

**И.Д. ПЕЙЧЕВ, Ю.М. ГАРИН**, кандидаты техн. наук,

**А.В. ПАРХОМЕНКО**

(Украина, Луганск, ООО "Луганский машиностроительный завод им. А.Я. Пархоменко")

## **ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОРОДЫ В УГЛЕ, ОТГРУЖАЕМОМ ШАХТАМИ**

Добыча угля в сложных горно-геологических условиях, его перевозка и потребление горючих энергетических ресурсов без дополнительной технологической обработки не всегда отвечает установленным нормам по зольности. На поверхности шахты из добытого угля удается получить лишь небольшое количество товарной продукции крупных машинных классов необходимого качества, остальная масса угля подлежит обогащению.

Как показывает практика в Украине около 8 млн т за год добытого энергетического угля отгружается шахтами на тепловые электростанции без обогащения. Сжигание высокозольного топлива на теплоэлектростанциях требует добавки мазута или газа и сопровождается загрязнением окружающей среды повышенными вредными выбросами в атмосферу. Отсутствие обогатительных мощностей в непосредственной близости от шахты приводит к необходимости перевозки рядового угля на большие расстояние до 50 и более километров и, фактически, приходится платить за перевозку породы при современном росте железнодорожных тарифов.

Выход из сложившейся ситуации просматривается в применении индивидуальных малооперационных обогатительных комплексах на поверхности шахт, предназначенных для снижения содержания породы в угле, отгружаемом шахтами, путем его обогащения.

В Украине исследованием и разработкой техники и технологии снижения содержания породы в угле, отгружаемом шахтами занимаются институты "Укрнииуглеобогащение" [1], "Гипромашуглеобогащение" [2] и научно-технический центр (НТЦ) ООО "Луганский машиностроительный завод имени А.Я. Пархоменко".

Институтом "Укрнииуглеобогащение" в 2003 г. по заданию Минуглепрома Украины выполнена работа по созданию пилотной обогатительной установки (комплекса) для снижения содержания породы в угле, отгруженном шахтами на обогатительные фабрики или тепловые электростанции без обогащения. Снижение содержания породы осуществляется путем обогащения крупного машинного класса углей марок Д, ДГ, Г и Т. Были исследованы угли 12 шахт. При этом было установлено, что:

1. Подготовка машинных классов должна выполняться сухим способом при граничной крупности разделения не меньше 13(25) мм. Внедрение комбинированной схемы (шахта + ЦОФ) обогащения позволяет снизить зольность отгружаемого угля на 10...15% и получить сортовой концентрат зольностью менее 10% и выходом до 14,5%.

## **Загальні питання технології збагачення**

2. Строительство шахтных комплексов для выделения крупнокусковой породы выгодно при содержании в рядовом угле класса больше 25(50) мм не менее 25% и удалении ЦОФ от шахты на 50 км.

3. Основными требованиями по выбору объектов рационального снижения содержания породы в энергетическом угле, добываемом шахтами, являются:

- возможность осуществления эффективной сухой классификации рядового угля по необходимой граничной крупности при подготовке машинного класса;
- обеспечение качества товарного угля, что отвечает требованиям теплоэнергетики.

4. Выбор объектов рационального снижения содержания породы в энергетическом угле, добываемом шахтами, осуществляется исходя из его качества, гранулометрического и фракционного составов.

5. Обогащение ископаемого угля должно вестись с получением двух продуктов: концентрата и отходов. При этом:

- для обогащения крупного машинного класса легкой и средней категории обогатимости с содержанием породы до 30% рекомендуется использовать комплекс на базе процесса отсадки (одна ступень отсадочной машины с багер-зумпфом и багер-элеватором);

- для обогащения крупного машинного класса тяжелой и очень тяжелой категории обогатимости с содержанием породы 30% и более рекомендуется использовать комплекс на базе процесса тяжелосредней сепарации (тяжелосредний сепаратор типа СКВП-20) как более эффективный, хотя и более дорогой.

