

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 662.75./77

И.А. Ощепков, Г.Л. Евменова

НАТРИЕВЫЕ СОЛИ НИЗШИХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ – АКТИВИЗАТОРЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ В ВОДНЫХ ТЯЖЕЛЫХ СРЕДАХ

На IX Международном конгрессе по обогащению углей, представленном такими его участниками как Россия, США, Германия, Индия, Канада, Австралия и другими подчеркивалось [1-4], что решению проблемы во многом будет способствовать совершенствование, наряду с другими методами, гравитационного обогащения в водных тяжелых средах – жидкостях или суспензиях.

Обогащение углей в водных тяжелых средах основано на разделении их компонентов – породы и органической массы (ОМУ) по плотности. Если среда занимает промежуточное положение между легкими (ОМУ) и тяжелыми (порода) компонентами, происходит ее разделение на составляющие. Более плотные частицы (порода) тонут, а более легкие (ОМУ) всплывают на поверхность среды.

В качестве утяжелителей известно применение суспензий – взвесей (СВ) в виде тонкоизмельченных минеральных частиц, размерами менее 0,1мм – песка, лёсса, глины, магнетита, пирита, гематита, барита и других [5]. Утяжелителями могут быть однородные органические вещества, например, трихлорэтан C_2HCl_3 , четырёххлористый углерод CCl_4 , пентахлорэтан C_2HCl_5 , дибромметан $C_2H_4Br_2$, бромоформ $CHBr_2$, ацетилентетрабромид $C_2H_2Br_4$ [6], трихлорфторметан $CFCl_3$ [7] – нерастворимые в воде её эмульгаторы (ЭВ).

Согласно Ньютона, сила F , действующая на падающее в пустоте тело, составляет (н)

$$F = \left(m \frac{dV}{dt} \right) = V \rho g \quad (1)$$

где m – масса тела, кг; V – объем, m^3 ; ρ – плотность, $kg \cdot m^{-3}$; g – ускорение силы тяжести, $m \cdot s^{-2}$; t – время, с.

Согласно закону Архимеда, потеря массы погруженных в тяжелую среду тел больше, чем в водную среду, а ускорение свободного падения меньше. Поэтому при $\rho = \Delta$ (Δ - плотность среды, $kg \cdot m^{-3}$) $g = g_0 = 0$ и тело находится во взвешенном состоянии, а при $\rho < \Delta$ тело всплывает на поверхность среды, а при $\rho > \Delta$ – тонет в среде.

Вязкость (или внутреннее трение) жидкости характеризует сопротивление одной её части относительно другой при их перемещениях. Различают динамическую вязкость μ и кинематическую

$v = \mu \cdot \Delta^1$. Вязкость суспензии по своему характеру мало чем отличается от вязкости однородных жидкостей и растворов. Она особенно затрудняет процесс разделения мелких зёрен или веществ, плотность которых близка к плотности суспензии. Подвижность (или текучесть) суспензии – свойство, обратное вязкости.

При накопении в тяжелой среде или суспензии и в эмульсиях мелких зёрен породы и ОМУ, как это наблюдается в процессе обогащения в таких гравитационных средах [5], важным является необходимость создания условий увеличения подвижности среды. Это может быть достигнуто введением в тяжелую среду специальных добавок – разжижителей. Другим важным условием обеспечения эффективности тяжелосредного обогащения является обеспечение седиментационной устойчивости водных тяжелых сред СВ и ЭВ. На практике с этой целью применяют механическое перемешивание, аэрацию, ультразвук, а также суспензионное, тяжелосредное, центробежное (гидроциклонное) сепарирование [5-7].

Повышению седиментационной устойчивости СВ могут способствовать и некоторые химические добавки, склонные к образованию водородных связей ($-O \cdots H-$) между молекулами натриевых солей алифатических (карбоновых) [8], ароматических (оксибензойных) [9] кислот, воды (со структурой, близкой к полимерной), и атомами кислорода или водорода гидроксильных узлов кристаллических решеток, Al–, Si–, Fe– содержащих, минералов породы в угле.

Следует обращать внимание на то обстоятельство, что разрабатываемые и рекомендуемые для промышленного внедрения при тяжелосредном обогащении углей специальные органические вещества и технологии их применения, такие как приведенные, например, в работах [6,7], должны удовлетворять требованиям санитарно-гигиенической и токсикологической безопасности при контакте с ними технологического персонала.

