

К ВОПРОСУ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ В ТЯЖЕЛОЙ СРЕДЕ ¹⁾

И. В. ГЕБЛЕР

В настоящее время наблюдается увеличение интереса к вопросу обогащения углей в суспензиях в связи с известными преимуществами, которыми обладает такой метод; сюда относится точность разделения фракций в соответствии с заданным удельным весом и в связи с этим возможность получения высококачественных концентратов по содержанию золы и серы, что особенно важно для углей, назначаемых для коксования; вместе с этим достигается улучшение качества промежуточного продукта при наименьших потерях угля в отвальной породе.

Обогащение угля в тяжелых суспензиях может с выгодой осуществляться в комбинированных схемах путем обогащения промежуточного продукта, заменяя при этом многократные пересортировки его на отсадочных машинах.

Среди различных способов обогащения угля в тяжелой суспензии наиболее удачным является обогащение в горизонтальных потоках магнетитовой суспензии со скоростью движения последней, не превышающей 0,10—0,15 м/сек, чтобы имел место ламинарный характер движения потоков.

Относящиеся сюда машины, по данным литературы [1], при габаритах ванны: длина 6200 мм, ширина 2000 мм и высота 5310 мм при обогащении легко обогатимого угля крупностью 30—6 мм имеют производительность порядка 60 т в час.

Вообще же производительность машины при данных размерах зависит от количества выводимых в единицу времени промежуточных фракций, т. е. от скорости движения средних потоков суспензии.

Поэтому при выходе промпродукта 25—30% для трудно обогатимых углей производительность сильно падает и составляет даже при скорости потоков 0,2 м/сек не больше 8 т в час на 1 м ширины.

Для обогащения угля в тяжелой суспензии может быть применен описываемый в настоящей статье сепаратор, работа которого исследовалась автором на лабораторной модели. Этот аппарат по принципу действия в отношении перемещения материала аналогичен тубулярному транспортеру.

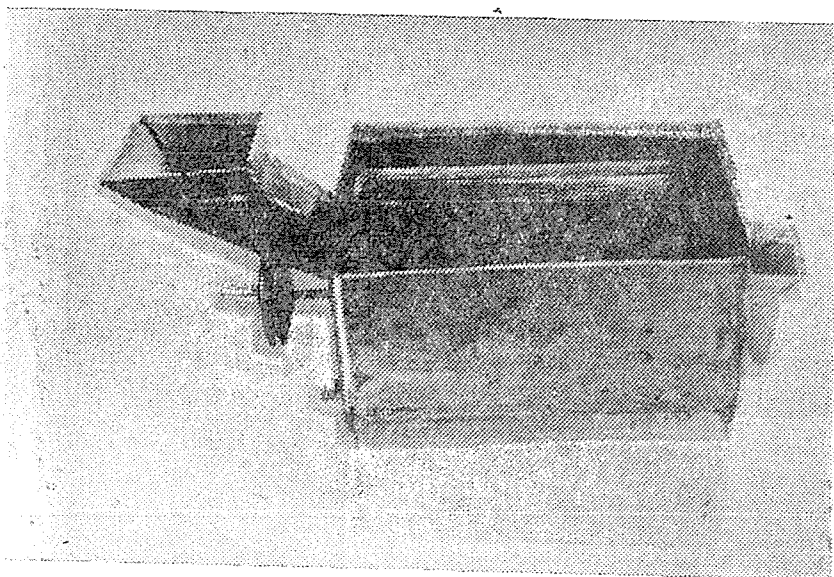
Конструкция сепаратора представлена на прилагаемом схематическом чертеже (фиг. 1) и фото (фиг. 2 и 3)²⁾. Сепаратор состоит из открытого с боковых сторон барабана 1, сделанного из листового железа с круглыми (или щелевидными) отверстиями или сетчатый. Барабан вращается в корыте 2. На внутренней поверхности барабана имеется винтовое ребро 3. Барабан находится в тяжелой жидкости, которая наполняет корыто до уровня 001. Уголь поступает в барабан через загрузочную воронку 4. По-

¹⁾ Доложено на сессии Зап.-Сиб. филиала АН СССР (ноябрь 1951 г.), на конференции в Томском политехническом институте им. С. М. Кирова (февраль 1952 г.) и на техническом Совете комбината „Кемеровоуголь“ (апрель 1952 г.).

