

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук

(Україна, Дніпр, ОП «Укрніиуглеобогашення» ГП «НТЦ «Углеінновашя»),

Д.А. ПОЛУЛЯХ, канд. техн. наук

(Україна, Дніпр, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ КЛАССОВ КРУПНОСТИ В ФУГАТ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЦЕНТРИФУГ ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ УГОЛЬНОГО ШЛАМА

Введение. На углеобогатительных фабриках Украины для окончательного механического обезвоживания крупнозернистого угольного шлама, в основном, применяются фильтрующие центрифуги со шнековой выгрузкой осадка типа ФВВ-1121У, ФВШ-950, ЦфШнВ-1.00ВМ, ЦфШнГ-1.00ВМ, ЕВШ-36, НАЭЛЬ-3А и др. с шириной отверстий фильтрующей поверхности 0,15-0,20 мм.

Основными показателями работы центрифуг являются: выход твердого в осадок и в фугат, зольность твердого в осадке и в фугате, влажность осадка. Все эти показатели зависят от гранулометрического состава исходного продукта и продуктов обезвоживания [1, 2].

Для получения этих данных необходимо знание коэффициентов извлечения классов крупности исходного материала в фугат фильтрующих центрифуг и коэффициент снижения влажности обезвоженного осадка и зольности фугата в сравнении с исходными показателями.

Целью работы является определение коэффициентов извлечения классов крупности в фугат фильтрующих центрифуг и коэффициентов снижения влажности осадка и зольности фугата при окончательном обезвоживании крупнозернистого угольного шлама.

Изложение основного материала. Для расчета показателей указанной технологической операции необходимо установить величины извлечения классов крупности в фугат фильтрующих центрифуг и коэффициентов снижения влажности для осадка и зольности фугата. Эти величины определены на основе усредненных балансов гранулометрического состава продуктов обезвоживания фильтрующих центрифуг, приведенных в [3-20].

Нагрузка и режимные параметры фильтрующих центрифуг соответствовали их паспортным характеристикам. Усреднение балансов гранулометрического состава продуктов обезвоживания крупнозернистого угольного шлама в фильтрующих центрифугах приведено в табл. 1.

Всего рассмотрено 38 балансов гранулометрического состава продуктов обезвоживания крупнозернистого угольного шлама на 14 углеобогатительных предприятиях.

Извлечение класса крупности в фугат ($\varepsilon_{\phi,i}^{\gamma}$) рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{\phi.i}^{\gamma} = \frac{\gamma_{\phi.i}}{\gamma_{u.i}}, \text{ д.ед.}, \quad (1)$$

где $\gamma_{\phi.i}$ – выход (к исходному продукту) i -го класса крупности в фугате, %;
 $\gamma_{u.i}$ – выход i -го класса крупности в исходном продукте, %.

Зольность классов крупности, перешедших в фугат ($A_{\phi.i}^d$), равна зольности соответствующих классов крупности в исходном продукте ($A_{u.i}^d$), т.е.

$$A_{\phi.i}^d = A_{u.i}^d. \quad (2)$$

В случаях, когда неизвестна зольность классов крупности исходного материала определяются коэффициенты изменения зольности фугата, как

$$\varepsilon_{\phi}^A = \frac{A_{\phi}^d}{A_u^d}, \text{ д.ед.}, \quad (3)$$

где A_{ϕ}^d , A_u^d – зольность, соответственно, фугата и исходного продукта, %.

Коэффициент снижения влажности для осадка (ε_{oc}^W)

$$\varepsilon_{oc}^W = \frac{W_{oc}}{W_u}, \text{ д.ед.}, \quad (4)$$

где W_{oc} , W_u – влага, соответственно, обезвоженного осадка и исходного продукта, %.