Ниже рассмотрим подробнее оба варианта технологической схемы комплекса.

**I Технологическая схема комплекса ОК-I** для обогащения углей легкой и средней категории обогатимости углей с содержанием породы менее 30% приведены на рис. 1.

Согласно рис. 1 уголь марки Г (Д, ДГ и Т) подается на предварительную классификацию по крупности 75(100) мм на колосниковый грохот 1. Надситный продукт колосникового грохота 1 подается на плоский ленточный конвейер 2, где при помощи шибера устройства осуществляется удаление негабаритной породы и посторонних предметов.

С конвейера 2 материал подается на щековую двухвалковую дробилку 3, где происходит его дробление до крупности 75(100) мм. Дробленный материал объединяется с подрешетным продуктом колосникового грохота 1 на ленточном конвейере 4 и направляется на сухую подготовительную классификацию по крупности 13(25) мм на инерционном грохоте 5, надрешетный продукт которого обесшламливается на неподвижном шпальтовом сите или на инерционном грохоте 6, а подситный продукт есть готовая продукция.

Надситный продукт с грохота 6 – крупный машинный класс подается на обогатительно-обезвоживающий комплекс ООК 7, который состоит из одного отделения отсадочной машины с багер-зумпфом и багер-элеватором, где осуществляется его разделение на крупный концентрат, крупные отходы и шлам плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup>.

## Загальні питання технології збагачення

Крупный концентрат с комплекса ООК может быть направлен в присадку к мелкому машинному классу с помощью системы ленточных конвейеров 12, 13, 14, 15. Крупные отходы системой ленточных конвейеров 16, 17, 18 подаются в бункеры отходов 19.

