

УДК 544.77+544.638

Л.Л. Лысенко, Н.А. Мищук, Т.А. Несмеянова, Р.Е. Клищенко

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ
АКТИВНОЙ ДИАФРАГМЫ
НА ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОСАДКОВ**

Институт коллоидной химии и химии воды
им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев
lysenko_ll@yahoo.com

Предложен новый способ интенсификации процесса обезвоживания глинистой дисперсии, основанный на использовании электрохимически активной диафрагмы. Проанализировано влияние угольной диафрагмы на распределение напряженности поля в ячейке и электроосмотический транспорт жидкости при разных рН порового раствора. Определены оптимальные условия обезвоживания модельной дисперсии.

Ключевые слова: дисперсия каолинита, давление, коагуляция, угольная диафрагма, электрокинетический потенциал, электроосмос.

Введение. Выполненные нами ранее исследования электроосмотического обезвоживания осадков на основе глинистых материалов позволили снизить их влажность до 35,5 – 42,0 мас. % [1, 2]. Полученные результаты соответствуют уровню остаточного влагосодержания для аналогичных дисперсных систем, достигнутому другими исследователями [3] без использования термических методов осушки. Однако очень часто такие результаты обеспечиваются за счет введения в дисперсию солей, полиэлектролитов или ПАВ [3, 4], дополнительно загрязняющих окружающую среду.

Анализ факторов, замедляющих процесс обезвоживания, показывает, что их роль может быть уменьшена путем совершенствования конструкции установки или организации более эффективного отвода влаги. В частности, отмечалось, что степень обезвоживания заметно снижается за счет перегородки, используемой для отделения обраба-

© Л.Л. Лысенко, Н.А. Мищук, Т.А. Несмеянова, Р.Е. Клищенко, 2016

тываемой дисперсии от катодной камеры, и предлагалось или заметно уменьшить ее толщину, или полностью удалить, применяя вместо проточной катодной камеры перфорированный электрод, и дополнить установку влагопоглощающим сорбентом [5]. Однако существует и прямо противоположный путь: усилить отвод влаги, не уменьшая, а, наоборот, увеличивая толщину перегородки, выбирая при этом фильтрующий материал с особыми характеристиками. Как будет показано в настоящей работе, такими свойствами может обладать электрохимически активная достаточно пористая диафрагма, использование которой в качестве подложки изменяет распределение поля в системе и тем самым интенсифицирует электроосмотический отвод жидкости.

Методика эксперимента. Исследования обезвоживания тонкодисперсной глинистой системы проводили с использованием Глуховецкого каолинита с удельным весом $2,6 \text{ г/см}^3$, рН водной вытяжки 6,34, буферностью к подкислению и подщелачиванию соответственно 1,46 и 0,97 мг-экв/100 г, диаметром частиц 0,5 – 3,0 мкм. В качестве диафрагмы применяли насыпные слои кварцевого песка и угля марки А (антрацит) разной дисперсности. Размеры частиц песка варьировались в диапазоне от 50 до 300 мкм, удельный вес – $2,65 \text{ г/см}^3$; размеры частиц крупнодисперсного угля – от 450 до 650, мелкодисперсного угля – до 1 – 3 мкм, удельный вес – $1,6 \text{ г/см}^3$.

Эксперименты выполняли на установке, основными блоками которой являются цилиндр с вмонтированной в нижнюю часть электродной камерой и поршень, движущийся внутри цилиндра, на нижнем торце которого также закреплена электродная камера. Напомним, что в предыдущих исследованиях обезвоживаемую дисперсию загружали в цилиндр, непосредственно на перфорированный диск, который отделял ее от электродной камеры [1]. В настоящей работе на перфорированный диск укладывали материал, формирующий диафрагму, сверху загружали каолинит, на каолинит устанавливали поршень с грузом. Общее давление составляло 0,0182 МПа.

