

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА К УТИЛИЗАЦИИ

Приведено технологічні схеми установок для вилучення вугілля із шахтної породи, описана технологія вилучення вугілля з використанням вібраційної збагачувальної машини (ВЗМ), зазначені переваги даної технології в порівнянні з іншими методами збагачення.

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL SOLUTIONS ON PREPARATION OF WASTE OF MINING FOR SALVAGING

The technological schemes of the installations for extraction of coal from mine rock are adduced, the technology of coal extraction with usage of the vibrational enriching machine (VEM) is described, are indicated of advantage of the given technology in comparison with other enrichment methods.

Извлеченная в процессе добычи угля порода складировается в шахтных породных отвалах. Общее количество шахтной породы, ежегодно поступающей в отвалы, составляет десятки млн. тонн, а накопившиеся в отвалах объемы породы составляют сотни млрд. тонн. Учитывая, что для размещения такого количества породы требуется ежегодно отводить значительные площади земли, а также с учетом требований к охране окружающей среды, проблема рационального размещения и складирования шахтной породы и отходов углеобогащения является в настоящее время одной из важнейших не только для угольной промышленности, но и в целом для страны. Один из способов ее решения заключается в размещении всей или части попутно добываемой породы непосредственно в шахте. Однако при маломощных пластах это не всегда возможно, так как этот процесс является весьма трудоемким, технически сложным и дорогостоящим.

Поэтому следует ожидать, что на поверхность угольных шахт будет продолжаться поступать значительное количество породы, переработка и складирование которой будет оказывать существенное влияние на технико-экономические показатели работы угольных предприятий.

Порода, направляемая в отвал имеет зольность от 61,4 до 91,6 % [1]. Вследствие этого в существующих отвалах накоплено сотни млн. тонн угля, поэтому эффективным является направление на переработку и использование шахтной породы. Способ переработки шахтной породы и отходов углеобогащения для получения новых видов сырья и строительных материалов можно подразделить на две группы: механические и термические.

При механической переработке из породы извлекается уголь, который в дальнейшем используется как топливо или сырье для коксования, а оставшаяся порода используется для производства строительных материалов, закладки выработанного пространства и т.д.

При термической переработке порода подвергается газификации, сжиганию или обжигу с получением новых видов сырья (газа, пара, электроэнергии, строительных материалов и др.).

В отечественной практике для уменьшения потерь горючей массы в пород-

ных отвалах широко применяется ручная углесортировка. В ряде зарубежных стран применяется способ механической переработки породы с целью извлечения кусков угля. Сущность этого способа состоит в том, что отвальную породу перерабатывают на специально построенных для этих целей обогатительных установках в результате чего получают уголь зольностью 16-20 %, пригодный для использования в качестве топлива. При этом отходы обогащения используют при производстве цемента и кирпича или направляют для закладки выработок. В Польше и Венгрии на пяти промышленных установках извлекают из породы до 45 % находящегося в ней угля.

На многих шахтах Чехии производится отсев мелких классов породы, которые используются после дополнительной обработки в качестве топлива в котельных, или подвергаются обогащению на углеобогажительных фабриках.

В Бельгии из отвалов шахт извлекают мелкие классы породы, имеющие повышенное содержание угля. В ряде стран шахтная порода и отходы обогащения углей зольностью 75-80 % сжигают в установках в кипящем слое.

Исследования потерь угля в шахтной породе показали, что они в основном зависят от горно-геологических условий и невозможности, в ряде случаев, организовать раздельную выемку угля и породы при проходке горных выработок по пласту.

Раздельная выемка угля и породы усложняет процесс проходки и не всегда технически возможна в полном объеме во всех проходческих забоях. При раздельной выемке расширяется парк вагонеток и электровозов, усложняется структура шахтного транспорта и организация транспортных потоков. Для снижения затрат на многих угольных шахтах горная масса проходки выработок доставляется на поверхность и, затем осуществляется ручная выборка крупных кусков угля с породного конвейера при ее транспортировании в отвал. Мелкий и неотобранные куски крупного угля безвозвратно теряются в породных отвалах.

Для снижения потерь горючей массы и высвобождения неквалифицированного труда рабочих важно механизировать процесс извлечения угля из породы, а также обеспечить возможность переработки породы в существующих отвалах на механизированных установках. Эти установки должны отвечать следующим требованиям:

- малооперационность процессов подготовки и извлечения угля из породы;
- незначительные капитальные затраты на создание и низкая себестоимость обогащения при минимальном выходе жидких отходов (в случае гравитационного обогащения);
- для осуществления технологического процесса не должны использоваться специальные виды энергии (например, пневматическая), для производства которых требуются значительные капитальные вложения и стационарно установленное оборудование;
- эффективное извлечение угля при возможности регулирования качества товарной продукции в соответствии с направлениями ее использования.

В настоящее время наиболее распространенным способом извлечения угля является отсадка на подвижном решете в вертикальном пульсирующем потоке

воды знакопеременной скорости. Однако вследствие малой эффективности применения отсадочных машин для этих целей при значительном содержании (до 85-95 %) тяжелых фракций в исходной породе, использование для осуществления технологического процесса пневматической энергии и значительных удельных объемов технологической воды (до 4,0 м³/т) применение их нецелесообразно.

При обогащении углей на обогатительных фабриках широко применяются сепараторы с минеральными суспензиями. Извлечение угля из породы в минеральных суспензиях производится по двум машинным классам +25 (+13) мм в сепараторе и 0,5-25 (13) мм в гидроциклоне.

