



Рис. 8. Графики выхода обезвоженного осадка Модулей за период 2018-2019 гг.

До внедрения Модулей на ЦОФ «Павлоградская» выход общих шламов был равен 11,4% (при зольности рядового угля 46-48%). После внедрения этот показатель снизился в среднем до 9,8% (по результатам работы 2019 г.), несмотря на увеличение зольности рядового угля до 54,1%.

© Федоров А.В., Гончаров С.А., Шкоп А.А.,
Беличенко А.В., Пономарева Н.Г., 2019

*Надійшла до редколегії 18.11.2019 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*

УДК 622.794.252

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13059.73765>

А.Н. ВОРОНОВ,

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук

(Украина, Днепр, ОП «Укрниуглеобогащение» ГП «НТЦ «Углеинновация»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ОСАДИТЕЛЬНО-ФИЛЬТРУЮЩИХ ЦЕНТРИФУГ ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО УГОЛЬНОГО ШЛАМА

Введение. В последнее время на углеобогатительных фабриках для удаления избытка влаги из чистых угольных продуктов крупностью 0-2(3) мм находят применение осадительно-фильтрующие центрифуги [1-3].

Широкое использование этих центрифуг в большей степени обусловлено надежностью в работе и способностью получить более низкую влажность осадка по сравнению с гипербарфилтрами и дисковыми вакуум-филтрами [2].

Применение осадительно-фильтрующих центрифуг предопределяет необходимость разработки методики расчета их технологических показателей обезвоживания, которая должна быть использована при расчете качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогатительных фабрик, внедряющих подобное оборудование.

В настоящее время методика подобных расчетов отсутствует.

Отсутствие подобной методики усугубляет вероятность ошибки в оценке

показателей обезвоживания в осадительно-фильтрующих центрифугах из-за субъективных суждений разработчиков проектов их внедрения об величине извлечения классов крупности исходного материала в продукты обезвоживания.

Целью работы является определение коэффициентов извлечения классов крупности исходного материала в фугаты фильтрующей и осадительной секций осадительно-фильтрующих центрифуг и разработка методики расчета качественно-количественных показателей их продуктов обезвоживания.

Методика выполнения работы предполагает усреднение балансов гранулометрического состава продуктов обезвоживания осадительно-фильтрующих центрифуг, определение коэффициентов извлечения классов крупности исходного материала в фугаты осадительной и фильтрующей секций, а также коэффициентов увеличения зольности твердого в этих фугатах в сравнении с зольностью исходного материала и усредненного значения влажности осадка.

Для выполнения работы использованы результаты работы осадительно-фильтрующих центрифуг на данной технологической операции в различных производственных условиях [4-6].

Изложение основного материала

Усреднение балансов гранулометрического состава продуктов окончательного обезвоживания мелкозернистого угольного шлама в осадительно-фильтрующих центрифугах осуществлялось по данным их эксплуатации на 10 углеобогатительных предприятиях. Всего рассмотрено 14 балансов гранулометрического состава продуктов обезвоживания. Нагрузка и режимные параметры осадительно-фильтрующих центрифуг соответствовали их паспортным характеристикам.

В табл. 1 приведены исходные и усредненные данные гранулометрического состава продуктов обезвоживания осадительно-фильтрующих центрифуг, а в табл. 2 данные определения коэффициентов извлечения классов крупности в фугаты, повышения зольности твердого в фугатах в сравнении с аналогичными показателями исходного материала, а также среднее значение влажности осадка.

Рекомендуемые значения этих показателей установлены на основании расчетных с учетом округления в случаях, когда это округление не нарушает тенденции их изменения.

Из данных табл. 2 следует, что коэффициенты извлечения классов крупности исходного материала в фугат фильтрующей секции осадительно-фильтрующих центрифуг составляют 0; 0,005; 0,010; 0,020; 0,040; 0,105 и 0,205 и для осадительной секции 0; 0; 0; 0; 0,005; 0,015 и 0,095, соответственно, для классов +3; 1-3; 0,5-1; 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,063-0,125 и 0-0,063 мм. При этом коэффициент увеличения зольности твердого в фугате фильтрующей секции равняется 1,48; осадительной секции 3,27 по сравнению с зольностью исходного материала, подаваемого на окончательное обезвоживание в осадительно-фильтрующие центрифуги.