²⁾ Чертеж, относящийся к модели.

рода тонет и передвигается винтовым ребром вниз барабана к его противоположному концу. Здесь она попадает в кольцевой желоб 5, в котором имеются, в количестве 12, перегородки (на чертеже „лопатки“ 6; этими перегородками кольцевой желоб разделяется на 12 отсеков.

Потонувшая часть, попадая в эти отсеки, поднимается при вращении барабана и затем падает в рештак 7, с которого поступает на обмывочный грохот. Всплывший уголь передвигается винтовым ребром также к противоположному концу барабана к карману 8 и выводится из него при помощи элеватора с дырчатыми ковшами.



Фиг. 3

Аппарат назначается для работы в суспензии из магнетита, но может быть пригоден и для других суспензий.

Для поддержания постоянства суспензии барабан снабжен лопастями 10, при помощи которых происходит постоянное перемешивание суспензии. Обмывка угля и концентрация суспензии производятся обычно.

При опытах с моделью установлено, что окружная скорость вращения барабана для поддержания зерен магнетита во взвешенном состоянии должна быть порядка $V = 0,10$ м/сек при размере зерен магнетита 0,1 мм.

Производственный аппарат предполагается со следующими размерами.

Дырчатый барабан: диаметр (D) = 3 мм; длина (L) = 4,5 м.

Для создания окружной скорости 0,10 м/сек необходимое число оборотов будет:

$$n = \frac{30 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 1,5} = 0,65,$$

принимается $n = 0,5$ об/мин.

Винтовое ребро приваривается к внутренней поверхности барабана и к валу, так что при вращении вала вращается и барабан.

Шаг винтовой поверхности (S) равен диаметру барабана: $S = D$.

Винтовая поверхность имеет 1,5 шага на длине барабана. Барабан вращается в корыте, будучи погруженным в жидкость. Между лопастями барабана и внутренней поверхностью корыта зазор должен быть 5 мм. Такой же зазор между обрезами барабана и торцевыми стенками корыта.

В торцевой стенке корыта на стороне выдачи (задняя сторона) имеется карман, из которого верхний продукт извлекается элеватором с дырчатыми ковшами (диаметр отверстий 5 мм).

Через заднюю же стенку корыта проходит рештак с наклоном к горизонту 65°, верхний широкий конец которого находится непосредственно под кольцевым желобом с 12 отсеками, образованными радиальными дырчатыми перегородками (диаметр отверстий—5 мм).

К желобу с зазором в 5 мм прилегает отбойный щиток на стороне элеваторного кармана.

В торцевой стенке корыта на стороне загрузки (передняя сторона) имеется загрузочная воронка и карман, в котором находится поплавочный указатель уровня жидкости.

Корыто имеет два штуцера в 3", расположенных как указано на эскизе, и кран в 1" для взятия пробы жидкости.

Направление винтовой поверхности должно соответствовать подаче материала от передней стенки к задней; вращение барабана при взгляде спереди должно быть по часовой стрелке при расположении элеваторного кармана справа, а рештака для породы слева от оси. Ширина лопастей для перемешивания суспензии принимается $= 0,1 D = 300$ мм.

Производительность тубулярного транспортера определяется по формуле [2].

$$Q = 60 \frac{\pi \cdot D^2}{4} S \cdot n \cdot \Psi \cdot \gamma \text{ т/час.}$$

где D — диаметр барабана м,

S — шаг винта м,

n — число оборотов в минуту,

Ψ — коэффициент наполнения,

γ — объемный вес материала.

В данном случае будет иметь место перемещение материала вверх на уровне жидкости (всплывшая часть) и внизу барабана (потонувшая часть); в зависимости от удельного веса суспензии и схемы обогащения, верхний продукт может быть либо концентратом, либо промежуточной фракцией, а нижняя часть либо промежуточным продуктом, либо окончательным породным отходом.

Принимая коэффициент наполнения для верхнего и нижнего слоя в нижнем пределе, т. е. 0,2 [2] и полагая объемный вес концентрата равным 0,75, а промпродукта—1,60, определяем согласно вышеприведенному уравнению производительность машины.

