

УДК 622.7 (06)

**А.Н. Петухов**

## **СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ТРЕХПРОДУКТОВОГО ТЯЖЕЛОСРЕДНОГО СЕПАРАТОРА**

*При обогащении углей трудной категории обогатимости на фабриках используются сложные технологические схемы. Применение нового трехпродуктового тяжелосреднего сепаратора позволяет значительно упростить технологическую схему и снизить себестоимость процесса обогащения угля.*

*Ключевые слова: обогащение, уголь, тяжелосредний сепаратор, себестоимость.*

---

**Д**ля выделения промпродукта при обогащении углей трудной категории обогатимости, (в которых промпродукта содержится более 10 %), на современных углеобогательных фабриках применяются технологические схемы, включающие два последовательно установленных двухпродуктовых тяжелосредних сепаратора с высокой и низкой плотностями суспензии [1].

На первом сепараторе используется кондиционная суспензия высокой плотности (например,  $1,9 \text{ г/см}^3$ ) для выделения породы в начале технологического процесса обогащения, чтобы предотвратить размокание породы. А всплывшую фракцию этого сепаратора, представляющую смесь промпродукта с концентратом, направляют во второй двухпродуктовый сепаратор с низкой плотностью суспензии (например,  $1,7 \text{ г/см}^3$ ), где происходит отделение концентрата от промпродукта.

Далее концентрат после обезвоживания и отмыва магнетита отправляют потребителю, а промпродукт отправляют потребителям, как самостоятельный продукт или после дробления направляют на повторное обо-

гащение с целью дополнительного извлечения концентрата.

Данная технологическая схема обеспечивает высокую эффективность обогащения, но является очень сложной, что приводит к увеличению себестоимости процесса обогащения.

Для упрощения технологической схемы институтом «Гипромашуглеобогащение» в 1976 году разработан трехпродуктовый тяжелосредний сепаратор типа СТТ [2]. В сущности, сепараторы этого типа представляют собой два спаренных в одном аппарате, двухпродуктовых тяжелосредних сепаратора, работающих на низкой и высокой плотности суспензии. Наличие в этом сепараторе суспензий двух плотностей незначительно позволило упростить технологическую схему, поэтому сепараторы типа СТТ не нашли широкого применения в промышленности.

Позднее, в 1993 году, институтом «Гипромашуглеобогащение» разработан еще один трехпродуктовый барабанный тяжелосредний сепаратор, где также используется суспензия низкой и высокой плотности [3], что также незначительно позволило упростить технологическую схему.

Из изложенного следует логичный вывод: для упрощения технологической схемы обогащения полезных ископаемых в минеральных суспензиях необходима разработка конструкции такого трехпродуктового тяжело-среднего сепаратора, в котором используется суспензия одной плотности. Это позволит вывести из технологической схемы обогащения один тяжело-средний сепаратор, два суспензионных бака, два насоса, один электромагнитный сепаратор и, соответственно, часть трубопроводной схемы с запорной арматурой.

На кафедре «Разработка пластовых месторождений» Шахтинского института (Ф) ГОУ ВПО ЮРГТУ (НПИ) разработана и запатентована конструкция трехпродуктового тяжело-среднего сепаратора, работающего на минеральной суспензии одной плотности [4]. Отличительной новизной этого сепаратора является использование в одном аппарате выталкивающей (Архимедовой) гидростатической силы суспензии и динамической силы ее транспортного потока.

Предлагаемый трехпродуктовый сепаратор (рис. 1) имеет следующее устройство и принцип работы.

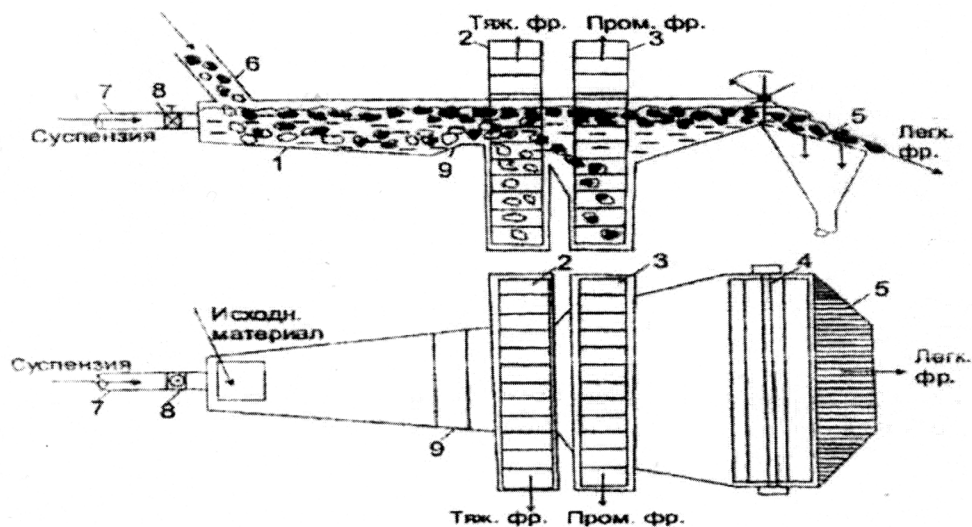
Основной частью сепаратора является ванна 1, имеющая форму усеченного конуса, разрезанного по продольной оси горизонтальной плоскостью. Ванна сепаратора в направлении движения исходного материала и минеральной суспензии имеет переменное сечение по ширине и глубине, вследствие чего изменяется скорость движения суспензии вместе с исходным сырьем.

