



УДК 622.794.3

Расчет влажности осадка илонакопителей углеобогащительных фабрик

Приведены результаты исследований по определению порозности и влажности осадков, находящихся в илонакопителях углеобогащительных фабрик.

Жидкие отходы углеобогащения, направляемые в илонакопитель для складирования, после осаждения частиц представляют собой осадок с пористой структурой, заполненной водой.

Важнейший показатель осадка действующего илонакопителя – влажность, позволяющая расчетным путем прогнозировать срок эксплуатации илонакопителя и количество возвращаемой на фабрику осветленной технической воды. Поэтому определение влажности осадка весьма актуальная научно-производственная задача.

Известно [1], что количество влаги, которое остается в осадке илонакопителя, не может быть меньше максимальной молекулярной влагоемкости обезвоживаемого шлама. Эта величина, по мнению А. Ф. Лебедева [2], связана тесной корреляционной зависимостью с поверхностью пористой системы, а также с рядом других ее физических и физико-химических свойств, поэтому может служить эталонным показателем для характеристики свойств пористого тела [2].

Предложенная формула расчета максимальной молекулярной влагоемкости для уплотненных осадков [3] определяется на основе гранулометрического параметра шлама:

$$W_{\text{ММВ}} = \left[\frac{100}{1 + \left(\frac{P_{\Gamma}^{0,14} - 0,46}{0,46} \right) \left(\frac{\delta_{\Gamma}}{\delta_{\text{ж}}} \right)} \right], \quad (1)$$

где $P_{\Gamma} = d_{\text{к}}/d_{\text{м}}$ – гранулометрический параметр шлама [4];

$d_{\text{к}}$ – средневзвешенный диаметр крупных частиц с выходом 68,5 % (от 31,5 до 100 %), мм;

$d_{\text{м}}$ – то же, мелких частиц с выходом 31,5 % (от 0 до 31,5 %), мм;

δ_{Γ} и $\delta_{\text{ж}}$ – плотность твердой и жидкой фаз суспензии, кг/м³.

Практика обезвоживания показала, что основное влияние на $W_{\text{ММВ}}$ оказывает содержание класса < 0,074 мм (табл. 1). Полученные результаты позволили определить приведенную максимальную молекулярную влагоемкость шлама в виде

$$W_{\text{ММВ}}^* = \left[W_{\text{ММВ}>0,074} \gamma_{>0,074} + 1,7W_{\text{ММВ}<0,074} \gamma_{<0,074} \right] / 100, \quad (2)$$

где $W_{\text{ММВ}>0,074}$ и $W_{\text{ММВ}<0,074}$ – максимальная молекулярная влагоемкость классов >0,074 мм и <0,074 мм в исходном продукте, %;

$\gamma_{>0,074}$ и $\gamma_{<0,074}$ – выход классов >0,074 мм и <0,074 мм в исходном продукте, %.

Таким образом, для уплотненных осадков остаточную влажность $W_{\text{ос.у}}$ можно принять равной $W_{\text{ММВ}}^*$, т. е. $W_{\text{ос.у}} \approx W_{\text{ММВ}}^*$.

Пример расчета $W_{\text{ММВ}}^*$, $W_{\text{ММВ}}^*$ и $W_{\text{ос.у}}$ для жидких отходов угля марки Γ приведен в табл. 2. Определение расчетных параметров



А. Д. ПОЛУЛЯХ,
доктор техн. наук
(ГП «УкрНИИУглеобогащение»)

осадка по гранулометрическому составу отходов дано в табл. 1 и 2.

Плотность δ_{Γ} (см. уравнение (1)) рассчитывается по формуле [5]

$$\delta_{\Gamma} = 100 \left[\frac{(100 - 1,1A^d)}{\delta_0} + \left(\frac{1,1A^d}{2700} \right) \right]^{-1}, \quad (3)$$

где δ_0 – плотность органической массы, принятая для угля марки Γ равной 1240 кг/м³ [5];

A^d – зольность продукта, %.

Для неуплотненных осадков прежде всего необходимо учитывать порозность осадков, а не зольность.

