



**В. И. НОВАК,**  
канд. техн. наук  
(Угольный департамент Коралайна  
Инжиниринг – SETCO)

*Приведена схема установки сухого способа обогащения разубоженной массы угля на основе сухой пневматической отсадочной машины allair® компании Allmineral.*

В процессе вскрытия пластов угля и при отработке границ угольного поля, контактирующего с вмещающими породами, образуется разубоженная\* горная масса, которую недопустимо отправлять в отвал из-за содержания в ней достаточно большого количества угля – до 40 %. Для уменьшения потерь угля его необходимо доизвлекать [1, 2].

Существует несколько схем обогатительных установок для переработки разубоженной горной массы, использующих как мокрый, так и сухой способ обогащения. В СНГ распространены мокрые способы переработки разубоженной горной массы с применением таких обогатительных аппаратов, как отсадочные машины, тяжелосредные и круптонаклонные сепараторы. Но мокрые способы обогащения требуют строительства утепленных зданий для работы в зимнее время, дополнительного оборудования для обо-

\* *Разубоживание* – потеря качества угля вследствие снижения его содержания при добыче по сравнению с содержанием угля в пласте (в так называемых балансовых запасах). Происходит из-за засорения балансовых запасов пустыми породами или некондиционным углем, а также из-за потери части угля в виде мелочи.

гащения и обезвоживания шламов, значительных площадей для замыкания водно-шламовой схемы.

Альтернатива мокрому – сухой способ обогащения угля и разубоженной горной массы, не требующий отопления здания, где размещена установка, затрат на обезвоживающее оборудование и очистку воды, что значительно снижает себестоимость переработки горной массы. В качестве разделительной среды здесь используется воздух, движущийся с определенной скоростью. По этой причине способ называется пневматическим.

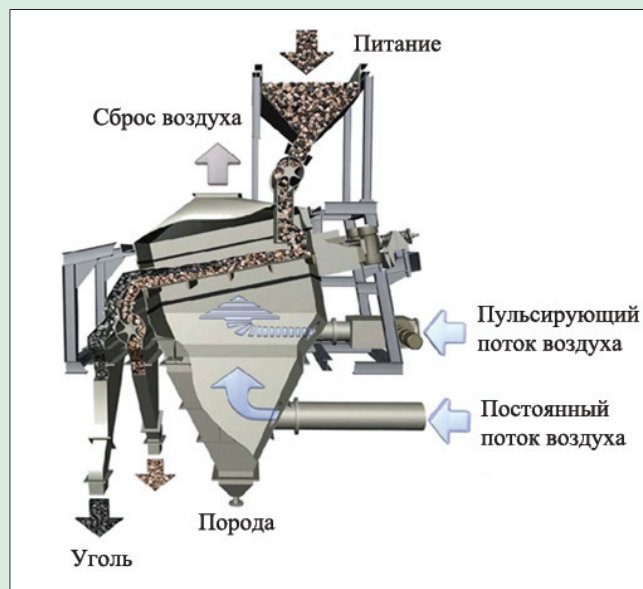
Пневматическое обогащение осуществляется на перфорированной рабочей поверхности машины под действием воздушного потока, часто в комбинации с механическим встряхиванием деки (рис. 1). При этом происходит разрыхление и расслаивание материала по плотности и по крупности. Разделение на продукты производится путем перемещения образующихся слоев материала по поверхности деки в разных направлениях или удалением нижних слоев постели через разгрузочные карманы.

Преимущества пневматического способа:

- простота схем обогащения и фабрик в целом;
- низкие капитальные затраты и себестоимость процесса;
- меньшая энергоемкость;
- отсутствие потребности в воде;
- получение сухих продуктов обогащения.

Недостатки – зависимость результатов разделения на продукты от внешней влаги угля, его обогатимости, и относительно высокая погрешность разделения по сравнению с мокрыми процессами. Вследствие этого пневматическое обогащение имеет ограниченное применение и используется в основном для обогащения бурых и легкообогатимых каменных углей, а также в районах с недостатком воды.

