

Е.В. Семененко, О.А. Медведева

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРИВБАССА

Предложены методы возобновления аккумулирующей емкости хранилищ отходов и продления срока их эксплуатации, а также технология складирования отходов, обеспечивающая селективную разработку техногенных залежей.

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ КРИВБАСУ

Запропоновано методи поновлення акумулюючої ємності сховищ відходів і продовження терміну їх експлуатації, а також технологія складування відходів, що забезпечує селективну розробку техногенних покладів.

DEVELOPMENT TECHNOLOGY OF KRIVBASS ANTHROPOGENIC DEPOSITS

The methods of renewal of tailing pits storage space and their service life prolongation as well as cleaning rejects storage technology providing the selective field development of man-caused deposits are offered.

Промышленные запасы железных руд Криворожского бассейна (Кривбасса) составляют 16 млрд. тонн [1-5]. В настоящее время разрабатывается более 90% запасов богатых руд и более 50% бедных. Богатые руды, которые составляют более 43% всех разведанных запасов руд, можно без обогащения использовать в металлургии, так как среднее содержание железа в них составляет 57,6%. Их разработка составляет более 40% всей добычи и не обеспечивает потребности металлургии, что обусловило разработку бедных руд железистых кварцитов, которые легко обогащаются. Однако уже сейчас, в связи с тем, что некоторые горно-обогатительные комбинаты (ГОК) ощущают нехватку магнетитовых руд, и наряду с необходимостью усовершенствовать действующие технологии обогащения, все актуальнее звучит вопрос о вовлечении в переработку новых сырьевых ресурсов, аккумулированных в хранилищах отходов действующих ГОКов.

Большинство развитых зарубежных стран осуществляют политику сбережения своих ресурсов, интенсивно вовлекая в переработку техногенные месторождения, утилизируя отходы производства, разрабатывая технологии переработки этих отходов. Например, в США еще в 1993 году доля вторичного сырья в производстве цветных металлов составляла: по меди – 55%, вольфраму – 28%, никелю – 25% [6]. Подобная тенденция использования вторичных ресурсов наблюдается в Канаде, Великобритании, ЮАР, Испании и других странах. В Кривбассе с 1961 г. действует пять ГОКов, каждый из которых эксплуатирует как минимум одно крупное хранилище (табл. 1) [4, 6]. При этом, только на ЦГОКе и СевГОКе сегодня эти хранилища выступают базой для дополнительного производства концентрата и снижения нагрузки на карьеры. Дальнейшее распространение этой тенденции и эксплуатация хранилищ других ГОКов в качестве техно-

генных месторождений сдерживается существенными различиями между хранилищами и отсутствием технологии разработки техногенных залежей.

По способу формирования хранилища разделяют на три группы: подготовленные емкости для складирования отходов обо-

гащения; использование балок, пространств отработанных карьеров для заполнения их отходами обогащения; емкости для складирования отходов обогащения с наращенными дамбами обвалования, высота которых составляет 50 м и более.

*ОБЪЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ
В ХРАНИЛИЩАХ ГОКов КРИБВАСА [4, 6]*

Таблица 1

ГОК	Хранилище	Объем складированных отходов, млн.м ³
СевГОК	балка «Петрова»	375
ЦГОК	балка «Лозоватка»	246
НКГОК	«Объединенное»	250
	«Миролюбовка»	105
ЮГОК	«Объединенное»	250
	«Войково»	106
	балка «Грушеватая»	19
ИнГОК	«Николаевка»	283

Хранилища первого типа только начинают вводиться в эксплуатацию, в то время как для хранилищ, сформированных в балочных пространствах, уже имеется положительный опыт их расчистки (Марганецкий ГОК и ЦГОК). Наибольший интерес в настоящее время представляют хранилища последнего способа формирования, поскольку сроки их эксплуатации заканчиваются, в них аккумулированы отходы с высоким содержанием железа, а возможные технологии их разработки отсутствуют.

