

**П.И. ПИЛОВ**, д-р техн. наук,

**К.А. ЛЕВЧЕНКО**, канд. техн. наук,

**В.Ю. ШУТОВ**

(Украина, Днепр, Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»),

**А.В. ФЕДОРОВ**,

**С.А. ГОНЧАРОВ**, канд. техн. наук,

**Н.В. АЛИЕВА**

(Украина, Павлоград, ЦОФ «Павлоградская»)

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БАРАБАННЫХ ГРОХОТОВ НА ЦОФ «ПАВЛОГРАДСКАЯ»

Центральная обогатительная фабрика (ЦОФ) «Павлоградская» перерабатывает угли Западного Донбасса, отличающиеся интенсивным шламообразованием при мокром обогащении, что снижает эффективность оборотного водоснабжения, делая его иногда невозможным.

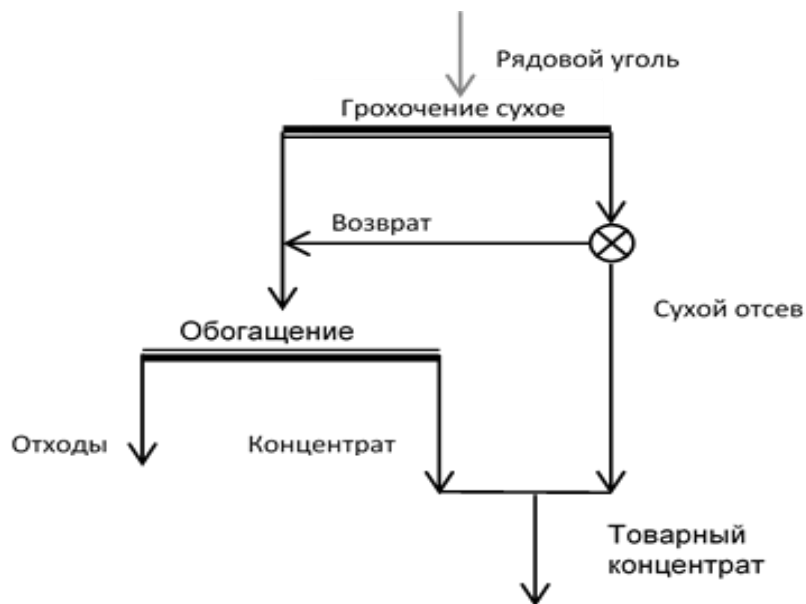


Рис. 1. Схема выделения сухого отсева

Учитывая уровень требований к продукции обогатительной фабрики (угольный концентрат зольностью 22...25%), на предприятии принята технология, предусматривающая выделение части класса крупности менее 13 мм путем сухого грохочения и соединения ее с концентратом обогатительной фабрики для получения товарного концентрата с заданной зольностью (рис.1).

При этом, доля сухого отсева, выделяемого из рядового угля и добавляемого к концентрату, в соответствии с уравнением баланса золы, составит:

$$\gamma_{mk} A_{mk} = \gamma_k A_k + \varphi_{co} A_{co},$$

откуда доля сухого отсева  $\varphi_{co}$ , необходимая для получения товарного концентрата с зольностью  $A_{mk}$

$$\gamma_k A_{mk} + \varphi_{co} A_{mk} = \gamma_k A_k + \varphi_{co} A_{co};$$

$$\varphi_{co} = \gamma_k \frac{A_{mk} - A_k}{A_{co} - A_{mk}}$$

Для реализации этой идеи на ЦОФ «Павлоградская» в соответствии с проектом фирмы SETCO используются валковые грохоты с фигурными дисками в виде звезд (Star Screen) [1] (рис. 2, 3), техническая характеристика которых приведена в табл. 1.



Рис. 2. Общий вид грохота Star Screen



Рис. 3. Просеивающая поверхность грохота Star Screen

Технические характеристики грохотов Star Screen

Назначение:	Разделение материалов по классам крупности от 8 мм и выше.
Достоинства:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая пропускная способность для липкого и влажного материала.</li> <li>• Высокая эффективность разделения – более 90% независимо от влажности подаваемого материала.</li> <li>• Отсутствие динамических нагрузок.</li> </ul>
Характеристики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Типоразмеры (ширина×длина) от 1000×3000 мм до 1500×8000 мм.</li> <li>• Угол наклона грохота изменяется от 0 до 15° для увеличения времени разделения материала.</li> </ul>

Высокая технологическая эффективность здесь достигается за счет принудительной подачи класса крупности менее 13 мм в подрешетный продукт с помощью лучей вращающихся звезд. При такой подаче вероятность извлечения в подрешетный продукт различных по размеру частиц нижнего класса одинакова. Это не всегда соответствует технологическим задачам операции грохочения, поскольку более рациональным является увеличенное извлечение шламов.

