

УДК 622.7: 658. 567

В.В. ЕФИМЕНКО, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНОЙ МАССЫ НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТАХ КРИВБАССА

На горно-обогатительных комбинатах (ГОК) Кривбасса из скальных пород, попутно добываемых и отходов обогащения отгружают на строительные нужды ежегодно более 20-30 млн т строительных материалов, из них более 16 млн т щебня. Кроме того, горно-обогатительными предприятиями отрасли ежегодно используется на собственные нужды 20-22 млн т отходов для строительства плотин хвостохранилищ, водохранилищ и гидроотвалов, автомобильных и железных дорог.

Горно-обогатительные комбинаты Кривбасса сбрасывают в отвалы огромное количество пород, попутно добываемых, которые достигли годового объема скальной вскрыши, т.е. более 65 млн м³. Из этого объема перерабатывается только 3 % и производится ежегодно 1,7-1,8 млн м³ щебня, 80 % которого используется для собственных нужд и 20 % отгружается строительным организациям. Отходы обогащения применяются как добавки при производстве кирпича в количестве 0,5-0,6 млн м³ в год.

Кривбасс является крупнейшей железорудной базой страны. Девятью карьерами пяти мощных горно-обогатительных комбинатов Кривбасса ежегодно складывается в отвалы более 90 млн м³ вскрышных пород и свыше 70 млн т отходов обогащения сбрасывается в шламоохранилища. На всех ГОКах Кривбасса ежегодно добывается около 25 млн т тяжело обогащаемых железистых кварцитов с содержанием железа до 32-36 %. Их складировано уже более 500 млн т. Пока только на ЦГОКе путем обжиг-магнитного обогащения перерабатывается около 9,5 млн т в год окисленной руды. Поэтому одним из важнейших направлений лучшего использования недр Кривбасса является промышленное освоение высокоэффективной технологии обогащения окисленных руд.

Многочисленные исследования, показывают, что большинство вскрышных пород и отходов обогащения можно использовать для получения строительных материалов. Технические указания по применению в строительстве щебня из некондиционных кварцитов Кривбасса, рекомендуют применять этот материал для приготовления армированного и не армированного бетонов, устройства балластного слоя внутризаводских железнодорожных путей, строительства автомобильных дорог, искусственных оснований под фундаменты и обратных засыпок. Однако на ГОКах Кривбасса сделаны только первые шаги по переработке скальных вскрышных пород в щебень. На ГОКах предусматривается строительство фабрик по производству щебня с годовой производительностью соответственно 2,6; 1,0 и 0,6 млн м³. Использование щебня из горных пород ГОКов позволяет народному хозяйству получать на каждом 1 м³ этого строительного материала экономию государственных средств в размере 10-18,5 грн.

Кристаллические сланцы, разрабатываемых на карьере ЦГОК, с 3-4 сланцевого горизонта при высокотемпературном обжиге вспучиваются, образуя пористый заполнитель. На керамзите из кристаллических сланцев можно получать теплоизоляционные бетоны с пределом прочности при сжатии 50-500 кг/см² и объемной массой 1000-1700 кг/см³. Масса железобетонных конструкций снижается до 35%, а расход металла сокращается на 15-20%.

Классифицированные отходы размерами 0,14-5 мм обогащения ГОКов могут быть широко использованы в качестве заполнителя для приготовления тяжелого бетона, строительных растворов, плотных, ячеистых автоплавних и безавтоплавних силикатных бетонов, асфальтобетона, для получения силикатного кирпича, для основы дорог. Тонкодисперсная часть отходов ГОКов (менее 0,14 мм) может быть использована для получения всех видов автоплавних силикатных материалов (кирпича, блоков, газосиликата). По крупности шламы можно отнести к группе мелких песков, объемная и удельная масса которых выше, чем у мелкозернистых природных нерудных материалов. Проведены опыты по получению бетонов, в которых крупный и мелкий заполнители полностью заменены отходами ГОКов (железисто-кварцевым щебнем и шламами). Бетон, в котором песок заменен шламами, почти не отличается по свойствам от обычного бетона, кроме объемной массы, которая на 5-8% больше.