Исследования обезвоживания проводили при различных равновесных значениях рН порового раствора каолинита (вопрос достижения равновесных значений рассмотрен в [6]) и пористой диафрагмы. Общая высота загрузки составляла $4,4 \pm 0,1 \text{ см}$, продолжительность обработки – 5 ч. Основное соотношение высот слоев насыпной диафрагмы и каолинита 1 : 2 (изменения данного соотношения отмечены ниже). Послойное распределение остаточной влажности приведено

в виде, нормированном на конечную высоту слоя каолинита; общая остаточная влажность ($W_{\text{ост}}$, %) рассчитана на основе ее послойных значений. В экспериментах, выполненных с использованием электрического поля, его усредненная напряженность по общей начальной высоте загрузки составляла 3 В/см. Промывку электродных камер осуществляли раствором NaNO_3 (0,1 моль/дм³).

В зависимости от заданного значения рН порового раствора каолинита и, соответственно, знака его ζ -потенциала расположение катода и анода выбирали так, чтобы направление электроосмоса совпадало с направлением гидродинамического потока под действием давления.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований было изучено влияние насыпной диафрагмы на механическое (только под действием давления) обезвоживание каолинита. Эксперименты выполнены при фиксированной общей высоте загрузки, состоящей как из одного каолинита (рис. 1, а), так и диафрагмы и слоя каолинита (рис. 1, б).

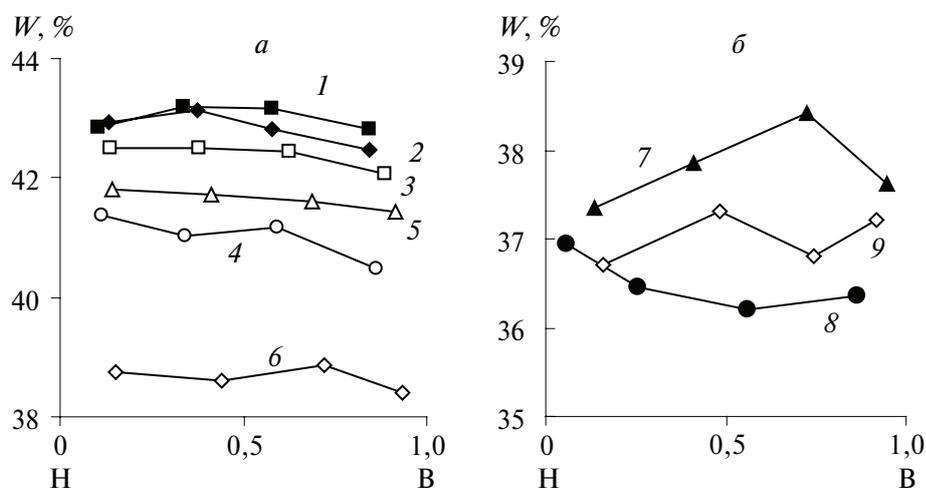


Рис. 1. Нормированное по высоте загрузки каолинита распределение его остаточной влажности в системе без диафрагмы (а) при исходной влажности, %: 60 (1, 2), 50 (3 – 6) и рН порового раствора: 1,2 (1, 3), 10,5 (2, 6), 4,8 (4), 9,5 (5); в системе с диафрагмой (б) при исходной влажности каолинита 50% и рН порового раствора каолинита 10,5: мелкодисперсный уголь (7), крупнодисперсный уголь (8), песок (9). Продолжительность обработки, ч: 5 (1 – 5, 7 – 9), 24 (6). Н – низ, В – верх.

Из полученных данных видно, что при заданных параметрах обработки каолинита с разной исходной влажностью и рН порового раствора остаточная влажность отличается незначительно: при 60% исходной влажности она составляет ~ 43% (см. рис. 1, *а*, кривые 1, 2), а при 50% – находится в диапазоне 41,0 – 42,4% (кривые 3 – 5). Некоторого возрастания степени обезвоживания можно достичь за счет увеличения времени обработки. Так, через 24 ч остаточная влажность системы достигает 38,7% (кривая 6).

