

полняться на стадии проектирования посредством математического моделирования вентиляционной системы и поиска оптимального варианта.

Исходя из того, что вентиляция рудников является одним из самых энергоемких процессов горного производства, вопросы поиска и реализации оптимальных режимов проветривания урановых шахт остаются актуальными на стадиях проектирования и эксплуатации горных предприятий, а уменьшение затрат на проветривание является одним из путей снижения себестоимости конечного продукта горного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добыча и переработка урановых руд в Украине: Монография/ М.И.Бабак, Ю.И.Кошик, О.К.Авдеев и др.; под общ. ред. А.П.Чернова.– К.: "АДЕФ-Украина", 2001.-238 с.
2. Результаты воздушно-депрессионной съемки вентиляционной системы шахты "Смолинская": (Технический отчет) /рук. Е.В.Филянин. –Кривой Рог, 2001. -41 с.
3. Результаты воздушно-депрессионной съемки вентиляционной системы шахты "Ингульская": (Технический отчет) / рук. Е.В.Филянин. –Кривой Рог, 2001. -60 с.
4. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. –М.: Недра, 1972. –225 с.
5. Справочник по рудничной вентиляции / Ф.А.Абрамов, В.А.Бойко, Н.Ф.Гращенков и др.; под общ.ред. К.З.Ушакова. –М.: Недра, 1977. -328 с.

УДК [622.7.056-9:622.271]:622.68

Е.В. Бабий, к.т.н., старш. научн. сотр.
(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И КОМПЛЕКСОВ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ В КАРЬЕРАХ, ШАХТАХ, ОТВАЛАХ И ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ

Досліджено об'єкти технології передзбагачення сировини: кар'єри, шахти, відвали та хвостосховища за видами технологічних комплексів. Обґрунтовано стадію механічного дроблення в технологічній схемі. Встановлений склад обладнання для пересувних, полу-стаціонарних та стаціонарних комплексів.

THE FEATURES OF MANUFACTURING SCHEMES AND EQUIPMENT'S COMPLEXES OF MINERAL RAW MATERIALS CONCENTRATION TECHNOLOGY IN THE QUARRIES, MINES, DUMPS AND TAILING DUMPS

The objects of mineral raw materials concentration technology: quarries, mines, dumps and tailing dumps by its types of technological complexes are analyzed. The stage of mechanical fragmentation in the manufacturing scheme is justified. Configuration for movable, semi-movable and fixed complexes is determined.

Криворожский железорудный бассейн разрабатывается третье столетие [1]. Первоначально развитие горных работ в карьерах характеризовалось небольшими объемами выемки вскрышных пород, высокой интенсивностью углубки и богатыми железными рудами. За период осуществления горнодобывающей деятельности в карьерах были внедрены высочайшие достижения науки и техники. Каждый этап развития сопровождался увеличением единиц

добычной техники и транспорта, вводились новые производственные процессы, внедрялись комплексы оборудования, совершенствовались схемы вскрытия рабочих горизонтов и др. Существующее положение горных работ характеризуется глубокими горизонтами добычи, снижением качества минерального сырья, высокими затратами на транспортирование и обогащение полезного ископаемого.

Украина занимает первое место в мире по запасам железных руд, тогда как с учетом качества и ценности конечной продукции она находится на пятом месте в мировом списке [2]. Это объясняется тем, что разрабатываемые открытым способом магнетитовые кварциты Кривбасса относятся к бедным рудам. Кроме того, происходит снижение качества исходного минерального сырья из-за разубоживания руд на отдельных участках путем включения в запасы нерудных пород (безрудные прослойки до 10 м включаются в запасы [3]), смешивания руды и вмещающих пород в контактных зонах, увеличения вместимости ковшей экскаваторов (с 5 м³ до 12 м³) и невозможности селективной выемки руд. Поэтому важным этапом добычи и переработки полезного ископаемого является, в первую очередь, повышение качества исходного минерального сырья, что возможно сделать с помощью технологии предобогащения руды в карьере (ТПРК). Сущность этой технологии заключается в том, что в карьере осуществляют предварительное обогащение рудного или вскрышного потока, после чего отходы предобогащения размещают в выработанном пространстве или складировуют совместно со вскрышными породами. ТПРК включает в себя достоинства предварительной концентрации металла в руде и позволяет преодолеть недостатки ее использования на обогатительной фабрике. Эта технология горных работ отличается от известных тем, что в карьере производят дополнительные технологические процессы: среднее дробление (при необходимости) и сухую магнитную сепарацию.