На НКГОКе ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» классифицируют отходы магнитного обогащения железистых кварцитов и получают от 450 до 520 тыс. м³ песка в год. Себестоимость производства песка колеблется от 300 грн./м³. Из приведенных данных видно, что несмотря на

высокую экономическую эффективность использования отходов обогащения и вскрышных пород для получения строительных материалов объем производства их очень и очень низкий.

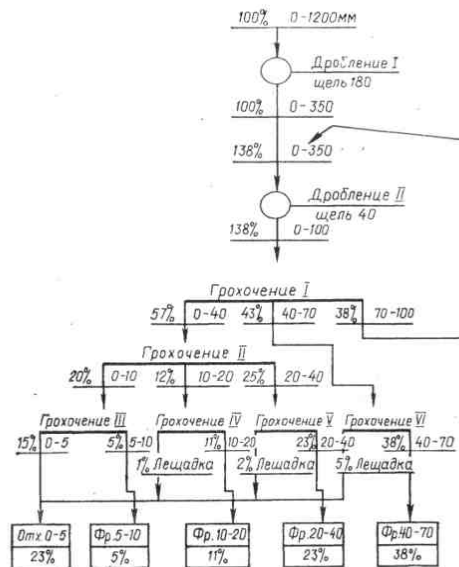


Рис. 1. Технологическая схема фабрики нерудных материалов ГОКа

Из приведенных примеров видно, что комплексность использования месторождений у нас еще очень низкая.

Это объясняется трудностями, из которых можно выделить:

некомплексное изученность месторождений на всех стадиях разведки и геолого-экономической оценки;

слабую изученность физико-химических и технологических свойств горных пород месторождений;

внутриведомственные интересы (горные предприятия подчинены разным ведомствам, поэтому не имеют единой технической политики);

отсутствие стандартов и технических условий на многих материалах из сырья попутной добычи и отходов обогащения;

отсутствие стимулов и поощрений для предприятий за эффективное комплексное использование минерального сырья и отходов производства;

слабое развитие общетеоретических и экономических основ комплексного использования природных ресурсов.

Для действительно рационального и комплексного использования земных недр недостаточно ясны еще многие экономические, технологические и организационные вопросы.

Расчет народнохозяйственных затрат при комплексной переработке горной массы рассчитаем на примере железорудного горно-обогатительного комбината. Отправной точкой расчета затрат на производстве отдельных полезных компонентов является промышленная ценность готового продукта (железного концентрата, классифицированного песка, щебня).

В представленной технологической схеме (рис. 2) можно выделить процессы, которые относятся к производству какого-либо одного продукта. К ним относятся: классификация - только для получения классифицированного песка, грохочения - только для получения щебня, дробления безрудной скальной вскрыши - только для получения щебня. Однако в технологической схеме есть и комплексные операции, которые выполняют для получения нескольких продуктов. К ним относятся: дробление и мокрое магнитное обогащение железных руд - для получения железного концентрата и классифицированного песка, дробление и сухое магнитное обогащение некондиционных руд - получения железного концентрата и щебня, извлечение горной массы из недр - получения железного концентрата, классифицированного песка и щебня.

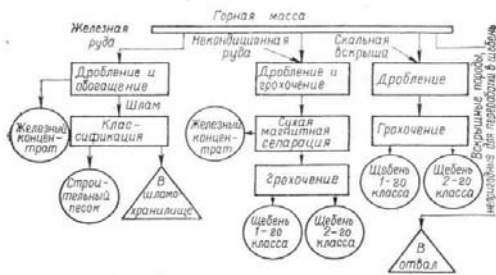


Рис. 2. Технологическая схема комплексной переработки горной массы на железорудном горно-обогатительном комбинате

В технологической схеме выделяют три ветви: первая - переработка железной руды с получением железного концентрата и классифицированного песка, вторая - переработка некондиционной руды с получением железного концентрата сухим магнитным обогащением и строительного щебня, третья - переработка скальной вскрыши в строительный щебень.