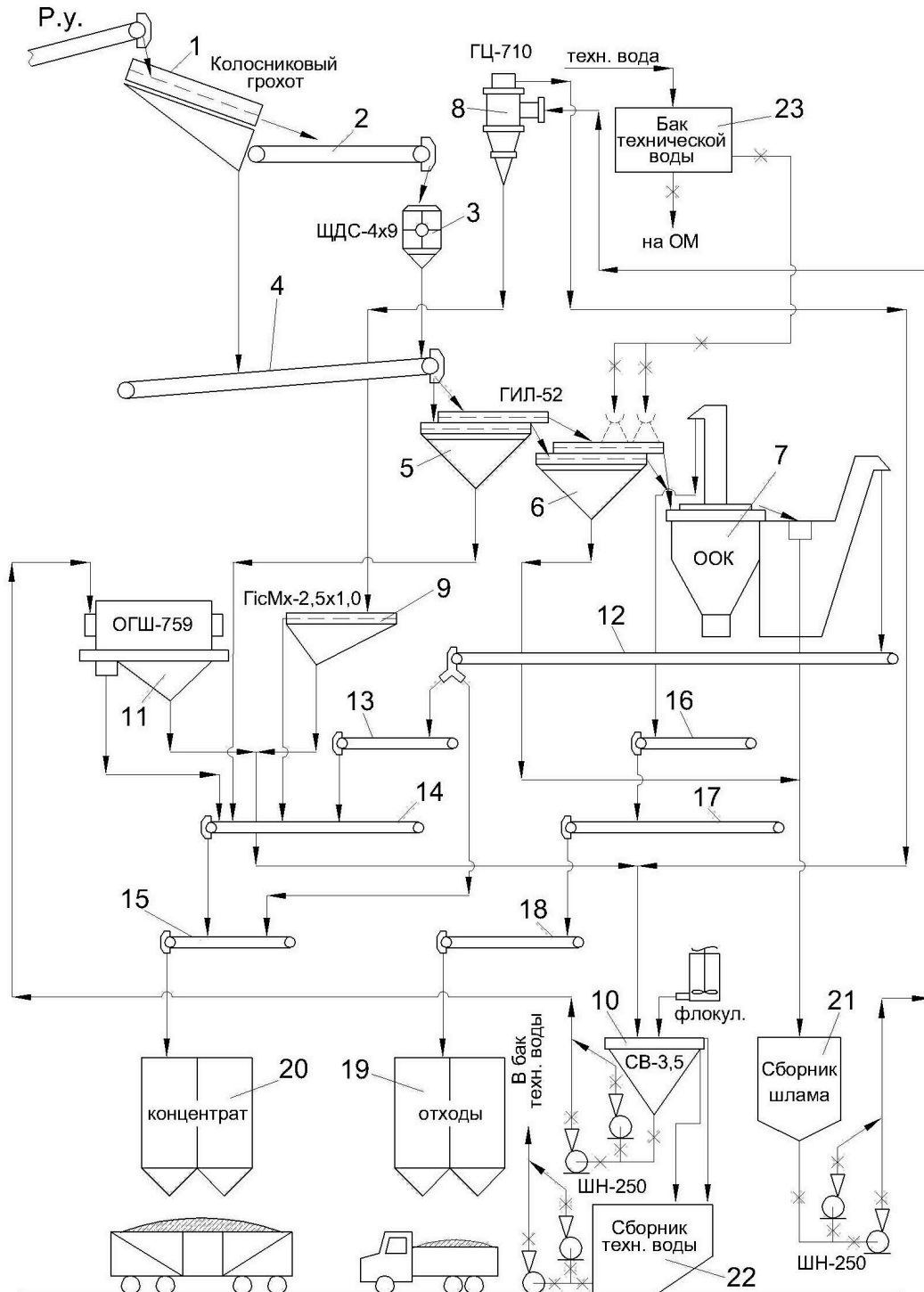


Рис. 1. Технологическая схема обогатительного комплекса ОК-I для углей легкой и средней категории обогатимости

## **Загальні питання технології збагачення**

Шлам из комплекса ООК вместе с подситным продуктом инерционного грохота 6 направляется в сборник шлама 21.

В гидроциклоне 8 осуществляется сгущение шламовой воды. Сгущенный продукт с содержанием твердого не менее 300 г/л подается на высокочастотный грохот 9, где обезвоживается и далее подается в присадку к машинному классу. Слив в гидроциклоне 8 и подситный продукт грохота 9 направляется на осветление в сгуститель 10 вместе с фугатом осадительной центрифуги 11. Подача в сгуститель 10 флокулянтов обеспечивает получение оборотной воды с содержанием твердого 0...25 г/л.

Сгущенный продукт сгустителя 10 обезвоживается в осадительной центрифуге 11, осадок которой идет в присадку к мелкому машинному классу и далее в бункер концентрата или непосредственно на отгрузку в вагоны.

Подача шламовой воды со сборника шлама 21 в гидроциклон 8 и технической воды со сборника технической воды 22 в бак технической воды 23 осуществляется насосами.

**II Технологическая схема комплекса ОК-II** для обогащения угля тяжелой и очень тяжелой категории обогатимости с содержанием породы более 30% приведены на рис. 2.

Согласно рис. 2 уголь марки Г (Д, ДГ и Т) подается на предварительную классификацию по крупности 75 (100) мм на колосниковый грохот 1 и далее продукты разделения подвергаются аналогичным действиям предыдущей схемы рис. 1 до операции подачи надситного продукта грохота 6.

Надситный продукт грохота 6 – крупный машинный класс подается на обогащение в двухпродуктовый тяжелосредный сепаратор 7, где происходит его разделение по плотности 1800 кг/м<sup>3</sup> на легкую (концентратную) и тяжелую (породную) фракции.

Продукты разделения крупного машинного класса отдельно один от другого подаются на отмывку магнетита и обезвоживание на инерционные грохота 8 и 9. Грохоты оборудованы шпальтовыми ситами с отверстиями 1,0 мм на которые сверху подается вода для отмывки магнетита. Надситные продукты грохотов 8 и 9 есть готовая продукция, а подситные продукты грохотов, соответственно кондиционная и некондиционная суспензии, разделяются в специальные сборники соответственно 10 и 11.