Наиболее перспективными с технологической, экономической и токсикологической точек зрения являются добавки – активизаторы гравитационного обогащения углей в водных тяжелых средах, созданные на основе вторичных ресурсов – по-

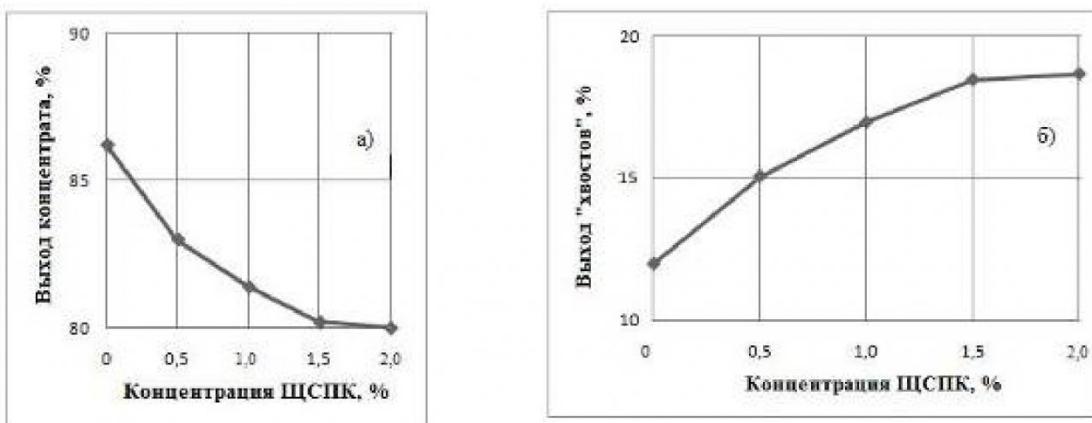


Рис. 1. Зависимость выхода концентрат (а) и «хвостов» (б) при гравитационном обогащении угля в водной тяжелой среде от концентрации ЩСПК.

бочных продуктов химических производств. Одной из таких добавок является ЩСПК [10], основа которой – смесь водного раствора натриевых солей низших одноосновных и двухосновных карбоновых кислот [11] – побочных продуктов жидкокомпонентного окисления циклогексана – одной из промежуточных стадий синтеза капролактама. В составе ЩСПК содержатся натриевые соли одноосновных карбоновых кислот: муравьиной, уксусной, пропионовой, масляной, валериановой, капроновой, каприловой и двухосновных карбоновых кислот: адипиновой, глутаровой, янтарной, щавелевой.

Ранее была установлена высокая эффективность влияния ЩСПК как ускорителя мокрого помола минерального сырья: карбонатного, глиноземистого, кремнеземистого, железосодержащего, как разжижителя минеральной суспензии (шлама) на их основе, предназначенный для её (его) обжига при получении портландцементного клинкера. Добавка повышала седиментационную устойчивость суспензии, создавала возможность увеличения объема (массы) твердой фазы в суспензии на 5-10% большим относительно 15-20% бездобавочной суспензии с сохранением её подвижности и при сниженной влажности с 37-40% до 26% масс. [12,13].

Плотность суспензии характеризует граничную плотность разделения (2). С увеличением объёмной концентрации и плотности утяжелителя увеличивается плотность суспензии (C)

$$\Delta C = C\rho + \Delta B(1 - C) = C(\rho - \Delta B) + \Delta B \quad (\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}), \quad (2)$$

где Δ – плотность жидкости, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$, ρ – плотность утяжелителя, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$; B – объёмная концентрация утяжелителя в долях единицы.

При незначительном увеличении плотности суспензии при наличии в ней разжижителя, а также при наличии адсорбированного разжижителя на поверхности частиц угля и породы за счет физических вандерваальсовских сил, подвижность частиц не будет значительно снижаться.

Выбор ЩСПК в качестве активизатора-разжижителя гравитационного обогащения угля в тяжелой среде обосновывается также следующими обстоятельствами.