Использование насыпной диафрагмы приводит к снижению остаточной влажности каолинита (см. рис. 1, *б*), однако результат зависит от материала и размера частиц диафрагмы: мелкодисперсный уголь обеспечивает наименьший эффект – $W_{\text{ост}}$ 37,9% (кривая 7), песчаная диафрагма снижает это значение до 37,0% (кривая 9), а крупнодисперсный уголь до 36,4% (кривая 8), т.е. повышение степени обезвоживания происходит с ростом размера используемых частиц. Увеличение относительной высоты диафрагмы при фиксированных прочих условиях эксперимента не повлияло на степень обезвоживания. Так, при изменении соотношения высоты слоев диафрагмы из кварцевого песка и каолинита с 1:2 на 3:1 остаточная влажность системы составила соответственно 37,0 и 36,9%.

На втором этапе выполнены исследования обезвоживания каолинита при совместном действии электрического поля и давления. Поскольку эффективность отвода жидкости в электрическом поле определяется интенсивностью электроосмоса, при выборе материала насыпной диафрагмы предпочтение было отдано углю, электрокинетический потенциал которого ζ_c при низких и высоких рН достигает от 100 до –130 мВ (рис. 2, *а*, кривая 1), т.е. существенно превышает соответствующие значения электрокинетического потенциала каолинита ζ_k (кривая 2). В то же время электрокинетический потенциал кварца ζ_q лежит в интервале от 5 до –65 мВ [7], следовательно, его ожидаемое влияние на электроосмотический отвод жидкости незначительно.

При использовании диафрагмы важны не только величины ζ_k и ζ_c , но и соотношение удельных электрических сопротивлений каолинита ρ_k и угля ρ_c , влияющих на распределение электрического поля в исследуемой системе. Результаты изучения зависимостей ρ_k и ρ_c от рН порового раствора в наиболее интересной для нас области, соответствующей высоким абсолютным величинам ζ_k , приведены на рис. 2, *б*.

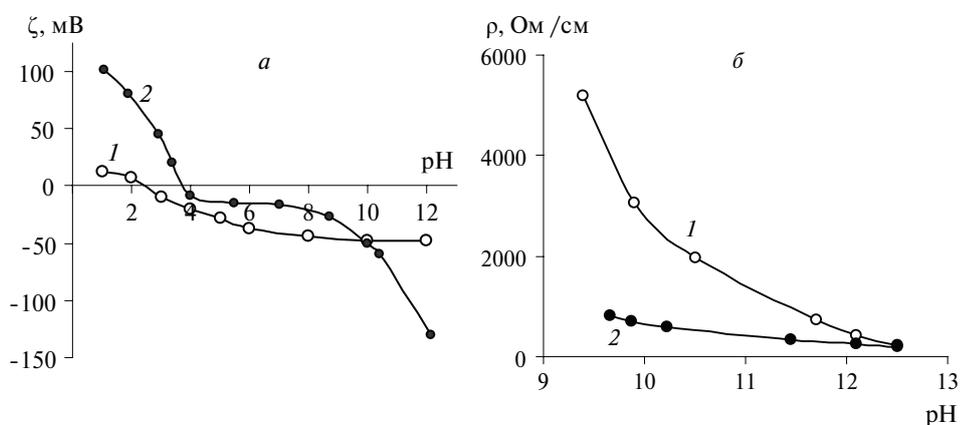


Рис. 2. Зависимость величины ζ -потенциала (а) и удельного сопротивления дисперсии (б) от рН порового раствора: 1 – каолинит (влажность – 50%), 2 – уголь (влажность – 28%).

Выбранные величины влажности дисперсий каолинита (50%, пористость – 0,725) и угля (28%, пористость – 0,4) соответствуют их начальным значениям, используемым при дальнейшем обезвоживании с применением электрического поля. Как видно из полученных данных, при увеличении рН, а следовательно, повышении концентрации носителей тока, электрическое сопротивление обеих дисперсий падает. Однако для угля, обладающего собственной электропроводностью, удельное сопротивление не только ниже, чем для каолинита, но и слабее зависит от электропроводности порового раствора, так что при больших значениях рН величины ρ_k и ρ_c практически совпадают (см. рис. 2, б).

