

УДК 622.75

А.Н. ИВАНЧЕНКО, аспирант, Национальный горный университет

## ОБ ОБЕЗВОЖИВАНИИ МЕЛКОГО КОНЦЕНТРАТА НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ УКРАИНЫ

В статье приведены сравнительные характеристики технологических цепочек обезвоживания мелкого концентрата на ОФ Украины, таблица содержания влаги в продуктах обогащения по годам. Сравнительная характеристика технологических показателей работы неподвижных и вибрационных грохотов. А так же показатели работы макета гидрогрохота ГГКИ-К на операции обезвоживания угольной мелочи.

Предложен путь интенсификации процесса обезвоживания с помощью цилиндрикоконического грохота с комбинированной ситовой (подвижной и неподвижной) рабочей поверхностью, сочетающего в себе достоинства неподвижных конусных грохотов, которые имеют большую производительность, и подвижных вибрационных грохотов, которые в свою очередь имеют высокую эффективность обезвоживания материалов.

Поскольку большинство углеобогажительных фабрик отказываются от применения термической сушки, резко возрастает необходимость разработки модернизированного, более экономичного обогажительного оборудования.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** Постоянное величение мелочи рядового угля (в 2013 году - 40%) и его зольности (в 2013 году - 39,4%) в значительной мере усложняют процесс обезвоживания продуктов обогащения на углеобогажительных фабриках.[1]. Усугубляет эту ситуацию тенденция вывода из эксплуатации термической сушки. Из табл. 1 следует, что влажность продуктов обогащения за последние годы возросла на 0,4% с 8,9% к 9,3% и при этом количество сушильных агрегатов сократилось в 4,5 раза с 109 до 24 единиц.

Таблица 1

Влажность продуктов обогащения

Показатели	Годы						
	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2014
Влажность продуктов обогащения, %	8,9	8,9	9,3	9,4	8,0	9,3	9,5
Количество обогажительных фабрик, применяющих сушку, шт.	33	32	17	12	14	12	12
Количество сушильных агрегатов, работающих на фабриках, шт.	109	104	51	44	33	24	24

Переход угольной отрасли Украины в рыночные отношения предопределил показатель влажности отгружаемой товарной продукции как показатель, формирующий ее цену. При этом никто не отменял требования железнодорожных перевозок на нормы летней и зимней влаги. Поэтому проблемой обезвоживания продуктов обогащения в сложившихся условиях необходимо заниматься вплотную [2,3].

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами:** Известно, что технология обезвоживания продуктов обогащения (и в первую очередь мелкого концентрата отсадки) на углеобогажительных фабриках осуществляется в несколько стадий [2, 4-7]. Уменьшение количества стадий в технологической цепочке обезвоживания мелкого концентрата и снижения при этом эксплуатационных расходов на этом процессе является актуальной научно-практической задачей.

**Анализ исследований и публикаций.** Из анализа данных научно-технической литературы по обезвоживанию угольных пульп [8-12] следует, что интенсификация этого процесса должна быть направлена на разработку оборудования, сочетающую в себе достоинства неподвижных конусных грохотов (большая производительность) и подвижных вибрационных грохотов (высокая эффективность обезвоживания).

**Изложение материала результатов.** В табл. 2 приведено аппаратное оснащение и результаты работы технологических цепочек обезвоживания мелкого концентрата гидравлических

отсадочных машин (данные взяты из технологических регламентов углеобогатительных фабрик Украины, разработанных УкрНИИУглебегашением). Следовательно, только 3 фабрики (12,5%) имеют четырехстадийную технологию обезвоживания, включающую термическую сушку на последней стадии. Применение сушки в данном случае связано, в основном, с присадкой к мелкому концентрату (после третьей стадии обезвоживания) шламовых продуктов.

Таблица 2

Аппаратурное оснащение и результаты работы технологических цепочек обезвоживания мелкого концентрата гидравлических отсадочных машин на ОФ Украины

Наименование фабрики	Содержание твердого, г/л	Продукты обезвоживания							
		1 стадия обезвоживания		2 стадия обезвоживания		3 стадия обезвоживания		4 стадия обезвоживания	
		тип оборудования	влага, %	тип оборудования	влага, %	тип оборудования	влага, %	тип оборудования	влага, %
ОФ «Антрацит»	280	Сито предваритель-	83,3	ГИСЛ-62	22,0	ФВШ-950	7,9		
ЦОФ «Добропольская»	308	Сито предваритель-	17,8	ГК, ГИСЛ-42	28,4	ФВШ-1000	10,1		
ГОФ «Известный»	543	Сито предваритель-	19,2	ГИСЛ-62	12,0	ФВШ-1000	7,2		
ЦОФ «Киевская»	599	Сито предваритель-	81,7	Сито «Каскад»	69,42	ФВШ-1000	7,55		
ЦОФ «Павлоградская»	309,4	Багер-зумпф	32,4	ГИСТ-72	28,5	«Наэль-3А»	11,2	Сушка*	12,8
ЦОФ «Пролетарская»	201	Сито предваритель-	80,2	Сито «Каскад»	37,5	ФВШ-950 «Наэль-	7,3		
ЦОФ «Колосниковская»	195	Багер-зумпф	22	ФВШ-950	8,4				
ГОФ «Луганская»	225	Багер-зумпф	86,5	ФВШ-950	9,1				
ГОФ «Вахрушевская»	318,4	Сито предваритель-	45,21	Грохот	14,6	ФВН-1000	6,7		
ЦОФ «Дуванская»	259	Сито предваритель-	60,5	ГВЧ-61	22,5	«Наэль-3А»	7,5		
ЦОФ «Дзержинская»	93,8	Сито предваритель-	64,98	Сито «Каскад»	34,5	ФВШ-950 ФВВ-1121	9,5		