Крупный концентрат грохота 8 может быть направлен в присадку к мелкому машинному классу при помощи системы ленточных конвейеров 17, 18, 19, 20. Крупные отходы системой ленточных конвейеров 21, 22, 23 подаются в бункера отходов.

Кондиционная суспензия подается в сепаратор 7, а некондиционная – на электромагнитный сепаратор 12 для регенерации. Из электромагнитных сепараторов 12 магнетит возвращается в сборник кондиционной суспензии, слив – на отмывку магнетита на грохоты 8 и 9, а шламовая вода на сгущение в гидроциклоны 13.

В гидроциклонах 13 осуществляется сгущение шламовой воды. Сгущенный продукт с содержанием твердого не менее 300 г/л подается на высокочастотный грохот 14 для обезвоживания и далее в присадку к мелкому машинному

## Загальні питання технології збагачення

класу. Слив гідроциклона 13 і подситний продукт грохота 14 направляется на освітлення в сгуститель 15, куди також направляется фугат осадительной центрифуги 16. Подача в сгуститель флокулянтов забезпечує отримання оборотної води з вмістом твердого 0...25 г/л.

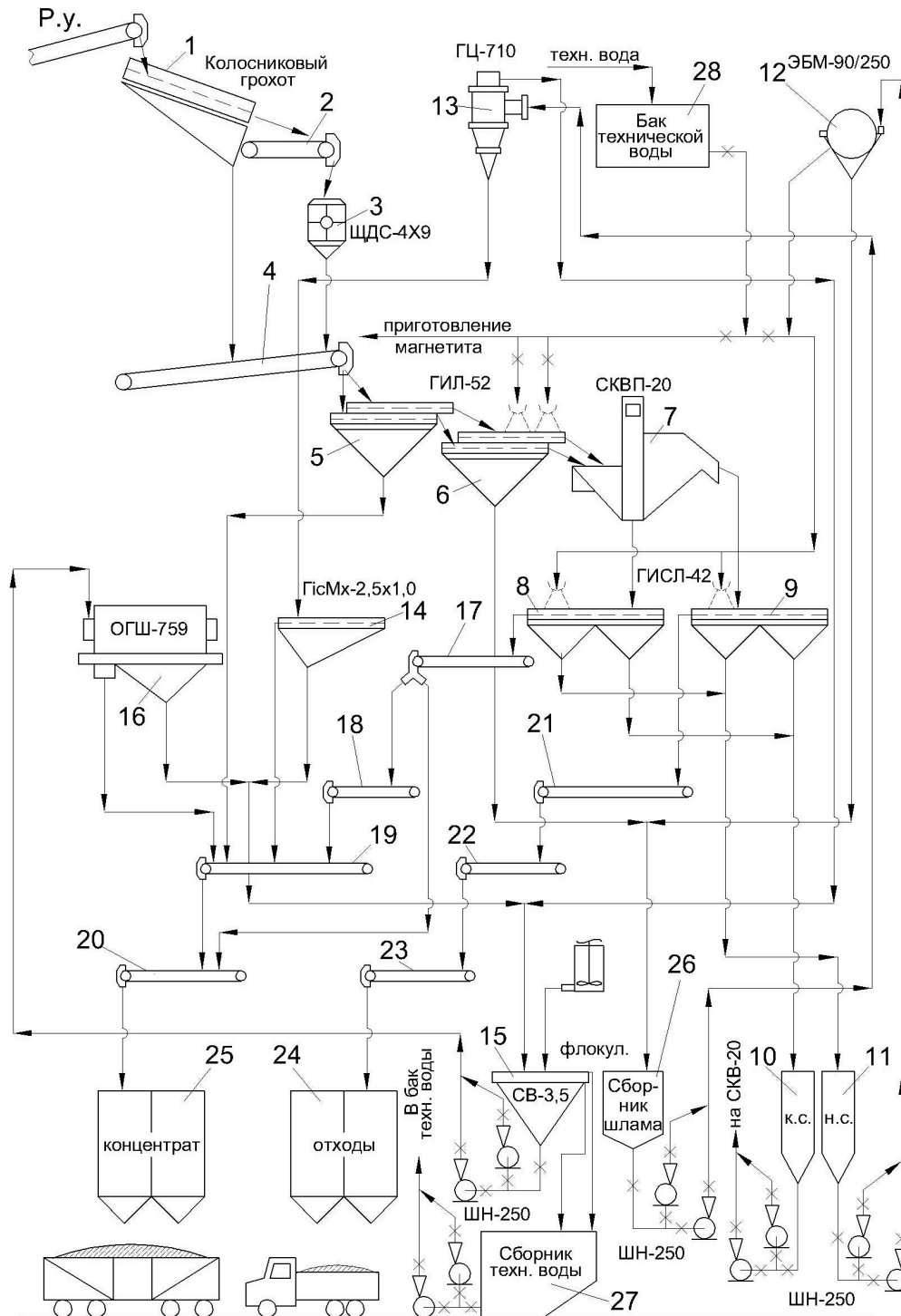


Рис. 2. Технологическая схема обогатительного комплекса ОК-II для углей тяжелой и очень тяжелой категории обогатимости

## **Загальні питання технології збагачення**

Сгущенный продукт сгустителя 15 обезвоживается в осадительной центрифуге 16, осадок которой идет в присадку к дробленому машинному классу и дальше в бункер концентрата 25 или непосредственно в вагоны.

Накопление шламовой суспензии и технической воды происходит соответственно в сборнике шлама 26, сборнике технической воды 27 и в баке технической воды 28.

Подача кондиционной суспензии из сборника кондиционной суспензии 10 в сепаратор 7, некондиционной суспензии из сборника некондиционной суспензии 11 на электромагнитные сепараторы 12 и технической воды из сборника технической воды 27 в бак 28 осуществляется насосами.