Выбор рН порового раствора для обезвоживаемой дисперсии и диафрагмы осуществляли исходя из необходимости достижения максимальной абсолютной величины ζ -потенциала частиц угля, что возможно при $\text{pH} < 3$ и $\text{pH} > 10$ (см. рис. 2, а). Хотя при $\text{pH} < 3$ ζ_k низкий, резкое увеличение в этой области ζ_c позволяло надеяться на ускорение электроосмотического транспорта жидкости. Тем не менее полученные данные продемонстрировали, что сочетание сильнозаряженной диафрагмы и слабозаряженной обезвоживаемой дисперсии не приводит к интенсификации процесса: без диафрагмы остаточная влажность каолинита ($\zeta_k = 7$ мВ при рН 2) составила 39,6, а с мелкодисперсной угольной диафрагмой ($\zeta_c = 95$ мВ при рН 1,3) – 38,9% (рис. 3, а).

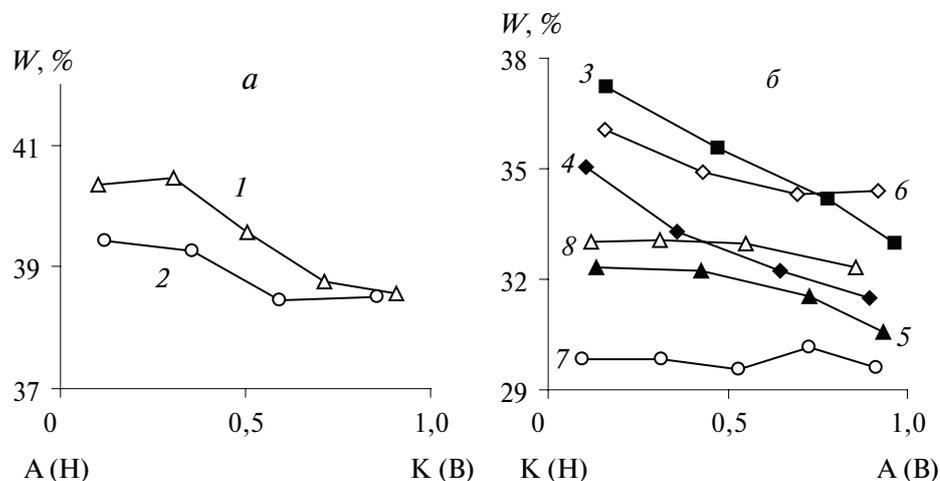


Рис. 3. Нормированное по высоте загрузки каолинита распределение его остаточной влажности в системе при расположении в нижней части анода (а), катода (б): без диафрагмы (1, 3), с крупнодисперсным углем (4) и мелкодисперсным углем (2, 5 – 8) при исходных значениях рН порового раствора каолинита и угля: 2 (1), 2 и 1,3 (2), 10,5 (3), 10,5 и 10,5 (4, 5), 9,5 и 11,5 (6), 11,2 и 11,5 (7), 12,3 и 12,1 (8). Исходная влажность каолинита – 50, угля – 28%. А – анод, К – катод.

Однако, как показал проведенный теоретический анализ, такое незначительное снижение укладывается в рамки только механического влияния диафрагмы. Следовательно, при отсутствии собственного достаточно интенсивного электроосмотического потока обезвоживаемой дисперсии наличие такового через диафрагму не позволяет достичь общего устойчивого переноса жидкости через всю систему. Дальнейшие исследования проводили при значениях рН порового раствора каолинита $\geq 9,5$, обеспечивающих высокие абсолютные величины ζ -потенциала частиц каолинита.