Компоненты ЩСПК, первоначально относящиеся к отходам химического производства, подвергавшиеся ранее огневому обезвреживанию – сжиганию, в результате исследований и разработок технологий их применения, выполненных в НИЛ охраны окружающей среды КузГТУ, по своему положительному специальному действию на сырье органического и минерального происхождения получил статус товарного продукта [10]. Результаты разработок по применению ЩСПК на стадиях подготовки и переработки углей для технологических и энергетических целей обобщены в работе [14], в шахтном строительстве для создания малоцементных, бесцементных бетонов и твердеющих смесей – в публикациях [15-18].

Изучение процессов обогащения углей в водных тяжелых средах выполнено по методике, рекомендованной в работе [19]. Объектами исследования были выбраны рядовой уголь марки «Коксовый» группы К шахты «Берёзовская» Кузбасса, водный раствор хлористого цинка $ZnCl_2$ плотностью $1500 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ в качестве тяжелой среды, ЩСПК – в роли активизирующей добавки.

Помол угля. Уголь, обработанный добавкой с массовыми её долями в угле 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 % («сухое» на «сухое») и необработанный подвергли одновременному помолу в блоке вибрационных мельниц в течение 60 с и последующему обогащению в растворе $ZnCl_2$.

Гранулометрический состав исходного угля и угля после помола определяли с помощью рассева на стандартных ситах. Эффективность действия ЩСПК на процесс помола оценивали по количественному выходу различных классов крупности частиц угля в зависимости от концентрации добавки. Было установлено, что добавка ЩСПК к углю улучшала его размольные свойства [20]. Так, при одинаковой продолжительности помола угля с добавкой и без добавки выход мелких классов –

менее 0,5 мм, при помоле его с добавкой 0,75-1,0 %-й концентрации, сокращался примерно на 20 % без увеличения выхода классов крупности более 3 мм. Было высказано предположение о возможном использовании добавки ЩСПК при дроблении и помоле как отдельных марок углей шихт, так и шихт в целом, приготавляемых по схеме «ДШ» (дробление шихты), для целей коксования [21].

Обогащение угля в тяжелой среде. По данным материального баланса выход концентрата с 86,2 % (без ЩСПК) уменьшался до 81 % (с 1,5 % ЩСПК), а выход «хвостов» (или безводного шлама) с 13,8% (без ЩСПК) увеличивался до 19 % (с 1,5 % ЩСПК) (рис.1). Зависимость зольности концентрата (1) и «хвостов» (2) при гравитационном обогащении угля в водной тяжелой среде от концентрации ЩСПК приведена на рис.2. При этом зольность концентрата уменьшалась с 18 % (без ЩСПК) до 5 % (с 1,5% ЩСПК), а зольность «хвостов» с 43 % (без ЩСПК) увеличилась до 70 % (с 1,5 % ЩСПК).

Полученные результаты свидетельствовали о повышении степени обогащения угля в водной тяжелой среде при наличии в ней активизирующей добавки ЩСПК – на 27%.

Кинетика гравитационного осаждения твёрдых минеральных частиц (породы) при обогащении угля в водной тяжелой среде, в том числе содержащей активизатор ЩСПК изучена в два этапа. На первом этапе изучено осаждение частиц породы в неподвижной свободной тяжелой среде под действием силы тяжести, на втором этапе – осаждение в стеснённых условиях.

В неподвижной тяжелой среде частица поро-

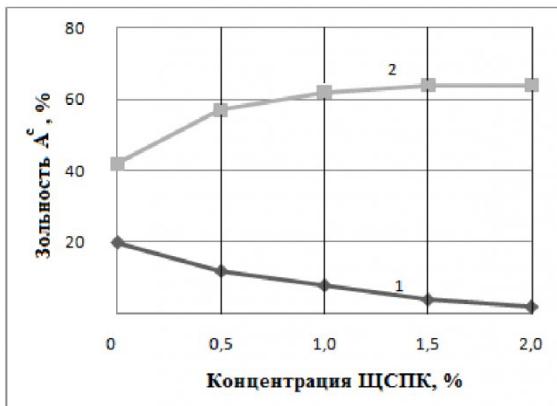


Рис. 2. Зависимость зольности концентрата (1) и «хвостов» (2) при гравитационном обогащении в водной тяжелой среде от концентрации ЩСПК