Гранулометрический состав продуктов технологической операции
«Обезвоживание мелкозернистого угольного шлама в
осадительно-фильтрующих центрифугах»

№ п/п	Фабрика, центрифуга, источник []	Продукт	Выход класса, %								Зольность, %	Выход продукта к исходному, %	Влажность, %
			+3,0	1,0-3,0	0,5-1,0	0,25-0,5	0,125-0,25	0,063-0,125	-0,063	Итого			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	«Добропольская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный		5,3	32,8	11,7	7,8	11,1	31,3	100,0	9,7	100,0	263
		Осадок		6,3	38,3	13,5	8,7	9,7	23,5	100,0	6,9	84,7	W=29,6%
		Фугат ф.			2,7	1,8	1,8	23,2	70,5	100,0	16,8	11,2	384
		Фугат ос.				2,4	4,9	7,3	85,4	100,0	48,2	4,1	67
2	«Добропольская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный		2,3	19,6	11,7	8,9	13,0	44,5	100,0	13,2	100,0	290
		Осадок		2,6	22,0	12,9	9,4	12,5	40,6	100,0	11,3	89,0	W=27,4%
		Фугат ф.			0,6	2,9	6,1	20,8	69,6	100,0	21,6	7,8	394
		Фугат ос.				0,5	2,6	5,4	91,5	100,0	45,3	3,2	45
3	«Добропольская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный			1,0	4,3	8,2	19,1	67,4	100,0	14,2	100,0	257
		Осадок			1,2	5,0	8,8	19,5	65,5	100,0	10,4	82,5	W=34,2%
		Фугат ф.				1,6	6,4	22,2	69,8	100,0	27,8	12,6	368
		Фугат ос.					2,0	4,1	93,9	100,0	43,3	4,9	84
4	«Добропольская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный	1,8	6,7	29,6	12,4	6,3	7,8	35,4	100,0	17,6	100,0	245
		Осадок	2,0	7,3	31,9	13,1	6,4	7,6	31,7	100,0	16,1	90,8	W=21,7%
		Фугат ф.		1,5	8,9	7,5	6,0	11,9	64,2	100,0	27,3	6,7	280
		Фугат ос.			4,0	2,0	4,0	90,0	100,0	47,7	2,5	48	
5	«Добропольская» НОГШ-1320Ф [4]	Исходный		3,6	23,0	16,5	14,3	12,7	29,9	100,0	10,3	100,0	278
		Осадок		4,1	26,1	18,4	15,8	12,5	23,1	100,0	7,7	87,8	W=26,3%
		Фугат ф.			1,1	2,8	4,5	16,3	75,3	100,0	22,6	8,9	373
		Фугат ос.				0,8	2,2	6,1	90,9	100,0	46,4	3,3	75
6	«Красная Звезда» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный	2,5	10,1	20,8	7,7	5,6	10,2	43,1	100,0	28,6	100,0	254
		Осадок	2,8	10,9	22,5	8,2	5,8	10,0	39,8	100,0	27,4	91,2	W=32,4%
		Фугат ф.		2,4	4,8	3,2	4,1	15,7	69,8	100,0	38,4	5,8	362
		Фугат ос.			0,2	0,4	1,2	6,8	91,4	100,0	49,2	3,0	78
7	«Красно-партизанская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный		4,17	16,65	25,21	17,85	11,77	24,35	100,0	12,7	100,0	284
		Осадок		4,75	16,67	28,47	22,12	12,55	15,44	100,0	10,8	87,7	W=14,6%
		Фугат ф.		0,05	0,33	2,55	4,69	7,84	84,54	100,0	16,7	8,9	396
		Фугат ос.				0,44	0,94	1,94	96,68	100,0	52,1	3,4	38
8	«Богучарская» НОГШ-1120Ф [4]	Исходный		2,2	18,9	11,8	11,4	12,8	42,9	100,0	11,2	100,0	210
		Осадок		2,6	21,8	13,3	12,5	13,3	36,5	100,0	8,9	86,1	W=25,4%
		Фугат ф.			1,2	3,1	5,2	12,1	78,4	100,0	18,6	10,3	425
		Фугат ос.				0,9	1,6	3,7	93,8	100,0	44,3	3,6	48
9	«Свято-Варваринская» «Декантер» [5]	Исходный		1,84	16,99	28,02	23,4	6,63	23,12	100,0	13,7	100,0	394
		Осадок		2,06	19,25	31,75	25,31	7,4	14,23	100,0	11,9	86,5	W=14,8%
		Фугат ф.		0,57	2,84	5,11	14,77	1,71	75,0	100,0	13,3	9,8	456
		Фугат ос.			1,52	1,52	1,52	1,52	93,92	100,0	55,3	3,7	24
10	«Антоновская» «Декантер» [6]	Исходный		6,5	12,3	22,4	16,3	16,9	25,6	100,0	9,6	100,0	267
		Осадок		7,3	13,8	25,2	18,3	18,6	16,8	100,0	7,2	88,9	W=14,4%
		Фугат ф.		0,1	0,2	0,2	0,3	5,0	94,2	100,0	21,2	8,0	388
		Фугат ос.			0,1	0,1	0,1	1,6	98,1	100,0	48,4	3,1	45

