

Ю.Л. ЗАБУЛОНОВ, Ю.В. ЛИТВИНЕНКО, В.М. КАДОШНИКОВ, С.В. КУЗЕНКО, Л.А. ОДУКАЛЕЦ

Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОРБЦИЮ ПОЛЮТАНТОВ В ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДАХ

В работе рассмотрено влияние импульсного электромагнитного излучения на реологические и адсорбционные свойства бентонитовой и палыгорскитовой суспензий. Показано, что обработка глинистых суспензий импульсным модулированным электромагнитным полем с частотой 5,2 кГц вызывает диспергацию глинистых агрегатов и позволяет получать глинистые растворы с улучшенными реологическими характеристиками. Электромагнитное поле улучшает сорбцию ионов цезия предварительно набухшей глинистой суспензией.

Постановка проблемы.

Влияние магнитного поля на дисперсные минералы неоднократно рассматривалось рядом исследователей [1, 2, 3].

В работах [1 – 5] показано, что действие магнитного поля вызывает в суспензиях частичное диспергирование агрегатов, при этом общее количество воды, ушедшей на построение гидратных оболочек, увеличивается и образуется прочная, высокоэластичная коагуляционная структура. В противоположность этому при воздействии магнитного поля на некоторые водные дисперсии не набухающих слоистых минералов (например, гидрослюды) в начальный период обработки наблюдается снижение структурно - механических свойств суспензий [1]. Это связано с тем, что ориентация структурообразующих элементов сопровождается увеличением толщины гидратных пленок, которые ослабляют прочность структуры. Следует полагать, что при этом усиливается взаимодействие дисперсной фазы с дисперсионной средой. Магнитная обработка глинистых суспензий в зависимости от продолжительности приводит к ориентации частиц дисперсной фазы, уменьшению или увеличению толщины гидратных пленок. Указанные закономерности поведения глинистых суспензий по-разному проявляются в зависимости от кристаллического строения дисперсной фазы.

Согласно представлениям авторов [1, 6, 7], магнитная обработка предварительно разрушенных структур более эффективна с точки зрения ориентации структурных элементов, легкоподвижных по местам слабопрочных контактов. При этом создаются более выгодные условия для перераспределения сольватных оболочек, которые в той или иной степени регулируют усилия, необходимые для поворота частиц под действием силовых линий магнитного поля. Увеличение напряженности магнитного поля приводит к уменьшению сольватных оболочек частиц дисперсной фазы и к усилению степени ориентационного эффекта структурообразующих элементов после структурирования дисперсий, то есть наблюдается более совершенная восстанавливаемость структуры после ее разрушения. Через некоторое время после магнитной обработки в структурах глинистых суспензий происходит релаксация структурных элементов, которые по своим физико – механическим свойствам приближаются к аналогичным свойствам не омагниченных образцов. Надо полагать, что диспергация агрегатов глинистых частиц под действием магнитных или электромагнитных полей с последующим структурообразованием коагуляционных систем, отражается не только на структурно –

механических свойствах суспензий, но также приводит к изменению их сорбционных свойств.

Анализ состояния изучения проблемы. В настоящее время в литературе имеется ограниченное количество работ [8, 9], в которых рассматриваются вопросы влияния магнитной или электромагнитной обработки водных дисперсий на их сорбционные свойства. При этом практически полностью отсутствуют сведения о влиянии такого вида обработки минералов по отношению к возможности сорбции ионов тяжелых металлов и радионуклидов глинистыми минералами. Для этой цели применяются бентонитовые глины, которые широко используются в технологиях водоподготовки и для создания инженерных барьеров на АЭС. Этот вопрос представляет значительный интерес, как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Цель настоящей работы – исследование влияния электромагнитного излучения на структурно-механические и сорбционные свойства глинистых суспензий, приготовленных из глин Черкасского месторождения.

Основные материалы исследования. Для исследования были отобраны три разновидности глин.

Бентонитовая глина (второй слой продуктивной толщи), которая на 90% представлена слоистым щелочноземельным алюмосиликатом, легко набухающим в воде – монтмориллонитом, с размером частиц 0,05 – 0,2 мкм [10]. Помимо основного глинистого минерала в бентонитовой глине, в крупнодисперсной фракции (фр. + 0,5 мм), представлены обломки кристаллов кварца, полевого шпата, кальцита. Общее количество песчаной фракции в бентонитовой глине не превышает 10%.

Пальгорскитовая глина (третий слой продуктивной толщи) в качестве основного глинистого минерала содержит пальгорскит (до 97%), представленный анизотропными иглоподобными кристаллитами, размер которых составляет 0,2 – 1 мкм [10]. Это слоисто – ленточный минерал, в котором в октаэдрическом слое часть Al^{+3} замещена Mg^{+2} . Глина пористая, быстро размокает в воде со слабым набуханием. В пальгорскитовой глине наблюдаются примеси песчаной фракции с содержанием кварца до 5%, а также в незначительном количестве – монтмориллонит, гидрослюда, гидроксиды марганца и железа. Отдельными зернами присутствует кальцит, рудные минералы, зерна терригенного кварца и полевого шпата, амфиболов и некоторых акцессорных минералов.