ды массой m (и весом mg) начинает падать под действием силы тяжести (собственной массы). Скорость её движения первоначально возрастает со временем. При полном отсутствии сопротивления среды скорость W ($\text{см}\cdot\text{s}$) изменяется во времени по известному закону: $W=g\cdot\tau \frac{\Delta}{\tau}$ (g – ускорение силы тяжести, $\text{см}\cdot\text{s}^{-2}$; τ – время, с), а сила, дей-

ствующая на падающую частицу, зависела бы от её объема и плотности (см. уравнение 1). Однако, с увеличением скорости будет расти сопротивление движению частицы и соответственно уменьшится её ускорение. В результате этого через короткий промежуток времени наступит динамическое равновесие: сила тяжести, под действием которой частица движется, станет равна силе сопротивления среды. Начиная с этого момента ускорение движения будет равно нулю и частица станет двигаться равномерно с постоянной скоростью. Скорость такого движения частицы W_{oc} в среде называют скоростью осаждения.

В представленной работе определялась W_{oc} необработанной и обработанной ЩСПК частиц породы в водном растворе ZnCl_2 под действием силы тяжести от физических свойств породы и раствора.

Установка состояла из двух цилиндров [22], заполненных 0,5 л раствора ZnCl_2 и плотностью аналогичной при обогащении угля. Цилиндры имели градуировку, позволяющую определять время, в течение которого частица породы проходила путь определенной длины.

Частицы породы взвешивали с точностью до 0,0001 г. Пикнометрическим методом определяли плотность породы. Затем были определены эквивалентные диаметры частиц породы (d_3 , м) [23] для дальнейших расчётов (3)

$$d_3 = 1.24 \cdot 3\sqrt{\frac{m}{\rho}} \quad (3)$$

где m – масса частицы, кг; ρ – плотность, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$.

Вязкость водного раствора ZnCl_2 определяли вискозиметром ВПНС-2.

Каждую частицу породы осторожно опускали на поверхность раствора ZnCl_2 ближе к центру цилиндра и при помощи секундомера определяли время прохождения ею определённого пути по высоте цилиндра. В другом случае брали частицы породы, обработанные раствором ЩСПК 1,5%-й концентрации по отношению к массе угля как и в опытах по его обогащению, и определяли время их прохождения столба жидкости. Скорость осаждения частиц W_{oc} определяли по формуле

$$W_{oc} = H \tau^{-1} (\text{м}\cdot\text{с}^{-1}), \quad (4)$$

где H – путь, пройденный частицей породы, м; τ – продолжительность прохождения, с.

В каждой серии опытов за результат брали среднеарифметическую величину измерений для 5 частиц породы.

Результаты опытов по изучению кинетики осаждения частиц породы в тяжелой среде приведены в таблице. Для первой серии опытов взята частица породы диаметром $12.6 \cdot 10^{-4}$ и $13.5 \cdot 10^{-4}$ м – для 2-й серии опытов при их одинаковой плотности, равной $2,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$. Плотность и вязкость тяжелых сред в опытах были одинаковыми и составляли $1.5 \cdot 10^2 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ и $4.65 \cdot 10^{-1} \text{ н}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-2}$ соответственно.

Таблица. Кинетические показатели осаждения породы в тяжелой среде

Серия опытов	Показатели осаждения*							
	Без добавки ЩСПК				С добавкой ЩСПК			
	H, м	τ , с	W_{oc} , м·с ⁻¹	Re	H, м	τ , с	W_{oc} , м·с ⁻¹	Re
1	0,33	2,0	0,165	0,67	0,33	1,3	0,253	1,03
2	0,33	3,1	0,103	0,44	0,33	2,9	0,113	0,49

*Примечание: H – путь, пройденный частицей; τ – продолжительность прохождения пути частицей; Re – критерий Рейнольдса (режим ламинарный).

Результаты, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что скорость осаждения частиц породы в тяжелой среде с добавкой ЩСПК в 1,1–1,5 раза выше, чем в среде без добавок. Добавка ЩСПК образует на поверхности частиц породы адсорбционный пластичный слой. Кроме того, за счет водородных связей между частицами породы, молекул воды и ЩСПК, о чём сказано выше, образуются ассоциаты со структурой, подобной полимерной и массой, превышающей суммарную массу составляющих их компонентов. В совокупности эти обстоятельства приводят к снижению сопротивления тяжелой среды продвижению частиц породы сверху вниз.