Технология предобогащения охватывает следующие объекты горного предприятия: карьер, шахта, отвал, хвостохранилище. Первичная переработка горной массы может осуществляться в очистном забое, на перегрузочном автомобильно-конвейерном пункте в карьере или перегрузочном пункте на земной поверхности, на ярусе отвала, дамбе хвостохранилища или при дробильно-бункерном комплексе.

Комплекс горных работ на карьерах при технологии предобогащения состоит из ряда технологических процессов (подготовка пород к выемке, выемочно-погрузочные работы, механическое дробление, предварительное обогащение продукта, транспортирование горной массы, отвалообразование). Наиболее рационально развитие технологии предобогащения руды в карьерах на базе циклично-поточной технологии. Так как при циклично-поточной технологии применяется производственный процесс – крупное механическое дробление. Поэтому комплекс ТПРК предусматривает использование существующих дробильно-перегрузочных пунктов и комплексов оборудования.

Относительно места расположения комплекса оборудования в карьере, шахте, отвале, хвостохранилище, можно остановиться на основных (рис. 1):

- в рудном забое или забое по выемке вскрыши,
- на борту карьера (рабочем, нерабочем или временно нерабочем),
- на перегрузочном пункте (в карьере или на поверхности),
- отдельный комплекс при обогатительной фабрике.