Другим недостатком этих грохотов является их низкая механическая надежность, связанная с износом звездчатых дисков, приводящим к увеличению крупности подрешетного продукта (до 30% избыточного класса крупности).

С целью выбора рационального типа механически надежного грохота, обеспечивающего необходимое количество сухого отсева от угля для получения заданного общефабричного концентрата при минимальном шламообразовании, были проведены опытно-промышленные испытания грохота Star Screen непосредственно на ЦОФ Павлоградская при переработке текущей шихты и на ЦОФ «Октябрьская» при переработке на грохоте ГБР [2, 3] (рис. 3, табл. 2) опытной партии (4500 тыс. т) наиболее труднообогатимых углей, поступающих на ЦОФ «Павлоградская».



Рис. 3. Общий вид барабанного грохота ГБР. 3,2×1,7

## **Підготовчі процеси збагачення**

Оценка полученных результатов осуществлялась по гранулометрическим составам продуктов грохочения (исходный надрешетный, подрешетный), а также по извлечению расчетного класса (менее 13 мм) в подрешетный продукт, что по смыслу означает эффективность грохочения.

Таблица 2

Техническая характеристика грохота ГБР. 3,2×1,7

Расчетная производительность по питанию, т/ч	до 800
Количество просеивающих секций, шт.	1
Диаметр просеивающей поверхности, мм	1710
Суммарная площадь грохочения, м <sup>2</sup>	16,8
Угол наклона оси барабана к горизонту, град	5...15
Частота вращения барабана, мин <sup>-1</sup>	12, 15
Установленная мощность, кВт	18,5
Частота вращения вала электродвигателя, мин <sup>-1</sup>	735
Габариты L×B×H, мм	7350×3290×2875

Для оценки влияния этих показателей на интегральные результаты обогащения была разработана методика расчета технологической схемы и выполнена ее компьютерное обеспечение. Кроме выхода и зольности концентрата оценивалась возможность снижения количества шламов, поступающих в радиальный сгуститель.

Гранулометрические составы продуктов грохочения при сравнительных испытаниях грохотов Star Screen и ГБР представлены ниже в табл. 3,4.

Таблица 3

Гранулометрический состав продуктов грохота Star Screen

Крупность, мм	Выход, %		
	Исходный	Надрешетный	Подрешетный
+50	5,21	16,87	0,00
-50 +25	11,94	44,99	3,61
-25 +13	17,69	34,40	18,74
-13 +10	13,66	3,08	6,10
-10 +6	6,29	0,09	6,76
-6 +3	12,83	0,07	17,81
-3..+1	16,34	0,10	22,42
-1 +0	16,04	0,40	24,56
Итого	100,00	100,00	100,00

Гранулометрический состав продуктов грохота ГБР

Крупность, мм	Выход, %		
	Исходный	Надрешетный	Подрешетный
+100	3,22	1,77	0,00
-100+50	1,78	4,88	0,00
-50 +25	14,54	19,43	0,00
-25 +13	18,48	27,73	0,60
-13 +10	4,88	7,44	0,84
-10 +6	13,54	16,76	7,35
-6 +3	10,84	7,19	14,87
-3..+1	14,70	6,12	32,10
-1 +0,5	6,67	2,31	16,71
-0,5+0	11,35	6,37	27,53
Итого	100,00	100,00	100,00

Графическая интерпретация данных этих таблиц представлена на рис. 4-7.

Поскольку разделение на сравниваемых типах грохотов производилось при выделении сухого отсева крупностью менее 13 мм, то целесообразно сравнить гранулометрические составы подрешетных продуктов.

Гранулометрические составы продуктов разделения грохота Star Screen являются практически типовыми для классического процесса грохочения (рис. 4).