Схема цепи аппаратов установки по извлечению угля из породы приведена на рис. 1.

Порода крупностью 0-400 мм ленточным конвейером подается на грохот, где разделяется на два класса +25 и 0-25 мм.

Класс +25 мм поступает на обогащение в сепаратор СКВ-20 с элеваторным колесом. Всплывший продукт – обогащенный уголь - вместе с суспензией поступает на грохот ГИСЛ-62, а потонувший – порода - элеваторным колесом сепаратора подается на обезвоживающий грохот.

На грохотах происходит отделение магнетитовой суспензии, отмыв утяжелителя водой при помощи брызгальных устройств, установленных над второй частью грохота, и обезвоживание обогащенного угля и породы.

Промытый и обезвоженный обогащенный уголь крупностью +25 мм поступает на колосниковый грохот с отверстиями размером 100 мм, где разделяется на два сорта (25-100 и +100 мм), которые транспортируются раздельно ленточными конвейерами в погрузочные бункеры шахтного комплекса.

Отмытая от утяжелителя порода поступает в дробилку, где дробится до 100 мм, и далее ленточным конвейером транспортируется в породный зумпф, из которого перекачивается в гидроотвал.

Подрешетный продукт грохота крупностью 0-25 мм поступает на дешламацию вначале на дуговое сито, а затем на грохот ГИСЛ-62.

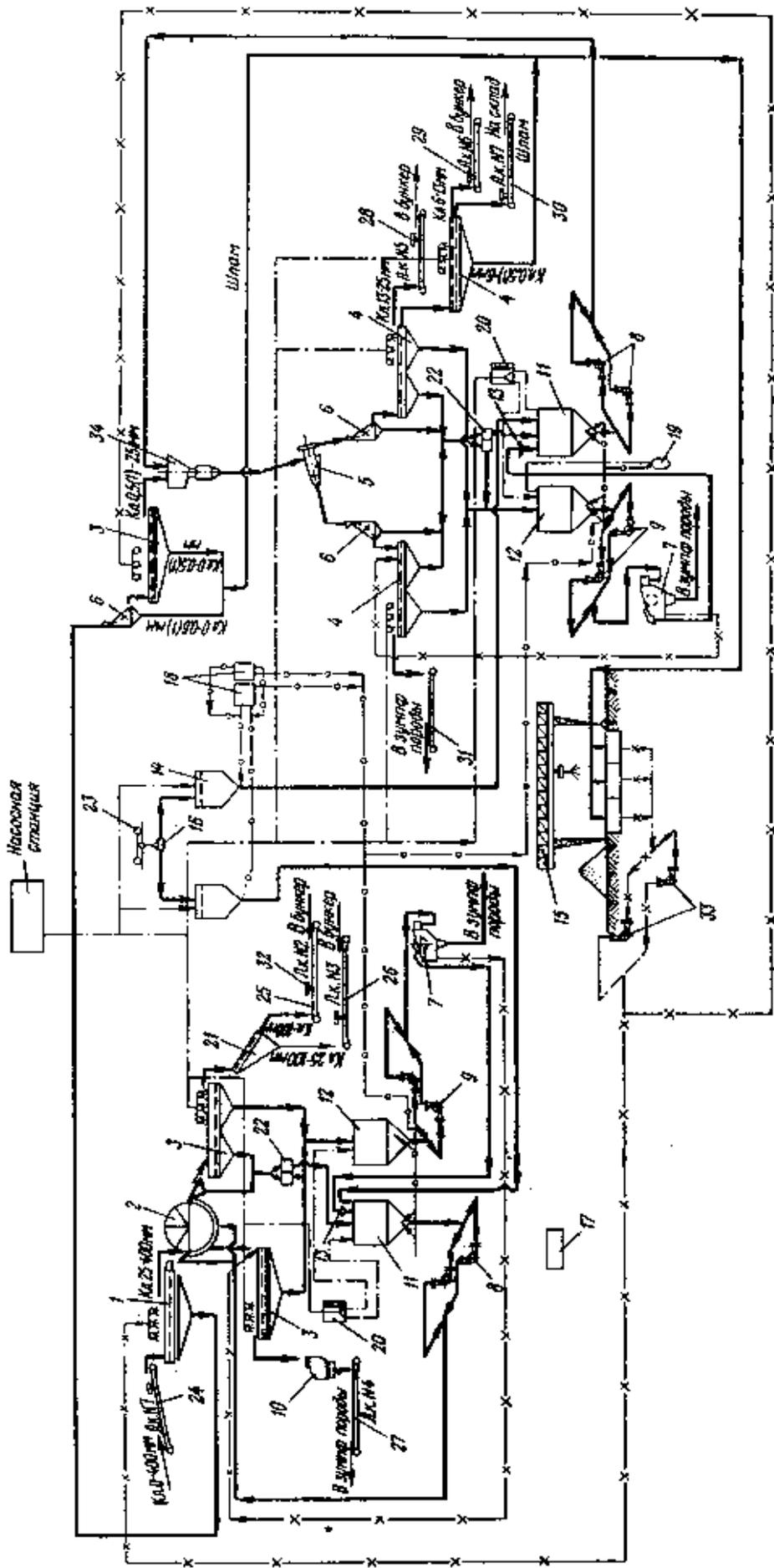
Отделенный от шлама продукт 0,5-25 мм поступает в смеситель, куда подается магнетитовая суспензия, и обогащается в гидроциклоне диаметром 630 мм. Обогащенный уголь вместе с суспензией поступает на дуговое сито и далее на грохот ГИСЛ42.