Эти явления характерны и для осаждения частиц породы в тяжелой среде в стеснённых условиях, и для осветления первичного стока.

Осаждение частиц породы в тяжелой среде в стеснённых условиях характеризуется следующими обстоятельствами.

При отставании неоднородных систем наблюдается постепенное увеличение концентрации диспергированных частиц в аппарате по направлению сверху вниз. Над слоем осадка образуется зона сгущенной суспензии, в которой происходит стесненное осаждение частиц, сопровождающееся трением между частицами и их взаимными столкновениями. При этом более мелкие частицы тормозят движение более крупных, а частицы больших размеров увлекают за собой мелкие частицы, ускоряя их движение. В результате наблюдается тенденция к сближению скоростей осаждения частиц различных размеров, возникает коллективное осаждение частиц с близкими скоростями в каждом сечении аппарата, но с различными скоростями по его высоте. Постепенное уплотнение обусловлено уменьшением скорости частиц по мере их приближения к днищу аппарата. Замедление объясняется тормозящим действием жидкости, вытесняемой осаждающими частицами и движущейся от неподвижной перегородки – днища в направлении обратном движению частиц.

Скорость стесненного осаждения меньше скорости свободного осаждения. Это объясняется тем, что при стесненном осаждении частицы испытывают не только большее сопротивление среды, но и добавочное сопротивление, обусловленное трением и соударением частиц. Увеличение сопротивления среды связано в данном случае с динамическим воздействием на нее всей массы

осаждающихся частиц, которое ведёт, как известно, к возникновению восходящего потока среды.

Скорость стесненного осаждения W_{cm} вычисляли по формуле (5) [23]

$$W_{ct} = W_{oc} \frac{0,123 - \varepsilon^3}{1 - \varepsilon} (\text{м} \cdot \text{с}^{-1}), \quad (5)$$

где ε – объемная доля жидкости в неоднородной жидкой системе (6)

$$\varepsilon = \frac{V_{жc}}{V_{жc} + V_q} = \frac{0,14 \cdot 10^{-2}}{0,14 \cdot 10^{-2} + 0,12 \cdot 10^{-2}} = 0,53, \quad (6)$$

где $V_{жc}$ – объем жидкости, м³; V_q – объем частиц породы, м³.

Скорость свободно осаждающихся частиц W_{oc} определяли по формуле (7)

$$W_{oc} = \sqrt{\frac{4gd(\rho_t - \rho_c)}{3\xi\rho_c}} (\text{м} \cdot \text{с}^{-1}), \quad (7)$$

где g – ускорение свободного падения, м·с; ρ_m – плотность частиц породы, кг·м⁻³; ρ_c – плотность среды, кг·м⁻³; ξ – коэффициент сопротивления.

Так как при ламинарном режиме $Re < 2$, величина коэффициентов сопротивления в сериях опытов 1 и 2 (см. табл.) определяли по формуле

$$\xi = 24 \cdot Re^{-1} \quad (8)$$

и получили для тяжелой среды без ЩСПК:

$$\xi_1 = 24 // 0,67 = 35,8; \quad \xi_2 = 24 // 0,44 = 54,5, \quad \text{а для среды с ЩСПК: } \xi_1 = 24 // 1,03 = 23,3; \quad \xi_2 = 24 // 0,49 = 48,9.$$

Подставляя найденные величины ξ в (7), находили скорость свободно осаждающихся частиц породы (без ЩСПК):

$$W_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,8 \cdot (12,6 \cdot 10^{-4}) \cdot (2,6 - 1,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 35,8 \cdot (1,5 \cdot 10^3)}} = 0,033 (\text{м} \cdot \text{с}^{-1});$$

$$W_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,8 \cdot (13,5 \cdot 10^{-4}) \cdot (2,6 - 1,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 54,5 \cdot (1,5 \cdot 10^3)}} = 0,023 (\text{м} \cdot \text{с}^{-1}),$$

а также определили скорость свободно осаждающихся частиц породы в присутствии активизатора ЩСПК:

$$W_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,8 \cdot (12,6 \cdot 10^{-4}) \cdot (2,6 - 1,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 23,3 \cdot (1,5 \cdot 10^3)}} = 0,051 (\text{м} \cdot \text{с}^{-1});$$

$$W_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,8 \cdot (13,5 \cdot 10^{-4}) \cdot (2,6 - 1,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 48,9 \cdot (1,5 \cdot 10^3)}} = 0,026 (\text{м} \cdot \text{с}^{-1}).$$