\* - сушка с присадкой шламовых продуктов

Влажность сушонки при этом получается до 10% для обычных углей и до 13% для павлоградских, имеющих большую внутреннюю влагу.

На 5 фабриках (20,8%) работает обезвоживающая цепочка в две стадии: багер-зумпф + центрифуга.

Полученная влага – 7,4-9,9% - является удовлетворительной. Однако багер-зумпф является устаревшим оборудованием, на новых фабриках он не применяется, на старых фабриках он не может быть установленным из-за его габаритов.

Основной технологической цепочкой обезвоживания мелкого концентрата отсадки является трехстадийная: сито предварительного сброса + инерционный грохот + центрифуга. Такая технология применяется на 14 фабриках (58%). Получаемая влажность – 5,5-12,0%, причем

меньшие значения принадлежат фабрикам обогащающим антрациты, большие – фабрикам, имеющим в составе своей сырьевой базы павлоградские угли.

Наличие сит предварительного сброса свидетельствует о том, что последующие инерционные грохоты не справляются с нагрузкой на них по пульпе. Следовательно, замена в этой цепочке обезвоживания двух первых стадий на одну является актуальной задачей, способной снизить эксплуатационные затраты на эту операцию при сохранении качественных показателей по влажности.

**Постановка задачи.** Рассмотрим теперь возможные пути решения этой задачи.

Исходя из практики углеобогащения на операции подготовительного обезвоживания мелочи применяются как неподвижные грохоты пита ГК-3, ГК-6, ОСО[13-14], так и вибрационные типа ГИСЛ 62, «Табог», [15-17]. В табл. 3 приведены основные показатели работы этих грохотов, из сравнения которых следует, что неподвижные грохоты обладают высокой производительностью, меньшей площадью рабочей поверхностью, отсутствием электродвигателей и движущихся частей. Преимущество вибрационных грохотов заключается лишь в высокой эффективности обезвоживания, а к их существенным недостаткам относится необходимость наличия сит предварительного сброса воды перед грохотом. Удельная производительность конусных грохотов в 3-4 раза больше вибрационных.

Таблица 3

Основные показатели работы грохотов

Наименование	Технологические показатели работы грохотов					
	неподвижные			вибрационные		
	ГК-3	ГК-6	ОСО	ГИСЛ-62	Tabor* 8*16 SD	ГiMx-10,5*2-М
Производительность:						
по твердому, т/ч	62	82	80	50	60	60
по суспензии, м <sup>3</sup> /ч	125	207	210	102	250	240
Площадь сита, м <sup>2</sup>	3	6	4	10	11,8	10,5
Мощность электродвигателей, кВт	-	-	-	34	14,9	16,2
Влажность надситного продукта, %	31	30	30	21	12,1	14,2

\* с дуговым ситом в загрузке

Исходя из практики обезвоживания, можно предположить, что сочетание в одном аппарате достоинств конусных грохотов (высокая объемная производительность) и подвижных инерционных грохотов (высокая эффективность обезвоживания) является перспективным направлением интенсификации обезвоживающего оборудования, применяемого на углеобогащительных фабриках для обезвоживания мелкого концентрата гидравлической отсадки.

Одним из таких решений может быть создание цилиндро-конического грохота с комбинированной ситовой поверхностью. На правомерность такого подхода указывают данные, полученные при испытании макета гидрогрохота ГГКИ-К на Запорожском коксохимическом заводе [5]. Из [5] следует, что макет гидрогрохота ГГКИ-К (предназначенного для мокрого подготовительного грохочения углей по крупности 13 мм) был оснащен шпальтовым ситом со щелью 1,0 мм и опробован на операции обезвоживания, переведенного в пульпу рядового угля. Сито гидрогрохота ГГКИ-К представлял собой обезвоживающую поверхность, выполненную в виде двух конусов, обращенных друг к другу большими основаниями, причем нижний конус совершает вибрации в вертикальной плоскости. Результаты работы макета гидрогрохота ГГКИ-К приведены в табл. 4.

Из табл. 4 следует, что комбинированная обезвоживающая поверхность обеспечивает влажность надситного продукта равной 14,5%, при производительности по пульпе 802 м<sup>3</sup>/ч.

Сравнение влажности надситных продуктов из табл. 3 и 4 свидетельствует о перспективности развития обезвоживающего оборудования с комбинированной ситовой поверхностью.