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	«Печорская» «Декантер» [6]	Исходный	2,0	7,2	21,1	20,5	17,7	9,1	22,4	100,0	20,1	100,0	280
		Осадок	2,3	8,2	23,8	22,6	19,3	8,8	15,0	100,0	18,4	87,9	W=13,6%
		Фугат ф.		0,3	1,8	6,7	7,9	13,9	69,4	100,0	25,6	8,7	350
		Фугат ос.				1,0	1,7	5,2	92,1	100,0	48,9	3,4	60
12	«Северная» «Декантер» [6]	Исходный		4,5	15,2	25,0	21,3	9,2	24,8	100,0	16,9	100,0	250
		Осадок		5,4	18,3	29,6	24,7	8,6	13,4	100,0	13,8	82,6	W=13,0%
		Фугат ф.			0,9	4,2	6,9	15,4	72,6	100,0	24,3	12,6	300
		Фугат ос.					0,8	3,1	96,1	100,0	51,7	4,8	30
13	«Бачатская- Коксовая» «Декантер» [6]	Исходный		9,2	15,2	13,7	17,8	17,2	26,9	100,0	13,8	100,0	220
		Осадок		10,4	17,2	15,3	19,4	18,2	19,5	100,0	12,3	87,9	W=10,0%
		Фугат ф.		0,6	1,0	2,4	7,8	11,2	77,0	100,0	18,7	9,3	250
		Фугат ос.					0,3	5,8	93,9	100,0	45,5	2,8	20
14	«Тугнуйская» «Декантер» [6]	Исходный		2,4	16,2	23,3	18,6	10,8	28,7	100,0	16,1	100,0	310
		Осадок		2,7	18,3	26,0	20,1	10,4	22,5	100,0	14,2	88,6	W=16,8%
		Фугат ф.			1,2	3,3	8,4	16,2	70,9	100,0	23,9	8,4	440
		Фугат ос.				0,8	1,4	6,9	90,9	100,0	51,8	3,0	100
	Среднее	Исходный	0,45	4,72	18,52	16,73	13,96	12,02	33,60	100,0	14,8	100,0	272
		Осадок	0,51	5,33	20,79	18,81	15,47	12,12	26,97	100,0	12,7	87,3	W=21,0%
		Фугат ф.		0,39	1,97	3,38	6,06	13,82	74,38	100,0	21,9	9,2	369
		Фугат ос.			0,13	0,92	1,66	4,53	92,76	100,0	48,4	3,5	50

Усредненная влажность осадка осадительно-фильтрующих центрифуг – 21,0%, содержание твердого в фугате осадительных секций – 50 кг/м³.