Определение показателей $\varepsilon_{\phi.i}^{\gamma}$, ε_{ϕ}^A и ε_{oc}^W приведено в табл. 2, из которой следует, что со снижением крупности классов их извлечение в фугат увеличивается.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Таблиця 1

Гранулометрический состав продуктов обезвоживания
крупнозернистого угольного шлама в шнековых 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	«Павлоградская» ЦфШнВ-1.00ВМ [3]	Исходный		6,44	13,03	23,39	13,26	11,92	31,96	100,0	37,2	100,0	57,8
		Осадок		6,69	13,54	24,31	13,78	12,29	29,39	100,0	35,8	96,2	18,7
		Фугат						2,72	97,28	100,0	72,1	3,8	-
2	«Павлоградская» ЦфШнВ-1.00ВМ [3]	Исходный		27,07	16,92	18,0	11,36	8,22	18,43	100,0	37,9	100,0	54,5
		Осадок		29,81	18,63	19,83	12,17	8,32	11,24	100,0	34,7	90,8	18,0
		Фугат					3,38	7,28	89,34	100,0	69,4	9,2	-
3	«Павлоградская» ЕВW-36 [4]	Исходный			57,65	39,47	2,12	0,29	0,47	100,0	39,2	100,0	58,5
		Осадок			61,26	37,93	0,54	0,09	0,18	100,0	26,3	64,74	19,3
		Фугат			50,85	42,37	5,08	0,68	1,02	100,0	63,7	35,26	-
4	«Моспинская» ФВВ-1121У [5]	Исходный	4,44	20,79	23,02	17,30	8,89	2,54	23,02	100,0	27,4	100,0	29,8
		Осадок	5,40	25,29	28,00	15,82	6,56	1,63	17,30	100,0	23,0	82,17	16,8
		Фугат				24,16	19,66	6,74	49,44	100,0	47,8	17,83	-
5	«Чумаковская» ЕВW-36 [6]	Исходный		6,1	38,5	32,3	5,8	5,9	11,4	100,0	12,4	100,0	45,5
		Осадок		8,7	47,1	30,0	4,0	2,6	7,6	100,0	8,5	70,77	29,0
		Фугат			19,3	37,7	10,5	12,6	19,9	100,0	20,8	29,23	-
6	«Чумаковская» НАЭЛЬ-3А [6]	Исходный		5,7	38,5	35,8	6,8	5,3	7,9	100,0	16,4	100,0	30,4
		Осадок		6,1	41,1	35,3	6,4	5,0	6,1	100,0	15,0	84,53	10,5
		Фугат			26,9	39,0	9,8	8,4	15,9	100,0	24,0	15,47	-
7	«Чумаковская» НАЭЛЬ-3А [7]	Исходный	1,0	16,8	39,6	27,8	6,9	2,0	5,9	100,0	11,5	100,0	40,0
		Осадок	1,9	18,5	43,6	26,8	5,1	1,9	2,2	100,0	11,0	80,19	22,0
		Фугат			33,5	32,0	8,7	4,6	21,2	100,0	13,7	19,81	-
8	«Дзержинская» ФВВ-1121У [14]	Исходный		34,9	21,9	16,7	2,2	10,4	13,9	100,0	16,7	100,0	38,6
		Осадок		50,0	27,4	14,0	1,2	1,2	6,2	100,0	16,2	69,78	13,6
		Фугат			9,1	22,8	4,5	31,8	31,8	100,0	20,5	30,22	-
9	«Добропольская» ЦфШнВ-1.00ВМ [8]	Исходный		7,98	23,22	19,97	7,53	5,33	35,97	100,0	26,2	100,0	27,2
		Осадок		10,60	28,20	19,32	6,20	3,68	32,00	100,0	20,5	75,3	17,7
		Фугат			8,0	21,9	11,6	10,4	48,1	100,0	43,6	24,7	-
10	«Добропольская» ЦфШнВ-1.00ВМ [8]	Исходный		6,3	21,6	20,6	8,9	6,1	36,5	100,0	27,5	100,0	32,5
		Осадок		8,4	27,1	21,4	7,5	4,2	31,4	100,0	21,7	74,9	18,4
		Фугат			5,1	18,4	13,7	11,2	51,6	100,0	44,8	25,1	-
11	«Добропольская» ЦфШнВ-1.00ВМ [8]	Исходный		7,5	21,3	20,4	9,5	5,5	35,8	100,0	25,0	100,0	29,6
		Осадок		9,8	26,8	20,7	8,6	4,4	29,7	100,0	19,3	76,2	14,8
		Фугат			3,8	19,2	12,1	9,3	55,6	100,0	43,2	23,8	-
12	«Кураховская» ЦфШнВ-1.00ВМ [9]	Исходный		40,18	21,88	13,84	8,49	5,81	9,80	100,0	34,1	100,0	25,8
		Осадок		44,75	24,43	13,93	8,36	4,1	4,43	100,0	29,6	89,73	15,9
		Фугат				11,43	10,0	21,43	57,14	100,0	73,0	10,27	-
13	«Кураховская» ЦфШнВ-1.00ВМ [9]	Исходный		37,68	21,30	15,28	9,36	5,89	10,49	100,0	33,3	100,0	28,4
		Осадок		42,44	23,82	15,61	9,12	3,84	5,17	100,0	28,4	88,78	16,2
		Фугат			1,31	12,63	11,32	22,15	52,59	100,0	71,8	11,22	-
14	«Колосниковская» ЦфШнВ-1.00ВМ [10]	Исходный	3,0	26,5	15,0	16,7	9,0	9,8	20,0	100,0	16,4	100,0	29,3
		Осадок	3,3	28,8	15,6	16,0	9,2	10,1	17,0	100,0	15,2	91,6	13,1
		Фугат			9,8	23,8	6,6	7,7	52,1	100,0	29,5	8,4	-
15	«Селидовская» ЦфШнВ-1.00ВМ [11]	Исходный	4,7	16,8	11,3	11,0	6,8	6,4	43,0	100,0	39,5	100,0	46,5
		Осадок	5,6	20,0	13,4	13,1	7,5	6,3	34,1	100,0	37,9	84,2	17,8
		Фугат					3,3	6,7	90,0	100,0	48,0	15,8	-

