитов и их применение дан в работе [23]. Показано, что методы модифицирования природных цеолитов могут быть разделены на 2 большие группы - модифицирование с помощью органических и неорганических веществ. Модифицирование цеолитов неорганическими веществами улучшают их катионообменные свойства, а модифицирование органическими веществами придает цеолитам анионообменные свойства, бактерицидность, способность хорошо сорбировать органические вещества. Широко исследуются модифицированные природные цеолиты в качестве реактивного барьерного материала в USA [24-25], однако при этом используются только

адсорбционные и вновь приобретенные анионообменные свойства материала (удаляют органические вещества и анионы-загрязнители). Модифицированные сорбенты, полученные из природных материалов, представляют несомненный интерес, так как их стоимость при хороших сорбционных свойствах по отношению к тяжелым металлам и их многофункциональности будет (как минимум в 2-4 раза) ниже стоимости существующих синтетических сорбентов.

Имеются результаты предварительных исследований по сорбции тяжелых металлов на модифицированных формах клиноптилолит-содержащих туфов. Использовали известные математические модели и решения для описания некоторых из этих процессов [26].

Серпентиниты и их модифицированные формы. Свойства и обоснование их выбора.

Наряду с клиноптилолитами, известен целый класс природных материалов – серпентинитов, являющихся весьма перспективными материалами для водоочистки. Серпентиниты содержат группу минералов, основным из которых является серпентин, представляющий собой гидроксисиликат магния. Крупнейшие месторождения серпентинитов имеются в России на Урале и Северном Кавказе. Обогащенные таким минералом серпентиниты являются также отходом асбестовой промышленности. Указанный минерал в существенной степени сохраняет основные свойства гидроксида магния, обладающего подщелачивающим буферным свойством. При соприкосновении с поверхностью такого твердофазного буфера ускоряется коагуляция гидроксида железа, обладающего, в свою очередь, сорбционной активностью по отношению к ионам тяжелых металлов. Серпентиниты характеризуются также сорбционной активностью к таким компонентам природных и техногенных вод, как фтор, бор и мышьяк. В то же время, в отличие от гидроксида магния, гидроксисиликат обладает прочностью гранул, соизмеримой с прочностью силикатных материалов и кварцевого песка. Помимо серпентина, серпентинит содержит также примеси гидратированных оксидов металлов: алюминия, железа, марганца, которые представляют собой естественные катализаторы. Указанный материал был использован для очистки сточных вод. Известна работа [27] по очистке воды открытых водоемов от ионов тяжелых металлов, включающий обработку воды добавлением в нее пылевидного серпентинита, предварительно подверженного термоактивации при температуре 650-820°C. Известна также работа [28], в которой предлагается способ водоподготовки, включающий очистку воды от механических взвесей и растворенных веществ путем ее фильтрации через слой гранулированного серпентинита в колоннах с периодической промывкой слоя сорбента обратным потоком воды или воздуха. В работах [29,30] был разработан способ химической модификации серпентинитов, существенно повышающий его сорбционную активность. При этом модифицированный серпентинит начинает проявлять анионообменные свойства в области значений рН 5-9, что чрезвычайно редко наблюдается для неорганических веществ. С использованием способов [29,30] были изготовлены действующие в настоящее время промышленные установки по водоподготовке и пилотные установки по очистке сточных вод.

Композитные загрузки природных или модифицированных цеолитов и модифицированных серпентинитов, обеспечивая одновременно катионо-обменную и анионообменную сорбционную активность, могут быть использованы для создания эффективных полупроницаемых геохимических барьеров. Для этого, однако, требуются дополнительные экспериментальные исследования, в том числе, численные эксперименты на основе моделирования динамики сорбции на смешанных загрузках.

Все эти работы позволят создать научную базу для использования природных материалов и их модифицированных форм в качестве геохимических барьеров для защиты объектов окружающей среды от тяжелых металлов и радионуклидов – продуктов техногенной деятельности человека.

Подобный геохимический барьер может быть использован не только в местах расположения ядерных установок, но и в любом радиационно-опасном месте, которых в настоящее время скопилось достаточно много на территории Республики. К таким объектам, в частности, относятся Семипалатинский ядерный полигон, хранилище радиоактивных отходов Кошкарата вблизи г. Актау, уранодобывающие рудники и предприятия (АО УМЗ).

Технология создания геохимического барьера помимо радиационно-опасных объектов может быть использована в мегаполисах, имеющих ограниченные источники питьевой воды, для защиты от внешнего заражения токсичными и ядовитыми веществами и тяжелыми металлами (примером такого мегаполиса может служить г. Астана).

В общем случае разработанная технология создания геохимического барьера может применяться при ликвидации чрезвычайных ситуаций и природных катастроф.