Четвертый слой представлен полиминеральной глиной, имеющей пелитовую структуру, с включениями отдельных зерен кварца, кальцита и др. Глина состоит из монтмориллонитовых и пальгорскитовых кристаллитов в соотношении 1:1. В небольшом количестве содержит гидроксиды железа и марганца. Глина имеет специфическую структуру, образованную кристаллитами монтмориллонита и пальгорскита, размер которых в 2 – 4 раза меньше, чем соответственно у монтмориллонита и пальгорскита в глинах второго и третьего слоев.

Для изучения влияния электромагнитного поля на глинистые суспензии была разработана и создана специальная лабораторная установка (рис. 1).

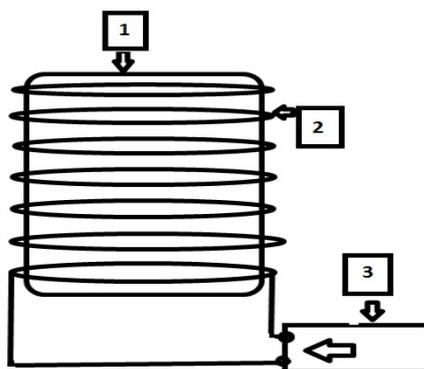


Рис. 1. Лабораторная установка: 1 - рабочая ячейка, 2 - индуктивная катушка, 3 - микропроцессорный задающий блок.

Активная часть установки содержит рабочую ячейку. Ячейка представляет собой прямоугольный контейнер, в который помещается кювета с обрабатываемым веществом. Вокруг нее располагаются 10 индукционных катушек. Рабочая ячейка снабжена коаксиальным разъемом для подключения микропроцессорного блока.

При проведении экспериментов исследуемое вещество помещается в кювету, которая вносится в рабочую зону ячейки. После включения микропроцессорного блока на катушки подается переменный ток, в результате чего в рабочей зоне ячейки генерируется пульсирующее электромагнитное поле с частотой 5,2 кГц.

После воздействия на глинистые суспензии в течение заданного времени, контейнер извлекается из рабочей зоны ячейки и омагниченная суспензия подвергается необходимым исследованиям.

Реологические свойства глинистых суспензий нами исследовались с помощью ротационного вискозиметра «Реотест – 2» (ФРГ). Определялась зависимость структурной вязкости от приложенной нагрузки. Структурная вязкость определялась в соответствии с требованиями инструкции указанного прибора из выражения (1):

$$\eta = \frac{\tau}{D_r}, \quad (1)$$

где: τ – напряжение сдвига, Па;

D_r – скорость вращения цилиндра, c^{-1} .

Из отобранных образцов глины были приготовлены суспензии с отношением твердой и жидкой фаз (Т:Ж) 1:1,25. Для этого навески глины диспергировались при комнатной температуре и атмосферном давлении в расчетном количестве воды в течении 2 часов до образования однородной массы. Полученные суспензии структурировались в течении 24 часов, после чего использовались в наших экспериментах.

Способность глин поглощать ионы цезия оценивалась по данным соответствующих изотерм сорбции при $t = 18^{\circ}C$. Для построения изотерм сорбции навески глин при соотношении Т:Ж = 1:100 диспергировались в растворах карбоната цезия с начальной концентрацией иона цезия 1,5-15 мг/л. После установления термодинамического равновесия между твердой и жидкой фазами, которое наступало после 24 часов взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой, твердая фаза отделялась от жидкости методом центрифугирования на центрифуге WE – 2 при 4000 оборотов. В осветленной равновесной жидкости на спектрофотометре модели АА - 8500 методом атомно-абсорбционного анализа определяли содержание ионов цезия.

Для изучения влияния электромагнитного поля на реологические свойства глинистых суспензий проба объемом 50 мл подвергалась воздействию поля в течении 1,

5, 10 и 15 минут. Непосредственно после облучения измерялась зависимость структурной вязкости от приложенной нагрузки.

Результаты измерений приведены на рис. 2 (бентонитовая суспензия), рис. 3 (пальгорскитовая суспензия) и рис. 4 (природная смесь пальгорскита и монтмориллонита – четвертый слой).