По концентрату:

$$Q_1 = 60 \frac{3,14 \cdot 9}{4} \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 95 \text{ т/час.}$$

По промпродукту:

$$Q_2 = 60 \frac{3,14 \cdot 9}{4} \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 1,6 = 203 \text{ т/час.}$$

Если количество промежуточных продуктовых фракций составляет, например, 30% от исходного угля, то общая нагрузка на машину обогащаемого угля составит:

$$Q = \frac{95 \times 100}{70} = 135 \text{ т/час.}$$

Производительность для потонувшей части (промпродукт или порода) по винтовой поверхности должна быть увязана с производительностью кольцевого желоба, поднимающего потонувшую часть.

Во взятом примере количество промпродукта составляет кругло 20 *т/час*.

При принятых размерах сепаратора площадь кругового кольца с радиусами 1,5 м и $1,5 + 0,3 = 1,8$ м будет:

$$3,14 (1,8^2 - 1,5^2) = 3,1 \text{ м}^2.$$

Вместимость всех 12 отсеков желоба с общей площадью 3,1 *м*² должна быть такова, чтобы вывести в час при 0,5 оборотах в минуту 40 *т* промпродукта с объемным весом 1,6. Полагая коэффициент наполнения отсеков желоба равным, например, 0,5, определяем необходимую ширину желоба *x*:

$$x = \frac{40}{3,1 \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 0,5 \cdot 60} = 0,54 \text{ м}.$$

Концентрат выводится из сепаратора при помощи элеватора с дырчатыми ковшами, нижняя часть которого монтирована в кармане на задней стенке машины. Опытами с моделью установлено, что суспензия в кармане сохраняет стабильность при вращении барабана, и концентрат поддерживается здесь в всплывшем состоянии.

В рассматриваемом примере элеватор должен вывести 95 *т* концентрата в час.

Если, исходя из средних норм для угольных элеваторов, принять коэффициент наполнения ковшей 0,5, число ковшей на 1 погонный метр ленты—4 и скорость движения последней—0,4 *м/сек*, то необходимая емкость ковшей *W* будет:

$$W = \frac{95 \cdot 1000}{0,75 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 3600} = 44 \text{ л}.$$

Соответствующих размеров элеватор вполне вмещается в возможных габаритах кармана при данных размерах машины.

Конструкция сепаратора может быть выполнена несколько иначе, а именно: вращающийся барабан может быть монтирован не на валу, а на роликках с приводом в виде зубчатого венца и редуктора, как это делается в податочных трубах (тубулярные транспортеры); однако в этом случае пришлось бы считаться с сильным износом роликков, вращающихся в магнетитовой суспензии.

Нижний предел крупности угля, обогащаемого в сепараторе, имеющем барабан с отверстиями в 5 *мм*, предполагается в 10 *мм*, верхний же предел, вообще говоря, неограничен; при очень крупных классах понадобятся лишь некоторые конструктивные изменения в отношении глубины кольцевого желоба, величины отверстий барабана (для облегчения его веса), формы ковшей элеватора и пр.

Крошение нижнего продукта, до известной степени возможное в тубулярных транспортерах, равно как и в барабанных грохотах, в данном случае подавляется тем, что материал движется в тяжелой и вязкой среде, вследствие чего уменьшается сила тяжести и смягчаются удары; этому же способствует весьма малая угловая скорость вращения барабана. Повреждение верхнего плывущего продукта, очевидно, практически должно отсутствовать.

При простоте конструкции аппарат обладает относительно высокой производительностью, которая не уменьшается по концентрату с увеличением количества промежуточной фракции или породы (вообще нижнего продукта).

В противоположность этому при обогащении в машине с горизонтальными потоками суспензии, как это установлено М. В. Циперович на Губа-

хинской опытной установке, при выходе промпродукта более 20% производительность сепаратора резко понижается, так как скорость горизонтальных потоков недостаточна для транспортирования промпродукта [3].

Увеличение времени пребывания угля в суспензии тубулярного сепаратора может быть достигнуто двояким путем—либо увеличением длины барабана без уменьшения производительности, либо уменьшением шага винтовой поверхности, причем будет иметь место уменьшение производительности при прочих одинаковых условиях.

Необходимо испытание сепаратора в полупромышленной установке для взятия производственных показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский П. Н. Обогащение углей для коксования, стр. 217, 1950.
 2. Спиваковский А. О. Конвейерные установки. Часть IV, стр. 96, 1935.
 3. Циперович М. В. и Афонин К. Б. Опыт обогащения углей в тяжелой суспензии, Сталь, № 1, стр. 18—23, 1951.
-