Литература

1. Сендилов Э.Э., Хитаров Н.И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. М., 1970.
2. Natural Zeolites for the Third Millennium, eds. C.Colella and F.Mumpton, Proceeding of 5th Inter.Confer.on the Occurrence, Properties and Use of Natural Zeolites, Napoli, Italy, 2000.
3. Natural Zeolites-02, Proceeding of 6th Inter.Confer.on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Thessaloniki, Greece, 2002. In Journal Microporous and Mesoporous Materials 61, (2003)
4. Tarasevich Yu.I., Polyakov V.E., Polyakova I.G. // Zeolite-97, Proceedings 5th Inter. Conf. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Naples, Italy, 1997, P.282-284.
5. Nikashina, V.A., Zaitseva, E.V.//_Zeolites'91, 3rd Inter. Conf. on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Havana, Cuba, 1991, P. 169-170
6. Челищев Н. Ф., Володин В. Ф., Крюков В. А. Монообменные свойства природных высококремнистых цеолитов.- М.: Наука, 1988.- 128 с.
7. Дементьев С.Н., Дрибушак В. А., Сериткин Ю. В. Новые подходы к изучению физико-химических свойств цеолитов.- Новосибирск: СО АН СССР, 1989.- 103 с
8. Природные цеолиты России. //Тез. докл.- Новосибирск, 1992.- 244 с.
9. Цицишвили Г. В., Андроникашвили Т. Г., Киров Г. Н., Химозова Л. Д. Природные цеолиты.- М.: Химия, 1985.- 246 с.
10. Trgo M., Peric J, Vukojevic- Medvidovic. The equilibrium properties of zinc, copper and lead immobilization on natural zeolite. The adsorption model approach //Zeolite- 02, 6th Inter. Conf. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Thessaloniki, Greece, 2002, p.355-356.
11. Panayotova M.L. Kinetics and thermodynamics of copper ions removal from wastewater by use of zeolite // Waste Management, V. 21, issue 7, 2001, p.671-676.
12. Sheta A.S, Falatah A.M., Al-Sewailem M.S., Khaled E.M., Sallam A.S. Sorption characteristics of Zn and Fe by natural zeolites and bentonite // Microporous and Mesoporous Materials 61, 2003, P. 127-136.
13. Wantanaphong J., Jon Moony S. and E. H. Bailey //Natural and waste materials as metal sorbents in permeable reactive barriers (PRBs) /Environ.Chem. Letters, 2005, V.3 N1, P.19-23.
14. Dean Abadzic S., Joseph N. Ryan /Particle Release and Permeability Reduction in a Natural Zeolite (Clinoptilolite) and Sand Porous Medium / Environ. Sci. Technol., 35 (22), 2001, P.4502-4508.
15. Fuhrmann Mark, David Aloysius, Huan Zhou //Permeable subsurface sorbent barrier for ⁹⁰Sr: Laboratory studies of natural and synthetic materials //Waste Management, Volume 15, Issue 7, 1995, P.485-493.
16. Природные цеолиты в социальной структуре и охране окружающей среды: Сб. науч. тр.- Новосибирск:СОАН СССР,1990.-123 с.
17. A.Z. Woinarski, G.W. Stevens, I. Snape //A Natural Zeolite Permeable Reactive Barrier to Treat Heavy-Metal Contaminated Waters in Antarctica: Kinetic and Fixed-bed Studies Process Safety and Environmental Protection, Volume 84, Issue 2, March 2006, P. 109-116.
18. Pabalan R.T., Bertetti F.P. Experimental and Modeling Study of Ion Exchange between Aqueous Solutions and the Zeolite mineral Clinoptilolite //J. of Solution Chemistry V.28, N4, 1999, P.367-393.
19. Stepanova N.Yu. PhD dissertation , 2005 г.
20. Rabideau Alan J., Van Benschoten John, Patel Anita, Bandilla Karl // Performance assess of zeolite treatment wall for removing Sr-90 from groundwater //J. of Contaminant Hydrology (2005), vol.79, N 1-2, pp. 1-24
21. Brown L.M., Sherry H.S., Krambek F.J. Mechanism and kinetics of Isotopic Exchange in Zeolites. Theory.// J. Phys. Chem. 1971. V.75, N 25 . P.3846-3855.
22. Thompson P.W., Tassopoulos M.A. Phenomena logical interpretation of two-step uptake behaviour by zeolites. // Zeolites. 1986. V.6. N 1. P.12-20.
23. V.A.Nikashina, B.F.Myasoedov Environmental Application of Modified Natural Zeolites, In: Natural Microporous Materials in Environmental Technology, P.Misaelides et al. (eds.), 1999, pp.335-343.
24. Bowman R.S., Z. Li, S. J. Roy, T. Burt, T.L. Johnson, and R.L. Johnson // Pilot test of a surfactant-modified zeolite permeable barrier for groundwater remediation. (2001) , p. 161-185. In: Physical and chemical remediation of contaminated aquifers. J.A. Smith and S. Burns (eds.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
25. Bowman, R.S., E.J. Sullivan, and Z. Li. 2000. Uptake of cations, anions, and nonpolar organic molecules by surfactant-modified clinoptilolite-rich tuff. p. 287-
26. Kats E.M. and Nikashina V.A., (2000) Mathematical simulation of chromate - ion exchange process on organozeolite. In: Natural Zeolites for the Third Millennium, C.Colella and F.A.Mumpton (eds), pp. 387-393.
27. Russian Federation Patent № 2136608.
28. Invention Application, Russian Federation № 99117320, date of publ. 20.06.2001.
29. Khamizov R.Kh., Konov M.A, Method of the water preparation, Russian Federation Patent № 2316479, date of publ. 10.02.2008.
30. Khamizov R.Kh., Konov M.A., Water Treating Method, European Patent Application, EP 2 011 767 A1, Date of publ. 07.01.2009, Bull. 2009/02.

