

УДК 622.794

П.И. ПИЛОВ, д-р техн. наук, **А.А. БЕРЕЗНЯК**, канд. техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет),
П.И. ВОРОБЬЕВ, **С.А. АНТОНЕНКО**
(Украина, Донецк, ДРФЦ)

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРУЕМОСТИ ШЛАМОВ УГЛЕЙ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Исследования фильтруемости шламов углей Западного Донбасса, которые характеризуются большим содержанием глинистых частиц, проводились на стандартной фильтровальной колонке диаметром 34 мм. В качестве фильтровальной перегородки служила капроновая фильтровальная ткань "диагональ" с отверстиями 20 мкм. Для определения параметров процесса фильтрования измерялся расход фильтрата через осадок определенной толщины, который формировался на перегородке заблаговременно.

Измерения выполнялись на различных образцах осадка, образованного из суспензий флотационного концентрата с различным содержанием класса крупности менее 50 мкм. Первый образец готовился из исходной суспензии без предварительного обесшламливания с содержанием тонких классов крупности 72%, второй – из суспензии, где класс крупности менее 50 мкм был удален полностью. Третий и четвертый образцы представляли собой искусственные смеси с содержанием тонких классов 15 и 30%, соответственно.

Проницаемость осадков, м²/с вычислялась согласно формуле, полученной из уравнения Дарси:

$$c = \frac{4 \cdot \mu \cdot h \cdot \Delta V}{\pi \cdot d^2 \cdot \Delta P \cdot \Delta t},$$

где $\mu = 10^{-3}$ – вязкость воды, н/м²; h – высота осадка, м; ΔV – объем фильтрата, м³; d – диаметр фильтровальной колонки, м; ΔP – перепад давления, Па; Δt – время протекания фильтрата, с.

Результаты измерений проницаемости осадков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Збезводнювання та сушіння. Водно-шламове господарство

Время, с	Объем фильтрата, мм ³	Проницаемость осадка, м ² /с	Условия измерений
Осадок из исходного материала. Содержание класса менее 50 мкм 72%			
85	170	4,644E-05	Перепад давления 0,076 МПа Высота осадка 6 мм
90	170	4,386E-05	
115	170	3,432E-05	
120	170	3,289E-05	
115	170	3,432E-05	
220	170	1,794E-05	
Содержание класса менее 50 мкм 0%			
12	1200	6,410E-03	Перепад давления 0,078 МПа Высота осадка 30 мм
8,2	600	4,690E-03	
9	600	4,274E-03	
11	600	3,497E-03	
20,6	600	1,867E-03	
Содержание класса менее 50 мкм 15%			
40	204	2,813E-04	Перепад давления 0,08 МПа Высота осадка 15 мм
80	170	1,172E-04	
Содержание класса менее 50 мкм 30%			
135	170	7,30994E-05	Перепад давления 0,076 МПа Высота осадка 15 мм
145	170	6,80581E-05	

Как видно из таблицы, проницаемость осадка при полном удалении класса крупности менее 50 мкм увеличивается на два порядка. Добавление тонких частиц в количестве 15% снижает проницаемость на порядок, а увеличение их содержания до 30% приводит к увеличению сопротивления фильтрованию еще на порядок и приближается к значению сопротивления осадка, полученного из исходной суспензии.

Следует отметить, что проницаемость всех осадков с течением времени уменьшается, что можно объяснить перераспределением тонких частиц по высоте осадка в процессе протекания фильтрата. Однако такое объяснение нельзя признать исчерпывающим, поскольку такое же уменьшение проницаемости наблюдается и для осадка, из которого предварительно удален класс крупности менее 50 мкм. Данный вопрос требует дополнительного детального исследования.

Для каждого из вышеупомянутых осадков исследовалась кинетика удаления влаги при их просушке. Результаты исследования представлены в табл. 2 и графически – на рис. 1–4.

Таблица 2

Время просушки, с	Влажность, % при содержании класса крупности менее 50 мкм			
	72	30	15	0
0	40,6	38	35	34
5		33	24,1	

Збезводнювання та сушіння. Водно-шламове господарство

20	31,6	27		18
30			18,2	
40	34,6			
60	32,1	25,8	18	17,6

Влажність осадков определялась следующим образом. Предварительно формировался осадок из одинакового количества суспензии заданного гранулометрического состава. При достижении фильтрующейся жидкой фазой верхней границы осадка включался секундомер и осуществлялась просушка осадка в течение определенного промежутка времени.