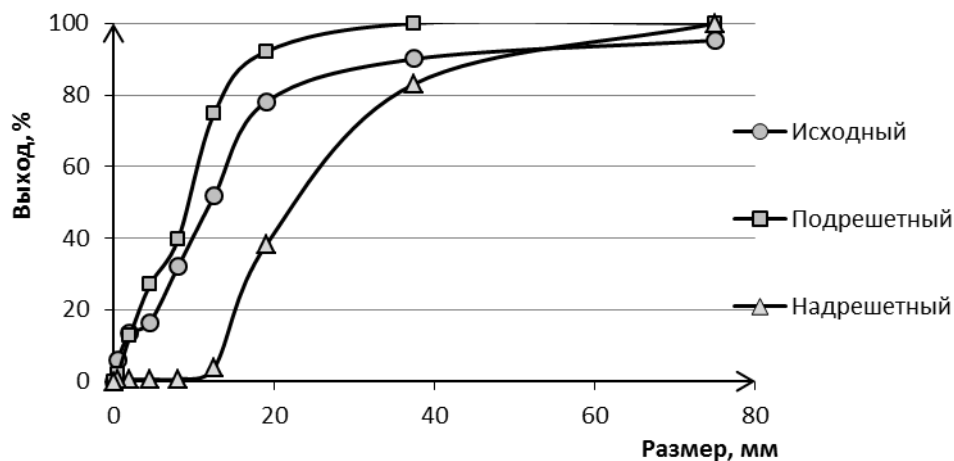


Рис. 4. Гранулометрические характеристики продуктов Star Screen

Однако, следует отметить особенность гранулометрического состава надрешетного продукта – до крупности 13 мм (размер отверстий просеивающей поверхности) содержание нижнего класса близко к нулю (рис. 4), поскольку при грохочении влажного глинистого материала, что представляет собой уголь Павлоградских шахт, нижний класс прилипает к боковой поверхности верхнего класса.

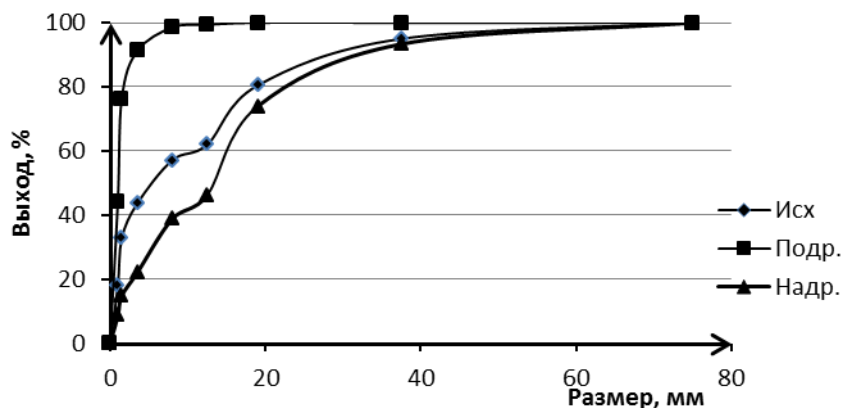


Рис. 5. Гранулометрические характеристики продуктов ГБР

Что же касается процесса грохочения с использованием барабанного грохота ГБР, здесь извлечение нижнего класса в подрешетный продукт значительно выше, чем на грохотах Star Screen (рис.6,7). В процессе пересыпания обрабатываемого материала по внутренней поверхности барабана грохота также происходит налипание мелких частиц (шламов) на боковую поверхность более крупных частиц. Но наряду с этим процессом пересыпания материала внутри барабана происходит частичная очистка боковой поверхности более крупных зерен. Поэтому зависимость извлечения классов крупности в подрешетный продукт грохота ГБР носит экстремальный характер (рис.6).

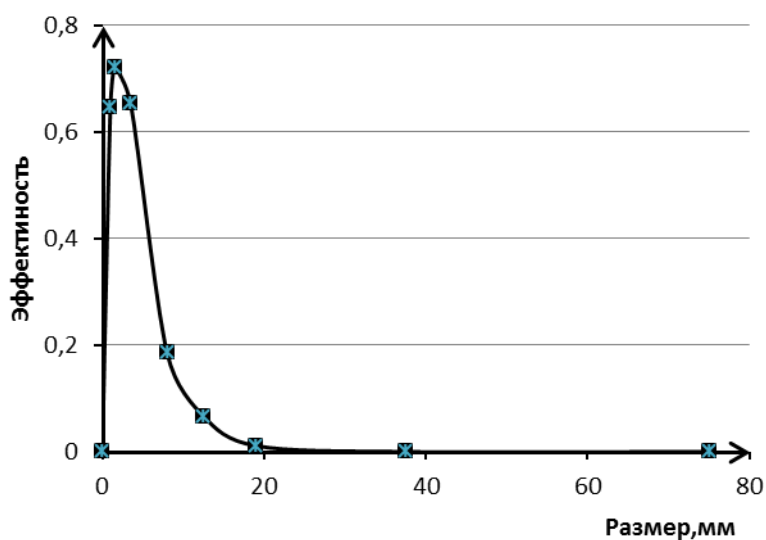


Рис. 6. Извлечения классов в подрешетный продукт ГБР

При таком различии механизма просеивания частиц в подрешетный продукт его гранулометрический состав существенно отличается для грохотов Star Screen и ГБР (рис. 7)