**ҒЫЛЫМИ ЖӘНЕ ЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАНДЫ ГЕОХИМИЯЛЫҚ
ТОСҚАУЫЛДАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕ КРЕМНИЙҚҰРАМДАС ТАБИҒИ МАТЕРИАЛДЫ ҚОРШАҒАН
ОРТАНЫ БҰЗАТЫН АУЫР МЕТАЛЛДАРДАН ЖӘНЕ РАДИОНУКЛИДТАРДАН ҚОРҒАУДЫ
ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ**

С.К. Кожакметов, Г.К. Мамытбеков, Г.А. Кальменова, Р.Б. Беремжанов

Табиғи цеолиттердің ауыр металдардың соруды зерттеу бойынша соңғы жылдардың әдеби мәліметтерінің талдауы өткізілген және ауыр металдар және радионуклидтерден қоршаған ортаның объектілерінің қорғауы үшін олардың түрлендірілген формаларының қолдануы геохимиялық тосқауылдар ретінде - адамның техногенді қызметтің өнімдерінен қорғау.

**SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL BASES OF CREATION OF ARTIFICIAL GEOCHEMICAL
BARRIERS ON THE BASIS OF SILICEOUS NATURAL MATERIALS FOR PROTECTION OF
ENVIRONMENT AGAINST HEAVY METALS AND RADIONUCLIDES**

S. Kozhakhmetov, G. Mamytbekov, G. Kalmenova, R. Beremzhanov

The analysis of literary given last years on research sorbcion heavy metals by natural zeolites and uses of their modified forms as geochemical barriers to protection of objects of environment from heavy metals and radionuclides - products of technogenic activity of the person is carried out.

УДК 541.128:542.321

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО
СИНТЕЗА ИЗОМЕРА ДИАМАНТАНА**

К.С. Кулажанов, Т.О. Омарқұлов, М.Ш. Сулейменова

Алматинский технологический университет, Алматы, РК, e-mail: atukz@mail.ru

Изучена активность и селективность наноразмерных платиновых катализаторов (0,10% Pt/C) в реакции гидрогенолиза «бинора-с» в пентациклотетрадекан. Показано, что активность данного катализатора в 10 раз выше, чем у аналогичного полидисперсного контакта (при 100% селективности процесса).

В последние годы адамтановые углеводороды широко используются в синтезе новых поколения лекарственных препаратов, взрывчатых веществ, термостойких полимерных соединений, искусственного алмаза [1].

По литературным данным [1, 2] для препаративного синтеза диаманта наиболее приемлемым исходным соединением является (4+4)-димер норборнадиена-гептациклотетрадекан ($C_{14}H_{16}$), тривиальное название которого «бинор-с» [1-4]. Процесс получения диаманта включает две основных стадии; гидрогенолиз «бинор-с» в пентадиклотетрадекан и его изомеризацию в диамантан. Из этих стадии слабоизученным является процесс гидрогенолиза «бинор-с». Процесс гидрогенолиза «бинор-с» ведут в присутствии платиновой черни в ледяной уксусной кислоте с добавлением HCl при 473K и 30,5 МПа, т.е в достаточно жестких условиях и в агрессивной среде. Использование полидисперсных нанесенных платиновых катализаторов позволено устранить вышеуказанные недостатки, снизить расход дорогостоящей платины, но активность катализатора оставалось не очень высокой [3, 4].

Целью настоящей работы является изучение активности и селективности наночастиц платины в реакции гидрогенолиза «бинор-с» в пентациклотетрадекан зависимости от природы носителя и температуры восстановления катализатора и разработка эффективного и экономичного катализатора для этой реакции, чем платиновая чернь.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- изучить влияние природы носителя, растворителя. Метода приготовления и температуры восстановления платиновых катализатор и других параметров ведения процессов на скорость и селективность гидрогенолиза «бинор-с» в пентациклотетрадекан;