Скорость стесненного осаждения частиц породы (W_{ct}) находили, подставляя полученные величины W_{oc} и ξ в уравнение (5). Без применения

ЩСПК эти скорости составляли:

$$W_{\text{ст1}} = 0.033 \frac{0.123 \cdot 0.53^6}{1 - 0.53} = 0.0012 \text{ (м·с}^{-1}\text{)};$$

$$W_{\text{ст2}} = 0.023 \frac{0.123 \cdot 0.53^6}{1 - 0.53} = 0.0008 \text{ (м·с}^{-1}\text{)},$$

а в присутствии активизатора ЩСПК:

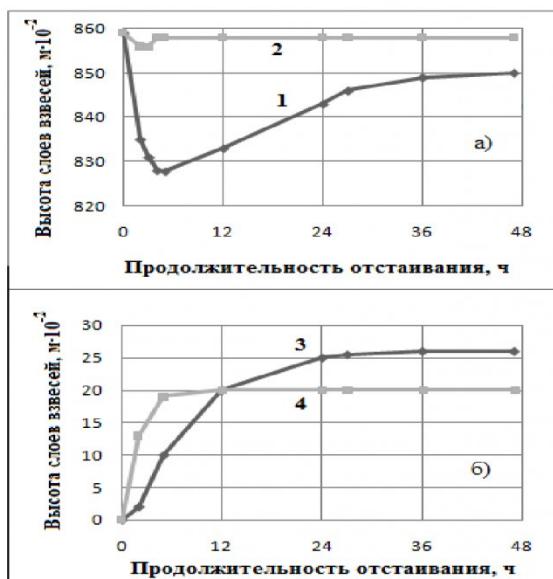


Рис. 3. Кинетические зависимости накопления слоев – верхнего (а) и нижнего (б) супензионной жидкости после обогащения. 1, 3 – без ЩСПК; 2, 4 – с ЩСПК.

$$W_{\text{ст1}} = 0.051 \frac{0.123 \cdot 0.53^6}{1 - 0.53} = 0.0019 \text{ (м·с}^{-1}\text{)};$$

$$W_{\text{ст2}} = 0.026 \frac{0.123 \cdot 0.53^6}{1 - 0.53} = 0.0010 \text{ (м·с}^{-1}\text{)}.$$

Таким образом, на основании выполненных расчетов по определению скорости движения частиц породы в стесненных условиях можно отдать предпочтение процессу гравитационного обогащения угля в водной тяжелой среде в присутствии в ней активизатора ЩСПК, который увеличивает скорость осаждения породы в 1,25-1,50 раза.

Осветление первичного стока после гравитационного обогащения угля в жидкой тяжелой

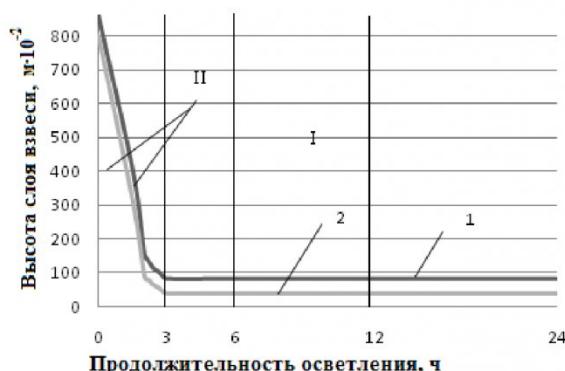


Рис. 4. Кривые осветления супензии. I – осветленный слой, II – темный слой, 1 – без активизатора, 2 – с 2% активизатора ЩСПК.

среде предусматривает отделение твердой фазы от жидкой в хвостовых стоках после обогащения. Оно осуществляется, как правило, сгущением. Для использования в обороте жидкой фазы стремятся выделить ее в максимальном количестве при минимальной загрязненности ее твердой фазой. В обороте используют тяжелую жидкость с содержанием твердых частиц не более 250-300 г/л [5].

Кинетика процесса осветления жидкости после обогащения угля с активизатором ЩСПК изучена с помощью стеклянного градуированного цилиндра.