Чтобы определить порозность уплотненных осадков, предложено [6] уравнение

$$m_y = (0,46/P_{\Gamma}^{0,14}) 100. \quad (4)$$

Однако выполненные исследования, результаты которых приведены в табл. 3, показали, что между порозностью уплотненного материала и порозностью свободно насыпного существенная разница, учесть которую можно с помощью коэффициента уплотнения $f_{\text{н}}$.

Следовательно, порозность неуплотненного материала

$$m_{\text{н}} = f_{\text{н}} m_y. \quad (5)$$



Таблица 1

Класс, мм	d_{cp}	Исходный шлам 0 – 1 мм		Класс >0,074 мм			Класс <0,074 мм		
		Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Выход, приведенный к 100 %	Зольность, %	Выход, %	Выход, приведенный к 100 %	Зольность, %
0,5 – 1,0	0,750	8,1	12,1	8,1	31,8	12,1	–	–	–
0,25 – 0,5	0,375	4,5	6,2	4,5	17,6	6,2	–	–	–
0,16 – 0,25	0,205	5,1	23,2	5,1	20,0	23,2	–	–	–
0,074 – 0,16	0,117	7,8	33,6	7,8	30,6	33,6	–	–	–
0,04 – 0,074	0,057	6,3	58,1	–	–	–	6,3	8,4	58,1
0 – 0,04	0,02	68,2	80,7	–	–	–	68,2	91,6	80,7
Итого		100,0	63,8	25,5	100,0	19,9	74,5	100,0	78,8

Таблица 2

Показатели	Исходный шлам 0 – 1 мм	Класс >0,074 мм	Класс <0,074 мм
d_{cp} , мм	0,114	0,381	0,023
$d_{cp0-31,5}$, мм	0,02	0,12	0,02
$d_{cp31,5-100}$, мм	0,158	0,501	0,025
$A^d_{0-31,5}$, %	80,7	13,7	80,7
$A^d_{31,5-100}$, %	53,4	33,3	77,9
P_{Γ}	7,9	4,175	1,25
$P_{\Gamma}^{0,14}$	1,336	1,221	1,032
δ_{Γ} , кг/м ³	1996	1406	2336
W_{MMB}	20,8	30,1	25,6

Таблица 3

Класс угля, мм	Порозность, %		f_n
	в свободно насыпном состоянии	после виброуплотнения	
6 – 13	52,9	46,1	1,15
2,5 – 6	51,9	45,1	1,15
1,0 – 2,5	53,3	44,4	1,20
0,63 – 1,0	54,7	45,6	1,20
0,25 – 0,63	55,4	45,9	1,21
0,1 – 0,25	58,8	48,2	1,22
0,063 – 0,1	59,2	46,6	1,27
<0,063	63,6	47,5	1,34

Примечание. $W_{MMB}^* = 40,1$; $W_{oc,y} = 40,1$. Эти величины определены экспериментальным путем.

Коэффициент осадка илонакопителя определенно-гранулометрического состава

$$f_n = \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_i f_{ni} / \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_i, \quad (6)$$

где γ_i – выход i -го класса крупности осадка, %;
 f_{ni} – коэффициент уплотнения i -го класса.

Исходя из утверждения, что влажность осадка илонакопителя определяется порозностью его материала в свободно насыпном сухом состоянии и исходя из результатов исследований полной влагоемкости осадков $W_{пол}$, приведенных в табл. 4, для вычисления $W_{oc,n}$ предложена формула

$$W_{oc,n} = f_n \left(46 / P_{\Gamma}^{0,14} \right) + K_W, \quad (7)$$

где $K_W = 3,13$ % – коэффициент, учитывающий влияние влажности осадка на f_n .

Пример расчета влажности неуплотненного осадка выполнен с использованием гранулометрического состава отходов угля марки Г, приведенного ниже:

Класс, мм	0,63 – 1,0	0,25 – 0,63	0,1 – 0,25	0,063 – 0,1	0 – 0,063	0 – 1,0
Выход, %	5,0	7,6	9,4	7,0	71,0	100

Коэффициент уплотнения рассчитывают по формуле (6):

$$f_n = (5 \cdot 1,2 + 7,6 \cdot 1,21 + 9,4 \cdot 1,22 + 7 \cdot 1,27 + 71 \cdot 1,34) / 100 = 1,31. \quad (8)$$