Исходя из данных табл. 2 методика расчета качественно-количественных показателей окончательного обезвоживания мелкозернистого шлама в осадительно-фильтрующих центрифугах состоит в следующем.

Выход i -го класса крупности в фугат фильтрующей секции

$$\gamma_{ф.ф.i} = \varepsilon_{ф.ф.i}^{\gamma} \cdot \gamma_{исх.i}, \quad \% \quad (1)$$

где $\varepsilon_{ф.ф.i}^{\gamma}$ – коэффициент извлечения i -го класса крупности в фугат фильтрующей секции, доли ед., принимается по табл. 2; $\gamma_{исх.i}$ – выход i -го класса крупности в исходном материале, подаваемом на обезвоживание в осадительно-фильтрующую центрифугу, %.

Определение коэффициентов извлечения классов крупности в фугаты осадительно-фильтрующих центрифуг

Продукты	Показатели	Выход класса, %								Выход к исходному, %	Зольность, %	Влажность, %
		+3,0	1,0-3,0	0,5-1,0	0,25-0,5	0,125-0,25	0,063-0,125	-0,063	Итого			
Исходный	Выход к исходному, %	0,45	4,72	18,52	16,73	13,96	12,02	33,60	100,0	100,0	14,8	
Осадок	Выход к продукту, %	0,51	5,33	20,79	18,81	15,47	12,12	26,97	100,0	87,3	12,7	21,0
	$W_{ос.ср.}^r$, расчетн.											21,0
	$W_{ос.ср.}^r$, рек.											21,0
Фугат ф.	Выход к продукту, %	–	0,39	1,97	3,38	6,06	13,82	74,38	100,0	9,2	21,9	
	Выход к исходному, %	–	0,036	0,181	0,311	0,558	12,71	6,843	9,2	9,2	21,9	
	$\varepsilon_{ф.ф.}^y$, расчетн.	–	0,007	0,010	0,019	0,040	0,106	0,204				
	$\varepsilon_{ф.ф.}^y$, рек.	–	0,005	0,010	0,020	0,040	0,105	0,205				
	$\varepsilon_{ф.ф.}^A$, расчетн.										1,482	
	$\varepsilon_{ф.ф.}^A$, рек.										1,480	
Фугат ос.	Выход к продукту, %	–	–	0,13	0,92	1,66	4,53	92,76	100,0	3,5	48,4	
	Выход к исходному, %	–	–	0,004	0,032	0,058	0,159	3,246	3,5	3,5	48,4	
	$\varepsilon_{ф.ос.}^y$, расчетн.	–	–	0,000	0,002	0,004	0,013	0,097				
	$\varepsilon_{ф.ос.}^y$, рек.	–	–	–	–	0,005	0,015	0,095				
	$\varepsilon_{ф.ос.}^A$, расчетн.										3,271	
	$\varepsilon_{ф.ос.}^A$, рек.										3,270	

Выход твердого в фугате фильтрующей секции

$$\gamma_{ф.ф} = \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_{ф.ф.i}, \% \quad (2)$$

Зольность твердого в фугате фильтрующей секции

$$A_{ф.ф}^d = \varepsilon_{ф.ф.}^A \cdot A_{исх.}^d, \% \quad (3)$$

где $\varepsilon_{ф.ф.}^A$ – коэффициент изменения зольности твердого в фугате фильтрующей секции по отношению к его зольности в исходном продукте, доли ед., принима-

ється по табл. 2; $A_{исх.}^d$ – зольність исходного продукта, подаваемого на обезвоживание в центрифугу, %.

Выход i -го класса крупности в фугат осадительной секции

$$\gamma_{ф.ос.i} = \varepsilon_{ф.ос.i}^{\gamma} \cdot \gamma_{исх.i}, \% \quad (4)$$

где $\varepsilon_{ф.ос.i}^{\gamma}$ – коэффициент извлечения i -го класса крупности в фугат осадительной секции, доли ед., принимается по табл. 2.