Наиболее узкой и неглубокой является загрузочная часть ванны, в которую по трубопроводу 7 подается под давлением кондиционная суспен-

зия, а исходный материал поступает в ванну по желобу 6. Объем подаваемой суспензии регулируется задвижкой 8. Напорный поток суспензии транспортирует исходный материал по принципу работы гидравлического транспорта. В загрузочной части исходный материал под действием напорного потока суспензии вначале движется с ускорением, и быстро набирает максимальную скорость. В связи с тем, что ванна сепаратора по пути движения суспензии с исходным материалом постепенно расширяется и углубляется, скорость суспензии замедляется, и под действием выталкивающей силы тяжелой суспензии начинается процесс разделения по плотностям. В верхнюю часть потока суспензии всплывают легкие фракции, которые имеют наибольшую скорость движения в направлении продольной оси сепаратора.

Тяжелые фракции, преодолевая силы напорного потока суспензии, опускаются на дно ванны сепаратора и движутся с минимальной скоростью, соприкасаясь с дном и боковыми стенками ванны. Промежуточные по плотности фракции промпродукта занимают в потоке суспензии среднее положение. Скорость движения промпродукта ниже скорости движения легких фракций, но выше скорости движения тяжелых фракций.

Перед входом потока суспензии в расширенную часть ванны на дне установлен небольшой выступ 9. Назначение его заключается в том, чтобы взрыхлить придонную массу материала внутри суспензии и высвободить легкие фракции, увлеченные вниз тяжелыми фракциями. Кроме того, выступом создается восходящий поток суспензии, который выносит в верхний слой суспензии легкие фракции.



**Рис. 1. Трехпродуктовый тяжелосредний сепаратор:** 1 — ванна сепаратора; 2 — породное элеваторное колесо; 3 — промпродуктовое элеваторное колесо; 4 — лопастной разгрузчик; 5 — сито предварительного сброса кондиционной суспензии; 6 — желоб исходного материала; 7 — трубопровод подачи суспензии; 8 — задвижка; 9 — придонный выступ

В первом отделении расширенной части ванны сепаратора скорость суспензии резко снижается и тяжелые фракции, имея минимальную скорость, опускаются вниз и выгружаются из сепаратора перфорированными ковшами элеваторного колеса 2.

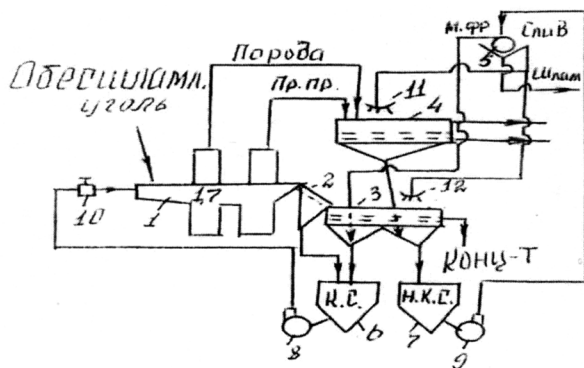
Промпродукт, имеющий скорость движения значительно выше, чем скорость движения тяжелых фракций, по инерции поступает во второе, более расширенное отделение ванны, где скорость движения суспензии снижается до минимальной.

Промпродукт, потеряв запас кинетической энергии движения в динамически спокойной минеральной суспензии, опускается вниз и выгружается из сепаратора элеваторным колесом 3.

Легкие фракции, имеющие плотность значительно меньшую, чем плотность минеральной суспензии, движутся под действием транспортного пото-

ка по поверхности зеркала суспензии и выгружаются вместе с ней специальным лопастным разгрузчиком 4. Отделение суспензии от легкой фракции происходит частично на шелевидном сите предварительного сброса 5, а затем на обезвоживающем грохоте, который на чертеже не показан. Во избежание усложнения чертежа на нем не показаны приводы элеваторных колес и разгрузочного устройства.

Таким образом, исходный материал в процессе движения в ванне сепаратора подвергается воздействию выталкивающей силы тяжелой среды и силы ее напорного потока, вследствие чего разделяется на три продукта по плотностям. Это, в свою очередь, дает возможность значительно упростить технологическую схему обогащения, снизить себестоимость продуктов обогащения полезных ископаемых в минеральных суспензиях.