За последние 15-20 лет находит все больше применение сухой метод обогащения, основанный на разделении продуктов в воздушной среде. Отличительной особенностью сухого метода обогащения являются: отсутствие водно-шламового хозяйства, простота технологических схем и отгрузка продуктов обогащения в сухом виде без сушки. Капитальные и эксплуатационные затраты этого метода значительно ниже, чем на установках с мокрыми процессами обогащения при охвате всех классов крупности. Однако метод сухого обогащения не лишен недостатков, основным из которых является низкая эффективность разделения и связанные с этим пониженное качество концентрата и значительные потери горючих компонентов с отходами, что существенно ограничивает рациональную область его исполнения [3].

Изучив достижения и мировую практику использования сухого метода обогащения научно-технический центр (НТЦ) ООО "Луганский машиностроительный завод имени А.Я. Пархоменко" выполнил разработку технических решений и подборку оборудования комплекса, предназначенного для снижения содержания породы в угле, отгружаемом шахтами, путем его обогащения в воздушной среде – пневмообоганительный комплекс ПОК.

**III Технологическая схема пневмообоганительного комплекса ПОК** представлена на рис. 3.

Согласно рис. 3 уголь марки Г (Д, ДГ и Т) подается на предварительную классификацию по крупности 75 мм на колосниковый грохот 1. Надситный продукт колосникового грохота 1 подается на плоский ленточный конвейер 2, где при помощи шибера устройства осуществляется удаление негабаритной породы и посторонних предметов. С конвейера 2 материал попадает на щековую двухвалковую дробилку 3, где происходит его дробление до крупности меньше 75 мм. Дробленный материал объединяется с подситным продуктом колосникового грохота 1 на ленточном конвейере 4. Объединенный продукт направляется на сухую подготовительную классификацию по крупности 13 мм на инерционные грохоты (типа ГИЛ-52) 5 и 6, подситный продукт которых есть готовая продукция – отсев класса 1-13 мм, который в зависимости от зольности может отгружаться потребителю или на обогатительную фабрику (ОФ) для обогащения, а надситный – крупный машинный класс 13-75 мм. Надситный продукт с грохотов 5 и 6 поступает по загрузочному лотку на деку короба сепаратора пневматического типа СВП-5,5×1 7. Под воздействием инерционных встряхиваний создаваемых качанием короба