В первой ветке для получения классифицированного песка полуфабрикатом служат шлам, отходы обогащения. Поэтому относить часть затрат на дробление и обогащение на производство песка не следует. Промышленная ценность песка равна $a_n U_n$, а затраты на его производство - это затраты на классификацию C_n , для концентрата эти показатели равны соответственно $a_k U_k$ и C_k - расходы на дробления, обогащение и на все производственные процессы по добыче руды. Расходы на складирование шламов входят в расходы C_k .

В качестве полуфабриката для получения щебня с некондиционных руд служит измельченная масса после сухого магнитного обогащения. Промышленная ценность этого полуфабриката

$$P_{щ} = a_{щ1} U_{щ1} + a_{щ2} U_{щ2} - C_T, \tag{1}$$

где, $a_{щ1}$ и $a_{щ2}$ - выход щебня соответственно 1 и 2 классов, m^3 ; $U_{щ1}$ и $U_{щ2}$ - цена щебня соответственно 1 и 2 классов, грн./ m^3 ; C_T - общие эксплуатационные расходы на грохочения, грн.

Расходы на дробление и магнитное сухое обогащение - C_M необходимо распределить пропорционально промышленным ценностям и с учетом количества полуфабриката щебня и концентрата сухого магнитного обогащения. Обозначим затраты по этим процессам через C_1 и распределив их пропорционально промышленным ценностям производимых продуктов, получим долю расходов

для концентрата:

$$C_1' = \frac{a_c \cdot U_c}{a_c \cdot U_c + P_{щ}'} \cdot C_1; \tag{2}$$

для полуфабриката щебня:

$$C_1'' = \frac{P_{щ}'}{P_{щ}' + a_c \cdot U_c} \cdot C_1, \tag{3}$$

где, a_c - масса концентрата, получаемого сухим магнитным обогащением, т; U_c - цена концентрата, полученного сухим магнитным обогащением, грн./т. Расходы на концентрат при сухой магнитной сепарации уровня C_1 , а на щебень - $C_T + C_1''$. Расходы на получение щебня из скальной вскрыши $C_{дг}$ включают затраты на дробление и грохочение.

При комплексном использовании минеральных ресурсов сокращается площадь земель под отвалы пород и шламохранилище на величину

$$S_c = \frac{a_{щ}}{S_{щ}} \mid \frac{a_{щ1} + a_{щ2} + a_{щ1}' + a_{щ2}' + \epsilon_c}{S_{от}}, \tag{4}$$

где $S_{щ}$, $S_{от}$ - удельная емкость соответственно шламохранилища и отвала, $m^3/га$ (т/га); - объем производства щебня и скальной вскрыши соответственно в 1 и 2 фракции, m^3 .

Сегодня в Украине известны только два проекта, на которых дообогачаются бедные руды и отходы обогащения богатых руд. На ЦГОКе (Кривой Рог, Днепропетровская область) работает установка для вторичной переработки залежалых песков шламохранилища, которые содержат железо. Месячная производительность оборудования около 50 тыс. т концентрата. Как уточнили в пресс-службе горнорудного дивизиона "Метинвест Холдинга" с момента запуска установки в 2001 г. было произведено более 5,3 млн т концентрата. В "Метинвесте" отмечают, что кроме получения дополнительного объема товарной продукции, освобождается емкость для складирования отходов обогащения (до 0,4 млн m^3) и не приходится расширять площади хвостохранилищ.

При этом, по данным института "Гипромашобогатение" существующую на ЦГОКе технологию можно усовершенствовать, что позволит увеличить содержание железа в концентрате на 1 % - до 54,7 %, снизить содержание железа в хвостах на 2 %. Кроме того, увеличится выход продукта на 4 % и извлечения на 8,5 %.