На рис. 2 приведены зависимости изменения структурной вязкости бентонитовой суспензии в зависимости от приложенной нагрузки. Из полученных данных видно, что глинистая суспензия является типичным представителем структурированной коагуляционной структуры, вязкость которой зависит от приложенной нагрузки. Природа этого явления неоднократно исследовалась в работах [6, 7]. Вязкость коагуляционных глинистых систем обеспечивается тем, что на границе раздела фаз минерал – дисперсионная среда остается тончайшая термодинамически устойчивая прослойка жидкости, состоящая из немногих слоев молекул, достаточно тонкая, чтобы не полностью препятствовать силам сцепления между частицами, но вместе с тем настолько прочно

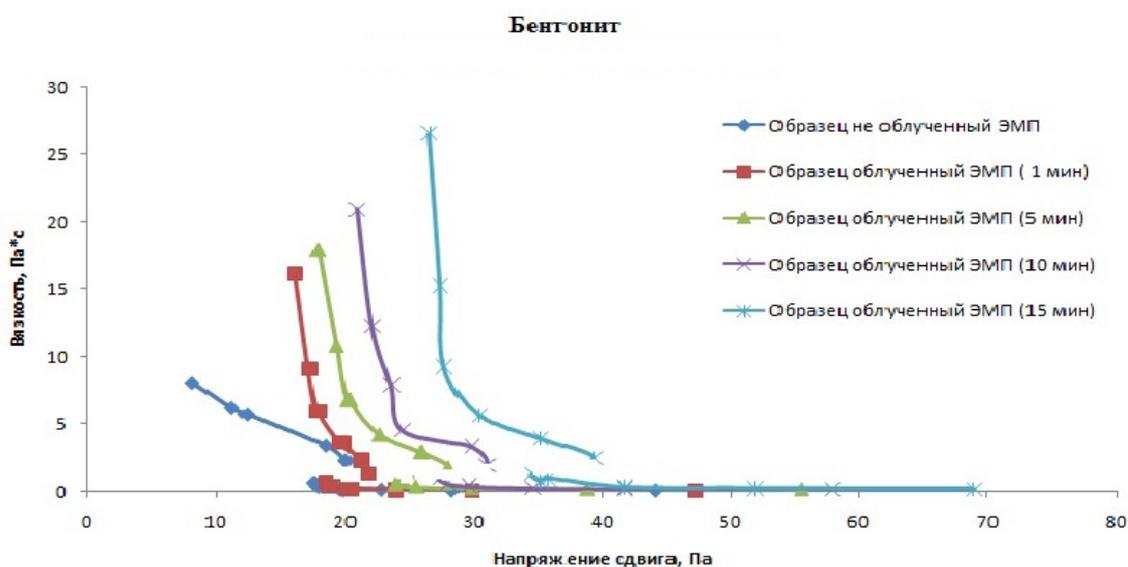


Рис. 2. Зависимость структурной вязкости бентонитовой суспензии от приложенной нагрузки.

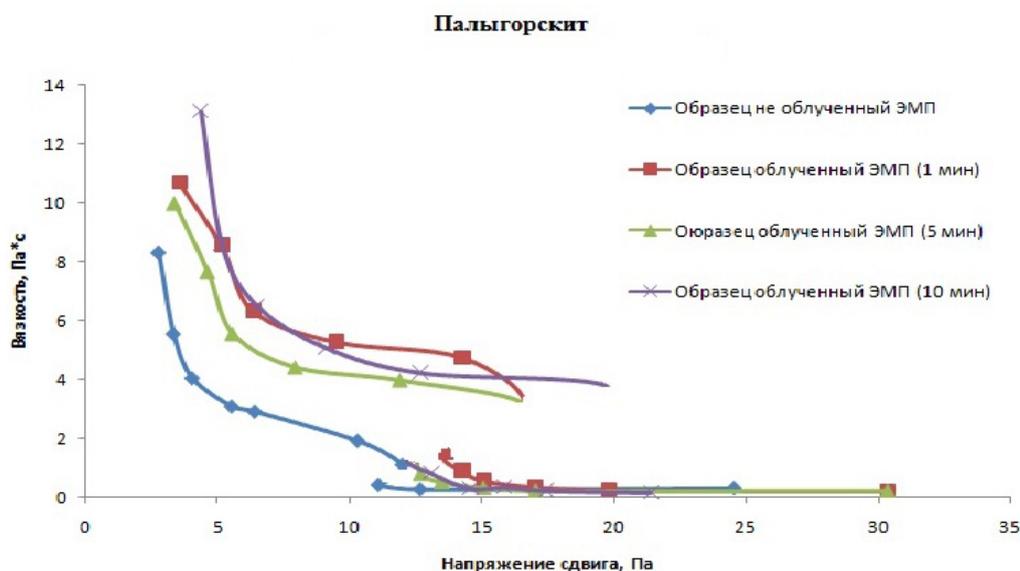


Рис. 3. Зависимость структурной вязкости от приложенной нагрузки для пальгорскитовой глины.