Целью статьи является рассмотрение возможности вовлечения таких техногенных месторождений в разработку путем их расчистки, учитывая, что ввиду высокой плотности частиц железных концентратов они осаждаются в верхней части пляжа, непосредственно за дамбой наращивания.

Сырье в хранилищах отходов рассматриваемого типа представляет собой материал, который раздроблен и измельчен, большая часть рудных минералов находится в раскрытом состоянии и пригодна для обогащения. С использованием гравитационной или комбинированной гравитацион-

но-магнитной технологии из отходов можно получить концентрат с содержанием железа 65-68%, выход концентрата составляет 25-30%. Согласно проведенным исследованиям при распределенном намыве за счет фракционирования твердого материала, частицы, содержащие железистые минералы, оседают непосредственно за выпуском из трубопровода на участке, не превосходящем 20% длины сформированного пляжа (рис. 1, а) [5-8].

Таким образом, в существующих хранилищах отходов техногенные залежи полезных ископаемых сосредоточены в объеме, ограниченном внутренним откосом дамбы обвалования, верхней поверхностью пляжа предыдущего яруса и сечением, отсекающим 20% длины пляжа по высоте яруса.

Дамба следующего яруса будет располагаться над этим участком, что затрудняет добычу техногенных россыпей после заполнения всего хранилища отходов. В этом случае потребуется установить экскаватор ЭКГ-5 или ЭКГ-4у на верхних горизонтах дамбы наращивания, с учетом того,

что высота забоя не должна превышать максимальной высоты черпания, и вынимать материал, складированный на данном ярусе возле внутреннего откоса дамбы. После этого снимают верхний слой дамбы наращивания и перемещают его во временный отвал. Также породы слагающие дамбу обвалования могут быть использованы как строительный материал. Возможен вариант, когда материал дамбы обвалования другим экскаватором перемещается на место добытого материала, и формируют там новую дамбу. Последующий ярус будет расчищаться таким же способом.

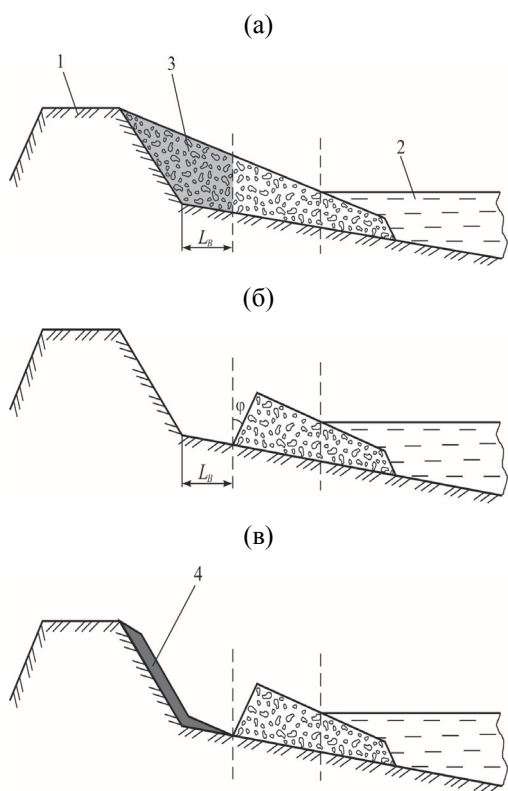


Рис. 1. Схема селективной добычи техногенных залежей в процесс складирования отходов обогащения: 1 – дамба обвалования; 2 – прудок; 3 – часть пляжа, в которой аккумулируются отходы обогащения с высоким содержанием ценного компонента; 4 – защищающая отсыпка