## Загальні питання технології збагачення

сепаратора 7 и восходящей пульсирующей струи воздуха, слой обогащаемого материала разрыхляется и расслаивается по плотности на два продукта: концентрат и отходы, каждый из которых посредством системы ленточных конвейеров 8 и 9 отправляется на отгрузку или складирование в соответствующие бункера 10 и 11.

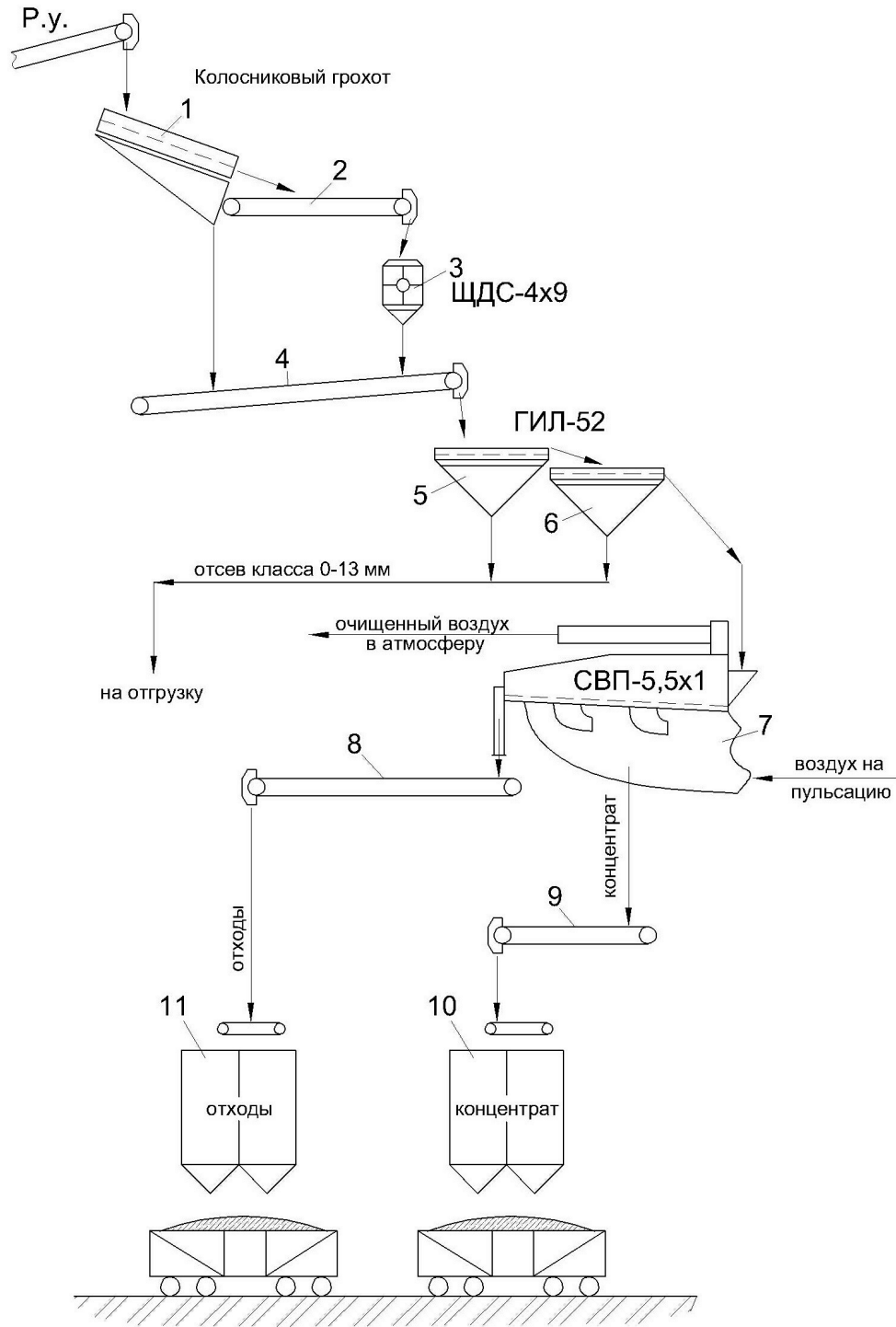


Рис. 3. Технологическая схема пневмообогатительного комплекса ПОК

## **Загальні питання технології збагачення**

Для получения устойчивых качественных показателей обогащения и минимальных потерь угля с отходами обогащения необходимо обязательное соблюдение следующих условий:

– загрузка исходного материала должна производиться непрерывно и равномерно в пределах производительности, предусмотренной технической характеристикой комплекса;

– исходный материал должен подаваться усредненным и по возможности постоянного фракционного и ситового состава;

– в исходном продукте не должно быть металлических предметов;

– давление технологического воздуха и его количество должно соответствовать данным технической характеристики комплекса в зависимости от обогащаемого материала.

Требования к качеству продуктов разделения:

а) при обогащении в обогатительно-обезвоживающем комплексе методом отсадки:

– зольность концентрата, не более 20%;

– зольность отходов, не менее 80%;

– влажность концентрата, не более 9,8%;

– влажность отходов, не более 8,0%;

б) при тяжелосреднем обогащении в сепараторе СКВП-20:

– зольность концентрата, не более 15%;

– зольность отходов, не менее 85%;

– влажность концентрата, не более 8,0%;

– влажность отходов, не более 7,0%;