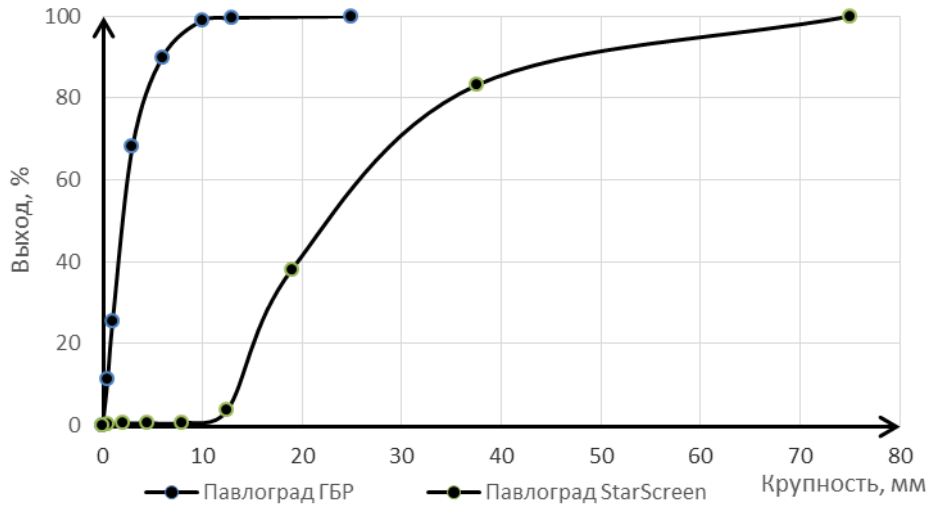


Рис. 7. Гранулометрия подрешетных продуктов грохотов Star Screen и ГБР

При такой гранулометрии сепарационные характеристики (вероятность извлечения частиц в подрешетный продукт от их крупности) рассматриваемых грохотов, рассчитанные по данным экспериментальных исследований (см. табл. 3,4) существенно отличаются друг от друга (рис.8), что позволяет при применении грохотов ГБР извлечь в подрешетный продукт больше шламов, что приводит к уменьшению их количества в «мокрой» части технологической схемы обогатительной фабрики.

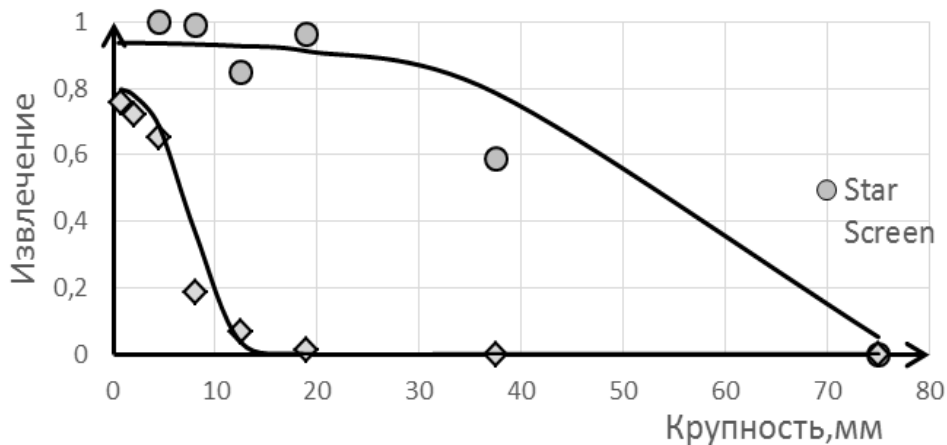


Рис. 8. Сепарационные характеристики грохотов Star Screen и ГБР

### Заключение

1. Сравнение технологических показателей и показателей механической надежности изученных грохотов Star Screen и ГБР показало преимущество грохотов ГБР для выделения сухого отсева перед обогащением рядовых углей с большим содержанием глины, что имеет место на ЦОФ «Павлоградская».

2. Технологической задачей сухого отсева является максимально возможное отделение шламов для разгрузки от них водно-шламовой схемы и увеличе-

ния производительности обогатительной фабрики до проектной величины. С точки зрения классического понимания эффективности грохочения, как извлечения нижнего класса в подрешетный продукт, этот процесс оценивать нельзя, поскольку здесь в большей мере извлекаются более мелкие классы, что и является технологической целью сухого отсева.