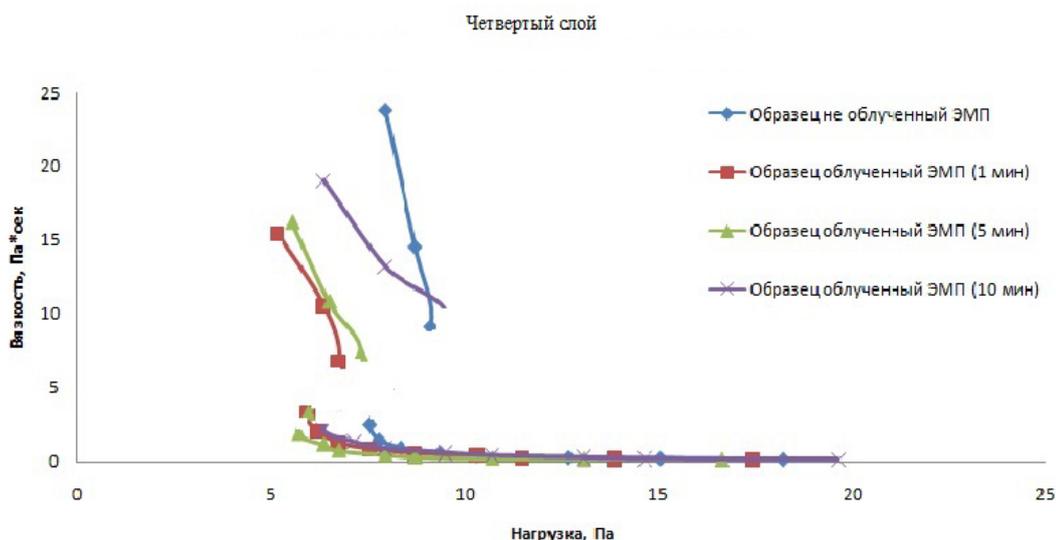


Рис. 4. Зависимость структурной вязкости от приложенной нагрузки для глины четвертого слоя.

адсорбционно-связанная с поверхностью частиц, чтобы не выдавливаясь далее силами сцепления между ними. Утолщение этой оболочки приводит к предотвращению коагуляции, разжижению структуры и понижению ее прочности. Прочность структуры и, соответственно, структурная вязкость зависит от приложенной нагрузки.

Согласно представлениям [6, 7] глинистые частицы, взвешенные в водной среде, взаимодействуют друг с другом ванн-дер-ваальсовскими молекулярными силами сцепления по наиболее лиофобным участкам поверхности, которые практически не гидратированы и, соответственно, не защищены сольватными оболочками. Мы полагаем, что в процессе образования коагуляционных структур, важнейшее значение имеют лиофильные центры, количество которых в глинах значительно выше, чем лиофобных. Последние, как правило, локализованы на поверхности базальных граней [11] глинистых кристаллитов. Леофильные центры преимущественно располагаются по периферии глинистых кристаллитов и обеспечиваются в основном силонольными и алюинольными центрами, а также частью обменных катионов, локализованных на периферии кристаллитов.

Воздействие электромагнитного поля на бентонитовые и палыгорскитовые суспензии сопровождается увеличением структурной вязкости. Экспериментально установлено (см. рис. 2), что последующее увеличение времени обработки суспензии электромагнитным полем сопровождается значительным увеличением структурной вязкости. Анализ зависимости структурной вязкости от напряжения сдвига показал, что коагуляционная структура необлученной бентонитовой глины значительно более устойчива к механическому воздействию по сравнению с облученными ее образцами. Изменение τ от 8 до 18 Па приводит к уменьшению вязкости исходного образца с 8 до 4 Па*с. В то время как вязкость образцов, облученных в течении 1, 5, 10 и 15 мин при $\tau = 8$ Па составляет 77, 66, 129 и 257 Па*с, а при $\tau = 18$ Па уменьшается до 6,5, 17,5, 44 и 168 Па*с, соответственно. Изменение напряжения сдвига на 10 Па снижает вязкость исходной суспензии в 2 раза, а облученных образцов – в 1,5 - 12 раз в зависимости от времени обработки. Значительное увеличение вязкости исходной бентонитовой суспензии при воздействии на нее электромагнитных колебаний, как и при воздействии магнитных полей в течении нескольких минут, мы связываем с частичной диспергацией агрегатов глины до более мелких частиц и, соответственно, с увеличением числа межфазных контактов. В отличие от данных, приведенных в работе [1], нами не наблюдалось разрушение суспензии при длительном воздействии электромагнитного

поля и уменьшение ее вязкости. Авторы [1] приходят к мысли, что ухудшение реологических свойств суспензий бентонита, которые подвергались продолжительному действию магнитного поля, связано с частичным разрушением коагуляционной структуры, в связи с увеличением толщины межфазных гидратных слоев. При воздействии переменного электромагнитного поля подобных явлений мы не обнаружили. Тем не менее, устойчивость коагуляционной структуры к механическим воздействиям после воздействия на них электромагнитного поля значительно уменьшается. Это явление, вероятно, связано с тем, что при диспергации бентонита под воздействием электромагнитного поля одновременно с увеличением числа структурных элементов коагуляционной системы увеличивается толщина межфазного гидратного слоя, что, естественно, выражается в уменьшении структурной вязкости.