С учетом этого на новых хранилищах отходов предлагается после просушки карты производить выемку с пляжа твердого материала, ограниченного в продольном сечении внутренним откосом дамбы обвалования и откосом, обеспечивающим устойчивость остальной части пляжа, (рис. 1, б). После выемки части пляжа, содержащей железистые минералы, внутренний откос дамбы обвалования и верхнюю поверхность предыдущего яруса намыва покрывают защитной отсыпкой из кварцитов, пород вскрыши или водоизолирующих материалов, что обеспечивает сток осадков в прудок без попадания в эти области (рис. 1, в). В дальнейшем выработанное пространство может использоваться для складирования отходов обогащения сгущенных до концентрации пасты (рис. 2, а), заполняться крупнозернистыми отходами или вскрышными породами, обеспечивающими в дальнейшем устойчивость дамбы обвалования следующего яруса намыва (рис. 2, б). Как вариант возможна переработка добытых техногенных россыпей на специально смонтированной возле хранилища обогатительной фабрике с последующей укладкой отходов повторной переработки в образованную емкость (рис. 2, а). Так как отходы повторной переработки не содержат пылевых и глинистых частиц, которые были сепарированы из них в ходе первичного обогащения и фракционирования при укладке, то пыления пляжа исключается.

Добытую техногенную россыпь, с учетом горнотехнических параметров хранилища, можно доставлять на обогатительную фабрику автосамосвалами, гидротранспортом или использовать для этого конвейер. Конвейерный подъемник фиксироваться на колоннах, которые закрепляют в теле дамбы обвалования. Рядом с дамбой обвалования размещают обогатительную установку, которая также будет служить упорной призмой. Трубопроводный гидротранспорт отличается компактностью, совместимостью с обогатительным процессом, а также позволяет снизить энергоемкость добычи техногенных россыпей за

счет использования разницы геодезических высот [8-10]. В этом случае добычной экскаватор грузит россыпи в узел пульпоприготовления, где твердый материал смешивается с водой, взятой из прудка или доставляемой с фабрики. Затем пульпа самотеком по трубопроводам, проложенным по внешним откосам призмы обвалования и под дорогами на гребнях дамб, поступает на обогатительную фабрику. Если геодезической разности высот не достаточно, для обеспечения работы фабрики, у основания дамбы обвалования монтируется насосная станция, куда поступает самотеком пульпа и насосами подается дальше.

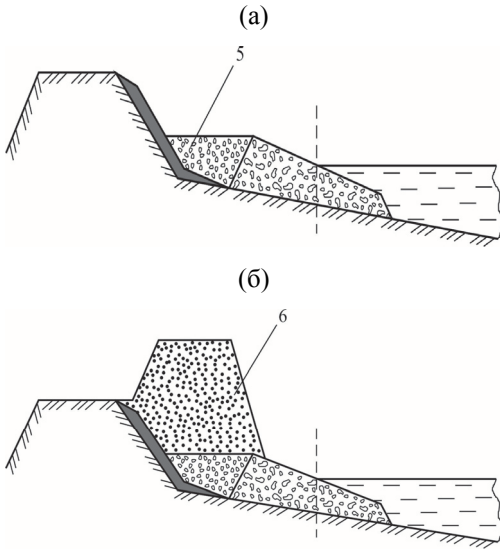


Рис. 2. Схема заполнения выработанного пространства при селективной добыче техногенных залежей в процессе складирования отходов обогащения: 5 – пульпа с концентрацией пасты; 6 – очередная дамба обвалования

Предполагая, что складирование отходов обогащения осуществляется методом распределенного намыва карт, учитывая характерные уклоны пляжа и дна яруса, геометрические характеристики дамбы обвалования и угол внутреннего трения материала пляжа, объем разрабатываемой

техногенной залежи в одной карте можно оценить как:

$$W = \Phi B h^2 ;$$

$$\Phi = \left[0,2(1 - \eta) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} + \frac{\sin(\alpha - \beta + \varphi)}{2 \sin \varphi} \right] \times$$

$$\times \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin^2 \alpha} ;$$

$$\eta = \frac{\Delta h}{h} ,$$

где W – объем разрабатываемой техногенной залежи;

Φ – коэффициент формы техногенной залежи;

B – ширина фронта намыва;

h – высота дамбы обвалования для рассматриваемого яруса;

η – относительное превышение верха дамбы обвалования над начальной точкой пляжа;

α – угол наклона бортов дамбы обвалования;

β – угол наклона пляжа;

φ – угол внутреннего трения материала пляжа;

Δh – превышение верха дамбы обвалования над начальной точкой пляжа.