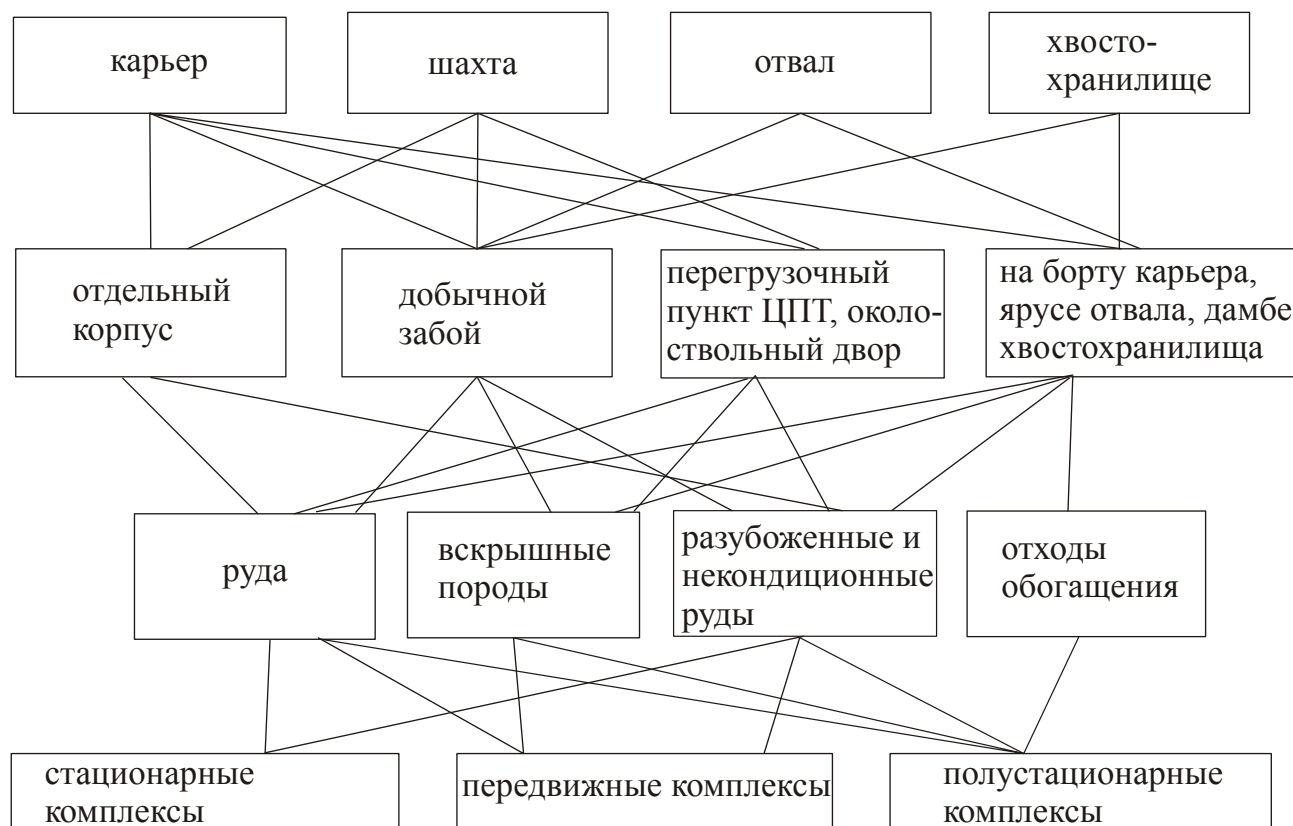


Рис. 1 – Схема вариантов месторасположения комплекса оборудования по объектам технологии предобогащения

При развитии горных работ происходит постоянное перемещение бортов карьера с увеличением фронта работ, подготовка новых выемочных блоков, подвигание добычных забоев, перенос перегрузочных пунктов и т.д. в зависимости от этого предобогащенные комплексы оборудования могут быть передвижными, полустационарными и стационарными.

Передвижные комплексы. При открытой добыче железистых кварцитов (окисленных или неокисленных) применение предобогащения непосредственно в забое для небольших объемов разубоженных, некондиционных или окисленных руд возможно с помощью передвижного дробильно-обогажительного комплекса [4,5]. ОАО «Механобр-Техника» разработал мобильный дробильный агрегат на базе вибрационной щековой дробилки 15×20 с наклонной камерой дробления. Однако в условиях Кривбасса, где крепость пород свыше 20 баллов по Протодяконову, такие агрегаты не могут быть использованы.

Передвижной технологический комплекс для обогащения слабомагнитного сырья разработан ООО «НПП «Укрэкология», который дает выход товар-

ного продукта 41,6 % с содержанием в нем железа 54,4 %. Недостаток комплекса в низкой производительности.

В ИГТМ НАН Украины разработан конструктором, к.т.н. С.М. Бро передвижной дробильно-обогащительный комплекс. Особенностью комплекса является то, что оборудование механического дробления сосредоточено в одном агрегате, а предобогащения – в другом. Производительность комплекса до 1000 т/ч при общей массе 900 т. Дробильная машина внутривалкового типа принимает наибольший размер куска горной массы в питании 1200 мм. В зависимости от горнотехнических и горно-геологических условий дробилки в агрегате, а также сепараторы в обогащительном агрегате могут быть различного типа. Для увеличения раскрытия рудных минералов возможна установка центробежно-ударной дробилки VSI Nordberg Varmax серии VI500. Обогащительная машина в зависимости от сортов обогащаемых руд включает различные типы сепараторов.

Основные достоинства передвижного комплекса заключается в мобильности и возможности выборочной переработки руд, тогда как недостатки – это небольшая производительность оборудования, которая находится в обратно пропорциональной зависимости от крепости горной массы.

Полустационарные комплексы. При отработке пластовых и крутонаклонных месторождений, расчистке хвостохранилища или вторичной обработке отвальных вскрышных пород проектируются полустационарные комплексы. Их отличительной характеристикой является сравнительно продолжительный период пребывания комплекса на одном месте при отработке блока, участка или яруса. При переходе добычных работ к следующему этапу с целью сокращения затрат на транспортные расходы или расконсервации запасов предобогащительный комплекс демонтируют и переносят. Полустационарные комплексы часто располагают на временно нерабочих бортах карьера, на дамбах хвостохранилища, ярусах отвалов или перегрузочном пункте при веерной системе разработке пластовых месторождений.