Таблица 4

Показатели работы макета гидрогрохота ГГКИ-К на операции обезвоживания

Класс, мм	Выход классов к продукту, %		
	исходный	надситный	подситный
+25	2,7	3,6	-
13-25	7,7	10,7	-
10-13	5,5	7,7	-
6-10	11,0	15,3	-
3-6	16,5	23,0	-
1-3	16,8	22,0	3,5
0,5-1	13,2	9,3	23,1
-0,5	26,6	8,2	73,4
Итого	100,0	100,0	100,0
Выход к исходному, %	100,0	71,8	28,2
Содержание твердого, г/л	488	$W^T = 14,5\%$	191
Производительность по пульпе, м <sup>3</sup> /ч	802		

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Одним из путей интенсификации обезвоживания угольных пульп на углеобогатительных фабриках является создание цилиндрико-конического грохота с комбинированной (подвижной+неподвижной) ситовой поверхностью, сочетающего в себе достоинства неподвижных конусных грохотов (высокая производительность по пульпе) и инерционных грохотов (высокая эффективность обезвоживания).

#### Список литературы

1. **Спинеев В.А.** Интенсификация обезвоживания продуктов флотации ПАО «ДТЭК ЦОФ «Добропольская» / В.А. Спинеев, О.А. Морозов, А.В. Федоров // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2013. - № 53. – С. 173-179.
2. **Филатов Ю. В., Ильяшов М. А., Старовойт А. Г., Ковалев Е. Т., Дрозник И. Д.** Эффективность повышения качества угольных концентратов для коксования// Уголь Украины, 2010: - № 11. – С.47-50.
3. **R K Sachdev.** Indian Coal Sector-an overview//International Coal Preparation Congress 1-6 oktober 2013: Istanbul. Turkey. - P. - 23-26
4. **Благов И.С.** Справочник по обогащению углей 2-е изд., перераб. и доп. // **И.С. Коткин, А.М. Благов, Л.С. Зарубин** (ред.). – М.: Недра. – 1984. – 614 с.
5. **Полулях А. Д.** Особенности современных технологий углеобогащения/ **А.Д. Полулях**// Збагачення корисних копалин: Наук.-техн.зб. – Дніпропетровськ. – 2003. – вип. 17(58). – С. 3-6.
6. **Yoon R.-H.** Development of Advanced Fine Coal Dewatering Technologies/ **R.-H. Yoo, M.K. Eryadin, J. Zhang and ail**// **Proceedings of XV ICPC – China – CNCA. – 2006. - p. 575-583.**
7. **A. Poluyakh** Determination Of coal Slurry Thickening Rate At Dewatering On Vibrating Screen / **A. Poluyakh, D. Poluyakh, I. Ereimejev, V. Garus** // International Coal Preparation Congress 1-6 oktober 2013: Istanbul. Turkey. - P. – 4521-425.
8. **Фридман С. Э.** обезвоживание продуктов обогащения. / **С.Э. Фридман, О. К. Щербаков, А. М. Комлев.** М.: Недра. – 1988. С. – 240.
9. **Хайдакин В. И.** Наладка и эксплуатация технологических комплексов углеобогатительных фабрик / **В. И. Хайдакин, В. С. Бутовецкий, М. Н. Ковшарь** и др. – М.: Недра, 1986.- С. – 223.
10. Пути интенсификации обезвоживания мелкого угля и очистки шламовых вод / Каминский В. С. И др. – тр. ИюТТ. Проблемы обогащения твердых горючих ископаемых, т. 2 вып. 2. М.: 1973. – С. 3-25.
11. **Lockhart N. C., Veal C.J.** Coal Dewatering: Australian R and D trends// Coal Preparation. 1996, Vol.17, - P. – 5-24.
12. **S. H. Chiang and D. He,** «Filtration and Dewatering :Theory and Practice», Fluid / Particle Separation Journal, 1993. - Vol. 6, - P. – 64-83
13. **Фоменко Т.Г.** Использование конусных грохотов на углеобогатительных фабриках Донбасса / **Т.Г. Фоменко, В.С. Бутовецкий, Н.М. Худяков** // Уголь Украины. – 1977. - № 5. – 41 с.
14. **Ивлев Б.В.** Указания по применению центробежных обезвоживающих сит «OSO»: Перевод с польского языка / Б.В. Ивлев. – М.: Всесоюзный центр переводов. – 1975. – 46 с.
15. Справочник по обогащению углей / Под ред. **И. С. Благова, А. М. Коткина, И. С. Зарубина.** – М.: Наука, 1995. – С. – 614.
16. Техника и технология обогащения углей / Под ред. **В. А. Чантурия, А. Р. Молявко.** – М.: Наука, 1995.- 622 с.
17. ТР 10.1-00185755-020:2011 Технологический регламент филиала «обоганительная фабрика «Свято-Варваринская ПрАО «ДМЗ», Луганск. - 2011. – 184 с.
18. Акт промышленных испытаний макета грохота ГГКИ-К на углеобогатительной фабрике Запорожского коксохимического завода. – 1985. – 8 с.

Рукопись поступила в редакцию 17.04.15