По характеру взаимодействия рабочей поверхности и воздушного по-



**Рис. 1.** Пневматическая отсадочная машина allair® компании Allmineral.

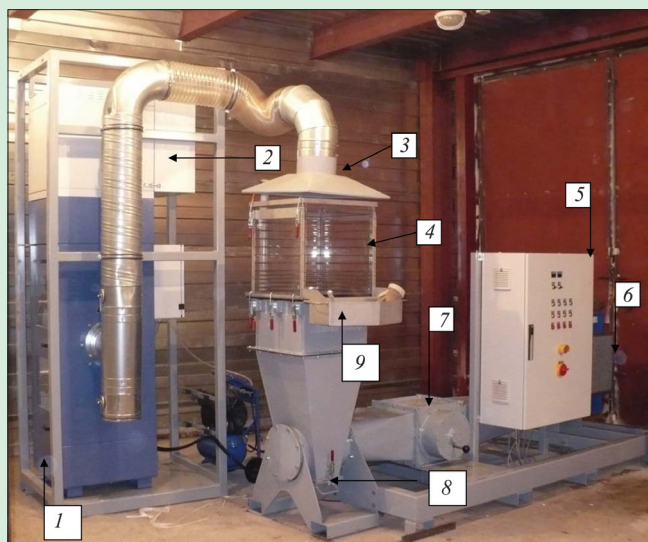
## ОБОГАЩЕНИЕ И КАЧЕСТВО УГЛЯ



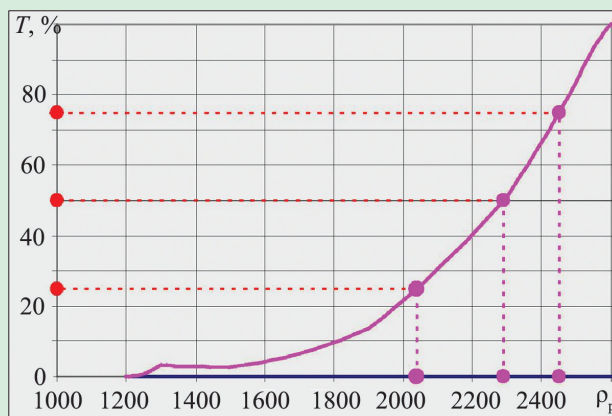
**Рис. 2.** Тестовые испытания каменных углей на отсадочной машине allair® для циклических тестов (г. Мыски, Кемеровская обл.).

тока на обогащаемый уголь, принципам разделения на продукты и способам разгрузки продуктов пневматические машины делятся на пневматические сепараторы и пневматические отсадочные машины. Отличительный признак пневматических отсадочных машин – последовательное отделение и выгрузка из машины отдельных слоев постели сверху и снизу. В пневматических сепараторах происходит постепенное отделение слоев, образующихся на всей площади рабочей поверхности, а разгрузка продуктов – с периферийных участков дек.

В 70 – 80-е годы в СССР на установках с сухим способом обогащения и фабриках с комбинированными схе-



**Рис. 4.** Расслаивающая отсадочная машина allair® для циклических тестов: 1 – место сбора пыли из отсадочной камеры; 2 – вытяжной фильтр; 3 – рукав вытяжного фильтра; 4 – отсадочная камера; 5 – панель управления тестовой установкой; 6 – главный нагнетающий вентилятор; 7 – вращающийся клапан; 8 – место сбора просыпей под сито отсадочной установки; 9 – разгрузочный короб.



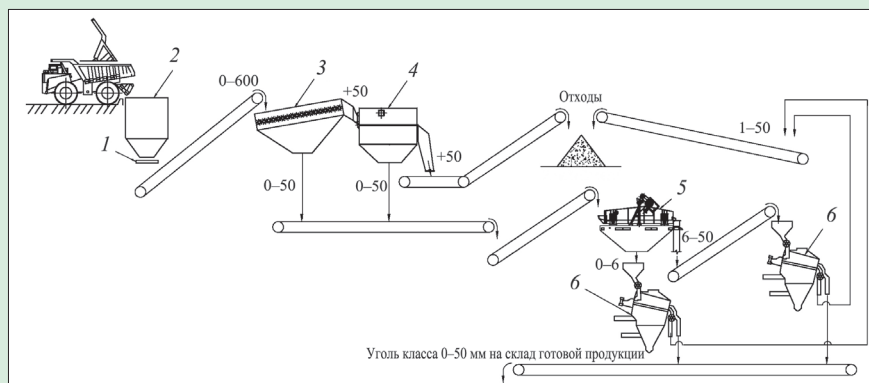
**Рис. 3.** Кривая Тромпа  $T_0$  при работе машины на классе 1 – 30 мм, проект SAMCA (12 машин суммарной производительностью 600 т/ч, Испания, 2004 г.).

мами обогащения было установлено около 80 серийно выпускаемых сепараторов СП-12, СП-6, ОСП-100, СПБ-100(40)М, а также около 30 пневматических отсадочных машин ПОМ-2А, на которых обогащались бурые и каменные угли, горючие сланцы. В сепараторах обогащался уголь крупностью 6×75(50) мм, а в отсадочных машинах – мелкие классы 0×13(25) мм. В последние годы в прессе упоминалось о пневматическом сепараторе «Сепайр» (г. Новосибирск, Россия) и сепараторах FGX (Китай), но широкого распространения они не получили из-за сравнительно низкой эффективности работы по причинам сложности нахождения оптимального режима работы сепараторов, пригодности только для углей легкой обогатимости, влажностью не более 6%. Кроме того, для вихревых сепараторов необходимо обеспечить узкие классы угля в питании, а также наблюдается большое влияние формы кусков на эффективность разделения.