Стационарные комплексы. Циклично-поточная технология широко используемая на карьерах Кривбасса основывается на стационарных перегрузочных пунктах. Стационарный перегрузочный пункт относится к капитальному строительству, где при помощи подземных горных работ закладывается мощный фундамент и сооружение, оставляются предохранительные целики, формируются подъездные пути, монтируется оборудование большой единичной мощности. Технические характеристики использования конвейерного транспорта обязывают применять на перегрузочных пунктах в карьере дробильные агрегаты. Стационарные комплексы, учитывая объемы капитальных вложений в развитие производства, должны решать крупные технологические задачи: увеличение производственной мощности карьера, уменьшение затрат на транспортирование горной массы и т.д. Демонтировать и переносить крупные капитальные объекты не рационально из-за дороговизны процесса, поэтому их располагают в обоснованном месте из расчета длительного срока службы.

При проектировании комплекса оборудования предварительного обогащения горной массы важным фактором является наличие в карьере корпуса крупного дробления и возможность подведения к нему грузопотока, подлежащего сухой магнитной сепарации. Расположение дробильно-обогащительного оборудования может быть на площадке перегрузочного пункта в карьере или на земной поверхности. Производительность технологического комплекса ограничивается техническими параметрами и габаритами обогащительного оборудования. Как правило, на рабочих площадках присутствует проблема дефицита свободных площадей, поэтому технологические схемы предобогащения руды в карьере могут быть следующими:

- с расположением оборудования на одном уступе;
- поуступное расположение оборудования;
- с расположением оборудования на борту карьера;
- возле квершлага при открыто-подземной выемке железистых кварцитов.

Следующий вариант применения предобогащительного комплекса – это отдельный корпус с полным комплектом оборудования. Расположение корпуса возможно возле карьера (например, возле Артемовского карьера, который находится за 65 км до обогащительной фабрики), хвостохранилища, отвала или возле обогащительной фабрики при отсутствии сухой магнитной сепарации в технологической цепи.

При обосновании комплекса оборудования (производительности, количества единиц, месторасположения) важное значение имеет стадия дробления, так как подвергать рудную массу сухой магнитной сепарации можно после крупного, среднего и мелкого дробления. Этот показатель, главным образом, регулируется через качество перерабатываемого минерального сырья. В работе [6] обоснована зависимость стадии механического дробления и состава оборудования от ценности горной массы, согласно которой получены выводы:

– извлечение магнитной составляющей из скальных вскрышных пород (горная масса с низкой степенью ценности) рационально после крупного дробления. Планировать капитальные затраты на строительство и монтаж дробилок среднего и мелкого дробления не эффективно, потому что очень низкий экономический эффект. Для этих руд можно применить сепараторы, перерабатывающие крупнокусковую массу, фирмы НТЦ МАГНИС ЛТД;

– предварительное обогащение некондиционных или разубоженных руд из контактных зон «руда – вмещающие породы» (горная масса со средней степенью ценности) эффективно выполнять после среднего дробления, которое способствует лучшему раскрытию минеральных зерен с минимальным переизмельчением горной массы. Для переработки этой фракции разработан комплекс оборудования ПГ "Магнитный сепаратор" Российской Федерации для сильно- и слабомагнитных руд, который широко используется в горной промышленности;

– кондиционные и окисленные руды (горная масса с высокой степенью ценности) с целью минимизации потерь полезного компонента рацио-

нально подвергать всем трем стадиям дробления и только после этого выполнять сухую магнитную сепарацию. Сепараторы для сильно- и слабомагнитных руд производят НПФ "Продэкология" (г. Ровно), ООО НПШ "Укрэкология", НПФ "Эрга" (г. Калуга, РФ).