Как видно из полученных данных, в отсутствие диафрагмы после электрообработки влажность каолинита при максимальном значении $\zeta_k = -48$ мВ (рН 10,5) снижается до 35,5% (см. рис. 3, б, кривая 3), что на 0,9 % меньше величины, полученной при механической обработке с использованием крупнодисперсной угольной диафрагмы – 36,4% (см. рис. 1, б, кривая 8). Наложение электрического поля на такую систему (при рН 10,5 $\zeta_c \sim -60$ мВ, т.е. незначительно выше, чем частиц каолинита) приводит к снижению $W_{\text{ост}}$ до 33,0% (см. рис. 3, б, кривая 4). При замене крупнодисперсной угольной диафрагмы на мелкодисперсную

$W_{\text{ост}}$ оказывается еще на 1% меньше и составляет 32,0% (см. рис. 3, б, кривая 5). Сопоставление полученных данных без электрического поля и в его присутствии при рН 10,5 (см. рис. 1, б, кривые 7, 8 и рис. 3, б, кривые 4, 5) показывает, что при использовании крупнодисперсного угля воздействие электрического поля повышает результат на ~ 3% (соответственно 36,4 и 33,0%), а в случае мелкодисперсного – на 6% (соответственно 37,9 и 32,0%). Таким образом, несмотря на одинаковый ζ -потенциал частиц крупно- и мелкодисперсной диафрагмы, применение последней оказалось более эффективным.

С целью дальнейшей интенсификации электроосмотического отвода жидкости следующие эксперименты проводили с мелкодисперсным углем при значениях рН порового раствора, обеспечивающих условие $|\zeta_c| \gg |\zeta_k|$. Отметим, что, в отличие от довольно резкой зависимости ζ_c (рН), изменение ζ_k (рН) при больших значениях рН невелико (см. рис. 2, а), т.е. ζ_k сохраняет почти постоянную максимальную величину в достаточно широком диапазоне рН (кривая 2). Это позволяет варьировать рН порового раствора каолинита, и, соответственно, его электропроводность при практически фиксированном ζ_k , т.е. изменять соотношение как ζ_k / ζ_c , так и ρ_k / ρ_c , что приводит к перераспределению напряжения, приложенного к исследуемой системе.

При толщинах слоев каолинита h_k и угольной диафрагмы h_c , с учетом ρ_k и ρ_c , а также общего напряжения на загрузке φ , находим, что напряженности поля в этих слоях соответственно равны:

$$E_k = \varphi \rho_k / (\rho_k h_k + \rho_c h_c) \text{ и } E_c = \varphi \rho_c / (\rho_k h_k + \rho_c h_c), \quad (1)$$

а их соотношение $E_k / E_c = \rho_k / \rho_c$.

Таким образом, при рН ~ 9,5 ÷ 10,5 и, соответственно, высоком сопротивлении каолинита (см. рис. 2, б) основное падение поданной на загрузку разности потенциалов будет происходить на каолините, обеспечивая максимально возможную локальную напряженность поля, а при высоких рН – напряженности поля в угле и каолините будут совпадать. Так, например, при рН каолинита 9,5 и рН угля 11,5 (см. рис. 3, кривая б) и соотношении толщин слоев $h_k / h_c = 2$, согласно данным, представленным на рис. 2, б, и формулам (1), напряженность поля в каолините E_k по сравнению с усредненным по загрузке значением 3 В/см повышается в 1,45 раза и составляет 4,35 В/см, в то время как E_c достигает всего 0,3 В/см. Поэтому, используя формулу Смолуховского, можно показать,

что, несмотря на более высокий ζ_c (105 мВ), скорость линейного электроосмоса в угле в этом случае в ~ 6 раз ниже, чем в каолините. Более того, с учетом исходной влажности каолинита и угля, объемный электроосмотический поток в угле в ~ 10 раз меньше, чем в каолините.

Низкая скорость течения жидкости в угле должна оказать тормозящее действие на поток, поступающий из каолинита. Рассчитать реальную скорость электроосмоса для течения жидкости через два слоя дисперсных материалов (v_{eo}) с разными $\zeta_{k,c}$, радиусами пор $a_{k,c}$, пористостью $\beta_{k,c}$, толщиной $l_{k,c}$ и напряженностями поля $E_{k,c}$ можно с помощью формулы, которая на основе подхода, разработанного в [8] и учитывающего возникающие градиенты давления, может быть получена в виде

$$v_{eo} = \frac{\varepsilon}{4\pi\eta} \frac{\zeta_k E_k \beta_k a_k^2 l_k + \zeta_c E_c \beta_c a_c^2 l_c}{\beta_k a_k^2 l_k + \beta_c a_c^2 l_c}, \quad (2)$$

где напряженности поля заданы выражениями (1).

Используя параметры каолинита и угля, получаем, что хотя E_k , благодаря диафрагме, увеличивается в 1,45 раза, результирующая скорость электроосмоса в такой системе в момент подачи напряжения должна быть только на 4% выше, чем без диафрагмы, т.е. ее наличие должно привести к достаточно слабому эффекту.

В ходе эксперимента, благодаря удалению влаги из каолинита и угля, происходит изменение их пористости, размера пор, толщины слоев, электропроводности, что приводит к перераспределению напряженности поля и объемных потоков жидкости в каолините и угле. Однако тенденция, заданная начальными электроосмотическими потоками, сохраняется. Именно поэтому при выбранных условиях эксперимента кривая б на рис. 3, б расположена очень близко к кривой 3, полученной без использования диафрагмы, т.е. интенсификация обезвоживания не происходит.

Отметим, что еще одним возможным фактором, влияющим на электроосмос, может быть перераспределение рН в угле и каолините, изменяющее как их локальную электропроводность, так и ζ -потенциал. Избыточные OH^- -ионы из угля электромигрируют в каолинит, а на их место в уголь поступают NO_3^- из электродной камеры. Пренебрегая зависимостью транспорта OH^- от других ионов электролита, характерное расстояние, которое проходят эти ионы за время эксперимента t , можно качественно оценить по формуле $h_{\text{OH}^-} = FD_{\text{OH}^-} E_c t / RT$, где F —

постоянная Фарадея, D_{OH^-} – коэффициент диффузии OH^- , R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура. Если предположить, что OH^- -ионы сохраняют в угле и каолините такую же подвижность, как в воде ($D_{\text{OH}^-} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$), а напряженность поля не изменяется во времени, то, согласно приведенной формуле, при $E_k = 1,45$ и $E_c = 0,3 \text{ В/см}$ за 5 ч OH^- должны пройти через весь слой каолинита и уйти почти из всего слоя угля (на $\sim 1,1 \text{ см}$).

Для более точной оценки характерного расстояния h_{OH^-} необходимо учесть замену OH^- на NO_3^- , поступающие из катодной камеры, а также сохранение электронейтральности системы, которая приводит к зависимости движения анионов от присутствующих в каолините и угле катионов [9] и локальному перераспределению напряженности поля. С учетом подвижности анионов $D_{\text{NO}_3^-} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ и катионов $D_{\text{Na}^+} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ (заметно более низкой, чем подвижность OH^-) [9], находим, что характерные расстояния, на которые должны пройти NO_3^- -ионы в угле, почти в два раза меньше, чем согласно приведенному выше расчету, т.е. замена OH^- на NO_3^- происходит только в нижней половине слоя угля. Аналогичные выводы можно сделать и по поводу слоя каолинита.

К сожалению, из-за сложности задачи при выполнении этих оценок предполагалось, что остальные свойства дисперсии остаются неизменными. Однако на изменение рН порового раствора также влияет электроосмотический и механический отвод жидкости из каолинита, направленный навстречу электромиграционному переносу OH^- и NO_3^- , что, безусловно, еще больше снижает их смещение за время эксперимента. Тем не менее выполненные численные оценки неплохо согласуются с измеренными величинами рН порового раствора угля и каолинита после окончания эксперимента. Усредненное по слою угля значение рН при параметрах эксперимента, соответствующих кривой б на рис. 3, б, снизилось до 10,35, а при послойном измерении рН в каолините, разделенном на четыре слоя, в верхних двух слоях рН сохранил свои исходные значения, а в двух нижних достиг 10,3 и 11,5. Отсюда следует, что по ходу эксперимента происходит изменение рН порового раствора обезвоживаемой дисперсии и диафрагмы, влияющее на локальные значения ζ -потенциала, напряженности поля и, в результате, на остаточную влажность обработанной дисперсии.

Повышая рН порового раствора каолинита, можно снизить его сопротивление и, следовательно, повысить напряженность поля в угольной диафрагме E_c и скорость электроосмоса. Если при этом

напряженность поля в каолините E_k останется выше ее значений в отсутствие диафрагмы, можно ожидать интенсификации процесса обезвоживания. С этой целью были выбраны значения рН порового раствора для каолинита 11,2 и угля 11,5 (рис. 3, кривая 7). С учетом данных, приведенных на рис. 2, б, и формул (1), (2), находим, что $E_k = 3,84$ и $E_c = 1,31$ В/см. Используя $\zeta_k = -48$ и $\zeta_c = -105$ мВ, а также формулу Смолуховского, получаем, что линейная скорость электроосмоса в угле практически совпадает с ее значениями в каолините без использования диафрагмы, в то время как в каолините при наличии угольной диафрагмы она на $\sim 30\%$ выше, чем без нее. На основе формул (1), (2), находим, что результирующая линейная скорость электроосмоса через загрузку на 18% выше, чем в каолините без диафрагмы. И хотя из-за более низкой влажности объемная скорость электроосмоса в угле в начале обезвоживания заметно ниже, чем в каолините, избранные значения рН поровых растворов для каолинита и угля позволили снизить остаточную влажность до $29,8\%$ (см. рис. 3, б кривая 7). Это на $\sim 6\%$ ниже, чем при обезвоживании каолинита в системе без диафрагмы.

Однако увеличение рН до значений, обеспечивающих наибольший ζ_c , не привело к ожидаемому повышению степени обезвоживания. В частности, при рН каолинита 12,3 и рН угля 12,1, при которых $\zeta_k = -48$ и $\zeta_c = -130$ мВ, рассчитанная по формуле Смолуховского линейная скорость электроосмоса в каолините на $\sim 6\%$ ниже, чем без угольной диафрагмы, а в угле в 3,1 раза выше, чем в каолините. В соответствии с (1), (2) результирующая линейная скорость электроосмоса через загрузку в этом случае должна быть на $25,5\%$ выше, чем в каолините без диафрагмы. Таким образом, согласно теоретической оценке следует ожидать существенного снижения $W_{\text{ост}}$ по сравнению с предыдущим экспериментом, чего не наблюдается в реальности (см. рис. 3, б, кривые 7 и 8).

Полученное ухудшение результатов по сравнению с теоретическим предположением связано с процессом коагуляции частиц каолинита. При концентрации электролита, соответствующей рН 12,3, толщина двойного электрического слоя составляет 2,1 нм. При таком тонком двойном электрическом слое и характерном для каолинита размере частиц, согласно теории коагуляции [10], в дисперсии должна происходить быстрая агрегация частиц, что подтверждается, в частности, наблюдаемым нами существенным уменьшением вязкости дисперсии. В этом случае изменяется размер пор между частицами: в агрегатах они уменьшаются до нанометров, а в зазорах между агрегатами в несколько

раз возрастают, так что основное электроосмотическое течение происходит в межагрегатном пространстве. Поскольку относительный вклад в результирующую скорость электроосмоса слоя угля определяется соотношением второго и первого слагаемого в числителе выражения (2)

$$v_{rel} = \frac{\zeta_c E_c \beta_c l_c a_c^2}{\zeta_k E_k \beta_k l_k a_k^2}, \quad (3)$$

при увеличении радиуса пор каолинита, например в 2 раза, v_{rel} уменьшается в 4 раза.

Рассчитывая результирующую скорость электроосмоса по (2), находим, что, например, при увеличении радиуса пор в 2 и 2,5 раза ее рост за счет угольной диафрагмы составит не 25,5, а соответственно 15 или 8%. Это объясняет тот факт, что кривая δ на рис. 3, b занимает промежуточное положение между кривыми b и 7.

Выводы. Таким образом, показана принципиальная возможность использования электрохимически активной диафрагмы для интенсификации процесса обезвоживания глинистой дисперсии. Выполненный теоретический анализ влияния электрического сопротивления и ζ -потенциала угольной диафрагмы и каолинита при разных рН порового раствора на распределение напряженности поля в ячейке и электроосмотический транспорт жидкости позволил объяснить основные закономерности изменения остаточной влажности дисперсии каолинита. Возникшее при высоких значениях рН и, соответственно, концентрациях электролита отклонение от предположенной интенсификации обезвоживания за счет большего ζ -потенциала диафрагмы обусловлено сопутствующими процессами: коагуляцией частиц и возникновением крупных пор в каолините.

Для оптимизации процесса обезвоживания за счет электрохимически активной диафрагмы необходимо использовать рН ее порового раствора, обеспечивающий максимально возможный ζ -потенциал материала диафрагмы, и вместе с тем рН порового раствора обезвоживаемой дисперсии не должен приводить к коагуляции частиц и изменению размера пор дисперсии.

Резюме. Запропоновано метод інтенсифікації процесу зневоднення глинистої дисперсії, який базується на використанні електрохімічно

активної діафрагми. Проаналізовано вплив вугільної діафрагми на розподіл напруженості поля у комірці і електроосмотичний транспорт рідини при різних рН порового розчину. Визначені оптимальні умови зневоднення модельної дисперсії.

L.L. Lysenko, N.A. Mishchuk, T.A. Nesmeyanova, R.E. Klischenko

EFFECT OF THE ELECTROCHEMICALLY ACTIVE DIAPHRAGM ON THE DEWATERING OF THE CLAY DISPERSION

Summary

A method of intensification of dewatering of the clay dispersion based on use of electrochemically active diaphragm is proposed. The effect of coal diaphragm on the electric field distribution in the cell and electroosmotic transport liquids at different pH of the porous solution is analyzed. The optimal conditions of the model dispersion dewatering are established.

Список использованной литературы

- [1] *Лысенко Л.Л., Мищук Н.А., Боровицкий Н.Ю., Рында Е.Ф.* // Укр. хим. журн. – 2015. – **81**, №3/4. – С. 8 – 13.
- [2] *Lysenko L.L., Mishchuk N.A., Borovitskiy N.Yu., Nesmeyanova T.A.* // J. Water Chem. and Technol. – 2015. – **37**, N5. – P. 230 – 235.
- [3] *Mahmoud A., Olivier J., Vaxelaire J., Hoadley A.F.A.* // Water Res. – 2010. – **44**. – P. 2381 – 2407.
- [4] *Citeau M., Larue O., Vorobiev E.* // Ibid. – 2011. – **45**. – P. 2167 – 2180.
- [5] *Xiao yan Yu., Shuting Zh., Hui X., Lei Zh., Xuebin L., Degang M.A.* // Chinese J. Chem. Eng. – 2010. – **18**, N5. – P. 562 – 568.
- [6] *Боровицький М.Ю., Лисенко Л.Л., Ринда О.Ф., Мищук Н.О.* // Наук. вісті НТУУ "КПІ". – 2014. – №3. – С. 100 – 106.
- [7] *Besra L., Sengupta D.K., Roy S.K.* // Int. J. Miner. Process. – 2000. – **59**, N1. – P. 89 – 112.
- [8] *Тухомолова К.П.* Электроосмос. – Л.: Химия, 1989. – 248 с.
- [9] *Mishchuk N.A.* // J. Water Chem. and Technol. – 2009. – **31**, N4. – P. 205 – 212.
- [10] *Israelashvili J.N.* Intermolecular and Surface Forces. – London: Acad. Press, 2011. – 706 p.

Поступила в редакцию 18.07.2016 г.