**Рис. 2. Схема цепи аппаратов тяжелосредней установки с применением трехпродуктового сепаратора:** 1 — трехпродуктовый тяжелосредний сепаратор; 2 — сито предварительного сброса суспензии; 3 — вибрационный грохот для обезвоживания концентрата и отмыва магнетита; 4 — вибрационный грохот для отмыва магнетита; 5 — электромагнитный сепаратор; 6 — бак кондиционной суспензии; 7 — бак некондиционной суспензии; 8, 9 — центробежные насосы; 10 — регулировочная задвижка; 11, 12 — брызгала

На рис. 2 изображена схема цепи аппаратов тяжелосредней установки с применением вышеописанного трехпродуктового сепаратора.

Предварительно обесшламленный уголь подается в трехпродуктовый сепаратор 1, в который постоянно под напором подается насосом кондиционная суспензия с плотностью  $1,7 \text{ т/м}^3$ . В сепараторе исходный уголь разделяется на три продукта: концентрат, промпродукт и породу.

Концентрат обезвоживается в две стадии; на сите предварительного сброса суспензии 2 и на вибрационном грохоте 3. При этом, на второй половине грохота производится отмывка магнетита. Далее концентрат отправляется потребителям. Промпродукт и порода выгружаются из ванны сепаратора элеваторными колесами двумя параллельными потоками. Поэтому, их удобно подавать для

отмыва магнетита на один вибрационный грохот, обезвоживающая поверхность которого разделена I продольной металлической полосой. Образующаяся при этом некондиционная суспензия объединяется с некондиционной суспензией концентрационного грохота и подается на регенерацию.

Анализируя две технологические схемы, нетрудно убедиться, что схема с применением трехпродуктового тяжелосреднего сепаратора почти в 2 раза проще схемы, в которой используются два двухпродуктовых сепаратора. В первой схеме одновременно находятся в работе 20 единиц оборудования, а во второй — 12. При этом, производительность обеих технологических установок одинаковая. Применение трехпродуктового тяжелосреднего сепаратора, работающего на одной плотности суспензии позволяет исключить следующее оборудование: один тяжелосредний сепаратор СКВ, одно сито предварительного сброса суспензии, один вибрационный грохот, один электромагнитный сепаратор, два суспензионных бака, два центробежных насоса.

Приблизительная стоимость этого оборудования для односекционной установки производительностью по переработке угля 300 т/час в современных ценах составляет около 15 млн. рублей. С учетом сокращения эксплуатационных расходов, сокращения в 2 раза обслуживающего персонала, уменьшения расхода электроэнергии

общей экономической эффект составляет около 20 млн. рублей в год.

#### **Выводы**

1. Конструкция нового трехпродуктового тяжелосреднего сепаратора значительно проще известных трехпродуктовых сепараторов типа СТТ и барабанных.

2. Отличительной технологической особенностью нового трехпродуктового сепаратора является использование в нем минеральной суспензии одной плотности, что позволяет значительно упростить технологическую схему обогащения и снизить себестоимость продуктов обогащения.

---

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Техника и технология обогащения углей. Справочное руководство/ под ред. В.А. Чантурия и А.Р. Молявко.* — М.: Наука, 1995.

2. *Оборудование для обогащения угля. Справочное пособие/ под ред. М.Ф. Братченко.* — М.: Недра, 1979.

3. *Трехпродуктовый тяжелосредний сепаратор.* АВТ. СВ. № 1808381 СНГ. Бюл. № 14, 1993.

4. *Трехпродуктовый тяжелосредний сепаратор.* Патент РФ на изобретение № 2312709, опубликован 20.12.2007. Бюл. № 35. **ПАТ**

---

#### **КОРОТКО ОБ АВТОРЕ**

Петухов А.Н. — кандидат технических наук, доцент, зав. секцией «Обогащение полезных ископаемых»,  
Южно-Российский государственный технический университет, [ngtu@novoch.ru](mailto:ngtu@novoch.ru)



---

#### **РУКОПИСИ, ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОРФЯНОГО МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ** (№ 935/01-13 от 01.11.12, 05 с.)

Харламов Вячеслав Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент,

Фомин Константин Владимирович — доктор технических наук, профессор, доцент,

[Fomin-tver@mail.ru](mailto:Fomin-tver@mail.ru),

Крылов Константин Станиславович – кандидат технических наук, доцент, [krylovks74@mail.ru](mailto:krylovks74@mail.ru),

Морозихина Ирина Константиновна – кандидат технических наук, доцент, [mik.tv@mail.ru](mailto:mik.tv@mail.ru),

Тверской государственный технический университет.

#### **DETERMINATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF THE PEAT MACHINE-TRACTOR UNIT EXPERIMENTAL METHOD**

*Kharlamov Vyacheslav Evgenievich, Fomin Konstantin Vladimirovich,*

*Krylov Konstantin Stanislavovich, Morozikhina Irina Konstantinovna*