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16	«Селидовская» ФВШ-950 [12]	Исходный	0,77	19,89	22,04	15,07	10,13	2,66	29,44	100,0	24,3	100,0	52,0
		Осадок	1,01	26,17	29,00	16,67	6,25	1,67	19,23	100,0	16,9	76,0	12,6
		Фугат				10,00	22,42	5,79	61,79	100,0	47,6	24,0	-
17	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнВ-1.00ВМ [13]	Исходный				31,2	56,1	7,4	5,3	100,0	27,7	100,0	25,6
		Осадок				33,3	59,1	6,5	1,1	100,0	26,9	93,5	16,3
		Фугат				13,0	20,9	66,1	100,0	40,9	6,5	-	
18	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнВ-1.00ВМ [13]	Исходный			3,8	32,6	47,2	8,5	7,9	100,0	26,8	100,0	26,8
		Осадок			4,2	35,6	50,4	7,4	2,4	100,0	25,3	91,6	15,8
		Фугат				12,5	20,2	67,3	100,0	43,2	8,4	-	
19	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнВ-1.00ВМ [13]	Исходный			2,4	30,3	48,6	9,8	8,9	100,0	28,0	100,0	27,2
		Осадок			2,6	33,4	52,2	8,6	3,2	100,0	26,1	90,8	16,0
		Фугат				13,2	22,0	64,8	100,0	46,3	9,2	-	
20	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнВ-1.00ВМ [13]	Исходный			1,7	31,3	50,3	8,0	8,7	100,0	29,0	100,0	27,4
		Осадок			2,0	35,1	54,3	6,8	1,8	100,0	27,8	89,1	13,2
		Фугат				17,3	17,3	65,4	100,0	39,1	10,9	-	
21	«Павлоградская» ЦфШнГ-1.00ВМ [3]	Исходный		22,30	20,24	15,08	5,16	7,22	30,0	100,0	32,6	100,0	55,0
		Осадок		24,22	21,81	15,69	4,74	6,12	27,42	100,0	30,5	91,76	16,1
		Фугат			2,7	8,88	10,3	16,7	61,42	100,0	56,6	8,24	-
22	«Пролетарская» ЦфШнГ-1.00ВМ [15]	Исходный		10,7	30,7	27,4	16,3	3,2	11,7	100,0	13,5	100,0	32,0
		Осадок		12,7	36,0	28,3	15,7	2,7	4,6	100,0	12,0	84,7	13,0
		Фугат			1,6	22,2	19,7	5,7	50,8	100,0	21,8	15,3	-
23	«Краснолиманская» ЦфШнГ-1.00ВМ [16]	Исходный	12,69	25,45	15,18	22,55	9,32	4,75	10,06	100,0	36,6	100,0	45,8
		Осадок	14,1	28,07	15,4	22,7	8,6	4,7	6,43	100,0	35,5	89,66	11,6
		Фугат			13,85	21,54	16,92	6,15	41,54	100,0	46,3	10,34	-
24	«Краснолиманская» ЦфШнГ-1.00ВМ [16]	Исходный			11,5	47,5	15,8	14,3	10,9	100,0	34,7	100,0	43,6
		Осадок			11,7	48,4	15,7	14,2	10,0	100,0	33,6	92,4	10,7
		Фугат			9,6	36,6	17,3	15,8	20,7	100,0	48,6	7,6	-
25	«Октябрьская» ЦфШнГ-1.00ВМ [18]	Исходный	2,87	9,07	20,05	23,59	10,76	6,82	26,84	100,0	26,2	100,0	27,8
		Осадок	3,89	12,30	27,18	31,59	13,79	8,30	2,95	100,0	18,6	73,75	16,8
		Фугат				1,08	2,20	2,73	93,99	100,0	47,7	26,25	-
26	«Киевская» ЦфШнГ-1.00ВМ [19]	Исходный			40,34	30,99	12,04	5,79	10,84	100,0	10,4	100,0	42,3
		Осадок			53,32	33,65	8,01	4,34	0,68	100,0	9,6	68,27	10,6
		Фугат			12,41	25,26	20,73	8,90	32,70	100,0	12,2	31,73	-
27	«Киевская» ЦфШнГ-1.00ВМ [19]	Исходный			44,97	30,87	12,30	4,70	7,16	100,0	68,9	100,0	41,7
		Осадок			53,80	35,49	5,92	1,41	3,38	100,0	72,5	79,41	16,5
		Фугат			10,87	13,04	36,96	17,39	21,74	100,0	55,1	20,59	-
28	«Киевская» ЦфШнГ-1.00ВМ [19]	Исходный			33,31	26,83	15,82	8,00	16,04	100,0	12,9	100,0	34,0
		Осадок			41,33	24,86	12,41	7,65	13,75	100,0	11,8	72,53	11,8
		Фугат			12,14	32,01	24,83	8,94	22,08	100,0	15,8	27,47	-
29	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		2,6	13,2	22,5	38,7	11,4	11,6	100,0	41,4	100,0	37,1
		Осадок		3,2	11,1	19,4	43,0	12,3	11,0	100,0	35,2	82,1	12,3
		Фугат			22,9	36,4	19,1	6,9	14,7	100,0	69,8	17,9	-
30	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		3,8	11,7	21,8	29,8	10,7	22,2	100,0	44,5	100,0	38,3
		Осадок		5,2	14,6	26,2	27,8	12,5	13,7	100,0	34,8	72,6	14,2
		Фугат			0,4	10,2	35,0	5,8	48,6	100,0	70,1	27,4	-