Порода поступает на дуговое сито и потом на грохот ГИСЛ-42, где происходит отмыв магнетита водой при помощи брызгальных устройств.

Отмытая от утяжелителя порода ленточным конвейером транспортируется в породный зумпф.

Приготовление суспензии осуществляется в резервуаре. Рабочая суспензия заданной плотности из сборника кондиционной суспензии перекачивается насосом в сепаратор СКВ-20 или смеситель.

На установке предусмотрены две независимые друг от друга системы регенерации суспензии: одна для сепаратора СКВ-20, вторая для гидроциклона.



1 – грохот резонансный; 2 – сепаратор колесный; 3 и 4 – грохоты самобалансные; 5 – двухпродуктовый гидрциклон; 6 – сита дуговые; 7 – сепараторы электромагнитные; 8 и 9 – насосы; 10 – дробилка; 11 – сборники кондиционной суспензии; 12 – сборники некондиционной суспензии; 13 – размагничивающее устройство; 14 – резервуар для приготовления суспензии; 15 – козловый кран; 16 – контейнер для магнетита; 17 – станция автоматической смазки; 18 – компрессоры; 19 – эжекторы; 20 – регуляторы плотности суспензии; 21 – колосниковый грохот; 22 – делительный ящик; 23 – кран мостовой; 24-31 – ленточные конвейеры; 32 – конвейерные весы; 33 – насосы; 34 – смеситель угля

Рис. 1 – Схема цепи аппаратов для извлечения угля из породы (л.к. – ленточный конвейер)

Осветленная вода из наружных шламовых отстойников подается в бак оборотной воды, а шлам выгружается краном на площадку, где в летнее время подсыхает и отгружается потребителю.

Контроль за суспензией предусматривает автоматическое изменение и регулирование плотности.

Сравнение технико-экономических показателей породного комплекса шахты с обогатительными установками для извлечения угля из породы по схеме на рис. 1 (с учетом реализованной стоимости извлеченного угля) с аналогичными показателями породного комплекса без установок позволило сделать выводы о целесообразных областях их применения:

- при содержании в породе 3 % угля, независимо от мощности шахт и 5 % угля для шахт мощностью менее 1800 тыс. т в год выборка угля из породы экономически нецелесообразна;

- при содержании в породе 5 % угля для шахт мощностью более 1800 тыс. т в год экономически целесообразна выборка угля при дальности транспортирования породы свыше 5 км;

- при содержании в породе 9 % угля выборка его из породы не экономична для шахт мощностью 900 тыс. т в год, в остальных случаях выборка угля экономически оправдана;

- при содержании в породе 15 % угля выборка его экономически целесообразна при любой мощности шахт, независимо от расстояния транспортирования.

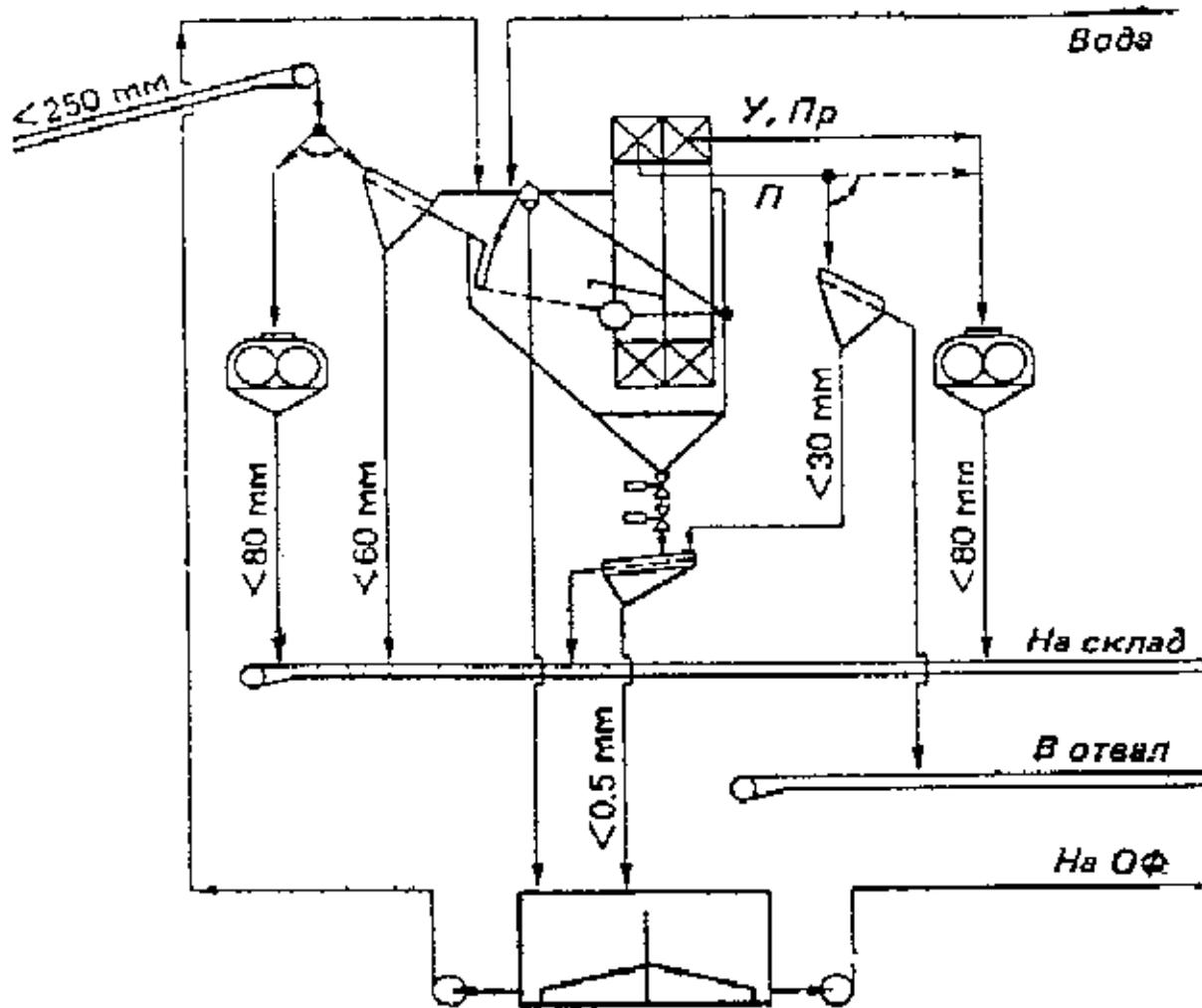
Технология извлечения угля из породы по схеме на рис. 1 отличается сложностью процесса и практически соответствует схемам обогащения угля на углеобогатительных фабриках. Поэтому она не отвечает требованиям, предъявляемым к обогатительным установкам для извлечения угля из отвальной породы и не нашла применения.

Вышеуказанные обстоятельства, а также значительные эксплуатационные затраты практически полностью исключают использование тяжелосредних сепараторов и отсадочных машин для извлечения угля из отвальной породы.

Специалистами фирмы КГД «Гумбольд Ведаг» (Германия) создана отсадочная машина Romjig с подвижным решетом, предназначенная для отделения породы от угля крупностью более 20 мм на индивидуальных шахтных установках без использования сжатого воздуха, значительных объемов технологической воды в технологии без применения дорогостоящих обезвоживающих грохотов и аппаратов осветления оборотной воды [2]. В этой машине разделение частиц по плотности осуществляется на решетке, которое установлено на шарнирно закрепленный качающийся рычаг, совершающий возвратно-поступательные движения в емкости с водой. Рычаг приводится в действие от гидроцилиндра с карданной подвеской.

В отличие от известных отсадочных машин, машина с подвижным решетом работает без подачи подрешетной воды. Незначительное ее количество (до 2,5 м³/ч) расходуется для удаления из корпуса машины продуктов, прошедших через отсадочное решето в подрешетное пространство.

Технологическая схема отделения породы на отсадочной машине с подвижным решетом в замкнутом водном цикле, реализованная на шахте «Эмиль Майриш» (Германия), приведена на рис 2.



У – уголь, Пр – промпродукт, П – порода

Рис. 2 – Технологическая схема отделения породы на отсадочной машине с подвижным решетом

Уголь крупностью менее 250 мм после классификации на неподвижном колосниковом грохоте по крупности 60 мм подают в отсадочную машину. Специальная задвижка перед отсадочной машиной позволяет пропускать материал и без подачи в машину. В этом случае уголь поступает в двухвалковую дробилку для дробления частиц до крупности менее 80 мм.

После обогащения угля порода, разгружается из отсадочной машины и поступает на колосниковый грохот для отделения кусков крупностью менее 30 мм, после чего направляется в отвал.

Легкий продукт отсадки, состоящий из угольной и промпродуктовой фракций, дробится в двухвалковой дробилке до получения машинного класса менее 80 мм и транспортируется на склад угля.

Уголь, подаваемый в отсадочную машину со стороны подвижной части ре-

шета, при подъеме и опускании рычага расслаивается по плотности. Перемещение материала по решетке происходит благодаря его наклону и напору загружаемого материала. Для разгрузки породы используется роторный барабан, действующий как подпорный порог. Он приводится во вращение от двигателя и цепной передачи со скоростью, соответствующей массе загрузки, т.е. среднему содержанию породы на решетке. В качестве задающего параметра служит давление масла в гидросистеме подъемного цилиндра, которое с достаточной точностью характеризует высоту слоя породы на подвижном решетке.

Легкий продукт, находящийся над роторным колесом, разгружается в желоб. Выгрузка продуктов из машины производится колесным элеватором, обеспечивающим достаточное обезвоживание продуктов при подъеме.

В отличие от отсадочных машин с неподвижным решетом, машина с подвижным решетом работает без подрешетной воды, что существенно сокращает ее потребление. Только часть воды расходуется через затвор, благодаря чему достигается непрерывная разгрузка продукта, проходящего через отсадочное решето и собирающегося в подрешетном пространстве. Этот продукт обезвоживается на грохоте со щелевидными отверстиями размером 0,5 мм и добавляется к рядовому углю, поступающему на склад.

Шламовые воды грохота не требуют дополнительного осветления. Они поступают в зумпф и насосом подаются обратно в отсадочную машину. Перелив зумпфа отводится на обогатительную фабрику для дальнейшей переработки.

Производительность загрузки отсадочной машины очень сильно колеблется, достигая максимума 300 т/ч. Изменения нагрузки регистрируется поворотным флажком на конвейере. В зависимости от положения флажка регулируется режим работы отсадочной машины.

Установлено, что выход породы при обогащении угля составляет около 90 %. Содержание породной фракции в тяжелом продукте составляет в среднем 99,5 % при контрольной плотности разделения 1900 г/см^3 . Ошибочные легкие фракции содержатся в основном в самых мелких зернах и в шламе, проходящем через отсадочное решето. Колосниковый грохот с отверстиями размером 30 мм в породном желобе дополнительно уменьшает выход ошибочных фракций в породе.

Около 5 % питания отсадки проходит через отсадочное решето. Этот продукт может содержать до 25 % легких фракций. В основном он образуется в результате истирания материала в процессе отсадки и недостаточно эффективной классификации на колосниковом грохоте перед отсадочной машиной.

Подрешетная вода обезвоживающего грохота, на который поступает шлам, прошедший через отсадочное решето, возвращается без осветления в отсадочную машину. В зависимости от крупности питания и доли в нем мелких классов, образуется равновесная концентрация твердого, не превышающая 50 г/л.

Зольность циркулирующего в системе твердого концентрата, по данным измерений, составляет около 60 %. В соответствии с этим, объем подаваемой в процесс свежей воды составляет $2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Такого количества воды достаточно для покрытия ее потерь с продуктами отсадки и поддержания плотности разде-

ления среды на уровне не превышающем критический.

Установка отделения породы на машине с качающимся решетом работает на шахте «Эмиль Майриш» с 1985 г. и принесла значительный экономический эффект. Благоприятные вспомогательные условия (не требуется очистка оборотной воды, небольшой удельный расход электроэнергии и технологической воды, незначительные расходы на дополнительное оборудование) позволяют эту технологию успешно применять для извлечения угля из породы. Специалисты фирмы делают вывод о возможности установки отсадочной машины с подвижным решетом непосредственно в шахте. Из всех существующих методов обогащения наиболее перспективным для извлечения угля из породы является метод, основанный на разделении частиц по плотности в водной среде на подвижном решетке.

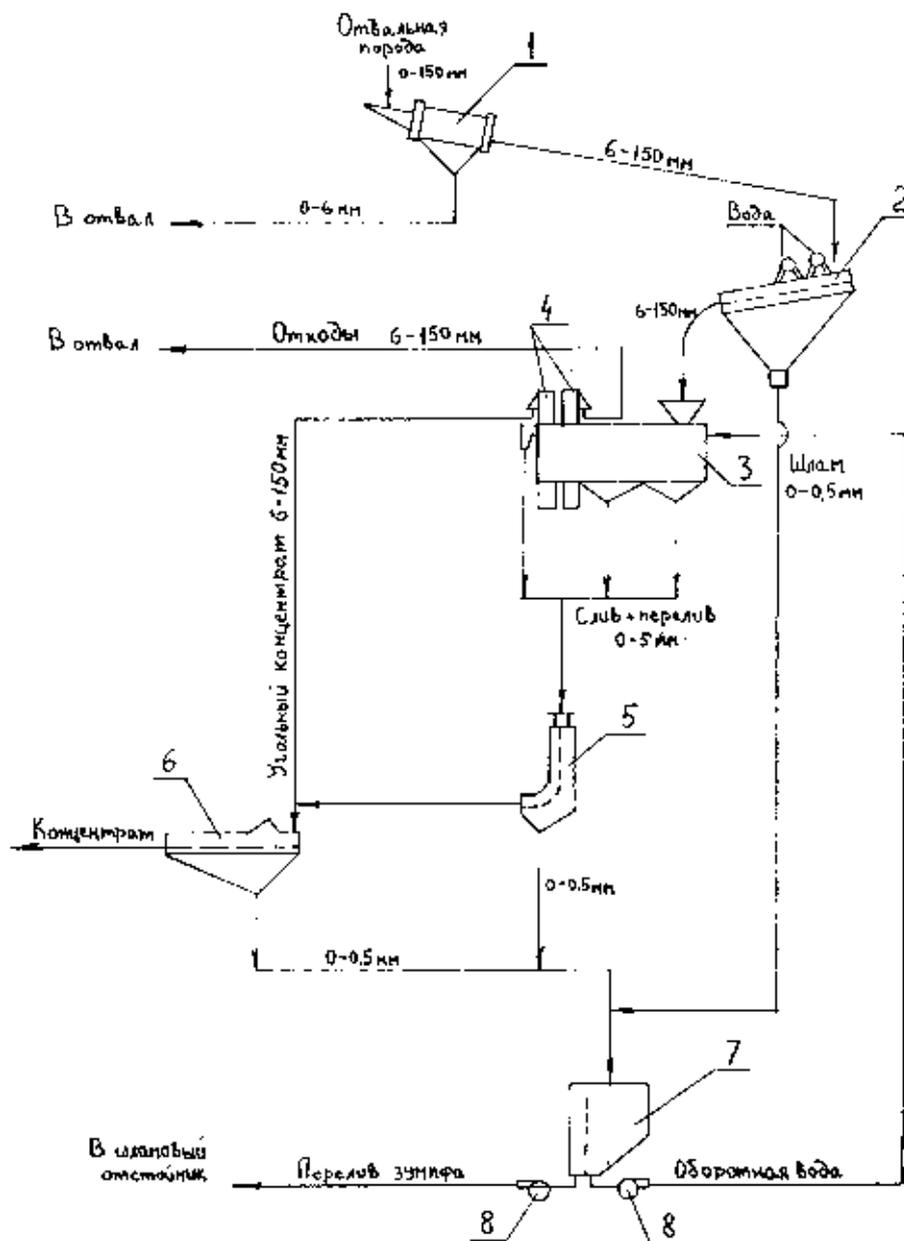
В Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины разработана технология извлечения угля из шахтной породы, принципиальная схема которой приведена на рис 3 [3]. В этой технологии извлечение угля из горной породы осуществляется на созданной в институте вибрационной обогатительной машине (ВОМ). Разделение частиц угля и породы происходит в процессе вибротранспортирования слоя горной породы на решетке, совершающем направленные колебания в водной среде. Смесь угля, породы и промежуточных фракций колеблющимся решетом и потоками воды, возбуждаемыми решетом, под действием вибрационных, гидродинамических, гравитационных и контактных сил попеременно приводятся в разрыхленное и уплотненное состояние. При этом зерна горной породы под влиянием этих сил, действующих в пульсирующем потоке, перераспределяются таким образом, что в нижней части постели сосредотачиваются частицы максимальной плотности, а в верхней – минимальной.

Распределение смеси зерен по плотности обусловлено действием не только и не столько гравитационной силы (как при традиционной отсадке на неподвижном решетке в пульсирующем потоке жидкости), а и действием вибрационных сил, оказывающих преобладающее влияние на процесс формирования постели.

Вибрационное разделение осуществляется в стоячей среде без подачи подрешетной и транспортной воды, что решает проблему потребления при обогащении отсадкой значительных удельных объемов технологической воды (до 4,0 м³/т). Технологическая вода при вибрационном разделении расходуется только для удаления частиц горной массы, прошедших через решето, для обеспечения допустимой их концентрации в разделительной среде. Вибропривод решета осуществляется от электродвигателя и для процесса не требуется пневматическая энергия, а разделение происходит под воздействием вибрационных сил, влияние которых способствует его интенсификации.

Интенсивность разделения зависит от характера и параметров режима колебаний решета, степени разности плотностей разделяемых частиц, толщины слоя материала на решетке и конструкции элементов его грузонесущей поверхности.

Регулирование производительности и эффективности разделения частиц по плотности осуществляются путем изменения характера и параметров режима колебаний решета.



1 – грохот цилиндрический типа ГБК; 2 – плоское сито для дешламации материала; 3 – вибрационная машина для обогащения; 4 – обезвоживающие элеваторы ЭОК-6; 5 – дуговое сито предварительного сбора воды; 6 – вибрационный грохот для обезвоживания породы; 7 – зумпф; 8 – шламовые насосы

Рис. 3 – Принципиальная схема обогатительного комплекса для извлечения угля из отвальной породы

Принципиальная схема обогатительного комплекса для извлечения энергетического угля из отвальной породы представлена на рис. 3. Схема применяется для извлечения горючей массы из крупных фракций породы.

Отвальная порода поступает на грохот для отделения мелких частиц от массы перерабатываемого материала. Ограничение нижнего предела крупности обогащаемой фракции связано с применением сухого подготовительного грохочения при выделении машинного класса крупности без забивания влажным продуктом ячеек сита грохота. Исключение мелких частиц позволяет не вовле-

кать в процесс труднообогатимые фракции, переработка которых связана с дополнительными затратами на обезвоживание продуктов разделения и обесшламливания жидких отходов.

Для снижения нижней границы крупности, грохочение осуществляется на грохоте типа ГБК с просеивающими поверхностями, набранными из специальных резиновых сит типа СДАЛ (разработчик ИГТМ НАН Украины). Просеивающие поверхности из таких сит за счет дополнительной подвижности лучше освобождаются от налипшей горной породы, отличаются низкой забиваемостью ячеек сита и позволяют осуществлять грохочение по сухому при значительной влажности породы.

Машинный класс крупности с грохота поступает на плоское сито для дешламации горной массы, а затем в вибрационную машину ВОМ для отделения угля. Разделение расслоенного материала на фракции требуемой плотности осуществляется при помощи системы автоматического регулирования уровня породной постели, состоящей из роторного разгрузчика, управляемого электропривода и поплавкового датчика измерения уровня породной постели. Выгрузка твердых продуктов обогащения из машины осуществляется обезвоживающими элеваторами типа ЭОК-6.

Мелкие частицы, прошедшие через решето в подрешетное пространство, а также взвешенные в разделительной среде удаляются с технологической водой через сливные патрубки и переливной порог. Этим достигается допустимая концентрация взвешенных частиц в технологической воде. В соответствии с расходом автоматически регулируется количество подаваемой в процесс свежей воды.

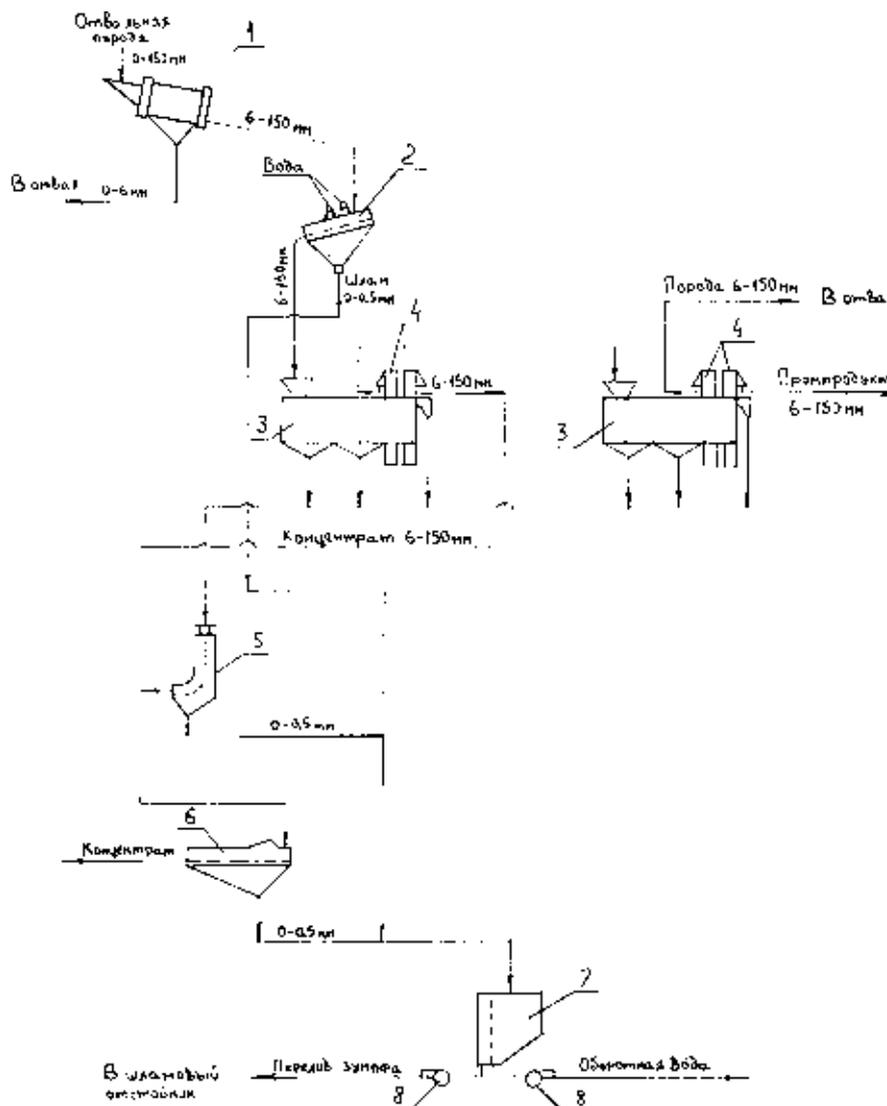
Полученная в результате обогащения порода после выгрузки из машины и обезвоживания в элеваторе ЭОК-6 поступает в породный бункер и возвращается в отвал. Уголь – подается на вибрационный грохот для дальнейшего обезвоживания на резиновых ситах со щелевидными отверстиями 0,5 мм. После обезвоживания уголь направляется на угольный склад. Жидкие отходы обезвоживания подаются в зумпф 7.

Подрешетный продукт разделения и шламовые воды из машины поступают на дуговое сито 5 предварительного сброса воды со щелевидными отверстиями 0,5 мм. Частицы крупностью более 0,5 мм с сита поступают для дальнейшего обезвоживания на вибрационный грохот 6 как добавки к углю. Шламовые воды с дугового сита 5, грохотов 2 и 6 направляются в зумпф 7 и насосом 8 подаются обратно в вибрационную машину. Перелив зумпфа отводится в отстойник шламовых вод. Для пополнения воды, уходящей в отстойник и с продуктами обогащения, в корпус машины подается свежая вода.

Применяемое в разработанной технологии оборудование позволяет разместить его по горизонтальной схеме расстановки на открытой площадке (при сезонной работе) или в сооружениях модульного типа без межэтажных перекрытий.

При извлечении из отвальной породы коксующихся углей (с повышенными требованиями к качественным показателям) технологическая схема предусматривает получение трех продуктов: концентрата, промпродукта и отходов. В этом случае в схеме (рис. 4) дополнительно устанавливается вибрационная ма-

шина для передела породы с целью извлечения промпродукта.