в) при пневматическом обогащении в пневмообогатительном сепараторе СВП-5,5×1:

– зольность концентрата, не более 20%;

– зольность отходов, не менее 80%;

– влажность концентрата, не более 10%;

– влажность отходов, не более 8,0%.

В зависимости от технико-экономической возможности и потребности, в каждом конкретном случае, заказчик может выбрать наиболее подходящий для его условий тип комплекса.

При этом комплекс должен комплектоваться из серийно выпускаемого отечественного оборудования отдельными технологическими модулями, которые устанавливаются на стальной рамной конструкции, не связанной со строительной конструкцией здания.

Взаимное расположение зданий и сооружений обогатительного комплекса относительно действующих зданий, сооружений, инженерных коммуникаций, автодорог и железнодорожных линий на территории шахты (генеральный план) уточняется во время привязки комплекса конкретно к промплощадке шахты – Заказчика на стадии рабочего проектирования.

Габаритные размеры сооружений комплекса не должна превышать 18×18×18,5 м при часовой производительности по исходному – 200 т/ч.



### **Список літератури**

1. **Полулях А.Д.** Об обогащении рядового угля на добывающих предприятиях ГХК "Павлоградуголь" // Уголь Украины. – 2000. – №1. – С. 46-48.
2. **Кофанов А.С., Чумак В.Ф., Уманец А.С., Ефремов Ю.И.** Обогащение полезных ископаемых пневмовибрационным способом // Уголь Украины. – 2004. – №7. – С. 44-46.
3. **Ли Гуньмин, Гудзеев В.А., Аникин В.И.** Методы сухого обогащения угля: практика применения // Уголь. – 2008. – №9. – С. 58-61.

© Пейчев И.Д., Гарин Ю.М., Пархоменко А.В., 2010

*Надійшла до редколегії 12.04.2010 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*