Полный комплект оборудования дробильно-обогажительного комплекса включает в себя (рис. 2): приемный бункер 1, дробилку крупного дробления 2, грохот 4, питатель 5, дробилку среднего дробления 6, передаточные конвейера 3 и 7, дробилку мелкого дробления 8, сепараторы 9, бункера под промпродукт и хвосты обогащения 10. Из карьера горная масса транспортируется наклонным или крутонаклонным конвейером 11 на железнодорожно-конвейерный перегрузочный пункт 12.

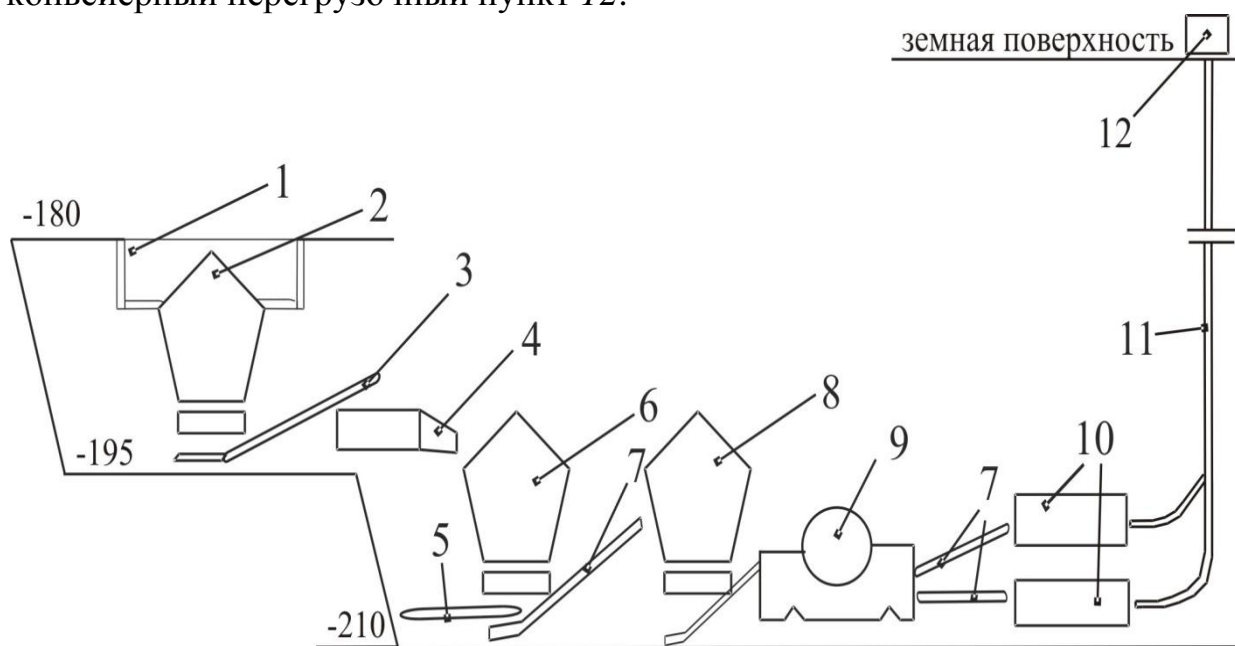


Рис. 2 – Полный комплект оборудования дробильно-обогажительного комплекса в карьере

В зависимости от объекта предобогащения (см. рис. 2), его производительности, качества перерабатываемого минерального сырья и т.д. комплект оборудования в предобогажительном комплексе может быть различным. Например, в передвижном дробильно-обогажительном комплексе необходимо предусмотреть дробилку крупного дробления, тогда как при автомобильно-конвейерном перегрузочном пункте в карьере дробилка уже есть. Тогда как при предобогащении техногенного сырья на хвостохранилище в дробилке нет необходимости, так как фракция исходного минерального сырья на порядок ниже, чем выдает дробилка мелкого дробления.

Если продифференцировать полный комплект оборудования для конкретных условий применения в зависимости от типа комплекса (передвижной, полустационарный или стационарный), то можно выделить стандартный комплект оборудования по всем объектам технологии предобогащения (табл. 1).