3. Получение на грохоте ГБР более мелкого подрешетного продукта (см. выше) позволяет повысить извлечение шламов в подрешетный продукт при удовлетворительной степени регенерации просеивающей поверхности с незначительной потерей времени на ремонтные работы (по данным ЦОФ Октябрьская – 19 часов за первую половину 2019 года).

4. Опыт эксплуатации грохотов Star Screen на ЦОФ «Павлоградская» показал, что при этом достигается более высокое извлечение нижнего класса в подрешетный продукт, но при значительном его засорении (до 27%) верхним классом за счет дефектов просеивающей поверхности, приводящим к его циркуляции в блоке обогащения мелким классом и дополнительному шламообразованию.

5. О низкой механической надежности этого грохота свидетельствует количество простоев, которое, по данным ЦОФ «Павлоградская», только за первое полугодие 2019 года составило более 50 часов, что привело в целом по фабрике к потере 78921 т переработки рядового угля за счет простоев и работы с пониженной нагрузкой.

6. Для существующей на ЦОФ «Павлоградская» технологии произведены расчеты с помощью имеющейся в Национальном техническом университете «Днепропетровская политехника» технолого-математической модели углеобогащения и соответствующего компьютерного программного обеспечения. Для расчетов определены константы существующей на действующей фабрике технологии, полученные в результате опробования, как отдельных технологических процессов, так и всей схемы в целом.

7. В результате выполненных расчетов установлено, что применение барабанных грохотов ГБР для сухой классификации перед мокрым обогащением вместо грохотов Star Screen увеличивает суммарный выход концентрата до 58,71% (при данном ситовом и фракционном составах прирост составляет 0,42%).

8. При использовании ГБР суммарный выход шламов составит 9,22%, суммарный выход шламов в существующей схеме фабрики со Star Screen составляет 10,8%. Снижение шламообразования будет:  $10,8 - 9,22 = 1,58\%$  (при данном ситовом и фракционном составах).

9. Снижение шламообразования на 1,58% позволит выйти фабрике на нагрузку 540 т/ч (475,2 т/ч по абсолютно сухому веществу).

10. Нагрузка по твердому на фильтр-прессовое отделение снизится на  $475,2 \times 0,0158 = 7,5$  т/ч и составит 43,81 т/ч.



**Список літератури**

1. Звягильский Е.Л., Филимонов П.Е., Морус В.Л. Сухое, мелкое и тонкое грохочение влажных рядовых углей перед обогащением. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 101. – С.63-83.

2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.cetco.com.ua/ru/oborudovanie/klassifikatsiya/grokhoty-zvezdchatye-starscreen.html> [nebomining.ru/.../valkovo-diskovyye-grokhoty-crs](http://nebomining.ru/.../valkovo-diskovyye-grokhoty-crs)

© Пилов П.И., Левченко К.А., Шутов В.Ю., Федоров А.В.,  
Гончаров С.А., Алиева Н.В., 2019

*Надійшла до редколегії 03.09.2019 р.*

*Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*

УДК 549.61

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28998.09281>

**М.І. СОКУР**, д-р техн. наук

(Україна, Кременчук, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського),

**В.С. БІЛЕЦЬКИЙ**, д-р техн. наук

(Україна, Харків, ХНТУ «Харківський політехнічний інститут»),

**В.О. СМІРНОВ**, канд. техн. наук

(Україна, Покровськ, Донецький національний технічний університет)

## **РАЦІОНАЛЬНІ КОМПОНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ВІДДІЛЕНЬ ПОДРІБНЕННЯ РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК**

*Постановка проблеми.* Проектно-компонувальні рішення виробничих і допоміжних цехів істотно впливають на рівень техніко-економічних показників проекту й умови експлуатації збагачувальної фабрики. Вони повинні забезпечити найбільш економічні умови експлуатації фабрики з максимальною механізацією й автоматизацією всіх процесів при мінімальних капітальних витратах, а також забезпечити здорові і безпечні умови праці. При проектуванні повинні бути дотримані вимоги уніфікації будинків і споруд на основі Єдиної модульної системи.

При виборі й компонентуванні обладнання з метою одержання найбільш економічного рішення треба приймати мінімальне число окремих машин, потоків і секцій, а продуктивність їх – можливо більшою, максимально використовуючи рельєф місцевості для самопливного транспорту продуктів найбільшого об'єму. Якщо самоплив неможливий, основний потік матеріалу необхідно піднімати на достатню висоту в мінімальній кількості місць для того, щоб розгалужений рух потоку йшов через фабрику самопливом.

При виборі основного й допоміжного технологічного обладнання треба прагнути до його максимальної уніфікації. Апарати, що виконують однакові те-