Перспективной среди «сухих» обогатительных аппаратов является отсадочная машина allair®, изобретенная и запатентованная в 2000 г. компанией Allmineral (Гер-



**Рис. 5.** Двухдечная отсадочная машина allair® производительностью 100 т/ч.



**Рис. 6.** Схема цепи аппаратов установки сухого обогащения CETCO производительностью 500 т/ч на основе машин allair® компании Allmineral: 1 – питатель; 2 – бункер рядового угля; 3 – звездчатый грохот «Старскрин»; 4 – барабанная дробилка; 5 – грохот Tabor; 6 – установка сухого обогащения allair®.

мания), известной на российском рынке как производитель отсадочных машин alljig® для мокрого обогащения. Такие машины установлены в Кемеровской области (Россия) на фабриках «Антоновская» и «Северная».

В мире уже эксплуатируется более 60 машин сухой отсадки allair®. Промышленного применения «сухих» отсадочных машин компании Allmineral в России пока нет, но на пилотных установках в октябре-ноябре 2012 г. были проведены тестовые испытания на каменных углях в Кузбассе (рис. 2) на ремонтно-производственной базе РПБ «Кузбасссервис» (г. Мыски) и в Казахстане, по результатам которых вопрос установки машин встал на повестку дня.

Разделение материала на продукты в отсадочной машине allair® (см. рис. 1) происходит при пульсирующей и постоянной подаче воздуха, причем воздух распределяется равномерно по всей площади деки, имеющей регулируемую частоту и амплитуду встряхивания. Питание подается равномерно роторным загрузчиком, что обеспечивает устойчивую работу машины. Контролируется уровень породной постели на деке машины, ведется автоматический контроль выгрузки породы и ее плотности.

Плотность разделения на продукты определяется в процессе разгрузки с помощью золомера, автоматически регулирующего работу механизма разгрузки (звездчатой заслонки), расположенного в конце отсадочной машины. При поступлении более разнородного материала в отсадочную машину звездчатая заслонка ускоряет разгрузку частиц высокой плотности. Таким образом минимизируются потери чистого угля. Все операции сепарации автоматические. При завершении процесса частицы пыли улавливаются рукавным фильтром и в зависимости от зольности присаживаются в концентрат или отходы.

Отсадочная машина allair® предназначена для обогащения угля крупностью до 50 мм. Максимальная произ-

водительность зависит от размера частиц исходного материала. Производительность однодечной установки 50 т/ч для крупного угля (6 – 50 мм), 40 т/ч – для мелкого угля (0 – 6 мм); двухдечной машины – 100 и 80 т/ч соответственно.

Пример кривой Тромпа для извлечения отходов показан на рис. 3 (погрешность разделения составила 0,1 при плотности разделения  $\rho_p = 2280 \text{ кг/м}^3$ ).

В любых случаях рекомендуется выполнять предварительные тесты на малогабаритных установках, которые полностью отражают эффективность промышленного процесса. Для прове-

дения полупромышленных испытаний на объекте (рис. 4) РПБ «Кузбасссервис» имеет малогабаритную пилотную установку.

Двухдечная пневматическая отсадочная машина allair® компании Allmineral производительностью 100 т/ч показана на рис. 5, схема цепи аппаратов установки сухого обогащения на основе машин allair®, разработанная фирмой CETCO, – на рис. 6.

**Вывод.** Сухое обогащение – основное перспективное направление переработки разубоженной массы угля, его себестоимость значительно ниже мокрых способов обогащения. Отметим еще раз основные преимущества сухого способа обогащения энергетических углей: отсутствие потребления воды, возможность работы в зимнее время года, сокращение объемов перевозки высокозольной горной массы, сокращение капитальных и эксплуатационных затрат по сравнению с мокрыми процессами обогащения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по определению и нормированию потерь угля (сланца) при переработке: РД-03-306-99. – Госгортехнадзор России, 1999.
2. Правила охраны недр при переработке минерального сырья. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора РФ № 70 от 06.06.03.

Представитель CETCO в Украине  
ТОВ «Інноваційні Технології Вуглезбагачення»  
Україна, 83087, г. Донецк, ул. Соловьяненко,  
д. 115, оф. 35.  
Тел/факс: +38 (062) 34 34 394  
E-mail: ITB@cetco.ru