Таблица 1 – Состав оборудования предобогажительного комплекса

Тип комплекса	Приемный бункер	Дробилка крупного дробления	Грохот	Питатели	Дробилка среднего дробления	Дробилка мелкого дробления	Сепараторы	Бункеры для руды, промпродукта и отходов
Передвижной комплекс	+	+	+/-	+/-	-	-	+	+/-
Полустационарный комплекс	+	+	+	+	+/-	-	+	+
Полустационарный комплекс для техногенного сырья	+	-	-	+	-	-	+	+
Стационарный комплекс	+/-	+/-	+	+	+	+	+	-

По техническим характеристикам выполнен оптимальный подбор соответствующего оборудования для каждого технологического процесса: экскавации, всех стадий дробления, грохочения, сухой магнитной сепарации (табл. 2) в зависимости от исходного максимального куска горной массы, типа комплекса и его месторасположения.

Формирование состава оборудования дробильно-обогажительных комплексов в технологии предобогащения зависит от объекта (карьер, отвал, шахта, шламохранилище), качества минерального сырья (кондиционные, некондиционные или окисленные руды, техногенное сырье) и кусковатости горной массы. В зависимости от этих факторов индивидуально подбирается месторасположение комплекса, стадия дробления, тип оборудования и количество единиц. При технико-экономическом обосновании месторасположения дробильно-обогажительного комплекса решающую роль имеют: наличие свободной площади (рабочей площадки, уступа, дамбы) для расположения оборудования и возможность использования конвейерного транспорта, как самого дешевого вида транспорта.

Таблица 2 – Обоснование типа оборудования для дробильно-обогастительных комплексов железных руд

Тип комплекса	Месторасположение дробильно-обогастительного комплекса	Исходный материал, т/м	Экваторы	Дробилка крупного	Дробилка среднего	Дробилка мелкого	Грохот	Сепараторы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	в рудном забое	1200	ЭКГ-5А ЭКГ-6,3 УС ЭКГ-8И	1) центробежно-ударного типа; 2) внутри-валкового типа; 3) вибрационно-щелевая	VSI Nordberg Varmac; Титан Д-250	-	ГИТ-52ММ ГСТ-42	НТЦ МАГНИС ЛТД; ПБС-90/250; ПБС 150/200
2	в забое по выемке скальной вскрыши	1200	ЭКГ-5А ЭКГ-6,3 УС ЭКГ-8И	-	-	-	ГИЛ-52КП ГИТ-63	НТЦ МАГНИС ЛТД
	по переработке техногенного месторождения (пламоохранилище, хвостохранилище)	5-0	ЭКГ-4У	-	-	-	-	ПБСС-90/110; ЭБС-80/1701; DS-1224-65; СМВИ
	по переработке скальной вскрыши на отвале	1200	От ЭКГ-4У до ЭКГ-20А	ККД 1500/180; ККД 1200/150	-	-	ГИЛ-52КП ГИТ-63	НТЦ МАГНИС ЛТД
3	на борту карьера	1200	ЭКГ-6,3 УС ЭКГ-8И ЭКГ-10 ЭКГ-12,5	ККД 1500/180; ККД 1200/150	КСД-1200Гр КСД-2200Гр	-	ГИТ-52ММ ГСТ-42	НТЦ МАГНИС ЛТД; ПБС-90/250; ПБС 150/200
	на борту карьера при открытой подземной разработке	350-200	-	-	КСД-1200Гр КСД-2200Гр	-	ГИТ-52ММ ГСТ-42	НТЦ МАГНИС ЛТД; ПБС-90/250; ПБС 150/200