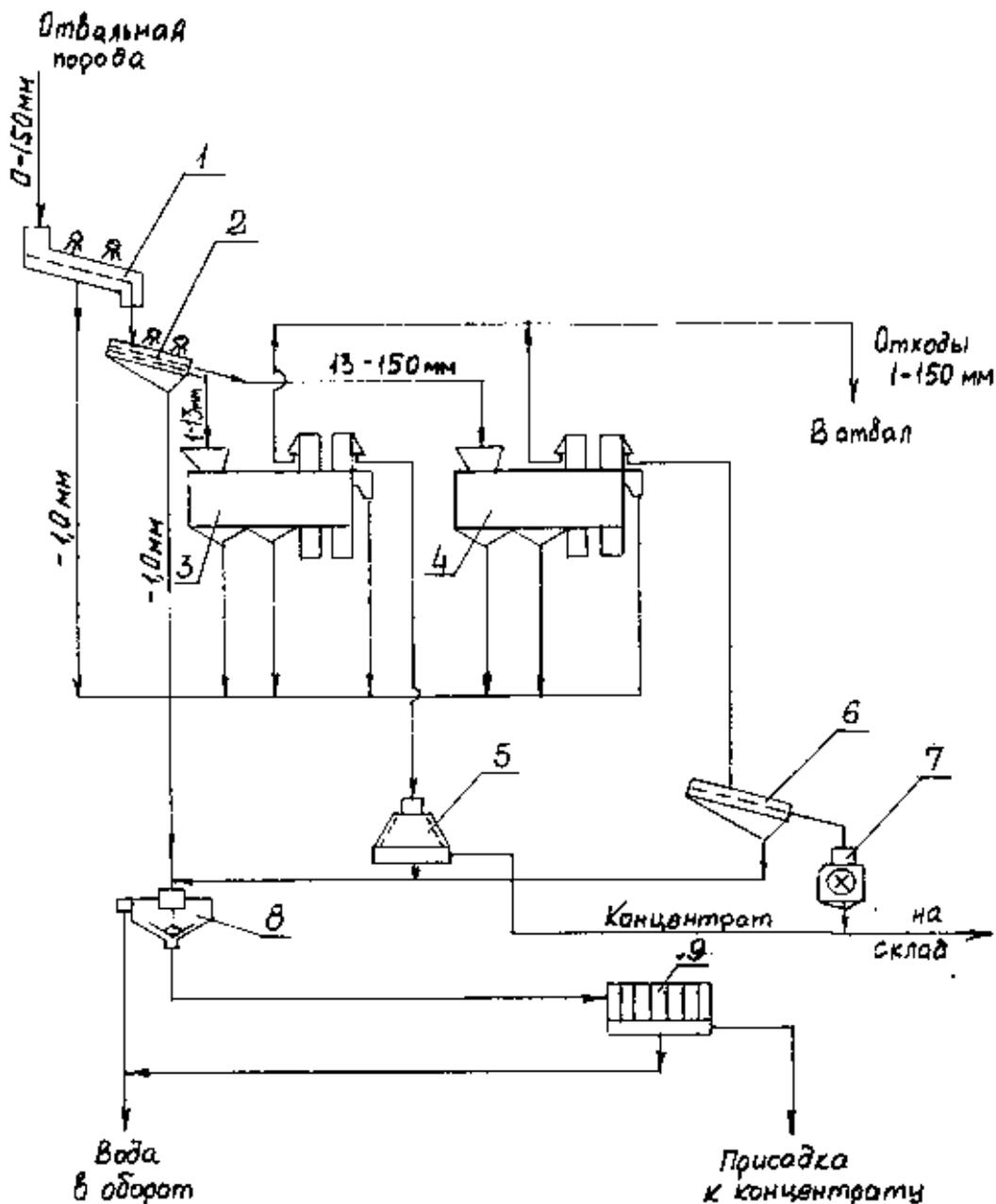


1 – грохот цилиндрический типа ГБК; 2 – плоское сито для дешламации материала; 3 – вибрационная машина для обогащения; 4 – обезвоживающие элеваторы ЭОК-6; 5 – дуговое сито предварительного сбора воды; 6 – вибрационный грохот для обезвоживания породы; 7 – зумпф; 8 – шламовые насосы

Рис. 4 – Принципиальная схема обогатительного комплекса для извлечения угля из отвальной породы

На рис. 5 представлена принципиальная схема извлечения угля из отвальной породы с глубиной обогащения 1,0-150 мм. Отвальная порода крупностью 0-150 мм поступает в гидравлический грохот для обесшламливания по классу крупности –1,0 мм. Класс крупности 1-150 мм подается на вибрационный грохот для выделения машинных классов 1-13 мм и 13-150 мм, которые затем направляются на обогащение в обогатительные машины. Концентрат крупностью 1-13 мм выгружаемый обезвоживающими элеваторами из машины подается в фильтрующую центрифугу для дальнейшего обезвоживания. Концентрат крупностью 13-150 мм подается для обезвоживания на грохот, а затем в молотковую

дробилку для измельчения. Из дробилки и фильтрующей центрифуги угольный концентрат крупностью 0-100 мм направляется на склад угля. Порода после выгрузки из машин обезвоживающими элеваторами направляется в отвал. Класс крупности 0-1 мм, а также шламовые воды с обогатительных машин, центрифуги и грохота поступают в радиальный сгуститель. Сгущенный продукт сгустителя подается на фильтр-пресс, после обезвоживания на котором присаживается к концентрату.



1 – грохот гидравлический; 2 – грохот вибрационный; 3, 4 – вибрационные обогатительные машины; 5 – центрифуга фильтрующая вертикальная; 6 – грохот обезвоживающий; 7 – дробилка молотковая; 8 – сгуститель радиальный; 9 – фильтр пресс

Рис. 5 – Принципиальная схема обогатительного комплекса для извлечения угля из отвальной породы

Расчет технико-экономических показателей работы приведенных технологий извлечения угля из отвальной породы показывает, что их применение экономически целесообразно при содержании горючей массы в породе не менее 5,0 %.

В сравнении с другими методами, обогащение угля на решетке, совершающем направленные колебания в водной среде, имеет следующие преимущества:

- простота регулирования и автоматизации производственных процессов;
- малая чувствительность к колебаниям загрузки и качественного состава питания;
- возможность эффективного обогащения углей с высоким содержанием породы;
- разделение обогащаемого материала в широком диапазоне крупности (от 0,5 до 150 мм);
- высокая точность разделения, обеспечивающая незначительное засорение продуктов обогащения посторонними фракциями;
- незначительное шламообразование (по сравнению с гидравлической отсадкой на неподвижном решетке) вследствие сокращения времени пребывания материала в жидкости;
- незначительный (по сравнению с другими мокрыми процессами) расход технологической воды;
- простота, универсальность и дешевизна обогащения.

С учетом благоприятных вспомогательных условий (не требуется очистка оборотной воды, небольшие удельные расходы электроэнергии и технологической воды, незначительные расходы на вспомогательное оборудование) извлечение угля из породы в вибрационной обогатительной машине выдерживает экономическое сравнение с другими процессами того же назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование породных комплексов. Кузнецов К.К., Смородинов М.И., Шахмейстер Л.Г. и др. М.: Недра, 1974. - 232 с.
2. Флорль М., Хайнтгес З. Предварительное отделение породы в отсадочной машине с подвижным решетом на шахте «Эмиль Майриш» // Глюкауф. – 1986. - № 17. – С. 20-24.
3. Шевченко Г.А. Технология гидравлического обогащения угля в стоячей среде разделения // Геотехническая механика: Межвед. сб. научных тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. - 1999. - Вып. 13.- С. 124-132.