Выход твердого в фугат осадительной секции

$$\gamma_{ф.ос} = \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_{ф.ос.i}, \% \quad (5)$$

Зольность твердого в фугате осадительной секции

$$A_{ф.ос}^d = \varepsilon_{ф.ос}^{A^d} \cdot A_{исх.}^d, \% \quad (6)$$

где $\varepsilon_{ф.ос}^{A^d}$ – коэффициент изменения зольности твердого в фугате осадительной секции по отношению к его зольности в исходном продукте, доли ед., принимается по табл. 2.

Выход твердого в осадке

$$\gamma_{ос.} = 100 - \gamma_{ф.ф} - \gamma_{ф.ос.}, \% \quad (7)$$

Зольность твердого в осадке

$$A_{ос.}^d = \left(100 \cdot A_{исх.}^d - \gamma_{ф.ф.} \cdot A_{ф.ф.}^d - \gamma_{ф.ос.} \cdot A_{ф.ос.}^d \right) : \gamma_{ос.}, \% \quad (8)$$

Влажность осадка принимается по табл. 2 равной 21,0%, содержание твердого в фугате осадительной секции принимается по табл. 1 равное 50 кг/м³.

Данная методика определения качественно-количественных показателей технологической операции окончательного обезвоживания мелкозернистого угольного шлама в осадительно-фильтрующих центрифугах может быть использована при расчетах качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогатительных предприятий.

Выводы

1. Определены коэффициенты извлечения классов крупности исходного угольного шлама в фугаты осадительной и фильтрующей секций осадительно-фильтрующих центрифуг, а также коэффициенты увеличения зольности твер-

дого в фугатах осадительной и фильтрующей секций центрифуги по отношению к аналогичным показателям исходного продукта.

2. Установлено среднее значение влажности осадка осадительно-фильтрующих центрифуг и содержания твердого в фугате ее осадительной секции.

3. Предложена методика расчета, позволяющего на основании гранулометрического состава обезвоживаемого угольного шлама определить гранулометрические характеристики фугатов осадительной и фильтрующей секций осадительно-фильтрующих центрифуг и их обезвоженных осадков, и рассчитать выходы, зольности и влажности продуктов обезвоживания.

Список литературы

1. Техника и технология обогащения углей: Справочное пособие / Под ред. В.А. Чантурия, А.Р. Молявко. – М.: Наука, 1995. – 622 с.

2. Полулях А.Д. Обработка угольных шламов флотационной крупности (Краткий обзор) / А.Д. Полулях. – Днепр: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2020. – 75 с.

3. Абрамюк С.Ф. Обезвоживание мелкозернистых материалов / С.Ф. Абрамюк, Л.Т. Вертола, А.С. Бучатский // Уголь. – 2010. – № 7. – С. 42-45.

4. Шлау А.В. Фильтрующие и осадительно-фильтрующие центрифуги для обезвоживания продуктов обогащения угля / А.В. Шлау, Ю.Н. Бочков, В.С. Гермаков и др. – М.: ЦНИ-ЭИуголь, 1979. – 38 с.

5. ТР 10.1.-00185755-020:2011 Технологический регламент филиала «Обогатительная фабрика «Свято-Варваринская» Пр АО «ДМЗ» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2011. – 181 с.

6. Козлов В.А. Осадительно-фильтрующая центрифуга «Декантер» – техническая основа обезвоживания угольного шлама / В.А. Козлов, В.И. Новак // Горный информационно-технический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Вып. 7. – С. 229-237.

© Воронов А.Н., Полулях Д.А., 2019

*Надійшла до редколегії 24.11.2019 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*

УДК 622.794.252

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13059.73765>

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук
(Украина, Днепр, ОП «Укрнииуглеобогащение» ГП «НТЦ «Углеинновация»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ОСАДИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРИФУГ ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ ТОНКОЗЕРНИСТОГО УГОЛЬНОГО ШЛАМА

Введение. Осадительные центрифуги со шнековой выгрузкой обезвоженного осадка широко применяются на разных стадиях обработки угольного шлама. Накоплен значительный опыт обезвоживания тонкозернистых антрацитовых шламов, флотационных концентратов углей [1, 2]. Известна удачная технология обезвоживания отходов флотации различных продуктов [3].