Подобные явления мы наблюдаем так же для палыгорскитовых суспензий (см. рис. 3). При этом следует отметить, что при размещении лиофобных участков только в определенных местах, например на концах и ребрах вытянутых палочкообразных частиц, что характерно для палыгорскита, сцепления по таким центрам коагуляции приводят к образованию сплошного, весьма рыхлого каркаса – пространственной сетки, которая и представляет собой коагуляционную структуру. Прочность такой структуры по отношению к механическим воздействиям будет значительно ниже, нежели у бентонитовой суспензии.

В отличие от бентонитовой и палыгорскитовой глин при одинаковых условиях глина четвертого слоя образует высоковязкую суспензию, которая, однако, легко разрушается при механических воздействиях (см. рис. 4). Образование высоковязких суспензий глиной четвертого слоя мы связываем с тем, что кристаллиты монтмориллонита и палыгорскита в этой глине значительно меньше, чем в глинах второго и третьего слоев. При этом количество контактов в единице объема глинистой суспензии значительно больше, нежели в суспензиях, образованных монтмориллонитом или палыгорскитом. Учитывая, что вязкость суспензий, образованных глиной четвертого слоя, резко уменьшается даже при незначительном изменении механических нагрузок, мы полагаем, что кристаллиты монтмориллонита и палыгорскита или их агрегаты отделены друг от друга гидратными слоями, толщина которых больше, чем в глинистых суспензиях бентонитовых и палыгорскитовых глин. Электромагнитная обработка суспензии глины четвертого слоя в течении 1 минуты резко снижает ее структурную вязкость. Так, например, для не облученного образца глины четвертого слоя при $\tau = 8$ Па исходная структурная вязкость составляет 24 Па*с, а для облученных образцов при той же нагрузке – от $<0,1$ до 13 Па*с, в зависимости от времени обработки. Резкое снижение структурной вязкости облученных образцов по сравнению с исходной глиной мы связываем с тем, что под действием импульсного электромагнитного поля подвижность диполей воды в межфазном слое резко повышается, в результате чего образуется рыхлая гидратная оболочка, что значительно уменьшает коэффициент внутреннего трения между отдельными элементами в коагуляционной системе. Мы полагаем, что в отличии от ранее исследованных глинистых суспензий для глин четвертого слоя действие электромагнитного поля не приводит к увеличению количества структурных элементов, вызванных диспергацией.

Уменьшение вязкости под действием магнитного поля ранее было обнаружено на образцах гидрослюды [1]. Авторы отмечают, что при действии магнитного поля на дисперсии гидрослюды до 5 минут дополнительное диспергирование практически отсутствует, но наблюдается ориентация и усиливается взаимодействие дисперсной фазы с дисперсионной средой, т.е. происходят те явления, которые проявляются у суспензий палыгорскита, монтмориллонита и каолинита не в начальный, а в последующий период магнитной обработки. Следует отметить, что при электромагнитной обработке такие

процессы нами не наблюдались. Увеличение времени магнитной обработки образца суспензии, приготовленной из глины четвертого слоя, до 10 минут способствует ее структурированию. Устойчивость таких образцов глинистой суспензии к механическим нагрузкам значительно увеличивается. Этот факт мы связываем с тем, что под действием импульсного электромагнитного поля межфазный гидратный слой уменьшается. Разрушение межфазного гидратного слоя под действием переменного импульсного электромагнитного поля определяется особенностями структуры воды [12]. Магнитная обработка водных систем приводит к следующим физико-химическим изменениям: увеличивается скорость растворения неорганических солей и концентрация растворенного кислорода, изменяется электрокинетический потенциал (Z) и, соответственно, агрегативная устойчивость взвешенных частиц.

Приведенные выше материалы дают основания считать, что электромагнитная обработка глинистых суспензий может существенным образом изменять их сорбционные свойства. Нами исследовалась сорбция ионов цезия водными дисперсиями глин Черкасского месторождения второго и четвертого слоев. Для характеристики сорбционных свойств глин мы использовали коэффициент распределения K_d , который определяли, как тангенс угла наклона соответствующей изотермы к оси равновесной концентрации. Коэффициент K_d рассчитывался как мл/г. В эксперименте использовались как сухие образцы глин, так и набухшие образцы глинистых суспензий, при соотношении Т:Ж = 1:1,25. Образцы глин диспергировались в растворе карбоната цезия, после чего подвергались действию импульсного электромагнитного поля (ЭМП) при определенных условиях. Согласно приведенным выше данным, мы определили, что оптимальное время воздействия электромагнитным полем на образец составляет 10 минут. На рис. 5 и рис. 6 приведены изотермы сорбции глин второго и четвертого слоев.