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
31	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		3,5	11,4	21,5	28,1	11,6	23,9	100,0	42,8	100,0	38,0	
		Осадок		4,8	15,2	24,8	29,4	13,2	12,6	100,0	33,7	73,8	14,9	
		Фугат			0,8	12,3	24,5	7,1	55,3	100,0	68,4	26,2	-	
32	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		5,1	11,7	19,4	28,5	12,7	22,6	100,0	43,0	100,0	36,8	
		Осадок		6,2	13,8	21,3	30,8	14,1	13,8	100,0	36,8	81,9	13,8	
		Фугат			2,4	10,6	18,3	6,8	61,9	100,0	71,2	18,1	-	
33	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		2,4	13,9	23,8	30,7	9,9	19,3	100,0	41,7	100,0	38,3	
		Осадок		2,9	16,3	25,6	32,6	10,9	11,7	100,0	35,6	82,6	13,3	
		Фугат			2,0	15,6	21,7	5,4	55,3	100,0	70,8	17,4	-	
34	ДП «Дзержинск- экоэнергоресурс» ЦфШнГ-1.00ВМ [20]	Исходный		5,3	12,1	22,7	30,9	10,1	18,9	100,0	45,1	100,0	37,9	
		Осадок		7,4	12,4	22,8	34,9	11,7	10,8	100,0	36,2	71,7	12,9	
		Фугат			11,2	22,4	20,7	6,2	39,5	100,0	67,7	28,3	-	
35	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнГ-1.00ВМ [13]	Исходный				34,0	57,6	5,2	3,2	100,0	42,5	100,0	27,1	
		Осадок					37,2	60,6	1,5	0,7	100,0	41,3	91,5	17,8
		Фугат						24,8	45,2	30,0	100,0	56,4	8,5	-
36	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнГ-1.00ВМ [13]	Исходный			2,6	32,2	55,2	5,8	4,2	100,0	41,6	100,0	26,9	
		Осадок			2,8	34,7	58,1	2,6	1,8	100,0	40,2	92,1	15,5	
		Фугат				2,8	21,7	42,6	32,9	100,0	57,4	7,9	-	
37	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнГ-1.00ВМ [13]	Исходный			1,4	33,3	51,6	6,9	6,8	100,0	45,0	100,0	28,6	
		Осадок			1,6	36,4	54,3	3,5	4,2	100,0	43,6	90,6	17,0	
		Фугат				3,6	25,4	39,6	31,4	100,0	58,4	9,4	-	
38	ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» ЦфШнГ-1.00ВМ [13]	Исходный			0,7	31,3	55,6	6,9	5,5	100,0	41,1	100,0	29,3	
		Осадок			0,8	35,1	59,8	2,1	2,2	100,0	39,4	88,5	16,7	
		Фугат				1,3	23,8	43,7	31,2	100,0	53,8	11,5	-	
39	Среднее	Исходный	0,77	9,76	18,67	25,17	21,94	7,28	16,41	100,0	30,6*	100,0	36,7	
		Осадок	0,93	11,66	21,76	26,38	22,23	6,17	10,87	100,0	26,8*	82,65	15,6	
		Фугат			7,12	15,56	15,59	14,25	47,48	100,0	48,5*	17,35	-	

Из табл. 2 также следует, что коэффициент снижения влажности ε_{oc}^W составляет 0,425, а коэффициент увеличения зольности фугата при обезвоживании концентратных продуктов $\varepsilon_{ф.к-т}^A$ равен 1,585, а коэффициент уменьшения зольности фугата при обезвоживании шламовых отходов $\varepsilon_{ф.отх.}^A$ имеет значение 0,8.

Определение коэффициентов извлечения классов крупности в фугат 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, %	0,77	9,76	18,67	25,17	21,94	7,28	16,41	100,0	100,0	30,6*	36,7
Осадок	Выход к продукту, %	0,93	11,66	21,76	26,38	22,23	6,17	10,87	100,0	82,65	26,8*	15,6
	ϵ_{oc}^W , расчетн.											0,425
	ϵ_{oc}^W , рек.											
Фугат	Выход к продукту, %	-	-	7,12	15,56	15,59	14,25	47,48	100,0	17,35	48,5*	
	Выход к исходному, %	-	-	1,235	2,700	2,705	2,472	8,238	17,35	17,35	48,5*	
	ϵ_{ϕ}^y , расчетн.	-	-	0,066	0,107	0,123	0,340	0,502				
	ϵ_{ϕ}^y , рек.	-	-	0,065	0,105	0,125	0,340	0,500				
	$\epsilon_{\phi.k-m}^A$, расчетн.											1,5851
	$\epsilon_{\phi.k-m}^A$, рек.											1,585
	$\epsilon_{\phi.omx}^A$, расчетн.											0,7997**
$\epsilon_{\phi.omx}^A$, рек.											0,8	

* – без учета зольностей опыта № 27 в табл. 1 (обезвоживание отходов).