а влажность неуплотненного осадка – по формуле (7):

$$W_{oc,n} = 1,31 \frac{46}{7,9^{0,14}} + 3,13 = 48,2\%. \quad (9)$$

Таким образом, разница во влажности уплотненного и неуплотненного осадка илонакопителя одного гранулометрического состава

$$\Delta W_{oc} = W_{oc,n} - W_{oc,y} = 48,2 - 40,1 = 8,1\%. \quad (10)$$

Ориентировочным показателем влажности осадков илонакопителей может служить влажность флотоотходов после обезвоживания их дренированием и при заполнении всех пор водой, приведенная в табл. 5 [1]. При наличии гранулометрического состава осадка его влажность рассчитывается как средневзвешенная классов крупности с использованием данных табл. 5.

Влажность шламов, вынимаемых из наружных отстойников грейферным краном для складирования на дренажную площадку, не должна превышать для отхо-



Таблица 4

Гранулометрический состав материала по классам крупности, %			d_{cp} , мм	$W_{пол}$, %	m_n , %	K_W , %
0,25 – 1 мм	0,08 – 0,25 мм	<0,08 мм				
72	18	10	0,484	42,25	38,5	3,75
62	18	20	0,425	38,03	35,1	2,93
48	22	30	0,348	35,10	32,0	3,10
36	24	40	0,281	36,10	33,8	2,30
24	26	50	0,214	38,00	34,9	3,10
15	25	60	0,149	39,85	36,8	3,05
5	15	80	0,088	43,70	40,0	3,70
Среднее значение						3,13

Таблица 5

Крупность, мм	Концентрат флотации, %		Отходы флотации, %	
	при заполнении всех пор водой	при прекращении интенсивного истечения	после окончания капле-жа	при заполнении всех пор водой
0,45 – 1	41,5	40,0	38,0	42,9
0,25 – 0,45	43,1	42,5	41,2	45,6
0,15 – 0,25	44,2	43,8	42,0	46,1
0,10 – 0,15	46,4	45,5	43,3	48,2
0,06 – 0,10	54,2	54,2	46,4	55,5
0,045 – 0,06	56,3	56,3	47,7	56,9
–0,045	59,0	59,0	48,9	59,7

дов флотации 45 %, для угольных шламов – 35 %. При более высокой влажности материал растекается по площадке и в этом случае его нужно обваловывать высушенным материалом или устанавливать ограничительные борта.

Влажность обезвоженного продукта зависит от характера материала, его первоначальной влажности, времени просушки и климатических условий.

Просушенный материал, отгружаемый с дренажных площадок, должен иметь влажность, %, не более:

Отходы флотации 30
Угольные шламы 20

Порядок загрузки, просушки материала и его отгрузки с дренажных площадок производится по установленному графику для каждой фабрики на летний и зимний периоды.

Выводы. Ориентировочно остаточную влажность осадка илонакопителей углеобогащительных фабрик можно рассчитать по гранулометрическому составу складываемых отходов на основе их максимальной молекулярной влагоемкости (для уплотненных осадков) и порозности (для неуплотненных осадков).

ЛИТЕРАТУРА

1. Фоменко Т. Г. Водно-шламовое хозяйство углеобогащительных фабрик / Т. Г. Фоменко, В. С. Бутовецкий, Е. М. Погарцева. – М.: Недра, 1974. – 272 с.
2. Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды / А. Ф. Лебедев. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 238 с.
3. Мучник Э. И. Исследование влагоудерживающих свойств угольных шламов и их влияние на результаты процесса обезвоживания на дисковых вакуум-фильтрах: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.08 / Э. И. Мучник. – Днепропетровск: ДГИ, 1977. – 126 с.
4. Клешнин А. А. Наладка, регулировка и эксплуатация фильтровальных отделений углеобогащительных фабрик / А. А. Клешнин, И. Н. Кейтельгиссер, Ю. М. Рабинович. – М.: Недра, 1985. – 135 с.
5. Полулях А. Д. Технологические регламенты углеобогащительных фабрик: справ.-информ. пособие / А. Д. Полулях. – Днепропетровск: НГУ, 2002. – 855 с.
6. Клешнин А. А. Исследование процесса фильтрования угольных шламов различного гранулометрического состава: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.08 / А. А. Клешнин. – Донецк: ДПИ, 1974. – 148 с.