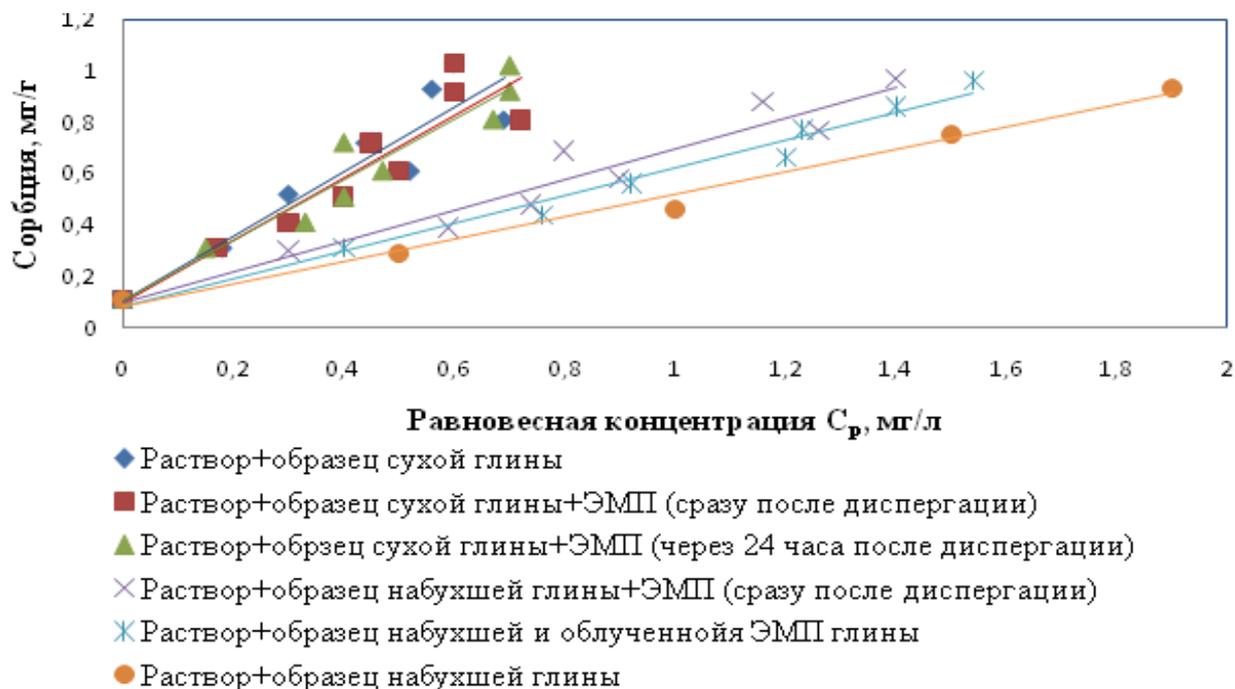


Рис. 5. Начальные участки изотермы сорбции Cs^{1+} бентонитовой глины (глина второго слоя)