** – исходные зольности в данных опыта № 27 табл. 1.

Выводы.

1. Установлены коэффициенты извлечения классов крупности исходного материала в фугат фильтрующих центрифуг при обезвоживании крупнозернистого угольного шлама.

2. Определено значение коэффициента снижения влажности осадка и увеличения или уменьшения зольности фугата при обезвоживании соответственно шламовых концентратных продуктов и шламовых отходов.

3. Полученные результаты могут быть использованы для расчета качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогажительных фабрик.

Список литературы

1. Техника и технология обогащения углей. Справочное пособие / Под ред. В.А. Чантаурия, А.Р. Молявко. – М.: Наука, 1995. – 622 с.
2. Фридман С.Э. Обезвоживание продуктов обогащения / С.Э. Фридман, О.К. Щербаков, А.М. Комлев. – М.: Недра, 1988. – 239 с.
3. ТР 10.1-00185755-019:2011 Технологический регламент ООО «ЦОФ «Павлоградская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение». – 2011. – 219 с.
4. Технологический регламент ЦОФ «Павлоградская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение. – 2005. – 264 с.
5. ТР 10.1-00185755-022:2012 ООО «Моспинское углеперерабатывающее предприятие

(УПП)» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение». – 2012. – 170 с.

6. Технологические регламенты основных процессов ЦОФ «Чумаковская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение. – 2000. – Т.1 – 138 с. 7. Выполнить анализ техники и технологии ЦОФ «Чумаковская» и разработать рекомендации по совершенствованию ее технологии и аппаратурного оснащения с целью увеличения выхода концентрата: Отчет о НИР / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение. – 2005. – 135 с.

8. ТР 10.1-00185755-010:2008 Технологический регламент центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Добропольская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение». – 2008. – 103 с.

9. ТР 10.1-00185755-024:2013 Технологические регламенты по ООО «Кураховская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2013. – 210 с.

10. Технологический регламент ЦОФ «Колосниковская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2005. – 140 с.

11. Технологические регламенты основных процессов ЦОФ «Селидовская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение. – 2004. – 208 с.

12. ТР 10.1-00185755-022:2012 Технологический регламент центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Селидовская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2012. – 170 с.

13. Дополнение № 1 к Технологическому регламенту ОФ ООО «ПК «Донецкое угольное топливо» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2009. – 42 с.

14. Технологический регламент ЦОФ «Дзержинская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение». – 2005. – 186 с.

15. Технологический регламент ЦОФ «Пролетарская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2005. – 162 с.

16. ТР 10.1-00185755-023:2013 Технологический регламент ЦОФ «Краснолиманская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение, 2013. – 136 с.

17. Технологический регламент ЦОФ «Краснолиманская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: Укрнииуглеобогащение. – 2006. – 234 с.

18. ТР 10.1-00185755-018:2011 Технологический регламент центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Октябрьская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение». – 2011. – 196 с.

19. ТР 10.1-00185755-006:2007 Технологический регламент центральной обогатительной фабрики (ЦОФ) «Киевская» АП «Шахта им. Засядько» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2007. – 172 с.

20. Технологический регламент обогатительной установки ДП «Дзержинскэнерго-ресурс» на действующем илонакопителе ЦОФ «Дзержинская» / Рук. А.Д. Полулях. – Луганск: ГП «Укрнииуглеобогащение», 2004. – 81 с.

© Полулях А.Д., Полулях Д.А., 2019

*Надійшла до редколегії 14.10.2019 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*