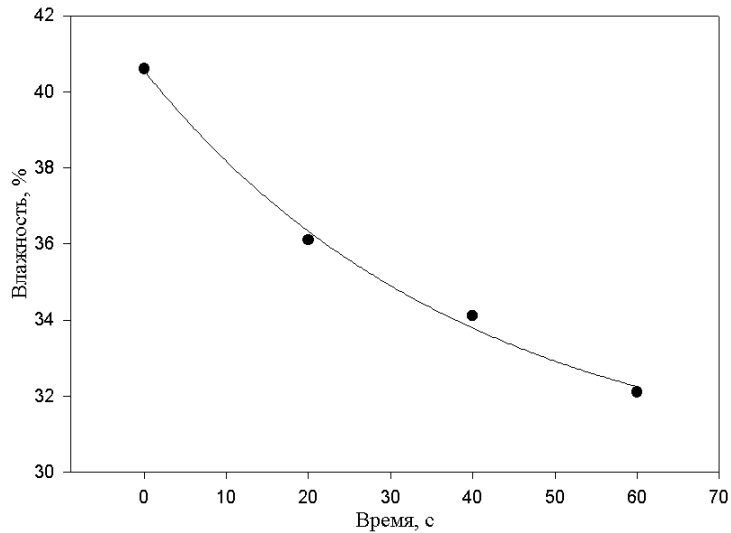
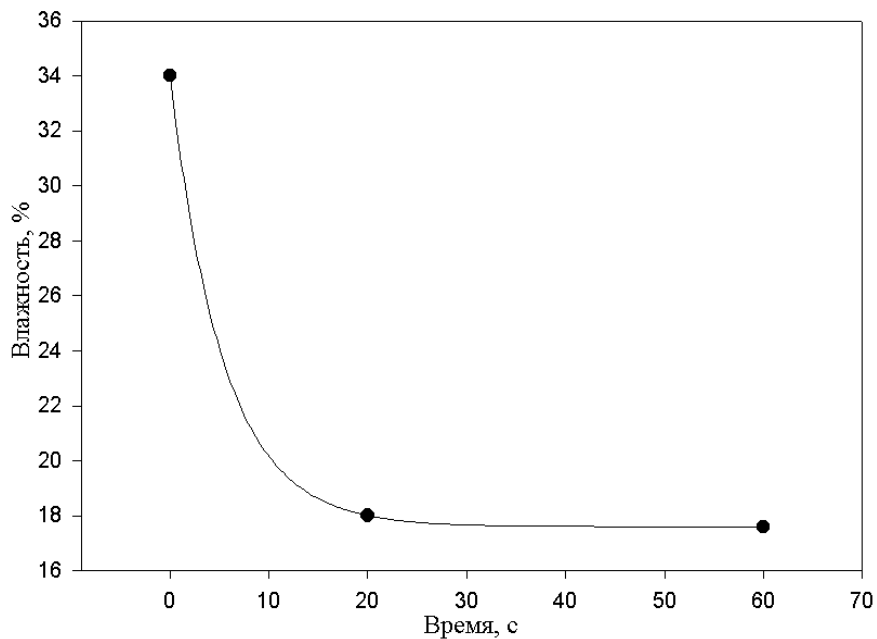


Рис. 1. Кинетика удаления влаги при просушке осадка из исходной суспензии



Збезводнювання та сушіння. Водно-шламове господарство

Рис. 2. Кинетика удаления влаги при просушке осадка из суспензии с содержанием класса крупности менее 50 мкм 0%

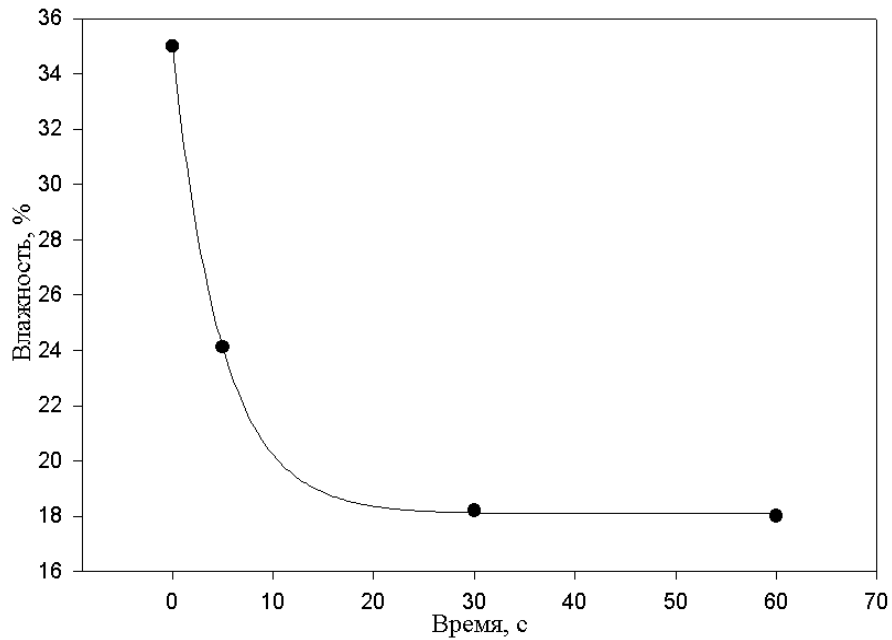


Рис. 3. Кинетика удаления влаги при просушке осадка из суспензии с содержанием класса крупности менее 50 мкм 15%