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полустационарный	на автомобильно-железнодорожном перегрузочном пункте с учетом сервентации по руде	500-0	От ЭКГ-6,3 УС до ЭКГ-20А	ККД 500/75	КСД-600	КМД-1200Т	ГИТ-51Н; ГИТ-41; ГИСТ-72; ГИТ-32	ПВСС-90/110; ЭБС-80/1701; DS-1224-65
	на рудном перегрузочном пункте ЦПТ	350-100	ЭКГ 6,3 УС ЭКГ-8И ЭКГ-10 ЭКГ-12,5	- (уже есть)	КСД-900; КСД-1200Гр	КМД-1200Т; КМД-1200Гр	ГИТ-61; ГИТ-42Н; ГИТ-52	ПВСС-90/110; ЭБС-80/1701; DS-1224-65
	вскрышном перегрузочном пункте ЦПТ	350-100	ЭКГ 6,3 УС ЭКГ-8И ЭКГ-10 ЭКГ-12,5	- (уже есть)	-	-	ГИД-52КП ГИТ-63	НПЦ МАГНИС ЛТУД
Стационарный	отдельный корпус	1200	ЭКГ 6,3 УС ЭКГ-8И ЭКГ-10 ЭКГ-12,5	ККД-1500/180; ККД-1200/150	КСД-1200Гр КСД-2200Гр	КМД-1200Т; КМД-1200Гр	ГИТ-41; ГИТ-51Н; ГИСТ-72; ГИТ-32	ПВСС-90/110; ЭБС-80/1701; DS-1224-65

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Криворізький залізорудний басейн. До 25-річчя з початку промислового видобутку / Вілкул Ю.Г. [та ін.]. - Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ. - 2006. – 583 с.
- 2 Качество железорудного сырья подземной и открытой добычи как основа конкурентоспособности горнодобывающей промышленности Украины / Ю.Г. Вилкул, А.А. Азарян, В.А. Азарян, В.А. Колосов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. - № 4. – С. 32-34.
- 3 Отраслевая инструкция по определению, учету и нормированию потерь руды при разработке железорудных, марганцевых и хромитовых месторождений на предприятиях Министерства черной металлургии СССР / ВИОГЕМ. - Белгород, 1975. – 68 с.
- 4 Гилунг, В.Ф. Передвижной технологический комплекс для обогащения слабомагнитного сырья / В.Ф. Гилунг, А.А. Ширяев // Обогащение руд. – 2002. - № 6. – С 24-26.
- 5 Вайсберг, Л.А. Мобильная карьерная дробилка на базе вибрационного способа дезинтеграции / Л.А. Вайсберг, А.Н. Сафронов // Обогащение руд. - 2002. - № 6. – С. 22-24.
- 6 Бабий, Е. В. Технология предобогащения железных руд в глубоких карьерах / Е. В. Бабий. - К.: Наукова думка, 2011. – 183 с.

УДК 621.3:622

П.А. Брюханов, асп.
(МакНИИ),

В.Г. Шевченко, д. т. н., уч. секр. инс.-та
(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗМОЖНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД

Розкрита залежність параметрів дегазаційних свердловин від величини деформації гірничого масиву і обґрунтовані умови для визначення необхідної глибини герметизації свердловин.

SUBSTANTIATING PARAMETERS DEGASIFICATION WELLS DEPENDING ON THE POSSIBILITY OF ROCK DEFORMATION

Dependence of the parameters disclosed degasification wells on the strain of rock mass and reasonable conditions to determine the necessary depth of sealing wells.

Как известно, подземная дегазация угольных шахт осуществляется путем извлечения метана из горного массива вакуум-насосами по скважинам, пробуренным из горных выработок в толщу горного массива. Горный массив, состоящий из напластований угля и вмещающих пород, в процессе горных работ подвержен деформации, что сказывается на деформации и работоспособности дегазационных скважин.

К параметрам дегазационных скважин, от которых зависит их нормальная работа и эффективность подземной дегазации, относятся: глубина их герметизации по длине скважины, меры по поддержанию кровли выработки для обеспечения их устойчивости и ряд коэффициентов, влияющих на утечки воздуха и степень дегазации массива.

Все эти параметры зависят от ожидаемой величины смещения кровли и деформации скважины.

Для нормальной работы скважин особо важное значение имеет правиль-