Вторым примером является компания Metal Union, которая в 2005 г. запустила проект "Рекультивация техногенных месторождений" и с 2009 г. начала промышленное производство концентрата по собственной запатентованной технологии гравитационного обогащения хвостов железорудного производства на мощностях опытно-промышленного комплекса "Желтые Воды" (Днепропетровская область). Более того, уже выполнены отгрузки первых партий товарного концентрата: в 2009 г. европейском производителе стали, в 2010 г. - китайским потребителем.

Ожидается, что в дальнейшем на мощностях Metal Union по собственной технологии ежемесячно производить не менее 50 тыс. т концентрата. Этот показатель может быть увеличен за счет кооперации с отечественными ГОКами, заинтересованными в переработке собственных отходов обогащения руды.

Большая часть твердых отходов города концентрируется на отвалах, отведениях и хвостохранилищах предприятий. На сегодня в хранилищах организованного складирования накоплено уже более 9 млрд т промышленных отходов. Их утилизация и использование составляют 43,2 млн т или 28,5 % от общего объема созданных предприятиями отходов. Зачастую предприятия изготавливают из них щебень, который затем используется при проведении строительных работ и созданию все тех же хвостохранилищ.

Подводя итоги можно сделать выводы, что при сооружении новых и реконструкции существующих промышленных предприятий следует применять современные экологически безопасные технологии. На действующих производствах необходимо исключить или свести к минимуму использование в технологических процессах сырья с содержанием загрязнителей и вредных веществ, отходы которой не поддаются обезвреживанию или утилизации. Для Криворожского территориально-производственного комплекса в целом необходимо разработать специальную программу строительства полигонов для хранения отходов производства, на базе которых, в свою очередь, будут создаваться новые технологии очистки этих отходов и сведения к минимуму загрязнения ими окружающей среды.

В горнодобывающей отрасли целесообразно постепенно полностью перейти на подземную добычу железных руд, используя отработанные шахты для захоронения отходов этой отрасли промышленности. Необходимо продолжать разработку и внедрение технологий очистки и утилизации высокоминерализованных шахтных вод. Также нужна программа реконструкции отвалов, карьеров, хвостохранилищ для уменьшения их негативного влияния на экологическую обстановку в городской агломерации. При этом на первом этапе может быть с успехом использованы уже существующие разработки НИГРИ по борьбе с пылью. С этой же целью на всех дробильно-обогажительных фабриках и других производствах следует ввести закрытые хранилища готовой продукции и других сыпучих продуктов.

Для предотвращения возможной интенсификации экзогенных геологических процессов при проектировании новых горнотехнических сооружений (хвостохранилищ, карьеров, отвалов, прудов-накопителей) нужно разрабатывать соответствующие защитные проектные мероприятия.

Список литературы

1. Багрий І.Д., Блінов П.В., Белокопитова Н.А. Геоекологічні проблеми криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі. – К.: Фенікс, 2002. – 192 с.
2. Брылов С.А., Грабчак Л.Г., Комащенко В.И. Охрана окружающей среды. – М.: Высш. Шк., 1985. – 272 с.
3. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды на карьерах. – К.: Высш.шк., 1990. – 264 с.
4. Копань Г.Ю., Свѣтхов В.Д., Свѣтхов С.В. Повторне використання відходів збагачення багатих залізних руд шахти ім. Леніна (Криворізький басейн).
5. bibl.kma.mk.ua/pdf/pidruchnuku/7/20.pdf
6. www.nbu.gov.ua/portal/natural/Tob/2008_16/Stati/14-Bondarenko.pdf

Рукопись поступила в редакцию 12.01.12

УДК 622.235: 622.271: 681.3

И.Р. БАБАЯН, ассистент, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАРОЖДЕНИЯ И РАССЕИВАНИЯ ПЫЛЕГАЗОВОГО ОБЛАКА (ПГО) ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ НА КАРЬЕРАХ

Изложена методика разработки компьютерной программы расчета параметров влияния на окружающую среду пылегазовых выбросов при массовом взрыве в карьере с учетом метеофакторов для выбора средств и мероприятий по охране атмосферы при разработке диспозиций массовых взрывов