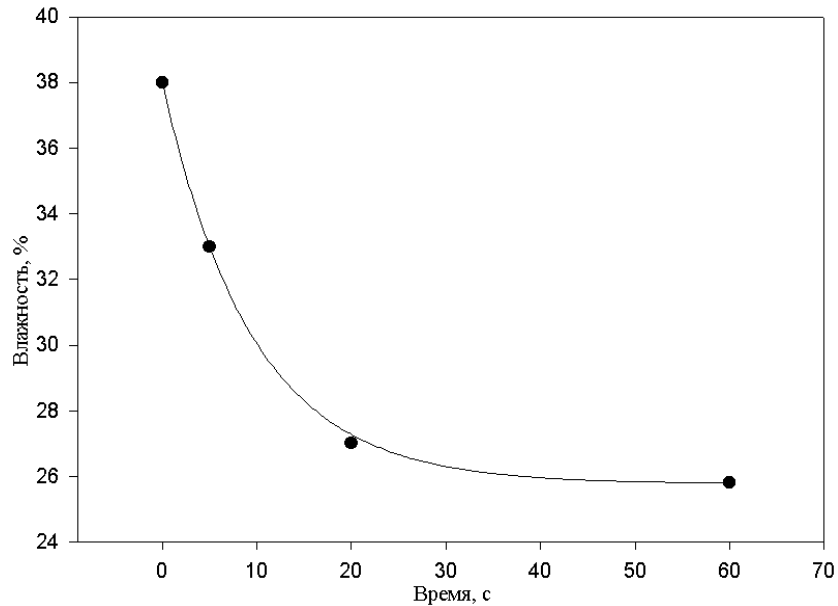


Рис. 4. Кинетика удаления влаги при просушке осадка из суспензии с содержанием класса крупности менее 50 мкм 30%

Збезводнювання та сушіння. Водно-шламове господарство

По прошествии этого времени фильтровальная колонка отключалась от вакуумной системы, весь осадок вынимался из колонки и взвешивался. После сушки осадок взвешивался повторно и определялась его влажность.

Все кинетические кривые аппроксимировались уравнением вида

$$W = W_k + W_p e^{-at}$$

где W , W_k , W_p – текущая, конечная и подвижная влажности, соответственно, %; a – постоянная обезвоживания; t – время просушки, с.

Сумма конечной и подвижной влаги в начальный момент времени равна начальной влажности, при которой осадок полностью насыщен водой. Погрешность аппроксимации экспериментальных данных во всех случаях не превышала 2%. Значения коэффициентов кинетических уравнений обезвоживания осадков приведены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты	Содержание класса, %, крупности менее 50 мкм			
	исходный	0	15	30
W_k	29,9	17,6	18,1	25,8
W_p	10,63	16,4	16,9	12,2
a	0,0253	0,1856	0,2066	0,1052

Анализируя данные, видим, что конечная влажность осадка пропорциональна содержанию тонких частиц. В то же время количество подвижной влаги должно быть обратно пропорционально их содержанию. Это обусловлено тем, что наличие частиц размером менее 50 мкм значительно увеличивает удельную поверхность осадка, а количество адсорбционной и неподвижной капиллярной влаги в первом приближении пропорционально величине этой поверхности. Небольшое отклонение от общей закономерности в случае неподвижной влаги для осадков без тонких частиц и с их содержанием 15% может быть объяснено погрешностью измерений. Экспоненциальный коэффициент, обуславливающий скорость обезвоживания, в целом нелинейно уменьшается с увеличением содержания илстых частиц. Так, при содержании илов 0 и 15% значение этого коэффициента практически постоянно, однако с повышением содержания илов на 15% он уменьшается почти в два раза, а в дальнейшем – более чем на порядок. Чем больше значение этого коэффициента, тем выше скорость обезвоживания, а, следовательно, и производительность фильтра, меньше затраты энергии.

Збезводнювання та сушіння. Водно-шламове господарство

Таким образом, для обеспечения эффективной работы фильтровального оборудования на шламовых продуктах, образованных из углей Западного Донбасса, необходимо удаление илов крупностью менее 50 мкм, причем их содержание не должно превышать 20%.

© Пилов П.И., Березняк А.А., Воробьев П.И., Антоненко С.А., 2005

Надійшла до редколегії 29.04.2005 р.

Рекомендовано до публікації