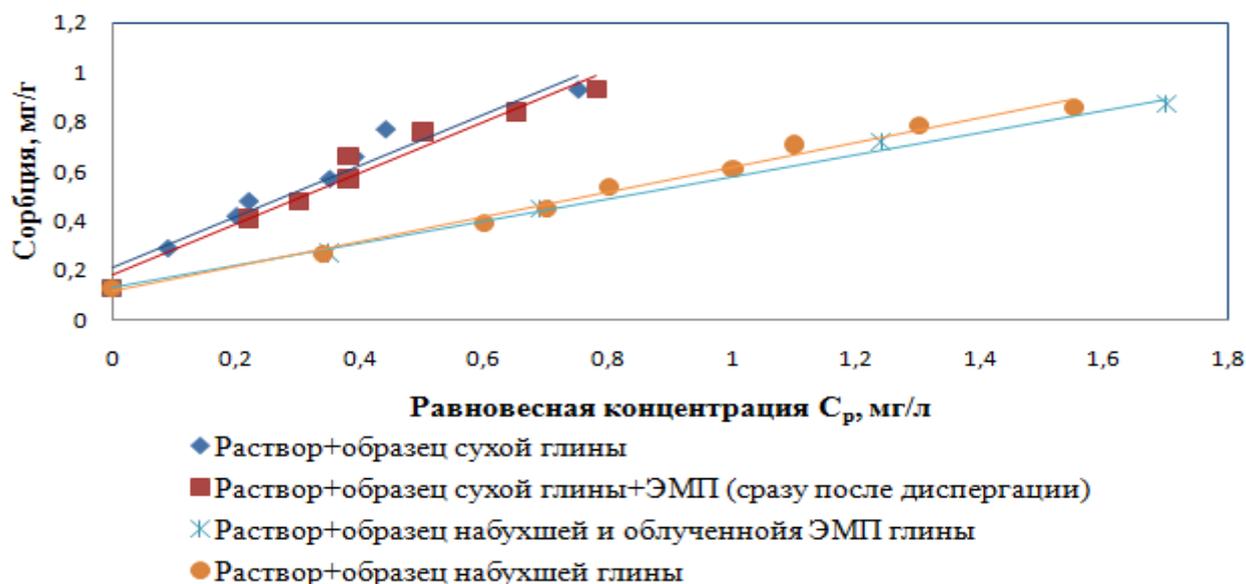


Рис. 6. Начальные участки изотермы сорбции Cs^{+} бентонитовой глины (глина четвертого слоя)

По данным изотерм сорбции рассчитаны коэффициенты распределения, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

| № п/п | Образец | Условия эксперимента | Коэффициент распределения K_d , мл/г |
|-------|----------------|---|--|
| 1 | Бентонит | Раствор+образец сухой глины | 1550 ± 50 |
| 2 | Бентонит | Раствор+образец сухой глины+ЭМП (сразу после диспергации) | 1470 ± 50 |
| 3 | Бентонит | Раствор+образец сухой глины+ЭМП (через 24 часа после диспергации) | 1440 ± 50 |
| 4 | Бентонит | Раствор+образец набухшей глины+ЭМП (сразу после диспергации) | 820 ± 40 |
| 5 | Бентонит | Раствор+образец набухшей и облученной ЭМП глины | 730 ± 40 |
| 6 | Бентонит | Раствор+образец набухшей глины | 630 ± 40 |
| 7 | Четвертый слой | Раствор+образец сухой глины | 1490 ± 50 |
| 8 | Четвертый слой | Раствор+образец сухой глины+ЭМП (сразу после диспергации) | 1430 ± 50 |
| 9 | Четвертый слой | Раствор+образец набухшей и облученной ЭМП глины | 750 ± 40 |
| 10 | Четвертый слой | Раствор+образец набухшей глины | 720 ± 40 |

Анализ изотерм сорбции однозначно показывают, что сорбция ионов цезия из раствора карбоната цезия при концентрации до $15 \cdot 10^{-6}$ можно описать изотермой Генри. Математически эта изотерма описывается выражением (2):

$$A = K \cdot C_p \quad (2)$$

где: A – адсорбция, мг/г;

C_p - равновесная концентрация адсорбата (цезия), мг/л;

K – коэффициент пропорциональности, численно равный K_d и определяемый как тангенс угла наклона изотермы к оси C_p .

Исходя из того, что сорбция цезия описывается изотермой Генри, мы считаем, что основным механизмом сорбции цезия глинистыми минералами является эквивалентный лигандный обмен между катионами дисперсионной среды частичками дисперсной фазы. Известно, что в растворе электролитов частицы глинистого минерала образуют двойной электрический слой, электрокинетический потенциал которого частично компенсируется обменными катионами, часть из которых локализованы в диффузной части ионной атмосферы. Следовательно, сорбция цезия в водных дисперсиях глинистых минералов при низких концентрациях электролитов, до 10^{-3} моль/л, преимущественно определяется реакциями нуклеофильного обмена. Учитывая, что одни и те же центры на поверхности глинистых минералов обеспечивают гидратацию и заряд этой поверхности при одновременном протекании процессов гидратации и обмена, возникают условия конкуренции. При попадании сухого образца в водную среду, содержащую катионы, которые способны к обмену, часть вакантных центров занимает молекулами воды, а другая – обменными катионами. Естественно, что при таком механизме предварительная гидратация поверхности (образец набухшей глины) сорбирует меньше цезия, нежели сухой образец. Например, K_d для сухого бентонита составляет 1550 мл/г, в то время как для набухшего образца K_d равен 730 мл/г. Подобные результаты получены и для образцов глины четвертого слоя.

Облучение глин импульсным электромагнитным полем несколько уменьшает коэффициент K_d (см. табл. 1). Более ощутимое уменьшение сорбции цезия наблюдается для образцов, набухающих в растворе карбоната цезия в течении 24 часов. Тем ни менее, уменьшение сорбционных свойств для образцов сухой глины, оцененное коэффициентом K_d , не значительное и для бентонита составляет около 7%, а для монтмориллонит-пальгорскитовой глины – около 4%. Учитывая, что электромагнитные колебания воздействуют главным образом на гидратные слои, как в катионах, так и в глине, определяющим механизмом сорбции мы считаем процессы эквивалентного электрохимического обмена. В противоположность данным, которые были получены нами выше, стоит отметить, что обработка водных суспензий предварительно набухшей глины импульсным электромагнитным полем усиливает сорбцию. Полученные данные легко объясняются тем, что под действием электромагнитного поля агрегаты глинистых минералов диспергируются и, соответственно, количество сорбционных центров активных как к катионам, так и к молекулам воды, увеличивается, что приводит к увеличению структурной вязкости и улучшению сорбционных свойств таких суспензий.