Жидкость после обогащения (первичный сток) в количестве 900 мл помещали в цилиндр и в течение 48 ч наблюдали за процессом осветления.

Накопление верхнего и нижнего слоев взвешенных веществ в жидкостях после обогащения с ЩСПК и без него проходило не одинаково, о чем свидетельствовал характер кинетических кривых зависимостей изменения высоты верхнего слоя (концентрат угольных частиц) и нижнего («хвосты») слоев от времени отстаивания (рис. 3). Так, установление постоянства уровня верхнего слоя взвеси при применении ЩСПК наблюдалось уже после 4 ч отстаивания, а без ЩСПК – только через 30 часов. В нижней части цилиндра накопление осадка с взвесью при применении ЩСПК закончилось также в первые 4 ч, а без применения ЩСПК – лишь к 30 ч отстаивания.

На основе данных рис.3 получены зависимости процесса осветления жидкости от взвешенных частиц (рис.4). Области II под кривыми осветления соответствуют областям концентрирования взвешенных частиц, а область I – осветленной жидкости.

Количественно процесс отделения твердой фазы от жидкости выражается следующими данными.

Содержание взвешенных частиц в первичном стоке составило 21,3 г/л при применении ЩСПК, а без ЩСПК – 23,2 г/л. После осветления содержание взвешенных частиц в растворе составило 5,15 г/л при применении ЩСПК, а без ЩСПК – 8,70 г/л.

Степень осветления первичного стока при обогащении угля в водной тяжелой среде без ЩСПК (9) и с ЩСПК (10) составила

$$100 - \frac{10.43 \cdot 100}{21.3} = 51\% \quad (9);$$

$$100 - \frac{6.20 \cdot 100}{23.2} = 73.2\% \quad (10),$$

где 10,43 и 6,20 (г/л) – содержание взвешенных частиц в осветленном стоке без применения ЩСПК (9) и с применением ЩСПК (10).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение активизатора ЩСПК при гравитационном обогащении угля в водных тяжелых средах (в растворе $ZnCl_2$) повышает полноту осветления стока в 1,43 раза, а продолжительность осветления сокращает в 8 раз – с 32 ч (без приме-

нения ЩСПК) до 4 ч.

Коррозионные свойства ЩСПК испытаны в статических и динамических условиях по отношению к стали, сплавам цветных металлов и резин. Установлено, что ЩСПК является пассиватором их коррозии. Она существенно ниже коррозии этих материалов в водопроводной воде для пищевых целей [10].

Заметим, что ЩСПК частично сорбируется на поверхности частиц шлама и обогащенного угля. В силу специфических свойств ЩСПК существ-

менно уменьшается пыление и выдувание пыли с поверхности шламовых хранилищ, улучшаются свойства шлама как потенциального сырья для производства стройматериалов. Наличие ЩСПК в угле улучшает процессы его переработки в технологических и энергетических целях [14-18]. Установлена практическая полезность применения натриевых солей низших карбоновых кислот – побочных продуктов производств капролактама в качестве добавки – активизатора гравитационного обогащения углей в тяжелых средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благов Н. Г. IX Международный конгресс по обогащению углей // Уголь, 1983. - №6. – С. 63-65.
2. Supp Armin. Некоторые тенденции в обогащении углей // Bergbau, 1982. - №39. – S. 300-302 // Р.Ж. Горное дело, 1982. - №9, - Д. 8.
3. Bose S. Обогащение углей в Индии / Yndian cool challenges current cool preparation tehnology // World Cool, 1982. - 8. №3. – P. 62-83 // Р.Ж. Горное дело, 1982. - №9, - Д 10.
4. Whimore Raymond L. Обогатимость австралийских углей // Ylne Washabieety of Australian Coals / Proceelings Australasian Ynstitute of Mining and Metallurgy, 1979. - №270. – P. 47-53 // Р.Ж. Горное дело, 1978. №1. Д8.
5. Прейгерзон Г.Н. Обогащение угля. – М.: Недра, 1969. – 472 с.
6. Романенко Т.Г. Технология обогащения углей. Справочное пособие / Т.Г. Романенко, В.С. Бутовецкий. – М.: Недра, 1976. – 304 с.
7. Патент 437670 США. Усовершенствованный способ обогащения угля в тяжелых средах / Yrans Standon D. – Bethlehum Street Corp., 1983 // Р.Ж. Горное дело, 1983. - №2. – Д 81.
8. Ощепков И.А. Химические ингибиторы прилипания и примерзания глинистых минералов к металлическим поверхностям кузовов транспортных средств // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2004. - №4. – С. 82-85.
9. Ощепков И.А. Катализическое действие натриевых солей оксибензойных кислот на контактное взаимодействие вяжущих веществ с поверхностью природных заполнителей в бетоне // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2004. - №2. – С. 89-92.
10. Технические условия ТУ 112-03-488-84 «ЩСПК – щелочные соли (стоки) производства капролактама». М., Кемерово: КузГТУ, КГМА, ГИАП, Кем. ОАО «Азот», 1984. – 40 с.
11. Коваленко Л.К. Определение моно- и дикарбоновых кислот в сточных водах производства капролактама. / Л.К. Коваленко, И.А. Ощепков, А.Ф. Чуднов // Охрана окружающей среды и очистка промышленных выбросов. – М.: НИИТЭХИМ, 1987. – Вып. 3. – С. 14-18.
12. Разработать технологию применения химических отходов предприятий г. Кемерова при производстве цемента: отчет о НИР Всесоюзн. ЦНТИ. - №ГР 750 41119 / Лабор. охраны окружающей среды МХП СССР при КузПИ // Рук. работы Ощепков И.А. Кемерово, 1977-1979. – Т.1. – 115 с.; Т.2. – 160 с.
13. А.с. 806628 СССР, МКИ С 04 ВТ 7/35. Сыревая смесь для получения портландцементного клинкера / И.А. Ощепков [и др.]. – Опубл. в Б.И., 1981. - №7.
14. Ощепков И.А. Химическая обработка твердых топлив на стадиях подготовки и переработки // Уголь, 2002. - №12. – С. 49-50.
15. Ощепков И.А. О роли натриевых солей минеральных и органических кислот в формировании искусственных алюмосиликатных конгломератов / И.А. Ощепков, З.А. Худоносова. – Известия вузов. Строительство, 1997. - №11. – С. 27-32.
16. Ощепков И.А. Активизация вяжущих свойств высококальциевых зол уноса тепловых электростанций и перспектива экономии цемента в строительстве / И.А. Ощепков, З.А. Худоносова, 1995. - №12. – С. 64-69.
17. А.с. 1550178 СССР, МКИ Е 21 F 15/00. Состав закладочной твердеющей смеси / И.А. Ощепков [и др.] Опубл. в Б.И., 1990. - №10.
18. Ощепков И.А. Бесцементные бетонные смеси для закладки подземных выработок / Известия вузов. Горный журнал, 2002. - №4. – С.105-110.
19. Глузман Л.Д. Лабораторный контроль коксохимического производства / Л.Д. Глузман, И.И. Эдельман. – М.: Металлургия, 1965. – 472 с.
20. А. с. 1301491 СССР, МКИ В 02 С 23/06. Способ улучшения размольных свойств угля / И.А. Ощепков, Н.В. Глебов, Г.Л. Евменова. – Опубл. в Б.И., 1987, - №13.
21. Исследование влияния добавки отходов производства капролактама, диафена «ФП» на процессы обогащения и дробления каменных углей: отчет о НИР Всесоюзн. ЦНТИ. - №ГР 810769938 / Лаборатория охраны окружающей среды Минхимпрома и Минудобрений СССР при КузГТУ // Рук. работы Ощепков И.А., ответств. исполн. Евменова Г.Л. Кемерово, 1984. – 58 с.
22. Врагов А.П. Изучение кинетики гравитационного осаждения: Методические указания. – Кемерово, КузГТУ (КузПИ), 1969. – 5 с.
23. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 1971. – 784 с.

□Авторы статьи:

Ощепков

Иван Аввакумович

канд. техн. наук, ст. научн. сотр., научн.
руков. научно-исследо. лаборатории охра-
ны окружающей среды, доц. каф. техноло-
гии основного органического синтеза Куз-
ГТУ. Тел. 384-2-581055

Евменова

Галина Львовна

- канд. техн. наук, доц. каф. обога-
щения полезных ископаемых
КузГТУ . Тел. 384-2-751987