

**О.И. БОЙКО**

(Украина, Днепропетровск, ГП "Укрнииуглеобогащение")

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ГОФ "РОВЕНЬКОВСКАЯ"**

Технологический регламент ГОФ "Ровеньковская" ГП "Ровенькиантрацит" был разработан ГП "Укрнииуглеобогащение" совместно с ГОФ "Ровеньковская" в соответствии с отраслевым стандартом [1]. Технологический регламент является нормативным технологическим документом, регламентирующим технологию обогащения угля и подтверждает целесообразность принятых ранее технических решений, которые повлекли отклонения действующей технологической схемы от проектной [2].

В основе разработки технологического регламента были использованы проектная и действующая технологическая документация, данные сырьевой базы и результаты комплексного опробования технологической и водно-шламовой схемы фабрики, режимные карты оборудования и технические условия на выпускаемую продукцию.

Как показал опыт эксплуатацию фабрики, за период с 1960 г. по 2008 г., ее сырьевая база непостоянна, она ежегодно изменялась в связи с увеличением или уменьшением переработки антрацитов на шахтах, изменением поставщиков и соответствующего перераспределения сырья между фабрикой и внешними потребителями.

Гранулометрические составы рядового антрацита основных шахт-поставщиков и шихты ГОФ "Ровеньковская" за 2008 год представлены в табл. 1.

Фракционные составы по машинному классу 6-100 мм (машинный класс 6-100 мм направляется на обогащение в отсадочную машину) рядовых антрацитов основных шахт-поставщиков и шихты ГОФ "Ровеньковская" представлены в табл. 2.

# Загальні питання технології збагачення

Таблиця 1

Гранулометрические составы рядового антрацита основных шахт-поставщиков и шихты ГОФ "Ровеньковская" за 2008 год

Классы, мм	Шахты-поставщики									Исходный	
	ш/у "Ровеньковское" ГП "Ровенькиантрацит"			шахта 2 им. Дзержинского ГП "Ровенькиантрацит"			шахта 81 "Киевская" ГП "Ровенькиантрацит"			Шихта	
	Выход $\gamma$ , %		Зольность $A^d$ , %	Выход $\gamma$ , %		Зольность $A^d$ , %	Выход $\gamma$ , %		Зольность $A^d$ , %	Выход $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %
	к шахте	к шихте		к шахте	к шихте		к шахте	к шихте			
+100	10,7	2,14	20,9	16,3	1,79	17,3	5,5	3,8	69,2	7,73	43,81
50-100	11,8	2,36	40,9	13,9	1,53	30,2	6,5	4,48	47,0	8,37	42,21
25-50	12,3	2,46	47,8	12,6	1,39	38,1	13,8	9,52	38,4	13,37	40,1
13-25	13,2	2,64	40,8	11,1	1,22	42,3	15,6	10,76	38,7	14,62	39,38
6-13	19,5	3,9	39,5	12,9	1,42	32,8	18,3	12,63	28,9	17,95	31,51
0-6	32,5	6,5	38,4	33,2	3,65	30,8	40,3	27,81	31,9	37,96	32,91
Итого	100,0	20,0	38,5	100,0	11,0	31,0	100,0	69,0	36,4	100,0	36,17
Влажность $W_t^r$ , %	5,8			5,8			6,0			5,9	

Таблиця 2

Фракционные составы по машинному классу 6-100 мм рядового антрацита основных шахт-поставщиков и шихты ГОФ "Ровеньковская" в 2008 году

Плотность фракций, кг/м <sup>3</sup>	Класс 6-100 мм							
	ш/у "Ровеньковское" ГП "Ровенькиантрацит"				шахта 2 им. Дзержинского ГП "Ровенькиантрацит"			
	выход к шихте $\gamma_{ш}$ , %	выход к рядовому $\gamma_p$ , %	выход к фракциям $\gamma_{ф}$ , %	зольность $A^d$ , %	выход к шихте $\gamma_{ш}$ , %	выход к рядовому $\gamma_p$ , %	выход к фракциям $\gamma_{ф}$ , %	зольность $A^d$ , %
-1900	7,11	35,57	52,7	6,1	3,49	31,73	47,5	5,9
1900-2000	0,45	2,23	3,3	40,5	0,35	3,14	4,7	35,5
+2000	5,94	29,7	44,0	84,72	3,51	31,93	47,8	87,9
Итого	13,5	67,5	100,0	41,84	7,35	66,8	100,0	46,47
Класс 0-6 мм	6,5	32,5	–	38,4	3,65	33,2	–	30,8
Всего	20,0	100,0	–	40,72	11,0	100,0	–	41,27
Показатель Т Степень обогатимости	5,9 средняя				9,0 средняя			

## Загальні питання технології збагачення

*Продолжение табл. 2*

Плотность фракций, кг/м <sup>3</sup>	Класс 6-100 мм						
	шахта 81 "Киевская" ГП "Ровенькиантрацит"				шихта (2007 г.)		
	выход к шихте $\gamma_{ш}$ , %	выход к рядовому $\gamma_{р}$ , %	выход к фракциям $\gamma_{ф}$ , %	зольность $A^d$ , %	выход к шихте $\gamma_{ш}$ , %	выход к фракциям $\gamma_{ф}$ , %	зольность $A^d$ , %
-1900	21,54	31,22	52,29	5,39	32,14	51,81	5,6
1900-2000	2,0	2,9	4,86	36,2	2,8	4,51	36,8
+2000	17,65	25,58	42,85	83,39	27,1	43,68	84,26
Итого	41,19	59,7	100,0	40,31	62,04	100,0	41,37
Класс 0-6 мм	27,81	40,3	–	31,9	37,96	–	32,91
Всего	69,0	100,0	–	36,92	100,0	–	38,16
Показатель Т				8,5			
Степень обогатимости				средняя			
					средняя		

Из приведенных в таблицах данных зольность рядовых антрацитов в сравнении с проектными и данными 1960 г. увеличилась с 14,8 до 31% и более. По данным сырьевой базы ГОФ "Ровеньковская" за 2008 год зольность рядовых антрацитов основных шахт-поставщиков увеличилась до 36...38,5%, при этом зольность машинного класса 6-100 мм, направляемого на обогащение, до 37...41%, увеличив тем самым нагрузку на породные элеваторы отсадочной машины до предельных режимных параметров.

Такие показатели сырьевой базы по зольности являются результатом эксплуатации более зольных пластов, увеличение засорения угля породой при прохождении подготовительных выработок и присечки боковых пород при механизированной комплексной добыче угля.

Таким образом, изменение сырьевой базы ГОФ "Ровеньковская" предопределило разработку технологического регламента основных технологических процессов ГОФ "Ровеньковская", регламентирующего качественные показатели продуктов обогащения и потери горючей массы с отходами обогащения на уровне, удовлетворяющем требования потребителей и требования к нормативным документам обогащения.

Существующая технологическая схема фабрики, представленная на рис. 1, включает следующие основные технологические операции:

- предварительное сухое грохочение рядовых антрацитов I стадии на колосниковой решетке по граничной крупности 50 мм;
- предварительное сухое грохочение надрешетного продукта +50 мм II стадии на грохоте ГИТ-51А по граничной крупности 100 мм;
- окончательное сухое грохочение I стадии на грохоте ГСЛ-5 по граничной крупности 6 мм;
- окончательное сухое грохочение II стадии на грохотах ГИЛ-42, ГИЛ-41 по граничной крупности 6 мм;
- обогащение крупного класса +100 мм на породовыборной ленте;
- дробление крупного концентрата +100 мм в дробилке ДДЗ-6;

## **Загальні питання технології збагачення**

- обогащение крупного машинного класса 6-100 мм в отсадочной машине МО-312;
- обезвоживание крупного концентрата на грохоте ГИСЛ-62У;
- обезвоживание крупной породы на щелевом сите;
- обезвоживание мелкого концентрата в центрифуге ФВИ-1001К;
- аккумуляция шламовых продуктов в зумпфе;
- сгущение крупнозернистого шлама в гидроциклоне ГЦ-1000;
- осветление оборотной воды в пирамидальных отстойниках;
- предварительное обезвоживание крупнозернистого шлама на грохоте ГИСЛ-42;
- окончательное обезвоживание крупнозернистого шлама в центрифуге ФВШ-950;
- сгущение мелкозернистого шлама в гидроциклоне ГЦ-630;
- обезвоживание мелкозернистого шлама на ленточном вакуум-фильтре ЛОП-15;
- осветление оборотной воды в наружных шламовых отстойниках;
- классификация концентрата на товарные сорта на грохотах ГИЛ-42И и ГИЛ-52 по классам +25 мм, +13 мм, +6 мм.

В процессе разработки технологического регламента институтом "Укрнии-углеобогащение" было выполнено комплексное опробование технологической схемы фабрики и на основании полученных показателей произведен расчет качественно-количественной и водно-шламовой схемы, приведенной на рис. 1.

Также выполнен баланс продуктов обогащения углей ГОФ "Ровеньковская", приведенный в табл. 3, и баланс по воде, приведенный в табл. 4.

В соответствии с существующей схемой фабрики на основании данных комплексного опробования технологической схемы институтом "Укрнииуглеобогащение" были разработаны технологические регламенты на следующие основные процессы:

- подготовка машинных классов;
- обогащение крупного машинного класса +100 мм;
- обогащение крупного машинного класса 6-100 мм;
- выделение и обработка крупнозернистого шлама;
- выделение и обработка мелкозернистого шлама;
- рассортировка крупного концентрата.

# Загальні питання технології збагачення

Условные обозначения	
Нагрузка по сухой массе	Q т/ч
Выход продуктов	$\gamma$ %
Зольность продуктов	A %
Содержание твердого	C кг/л
Влажность	W %
Объем суспензии	V м <sup>3</sup> /ч
Объем воды	V м <sup>3</sup> /ч

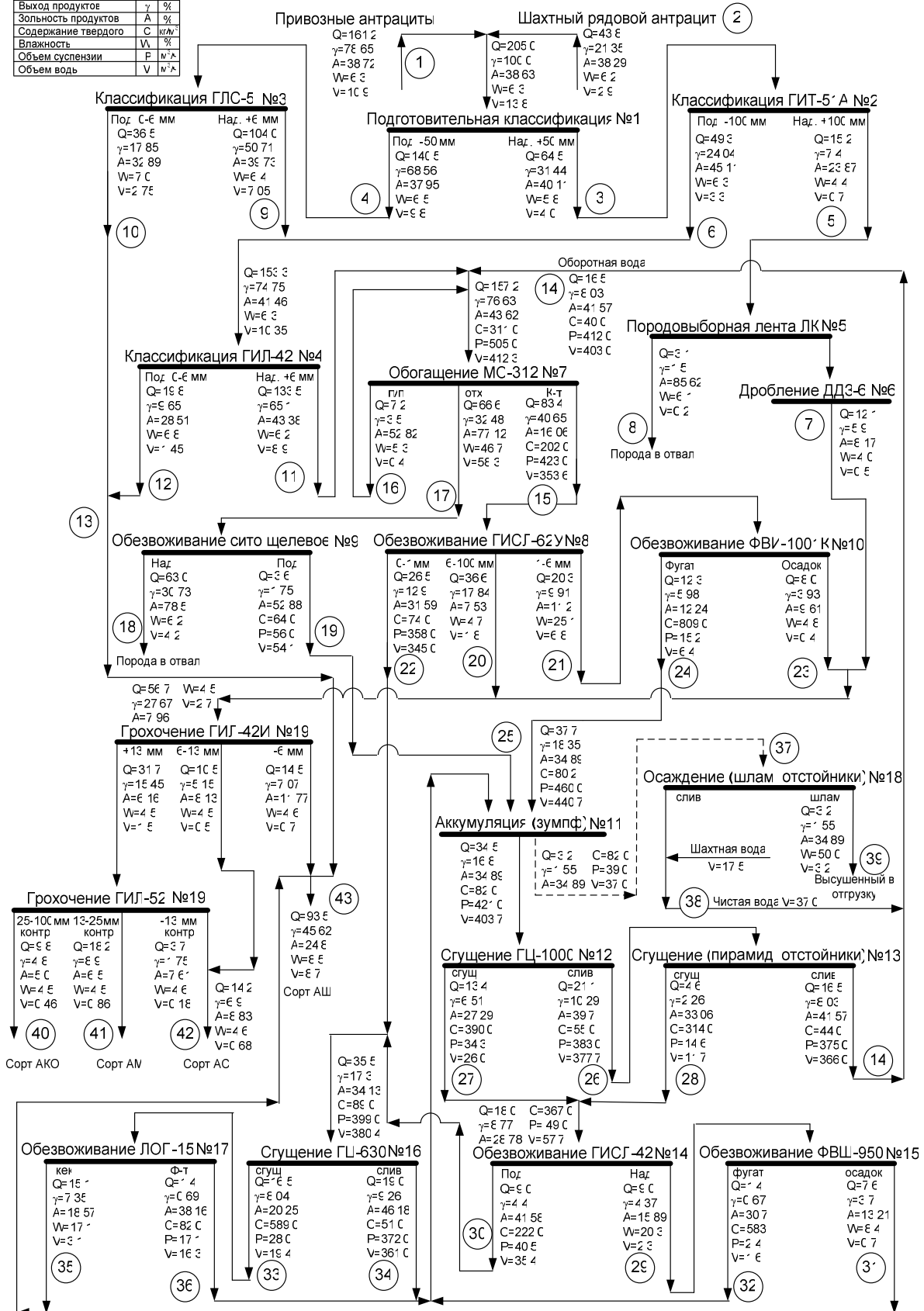


Рис. 1. Качественно-количественная и водно-шламовая схема ГОФ "Ровеньковская"

## Загальні питання технології збагачення

Таблиця 3

Баланс продуктов обогащения угля ГОФ "Ровеньковская"						
№ п/п	Наименование продукта	Показатели				
		нагрузка <b>Q</b> , т/час	выход к исходному (шихте) <b><math>\gamma_{ш.}</math></b> , %	зольность <b>A<sup>d</sup></b> , %	общая влага <b>W<sub>t</sub><sup>r</sup></b> , %	количество воды, м <sup>3</sup> /час
Исходный (шихта)						
1	Привозные рядовые угли	161,2	78,65	38,72	6,3	10,9
2	Шахтные рядовые угли	43,8	21,35	38,29	6,2	2,9
3	Итого (шихта)	205,0	100,0	38,63	6,3	13,8
Концентрат						
4	Сорт АКО	9,8	4,8	5,0	4,5	0,46
5	Сорт АМ	18,2	8,9	6,5	4,5	0,86
6	Сорт АС	14,2	6,9	8,0	4,6	0,68
7	Сорт АШ, в том числе:	93,5	45,62	24,8	8,5	8,7
	– сухой отсев	70,8	34,57	27,33	6,5	4,9
8	Итого	135,7	66,22	19,15	7,3	10,7
Шлам						
9	Шлам	3,2	1,55	34,89	50,0	3,2
Отходы						
10	Отходы породовыборки	3,1	1,5	85,62	6,1	0,2
11	Отходы отсадки	63,0	30,73	78,5	6,2	4,2
12	Итого	66,1	32,23	78,83	6,24	4,4

Таблиця 4

Баланс по воде ГОФ "Ровеньковская"			
Потери с продуктами	Объем воды <b>V</b> , м <sup>3</sup> /час	Подается в систему	Объем воды <b>V</b> , м <sup>3</sup> /час
Сорт АКО	0,46	Рядовой уголь	13,8
Сорт АМ	0,86	Шахтная вода	17,5
Сорт АС	0,68		
Сорт АШ	8,7		
Шлам	3,2		
Порода +100 мм	0,2		
Отходы отсадки	4,2		
Дренаж в шламоотстойниках (10-15%)	5,5		
Испаренная влага с зеркала шла- моотстойников (15-20%)	7,5		
Итого	31,3	Итого	31,3

В результате разработки технологических регламентов основных процессов были определены и нормированы режимные параметры работы основного и вспомогательного оборудования, а также качество продуктов технологических процессов, которые приведены в табл. 5.

## Загальні питання технології збагачення

Таблиця 5

Наименование технологического процесса	Нормированные показатели		
	Режимные параметры основного оборудования	Режимные параметры вспомогательного оборудования	Качество продуктов технологического процесса
Подготовка машинных классов	<p>Многостадийное сухое грохочение, включающее подготовительные и окончательные операции.</p> <p>Подготовительное сухое грохочение по граничной крупности 50 мм на колосниковой решетке с просеивающей площадью 2 м<sup>2</sup>.</p> <p>Эффективность грохочения – не менее 30%.</p> <p>Окончательное сухое грохочение по граничной крупности 100 мм на грохоте ГИТ-51А.</p> <p>Производительность по исходному 65 т/ч.</p> <p>По граничной крупности 6 мм, последовательно, на ленточно-струнном грохоте ГЛС5 и на инерционном грохоте ГИЛ-42.</p> <p>Производительность по исходному грохота ГЛС-5 – 50 т/ч; грохота ГИЛ-42 – 15 т/ч.</p> <p>Эффективность грохочения грохота ГИТ-51А – не менее 90%; грохота ГЛС-5 – не менее 30%; грохота ГИЛ-42 – не менее 40%.</p>	Отсутствует	<p>Содержание класса менее 100 мм в крупном машинном классе +100 мм, %, не более, 2,0; в том числе классов 0-6 мм, %, не более, 1,0.</p> <p>Содержание класса менее 6 мм в машинном классе 6-100 мм, %, не более, 10,0.</p> <p>Зольность и влажность сухого отсева класса 0-6 мм определяется зольностью и влажностью соответствующих классов крупности в рядовых антрацитах, но не должны превышать следующих показателей: зольность, не более – 34,5%; влажность, не более – 6,5%.</p>
Обогащение крупного машинного класса +100 мм	<p>Разделение крупного машинного класса +100 мм на концентратную и породную фракции.</p> <p>Ручная породовыборка.</p> <p>Конвейерная лента.</p> <p>Производительность по концентрату – 12,5 т/ч.</p> <p>Производительность по породе – 3.5 т/ч.</p> <p>Количество породовыборщиков – 6 человек.</p>	<p>Дробление концентрата +100 мм до крупности 100-120 мм.</p> <p>Валково-зубчатая дробилка ДДЗ-6.</p> <p>Производительность – 20 т/ч.</p> <p>Крупность дробленого продукта – 100-200 мм</p>	<p>Крупность дробленного концентрата – 0-75 мм.</p> <p>Зольность концентрата – 9,0%.</p> <p>Влажность концентрата – 4,0%.</p> <p>Содержание класса 0-1 мм в концентрате, не более – 9,0%</p>

## Загальні питання технології збагачення

Продолжение табл. 5

Наименование технологического процесса	Нормированные показатели		
	Режимные параметры основного оборудования	Режимные параметры вспомогательного оборудования	Качество продуктов технологического процесса
Обогащение крупного машинного класса 6-100 мм	<p>Гидравлическая отсадка при плотности разделения 2000 кг/м<sup>3</sup> в породном отделении и плотности разделения 1900 кг/м<sup>3</sup> в промпродуктовом отделении отсадочной машины МО-312.</p> <p>Производительность по исходному – 320 т/ч, по отходам – 115 т/ч.</p> <p>Распределение подрешетной воды по ступеням машины: загрузочная ступень 1-90%; 2-80%; разгрузочная ступень 1-60%; 2-40%.</p> <p>Засорение концентрата фракциями плотностью +1900 кг/м<sup>3</sup> – 6,0%.</p> <p>Потери фракций плотностью менее 1900 кг/м<sup>3</sup> с отходами, до 3,5%.</p>	<p>Предварительное обезвоживание на грохоте ГИСЛ-62У.</p> <p>Окончательное обезвоживание в центрифуге ФВИ-1001К.</p> <p>Производительность, не более – 25 т/ч.</p> <p>Влажность обезвоженного продукта, не более – 7%.</p> <p>Содержание твердого в фугате, не более – 800 г/л.</p>	<p>Зольность крупного концентрата, не более – 8,0%.</p> <p>Влажность крупного концентрата, не более – 5,0%.</p> <p>Содержание в крупном концентрате фракций &gt;2000 кг/м<sup>3</sup>, не более – 1,5%.</p> <p>Зольность крупных отходов, не менее – 78,5%.</p> <p>Влажность крупных отходов, не более – 6,0%.</p> <p>Засорение крупных отходов фракциями &lt;2000 кг/м<sup>3</sup>, не более – 3,5%</p>
Выделение и обработка крупнозернистого шлама	<p>Классификация шлама в гидроциклоне ГЦ-1000.</p> <p>Содержание твердого в питании, не менее – 80,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Содержание твердого в сгущенном, не менее – 350,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Давление на вводе, не менее – 0,05 МПа.</p> <p>Предварительное обезвоживание на грохотах ГИСЛ-42.</p> <p>Удельная производительность, не более – 2,5 т/(ч·м<sup>2</sup>).</p> <p>Содержание твердого в подситном продукте, не более – 230 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Влажность надситного продукта, не более – 22,0%.</p> <p>Окончательное обезвоживание в центрифуге ФВШ-950. Производительность, не более – 20,0 т/ч.</p> <p>Влажность питания, не более – 22,0%. Влажность обезвоженного продукта, не более – 9,0%.</p>	<p>Сгущение слива гидроциклона ГЦ-1000 в пирамидальных отстойниках.</p> <p>Удельная нагрузка, не более – 0,3 т/(ч·м<sup>2</sup>).</p> <p>Содержание твердого в исходном продукте, не более – 80,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Сброс шламовой суспензии.</p> <p>Шламовые отстойники.</p> <p>Удельная нагрузка, не более – 0,5 кг/(ч·м<sup>3</sup>).</p> <p>Содержание твердого в исходном продукте, не более – 100,0 кг/м<sup>3</sup>.</p>	<p>Содержание твердого в сгущенном продукте, не менее – 80,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Содержание твердого в сливном продукте, не более – 80,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Влажность обезвоженного осадка, не более – 20,0%.</p> <p>содержание твердого в подситном, не более – 200,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Влажность обезвоженного осадка, не более – 9,0%.</p> <p>Содержание твердого в фугате, не более – 580,0 кг/м<sup>3</sup></p>



## Загальні питання технології збагачення

*Продолжение табл. 5*

Наименование технологического процесса	Нормированные показатели		
	Режимные параметры основного оборудования	Режимные параметры вспомогательного оборудования	Качество продуктов технологического процесса
Выделение и обработка мелкозернистого шлама	<p>Сгущение подрешетных продуктов грохотов ГИСЛ-42, ГИСЛ-62У в гидроциклоне ГЦМ-630 .</p> <p>Производительность, не более – 260,0 м<sup>3</sup>/ч.</p> <p>Содержание твердого в питании, не более – 120,0 кг/м<sup>3</sup></p> <p>Давление на вводе, не менее – 0,03-0,25 МПа.</p> <p>Обезвоживание методом вакуумного давления на ленточном вакуум-филт্রে ЛОП-15.</p> <p>Производительность, не менее – 15,0 т/ч.</p> <p>Содержание твердого в питании, не менее – 450,0 кг/м<sup>3</sup></p> <p>Содержание твердого в фильтрате, не более – 100,0 кг/м<sup>3</sup>.</p>	<p>Насос ШН-250</p> <p>Вакуум-насос ВВН-2-50</p>	<p>Содержание твердого в сгущенном продукте, не менее – 450,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Содержание твердого в сливном продукте, не более – 80,0 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Влажность обезвоженного осадка, не более – 25,0%.</p> <p>Содержание твердого в фильтрате, не более – 80,0 кг/м<sup>3</sup></p>
Рассортировка крупного концентрата	<p>Классификация крупного концентрата на калиброванных рабочих поверхностях инерционных грохотов ГИЛ-42И и ГИЛ-52.</p> <p>Грохот ГИЛ-42И.</p> <p>Производительность, не более – 30,0 т/ч.</p> <p>Просеивающая поверхность грохота: верхнее сито – размер отверстий 13×13 мм; нижнее сито – размер отверстий 6×6 мм.</p> <p>Грохот ГИЛ-52.</p> <p>Производительность, не более – 40,0 т/ч.</p> <p>Просеивающая поверхность грохота: верхнее сито – размер отверстий 25×25 мм; нижнее сито – размер отверстий 13×13 мм.</p>	<p>Ленточные конвейеры В-900, В-1000.</p> <p>Питатели КЛ-8, КЛ-10</p>	<p>Назначение – получение энергетического сортового топлива.</p> <p>Сорт АКО:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание класса &lt;25 мм, не более – 12%;</li> <li>– влажность, не более – 6,0%.</li> </ul> <p>Сорт АМ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание класса &gt;13 мм, не более – 17,0%;</li> <li>– влажность, не более – 7,0%.</li> </ul> <p>Сорт АС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание класса &lt;6 мм, не более – 20%;</li> <li>– влажность, не более – 7,0%.</li> </ul> <p>Сорт АШ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– влажность, не более – 9,0%.</li> </ul> <p>Шлам А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– влажность, не более – 18,0%.</li> </ul>

## **Загальні питання технології збагачення**

На основании анализа технологии обогащения установлено, что выделение из рядовых антрацитов сухого отсева класс 0-6 мм, методом многостадийной сухой классификации, имеет невысокую эффективность грохочения (24...26% на 1-ой и 2-ой стадиях и до 43% на последней стадии) из-за отсутствия предварительной шихтовки рядовых антрацитов.

В результате, содержание в машинном классе 6-100 мм (направляется в отсадочную машину МО-312) нижнего класса 0-6 мм достигает 10%. Это сказывается на качестве процесса гидравлической отсадки – большой засоряемости (на пределе нормативных показателей) породы угольными фракциями, что приводит к потерям.

К тому же, ширококлассифицированная отсадка (6-100 мм) приводит к максимальной нагрузке отсадочной машины по породному отделению, что сдерживает производительность фабрики по переработке исходного сырья.

Одним из основных направлений совершенствования технологии обогащения антрацитов на ГОФ "Ровеньковская" является разработка технических мероприятий по применению классифицированной отсадки по машинным классам 6-13 и 13-100 мм, что даст возможность:

- увеличить качество обогащения, путем снижения потерь угля с породой;
- увеличить эффективность грохочения;
- снизить шламообразование, уменьшить тем самым сброс шлама в наружные отстойники.

Суммарный положительный эффект в результате может составить – увеличение выхода концентрата на 0,6...0,8%.

### **Список литературы**

1. СОУ 10.1-00185755-004:2006 "Типовой технологический регламент углеобогачительного предприятий". – Луганск: ГП "Укрнииуголеобогащение". – 2006. – 35 с.
2. **Полулях А.Д.** Технологические регламенты углеобогачительных фабрик. – Днепропетровск: НГУ, 2002. – 855 с.

© Бойко О.И., 2010

*Надійшла до редколегії 10.03.2010 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*