Выводы

1. Обработка водных суспензий монтмориллонитовой и пальгорскитовой глин второго и третьего слоев переменным импульсным электромагнитным полем диспергирует глинистые агрегаты и позволяет получать глинистые растворы с высокими реологическими характеристиками;

2. Под воздействием электромагнитного поля несколько изменяются реологические свойства глинистых растворов, полученных из глины четвертого слоя;

3. Обработка предварительно набухших глинистых суспензий электромагнитным полем увеличивает сорбцию катионов цезия монтмориллонитовых и монтмориллонит-пальгорскитовых глин (второй и четвертый слой);

4. Воздействие электромагнитного поля на глинистые суспензии незначительно ухудшает сорбцию цезия глинами при внесении сухих образцов в дисперсионную среду (4 – 7%).

1. Физико-химическая механика дисперсных минералов / [ред. Н.Н. Круглицкий], К.: Наукова думка, – 1974, – 243 с.
2. Morigama H. Effects X-agents on protein solution // Jap. J. Microbiol. – 1960. – № 4. – p. 83 – 87.
3. Бускин Л.И., Макаревич Н.А., Тетерина Н.Н. Применение магнитной обработки при флотации калийных руд // Магнитная обработка водных систем. – М.: НИИТЭХИМ, 1981. – с. 67-68.
4. Заднепровский Р.П. Изменение адгезивно-когезивных свойств влажных масс при воздействии магнитного поля // Магнитная обработка водных систем. – М.: НИИТЭХИМ, 1981. – С. 27-28.
5. Трикило А.И., Кизимишина Т.А., Мушинская Ю.А. Применение магнитной обработки щелочно-известково шламовой суспензии для интенсификации процессов осаждения и фильтрации // Хим. пром.-ть. – 1986. – № 10. – С. 638.
6. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. М.: Наука – 1966. – 346 с.
7. Ребиндер П.А., Влодавец И.Н. Проблемы физико-химической механики волокнистых и пористых дисперсных структур и материалов. Рига: Зинанте, 1967. – 293с.
8. Агафонова Г.С., Бергер Г.С. Влияние магнитной обработки на флокуляцию при флотации // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. – М.: Цветметинформация, 1971. – С. 126-132.
9. Цитович И.К. О влиянии магнитной обработки на ионную сорбцию // Химия и хим. технология. – 1970. – Т. 13, – вып. 9. – С. 1290-1293.
10. Овчаренко Ф.Д., Кириченко Н.Г., Островская А.Б., Довгий М.Г. Черкасское месторождение бентонитовых и палыгорскитовых глин. – К.: Наукова думка, 1996. –124с.
11. Задвернюк Г.П., Кадошніков В.М., Федоренко Ю.Г. Злобенко Б.П., Спасова Л.В. Гідросорбційні властивості бентонітових глин, модифікованих поліакриламидами // Мінералогічний журнал. – 2008. – Т. 30, – № 3. – С. 80 – 85.
12. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1978. – 264 с.

Ю.Л. Забулонов, Ю.В. Литвиненко, В.М. Кадошніков, С.В. Кузенко, Л.А. Одукалец

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЕЙ НА СОРБЦІЮ ПОЛЮТАНТІВ У ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ВОДАХ

У роботі розглянуто вплив імпульсного електромагнітного випромінювання на реологічні та адсорбційні властивості бентонітової і палыгоскітової суспензій. Показано, що обробка глинистих суспензій імпульсним, модульованим електромагнітним полем із частотою 5,2 кГц викликає агрегацію суспензії глинистих агрегатів і дозволяє отримувати глинисті розчини з покращеними реологічними характеристиками. Електромагнітне поле покращує сорбцію іонів цезію попередньо набухшою глинистою суспензією.

Y.L. Zabulonov, J.V. Litvinenko, V.M. Kadoshnikov, S.V. Kuzenko, L.A. Odukalets
INFLUENCE OF IMPULCE ELECTROMAGNETIC FIELDS ON POLLUTANTS SORPTION IN TECHNOGENICALLY POLLUTED WATERS

Subject of research is the influence of impulse electromagnetic radiation on rheological and adsorption properties of the bentonite and palygorskite suspensions. It has been shown that processing of the clay suspensions by the impulse modulated electromagnetic field with the frequency of 5,2 Hz causes dispergation of clay aggregate and allows getting clay solutions with improved rheological characteristics. Electromagnetic field improves sorption of caesium ions by the preliminarily bloated clay suspension.