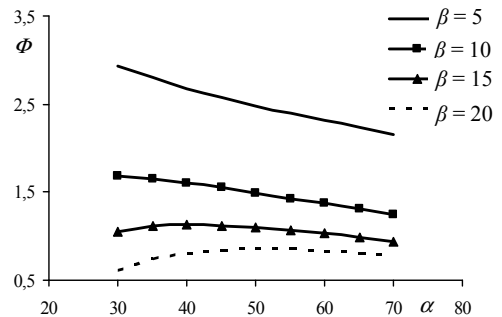


Рис. 3. Зависимость коэффициента формы техногенной залежи от угла наклона борта дамбы обвалования для различных углов наклона пляжа

Таким образом, внедрение предлагаемой технологии позволит добывать часть ценного компонента, оставшуюся в отходах обогащения, на стадии их складирования и формирования хранилища отходов. Это позволяет отказаться от эксплуатации хранилища как техногенного месторожде-

ния после завершения складирования отходов, избежать значительных объемов переэкскавации дамб обвалования верхних уровней и повысить экологическую безопасность и ресурсосбережение существующих технологий.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуменик, И.Л. Проблемы разработки россыпных месторождений [Текст] / И.Л. Гуменик, А.М. Сокил, Е.В. Семененко, В.Д. Шурыгин. – Днепропетровск: Січ, 2001. – 224 с.

2. Евтехов, В.Д. Топоминералогия отходов обогащения бедных железных руд Кривбасса как техногенного железорудного сырья [Текст] / В.Д. Евтехов, И.А. Федорова // Геолого-мінералогічний вісник КТУ. – 2001. – № 2 (6). – С. 81-87.

3. Четверик, М.С. Технологии и технологические схемы разработки действующих техногенных месторождений [Текст]: межвед. сб. научн. тр. «Геотехническая механика» / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, А.П. Семенова. – Днепропетровск, 2009. – Вып. 82. – С. 122-130.

4. Евтехов, В.Д. Технегные месторождения: от использования имеющихся – к созданию более совершенных [Текст] // Геолого-мінералогічний вісник КТУ. – 2003. – № 1. – С. 19-26.

5. Ермошкин, В.В. Опыт и проблемы гидроотвалообразования на разрезах Кузбасса [Текст] / В.В. Ермошкин // Материалы IV съезда гидромеханизаторов России «Гидромеханизация-2006». – М., 2006.

6. Медведева, О.А. Хвостохранилища Кривбасса, проблемы и особенности их эксплуатации [Текст]: межвед. сб. научн. тр. «Геотехническая механика» / О.А.

Медведева. – Днепропетровск, 2012. – Вып. 103. – С. 279-285.

7. Временные указания по технологии возведения намывных хвостохранилищ горнообогатительных комбинатов (РСН 275 – 75) [Текст]. – К.: Госстрой УССР, 1975. – 180 с.

8. Нурок, Г.А. Гидроотвалы на карьерах [Текст] / Г.А. Нурок, А.Г. Лутовинов, А.Д. Шерстюков. – М.: Недра, 1977. – 311 с.

9. Ялтанец, И.М. Гидромеханизированные и подводные горные работы [Текст]: в 2 томах. Т. 1. Разработка пород гидромониторами и землесосными снарядами / И.М. Ялтанец. – М.: Мир горной книги, 2006. – 516 с.

10. Семененко, Е.В. Научные основы технологий гидромеханизации открытой разработки титанцирконовых россыпей [Текст] / Е.В. Семененко. – К.: Наукова думка, 2011. – 231 с.

ОБ АВТОРАХ

Семененко Евгений Владимирович – д.т.н., с.н.с., заведующий отделом проблем шахтных энергетических комплексов Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины.

Медведева Ольга Александровна – к.т.н., с.н.с. отдела проблем шахтных энергетических комплексов Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины.