

УДК 622.000

Г.А. Холодняков, д-р техн. наук, проф.,
К.Р. Аргимбаев, канд. техн. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования „Национальный минерально-сырьевой университет „Горный“, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: verahol@bk.ru; diamond-arg@mail.ru

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩ В ТЕЛЕ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

G.A. Kholodnyakov, Dr. Sci. (Tech.), Professor,
K.R. Argimbayev, Cand. Sci. (Tech.)

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education “National Mineral Resource University “University of Mines”, St. Petersburg, Russia,
e-mail: verahol@bk.ru; diamond-arg@mail.ru

THE CHOICE AND SUBSTANTIATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF TAILING FORMATION IN AN OVERBURDEN DUMP BODY

Цель. Разработать алгоритм выбора и обосновать параметры технологической схемы формирования отвалов вскрышных пород в виде емкости для размещения в них отходов обогащения.

Методика. Предусмотрено использование метода комплексного исследования: трехмерное параметрическое моделирование, обработка результатов исследования с использованием специализированных программных комплексов и математического анализа.

Результаты. Рассмотрены технологические схемы формирования отвалов в виде емкостей с целью размещения существующих, текущих и прогнозируемых промышленных отходов, предусматривающие:

- непосредственное формирование отвалов в виде емкостей из текущих пород вскрыши при ведении открытых горных работ;
- формирование на отвале дополнительного яруса из материалов самого отвала. Для этого укрепляются его откосы с целью обеспечения необходимого коэффициента запаса устойчивости, и формируется площадка, на которой будет ярус в виде емкостей для размещения промышленных отходов;
- перевалка части вскрыши существующего отвала и формирование емкости вдоль одного из откосов.

Предложен алгоритм выбора способа формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Разработана методика определения параметров отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, учитывающая размер и количество формируемых карт, коэффициент запаса устойчивости откосов отвала, объем вскрышных пород, необходимый для формирования карт, объем материала для сооружения противофильтрационного экрана, ширину автодороги по верху отвала.

Научная новизна. Новый подход к рассмотрению отвалов вскрышных пород в качестве емкостей для размещения отходов обогащения, формируемых в виде емкостей. Методика определения параметров отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов различных классов опасности с учетом ценности данных объектов.

Практическая значимость. Повышение комплексности использования вскрышных пород, которая имеет прикладное значение и послужит основой для технико-экономической оценки возможности и целесообразности использования отвалов вскрышных пород с целью формирования емкостей для размещения отходов горно-обогатительных предприятий и дальнейшего вовлечения их в разработку.

Ключевые слова: *отвал вскрышных пород, промышленные отходы, емкость, коэффициент запаса устойчивости, карты, методика*

Постановка проблемы. На сегодняшний день в мире наблюдается тенденция увеличения производительности крупных горнопромышленных перерабатывающих предприятий и, как следствие, увеличе-

ние отходов, формируемых на земной поверхности в результате обогащения минерального сырья. При этом каждое предприятие складировать свои отходы в непосредственной близости от своего производства [1]. Поэтому площадь земель, занимаемая под отходы обогащения, увеличивается в несколько раз по срав-

нению с расположением их в отвалах вскрышных пород. Увеличение площади земной поверхности, занимаемой отходами, ведет к увеличению платы за их нецелевое использование. В связи с этим исследование способов формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов является одним из основных способов повышения эффективности функционирования горнодобывающих предприятий и снижения экологических выплат предприятий, а также улучшения экологической обстановки в регионе в целом.

Выделение нерешенной проблемы. Формирование и использование отвалов вскрышных пород является одной из наиболее актуальных проблем современной горнодобывающей промышленности и горной науки. Существующие в настоящее время отвалы, в основном, формировались с учетом лишь двух требований – минимума затрат на складирование отходов горного производства и обеспечения устойчивости отвалов. При этом не учитывалась возможность их использования или разработки в будущем с учетом совершенствования горно-обогачительной техники и технологии, а также пересмотра кондиций на полезные ископаемые.

Перед большинством горнодобывающих предприятий возникает проблема размещения текущих промышленных отходов, которые сейчас представляют собой одну из самых актуальных и жизненно важных экономических и экологических проблем. К ним можно отнести хвостохранилища, предназначенные для размещения промышленных отходов обогащительных фабрик, дошедшие до проектного уровня. Под строительство новых хвостохранилищ также необходимы новые земельные площади. Одним из значимых факторов, влияющих на строительство нового хвостохранилища, является ограниченность земельного отвода. В мире накоплено свыше 400 млрд т. отходов обогащительных фабрик, ежегодно их образуется еще до 15 млрд т. Данная проблема может быть решена, прежде всего, за счет возможности создания в отвалах вскрышных пород емкостей для размещения промышленных отходов, которые позволят более рационально использовать занятые земли.

Сформированные отвалы вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов, а именно хвостов обогащения, можно рассматривать как перспективные техногенные месторождения, которые позволят более рационально использовать выделенные земли в пределах земельного отвода с дальнейшим вовлечением их в разработку, что позволит обеспечить дополнительную сырьевую базу не на одно десятилетие.

Вопросам техногенных месторождений и рационального использования ресурсов посвящены исследования следующих ученых: М.И. Агошкова, С.С. Аршинова, К.Р. Аргимбаева, С.Е. Гавришева, С.А. Ильина, Ю.Е. Капутина, В.С. Коваленко, И.П. Малярова, А.М. Михайлова, Н.В. Мельникова, И.А. Пыгалева, К.Н. Трубецкого, В.Н. Уманца, С.И. Фомина и др.

Ввиду вышеизложенного, создание безопасных схем формирования отвалов вскрышных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов с вовлечением их в разработку является актуальной научно-исследовательской задачей в современных условиях горного производства, направленной на реализацию отдельных пунктов рационального природопользования и комплексного использования георесурсов.

Анализ последних исследований. Формирование отвалов вскрышных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов можно разделить на этапы – проектирование и разработка нового месторождения.

На стадии проектирования горнодобывающего предприятия необходимо предусмотреть ведение горных работ таким образом, чтобы обеспечить принцип селективного складирования пород в отвалы, как показано в исследованиях авторов Г.А. Нурок, А.Г. Луговской, А.Д. Шерстюкова. Раздельное складирование пород в отвал отличается своей функциональной направленностью (повышением устойчивости, созданием благоприятных условий для последующей выемки отдельных блоков пород и т.д.), большими размерами, выдержанностью параметров отдельных слоев или блоков, их планомерным размещением в массиве отвала или в приоткосной его части. Кроме того, данные отвалы с развитием технологий могут быть вовлечены в дальнейшую переработку в качестве техногенных месторождений.

При разработке нового месторождения необходимо предусмотреть одновременное формирование отвалов горных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов. Данный способ возможен при близком расположении функционирующих горнодобывающих и перерабатывающих производств.

В случае, когда осуществляется разработка месторождения полезных ископаемых при отсутствии источника промышленных отходов, целесообразно вскрышные породы складировать в отвал таким образом, чтобы с минимальными затратами преобразовать их в емкость для размещения отходов введенного в эксплуатацию промышленного предприятия (рис. 1, а).

При полной отработке запасов месторождения размещение промышленных отходов возможно с использованием существующих отвалов вскрышных пород [2,3]. В данном случае формирование емкости целесообразно осуществлять двумя способами:

1) на отвале, с использованием материалов самого отвала, то есть в одной части отвала выполаживаются откосы с целью обеспечения необходимого коэффициента запаса устойчивости и формируется площадка, на которой будет сооружаться емкость для размещения промышленных отходов (рис. 1, б). В результате происходит увеличение высоты отвала при снижении занимаемой им площади;

2) рядом с отвалом, используя откос существующего отвала (рис. 1, в). Суть данного способа заключается в том, что для создания емкости, используемой в качестве полигона для размещения промышленных отходов, осуществляется перевалка вскрышных пород из одной части отвала в другую. Для этого предварительно с площади, занимаемой емкостью, удаляется слой почвенно-растительного грунта и формируется вал, ограничивающий данную емкость.

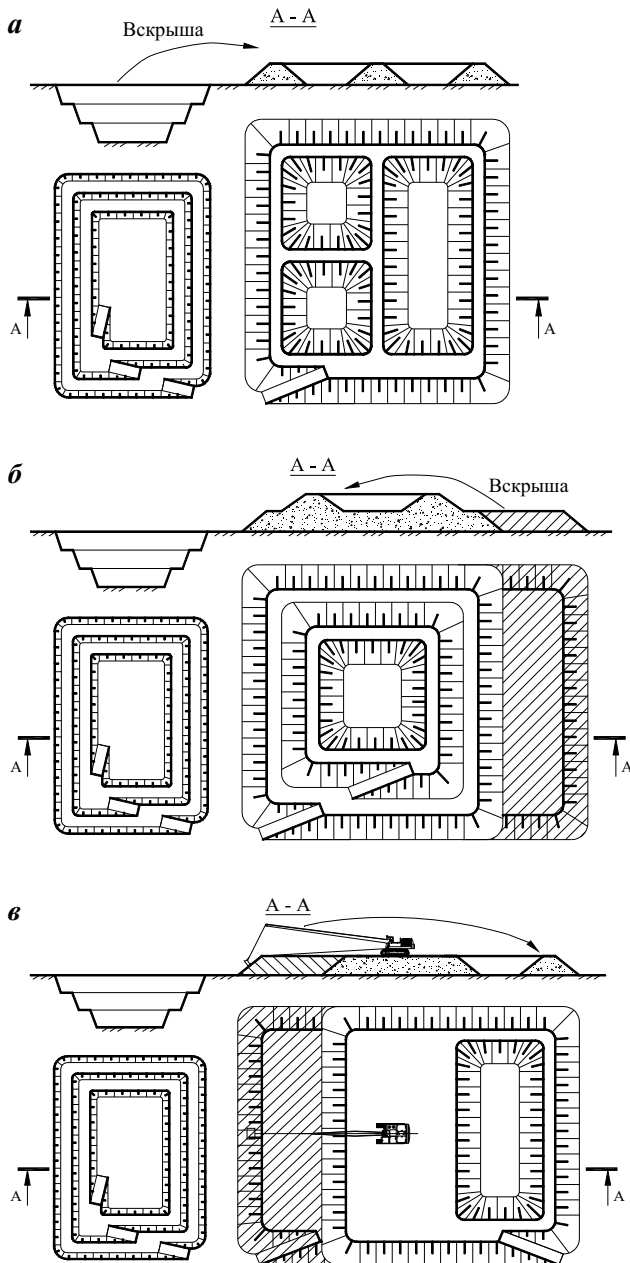


Рис. 1. Способы формирования отвалов вскрышных пород в качестве ёмкости для размещения промышленных отходов: при разработке нового месторождения путем изначального складирования вскрышных пород в виде емкости (а); путем перевалки части вскрышных пород на верхний ярус отвала (б) или на противоположную откосную часть отвала (в)

При этом целесообразно обеспечить минимальную ширину вала поверху, достаточную лишь для обеспечения одностороннего проезда автотранспортных средств, так как заполнение емкости будет осуществляться со стороны основного отвала, используя существующие транспортные коммуникации. При реализации данного способа происходит незначительное приращение занимаемой площади земной поверхности, однако появляется возможность использовать отвалы, увеличение высоты которых невозможно из-за физико-механических свойств пород в основании отвала и других причин. Формирование отвалов вскрышных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов требует привлечения дополнительных ресурсов для доставки вскрышной породы автомобилями, при больших объемах вскрыши – железнодорожным транспортом и их разгрузки на разгрузочную площадку. Бульдозер перемещает всю породу под откос и производит планировку, создавая отвальную полосу по конечному контуру отдельной карты [4].

После завершения формирования карты из отвальных пород осуществляется засыпка внутренней ее части. Такой порядок отсыпки позволяет уже в первый период эксплуатации горного предприятия рекультивировать внешние конечные откосы отвалов и резко сократить влияние пыления в процессе отвалообразования на окружающие отвал территории.

Выделение нерешенной ранее части общей проблемы. До настоящего времени не предложен алгоритм выбора и эффективной технологической схемы формирования отвалов вскрышных пород в виде емкости с учетом возможности дальнейшего вовлечения в разработку хвостов обогащения по мере развития горно-обогатительного оборудования.

Формулирование цели работы. Разработать методику обоснования параметров отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, и создать прогрессивные технические решения по складированию хвостов обогащения в отвалах вскрышных пород, направленные на снижение капитальных, эксплуатационных затрат и экологической нагрузки на окружающую среду, с учетом дальнейшего вовлечения отходов в разработку по мере развития научно-технического прогресса.

Изложение основного материала. С целью определения дальнейшего направления использования отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов в работе предложен алгоритм выбора рационального способа формирования отвала вскрышных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов, учитывающий состояние открытых горных работ горнодобывающего предприятия, наличие источников промышленных отходов.

При реализации алгоритма выбор способа формирования отвала в виде емкостей для размещения промышленных отходов определяется в зависимости от стадии функционирования горнодобывающего предприятия, наличия источников промышленных отходов и ценности формируемых емкостей в соответствии с разработанным алгоритмом (рис. 2).

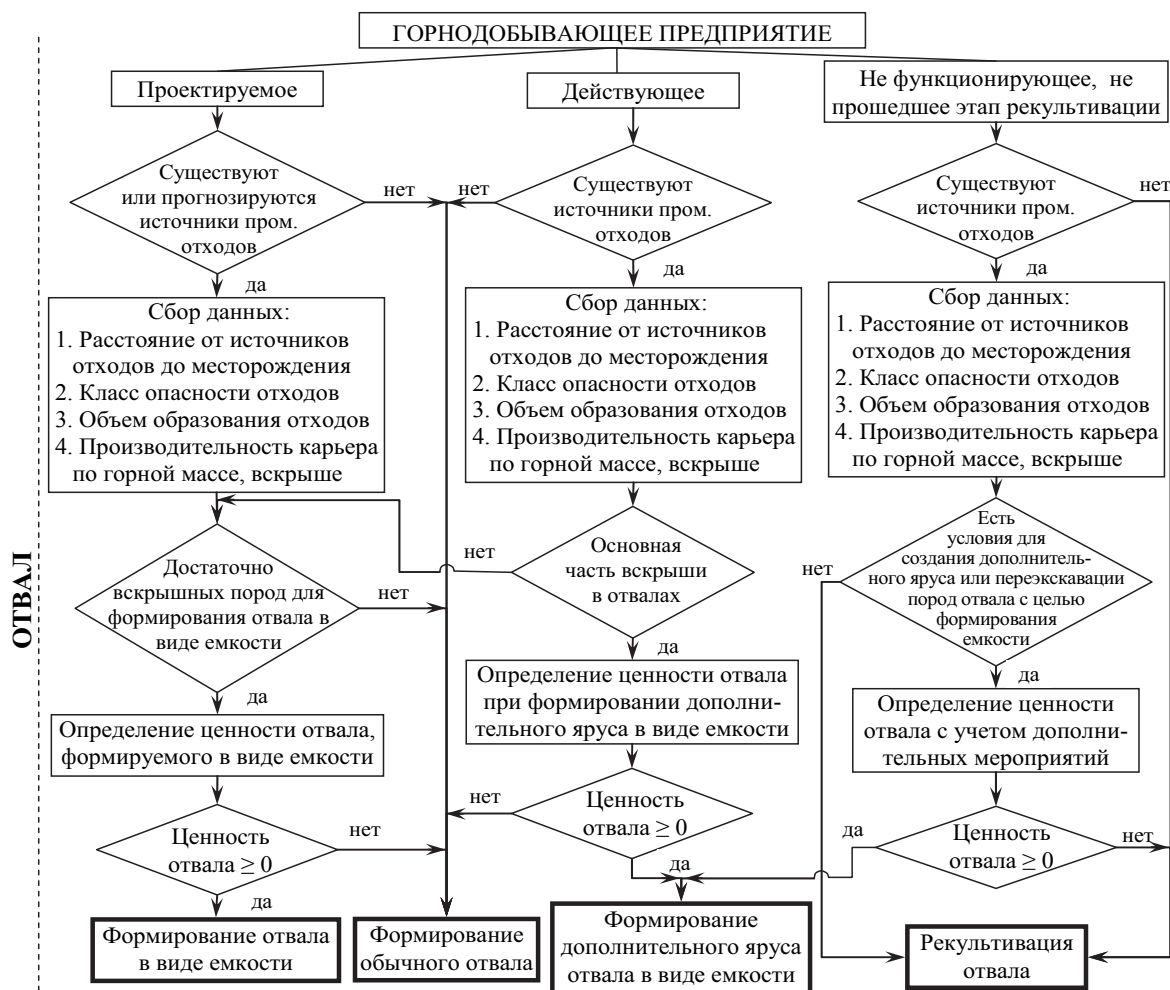


Рис. 2. Алгоритм выбора способа формирования отвала вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов

Данный алгоритм является частью методики обоснования параметров отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, на основе которого определяется целесообразность использования того или иного отвала, а также позволяет на разных этапах функционирования горнодобывающего предприятия осуществлять выбор дальнейшего направления использования отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Таким образом, для получения максимального экономического эффекта от использования отвалов вскрышных пород при размещении промышленных отходов необходимо на стадии проектирования карьера выбрать рациональный способ формирования отвала в емкость. В случае обработки месторождения необходимо обеспечить преобразование отвалов в емкости способом, обеспечивающим минимальные затраты.

Строительство и эксплуатация таких отвалов в пределах горного отвода практически полностью соответствуют всем требованиям, предъявляемым к размещению полигонов. Для представления, было проведено компьютерное моделирование размещения отходов в теле отвалов (рис. 3), что позволит в

дальнейшем провести подсчет объемов емкостей и технико-экономическое обоснование предлагаемых мероприятий.

Обоснование параметров отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, с целью обеспечения максимальной вместимости данных емкостей, является необходимым условием получения максимального экономического эффекта при их реализации.

При формировании таких отвалов нужно определить минимальное количество вскрышных пород и изоляционного материала, либо рассчитать максимальную вместимость емкостей, которые можно сформировать из определенного объема вскрышных пород. Данные вскрышные породы могут быть представлены как текущей вскрышей при ведении открытых горных работ, так и лежалыми отвалами отработанных месторождений.

Отвал рассматривался как геометрическая фигура – усеченная пирамида, в связи с чем не учитывались объемы вскрышных пород в заездах на отвал и объемы, образовавшиеся вследствие скругления углов отвала (рис. 4) [1].

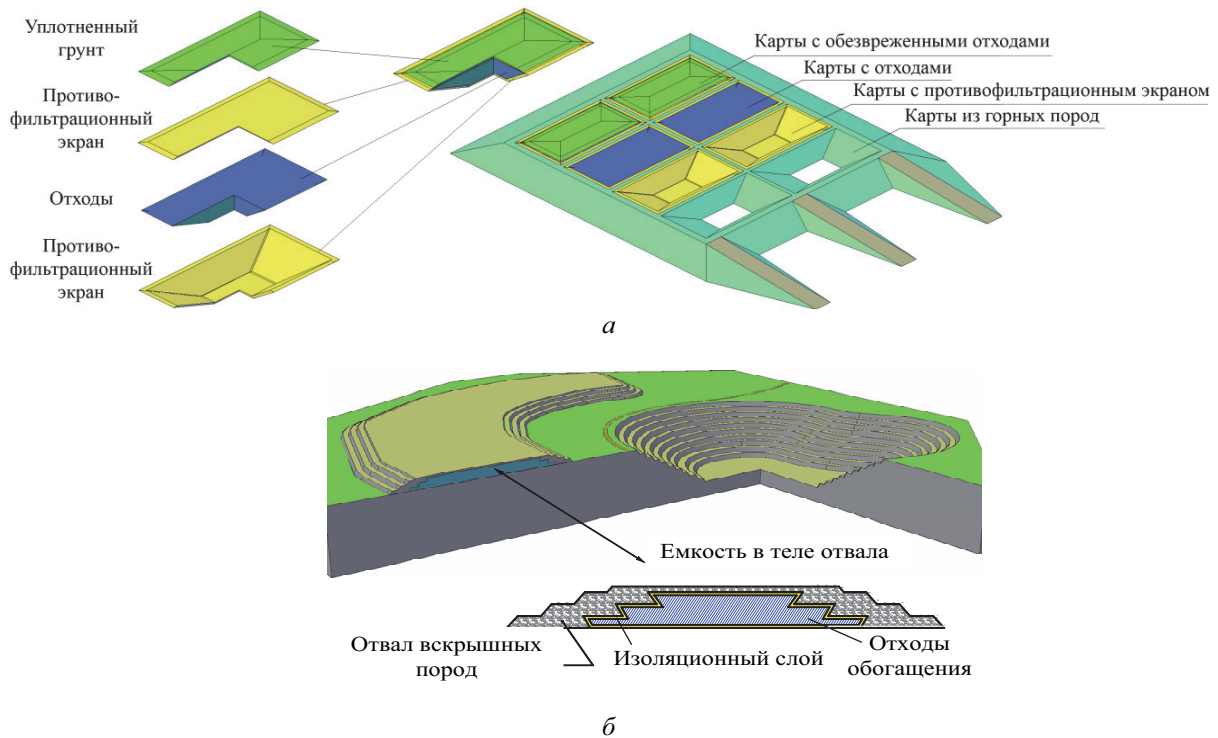


Рис. 3. Компьютерное 3-Д моделирование размещения отходов в отвале вскрышных пород с параметрами: высота отвала – от 5 м и более; количество ярусов – 1 и более; высота яруса – 0 м и более; углы откосов отвала равны углу естественного откоса; структура отвала-емкости, поделенного на емкости (а); отвал с отходами обогащения, изолированный от воздействия окружающей среды (б)

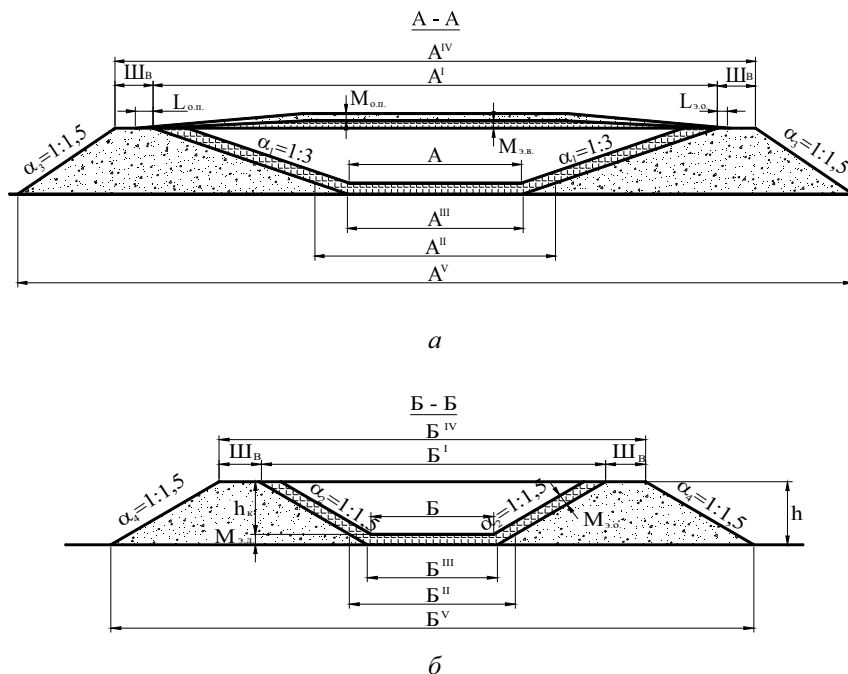


Рис. 4. Схема для расчета объемов вскрышных пород и изоляционного материала при формировании карты: продольное сечение карты (а); поперечное сечение карты (б)

В расчетной схеме приняты следующие обозначения (рис. 4): A – длина карты, м; B – ширина карты, м; h – высота отвала, м; h_k – высота карты, м; $Ш_в$ – ширина дороги на отвале, м; $L_{о.п}$ – выход

вскрышных пород за карту, м; $L_{з.п}$ – выход изолирующего материала за карту, м; B^I – ширина карты по верху с учетом изолирующего слоя, м; B^{II} – ширина карты по низу с учетом изолирующего слоя на

высоте, равной его мощности, м; B^{III} – ширина карты по низу без учета изолирующего слоя, м; B^{IV} – ширина отвала по верху, м; B^V – ширина отвала по низу, м; A^I – длина карты по верху с учетом изолирующего слоя, м; A^{II} – длина карты по низу с учетом изолирующего слоя на высоте, равной его мощности, м; A^{III} – длина карты по низу без учета изолирующего слоя, м; A^{IV} – длина отвала по верху, м; A^V – длина отвала по низу, м; α_1 – заложение внутренних боковых откосов карты; α_2 – заложение внутренних торцевых откосов карты; α_3 – заложение внешних боковых откосов отвала; α_4 – заложение внешних торцевых откосов отвала; $M_{3,0}$ – мощность изолирующего слоя на откосах карты, м; $M_{3,d}$ – мощность изолирующего слоя на дне карты, м; $M_{3,e}$ – мощность изолирующего слоя над отходами, м; $M_{o,n}$ – мощность отвальных пород над отходами, м.

Отвал вскрышных пород, формируемый для размещения промышленных отходов, можно представить в виде усеченной пирамиды. Соответственно, для расчета объемов вскрышных пород, изоляционного материала и количества размещаемых отходов можно воспользоваться формулой

$$V = \frac{1}{3} h \cdot (S_{n,o} + \sqrt{S_{n,o} \cdot S_{e,o}} + S_{e,o}),$$

где V – объем отвала, m^3 ; h – высота отвала, м; $S_{n,o}$ – площадь нижнего основания отвала, m^2 ; $S_{e,o}$ – площадь верхнего основания отвала, m^2 .

Объем размещаемых отходов в карте определяется в соответствии с формулой

$$V_{omx} = \frac{1}{3} h \cdot (A \cdot B + \sqrt{A \cdot B \cdot (A + 2ctg\alpha_1) \cdot (B + 2ctg\alpha_2)} + (A + 2ctg\alpha_1) \cdot (B + 2ctg\alpha_2)).$$

Объем изолирующего материала для сооружения противофильтрационного экрана в карте определяется по формуле

$$V_{m,z} = V_{3,0} + V_{3,d} + V_{3,e},$$

где $V_{3,0}$ – объем материала экрана на откосах карты, m^3 ; $V_{3,d}$ – объем материала экрана на дне карты, m^3 ; $V_{3,e}$ – объем материала экрана над промышленными отходами, m^3 .

$$\begin{aligned} V_{3,0} &= \frac{1}{3} h_k (A^I B^I + \sqrt{A^I B^I \cdot A^{II} B^{II}} + A^{II} B^{II}) - V_{omx}; \\ A^I &= A + 2 \cdot (h \cdot ctg\alpha_1 + M_{3,0} / \sin\alpha_1); \\ B^I &= B + 2 \cdot (h \cdot ctg\alpha_2 + M_{3,0} / \sin\alpha_2); \\ A^{II} &= A + 2 \cdot M_{3,0} / \sin\alpha_1; \\ B^{II} &= B + 2 \cdot M_{3,0} / \sin\alpha_2; \\ V_{3,d} &= \frac{1}{3} M_{3,d} (A^{III} B^{III} + \sqrt{A^{III} B^{III} \cdot A^{IV} B^{IV}} + A^{IV} B^{IV}); \\ A^{III} &= A^{II} - 2 \cdot M_{3,d} \cdot ctg\alpha_1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B^{III} &= B^{II} - 2 \cdot M_{3,d} \cdot ctg\alpha_2; \\ V_{3,e} &= (A^I + L_{3,0}) \cdot (B^I L_{3,0}) \cdot M_{3,e}. \end{aligned}$$

Объем вскрышных пород для сооружения карты определяется по формуле

$$V_{вск.п} = V_o - V_{m,z} - V_{omx} + V_{o,n},$$

где V_o – объем отвала-емкости, m^3 ; $V_{o,n}$ – объем вскрышных пород над отходами, m^3 .

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{1}{3} h \cdot (A^{IV} B^{IV} + \sqrt{A^{IV} B^{IV} \cdot A^V B^V} + A^V B^V); \\ A^{IV} &= A^I + 2 \cdot (L_{o,n} + L_{3,0}) + 2 \cdot Ш_6; \\ B^{IV} &= B^I + 2 \cdot (L_{o,n} + L_{3,0}) + 2 \cdot Ш_6; \\ A^V &= A^{IV} + 2 \cdot h \cdot ctg\alpha_3; \\ B^V &= B^{IV} + 2 \cdot h \cdot ctg\alpha_4; \\ V_{o,n} &= (A^I + L_{o,n} + L_{3,0}) \times (B^I + L_{o,n} + L_{3,0}) \times \\ &\times (M_{o,n} + M_{3,e}) - V_{3,e}. \end{aligned} \tag{1}$$

Площадь под отвалом, сформированным в качестве емкости для размещения промышленных отходов, определяется по формуле

$$S_o = A^V \cdot B^V. \tag{2}$$

Таким образом, для расчета объемов вскрышных пород, изолирующего материала и размещаемых пород в отвале, сформированном в качестве емкостей с одной картой, достаточно воспользоваться формулами (1–3). В случае, если отвал сформирован для размещения промышленных отходов более, чем с одной картой, их можно представить в виде $m \cdot n$, где m – количество горизонтально расположенных карт, n – количество вертикально расположенных карт (рис. 5).

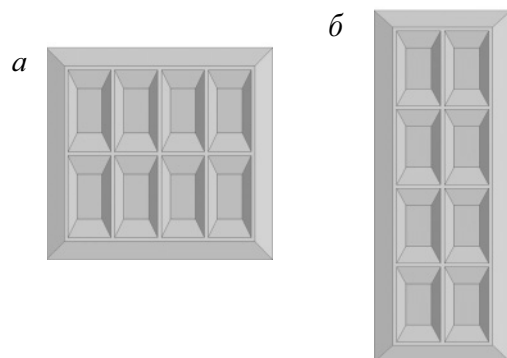


Рис. 5. Схема расположения карт в теле отвала $m \cdot n$: 4*2 (а); 2*4 (б)

Для карт одного размера условно происходит их совмещение по „короткой“ стороне (рис. 5, а), если $m < n$, и „длинной“ стороне (рис. 5, б), если $m > n$. В этом случае для расчета объемов размещаемых промышленных отходов, изолирующего материала и

вскрышных пород, обеспечивающих формирование отвала в качестве емкости, необходимо воспользоваться следующими формулами

$$V_{m>n} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \left(\left(\frac{A^{IV} - A^I}{2} \right) \cdot B^{IV} + \sqrt{\left(\frac{A^{IV} - A^I}{2} \right)^2 + \left(B^{IV} \cdot \left(\frac{A^V - A^{III}}{2} \right) \cdot B^V \right)^2} + \left(\frac{A^V - A^{III}}{2} \right) \cdot B^V \right)$$

где $V_{m>n}$ – объем вскрышных пород в откосах отвала при совмещении карт по „длинной“ стороне, м³.

$$V_{m<n} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \left(\left(\frac{B^{IV} - B^I}{2} \right) \cdot A^{IV} + \sqrt{\left(\frac{B^{IV} - B^I}{2} \right)^2 + \left(A^{IV} \cdot \left(\frac{B^V - B^{III}}{2} \right) \cdot A^V \right)^2} + \left(\frac{B^V - B^{III}}{2} \right) \cdot A^V \right)$$

где $V_{m<n}$ – объем вскрышных пород в откосах отвала при совмещении карт по „короткой“ стороне, м³.

Объем размещаемых отходов на полигоне с количеством карт m^*n определяется по формуле

$$V_{omx}^{m^*n} = V_{omx} \cdot m \cdot n.$$

Объем изолирующего материала для сооружения противотрационного экрана на полигоне с количеством карт m^*n определяется по формуле

$$V_{м.э}^{m^*n} = V_{м.э} \cdot m \cdot n.$$

Объем вскрышных пород для сооружения карты определяется по формуле

$$V_{вск.n}^{m^*n} = V_{вск.n} \cdot m \cdot n - (V_{m<n} \cdot (n-1) \cdot m + V_{m>n} \cdot (m-1) \cdot n).$$

Площадь под отвалом, сформированным в качестве емкости для размещения промышленных отходов с количеством карт m^*n , определяется по формуле

$$S_o^{m^*n} = A^{m^*n} \cdot B^{m^*n},$$

где A^{m^*n} – длина отвала, м; B^{m^*n} – ширина отвала, м.

Если отвал сформирован таким образом, что $m < n$, то длина отвала определяется по формуле

$$A^{m^*n} = n \cdot A^V - (n-1) \cdot \left(\left(\frac{A^V - A^{III}}{2} \right) - h \cdot (ctg\alpha_1 - ctg\alpha_3) \right).$$

Если отвал сформирован таким образом, что $m > n$, то ширина отвала определяется по формуле

$$B^{m^*n} = m \cdot B^V - (m-1) \cdot \left(\left(\frac{B^V - B^{III}}{2} \right) - h \cdot (ctg\alpha_2 - ctg\alpha_4) \right).$$

Если отвал сформирован таким образом, что $m > n$, то длина отвала определяется по формуле

$$A^{m^*n} = m \cdot B^V - (m-1) \cdot \left(\left(\frac{B^V - B^{III}}{2} \right) - h \cdot (ctg\alpha_2 - ctg\alpha_4) \right). \quad (3)$$

Если отвал сформирован таким образом, что $m > n$, то ширина отвала определяется по формуле

$$B^{m^*n} = n \cdot A^V - (n-1) \cdot \left(\left(\frac{A^V - A^{III}}{2} \right) - h \cdot (ctg\alpha_1 - ctg\alpha_3) \right).$$

Выводы и перспективы развития направления. Предложен алгоритм выбора способа и методика определения параметров формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов, учитывающие ценность, размер и количество формируемых карт, коэффициент запаса устойчивости откосов отвала, объем вскрышных пород, необходимый для формирования карт, объем материала для сооружения противотрационного экрана, ширина автодороги по верху отвала.

Полученные результаты способствуют развитию направления использования георесурсов, созданных на открытых горных работах, и направлены на обоснование их использования с возможностью дальнейшего вовлечения в разработку с целью уменьшения капитальных и эксплуатационных затрат на создание нового хвостохранилища, а также обеспечение дополнительной сырьевой базой в будущем, что является весьма своевременным направлением развития теории и практики ведения горных работ, имеет прямое отношение к созданию малоотходной технологии производства, позволяющей повысить комплексность и полноту использования полезных ископаемых и вскрышных пород.

Список литературы / References

1. Маляров И.П. Разработка техногенных месторождений / Маляров И.П., Бишев Л.З., Сизиков А.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 145 с.
Malyarov, I.P., Biishev, L.Z. and Sizikov, A.V. (2002), *Razrabotka tekhnogennykh mestorozhdeniy* [Development of Man-Made Deposits], MG TU, Magnitogorsk, Russia.
2. Горлова О.В. Техногенные месторождения полезных ископаемых / Горлова О.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2001. – 18с.
Gorlova, O.V. (2001), *Tekhnogennye mestorozhdeniya poleznykh iskopayemykh* [Man-Made Mineral Deposits], MG TU, Magnitogorsk, Russia.
3. Fomin, S.I. (2010), “Ore reclaiming by the cyclical and continuous method at modern open-cast mines”, *Sci-*

entific Reports on Resource Issues, Vol. 3, Freiberg: TU Bergakademie, Germany, pp. 100–104.

Fomin, S.I. (2011), "Opencast mining parameters evaluation at preliminary study of mining project", *Scientific Reports on Resource Issues, Vol. 1, Freiberg: TU Bergakademie, Germany, pp. 382–386.*

Мета. Розробити алгоритм вибору та обґрунтувати параметри технологічної схеми формування відвалів розкривних порід у вигляді ємностей для розміщення в них відходів збагачення.

Методика. Передбачено використання методу комплексного дослідження: тривимірне параметричне моделювання, обробка результатів дослідження з використанням спеціалізованих програмних комплексів і математичного аналізу.

Результати. Розглянуті технологічні схеми формування відвалів у вигляді ємностей з метою розміщення існуючих, поточних і прогнозованих промислових відходів, що передбачають:

- безпосереднє формування відвалів у вигляді ємностей з поточних порід розкриву при веденні відкритих гірничих робіт;

- формування на відвалі додаткового ярусу з матеріалів самого відвалу. Для цього зміцнюються його укоси з метою забезпечення необхідного коефіцієнта запасу стійкості та формується майданчик, на якому буде ярус у вигляді ємностей для розміщення промислових відходів;

- перевалка частини розкриву існуючого відвалу та формування ємності вздовж одного з укосів.

Запропонований алгоритм вибору способу формування відвалів розкривних порід у вигляді ємностей для розміщення промислових відходів.

Розроблена методика визначення параметрів відвалів, що сформовані у вигляді ємностей для розміщення промислових відходів, яка враховує розмір і кількість формованих карт, коефіцієнт запасу стійкості укосів відвалу, обсяг розкривних порід, необхідний для формування карт, обсяг матеріалу для спорудження протифільтраційного екрану, ширину автодороги по верху відвалу.

Наукова новизна. Новий підхід до розгляду відвалів розкривних порід у якості ємностей для розміщення відходів збагачення, сформованих у вигляді ємностей. Методика визначення параметрів відвалів, сформованих у вигляді ємностей для розміщення промислових відходів різних класів небезпеки з урахуванням цінності даних об'єктів.

Практична значимість. Підвищення комплексності використання розкривних порід, що має прикладне значення та послужить основою для техніко-економічної оцінки можливості та доцільності використання відвалів розкривних порід з метою формування ємностей для розміщення відходів гірничозбагачувальних підприємств і подальшого залучення їх до розробки.

Ключові слова: відвал розкривних порід, промислові відходи, ємність, коефіцієнт запасу стійкості, карти, методика

Purpose. To develop the algorithm for choosing and substantiating of the parameters of the technological scheme of formation of overburden dumps in the form of a container for tailings placement.

Methodology. The method of complex research includes: three-dimensional parametric modeling; the research results analysis by means of specialized software systems; and mathematical analysis.

Findings. The technological schemes of creation of the overburden dumps in the form of containers for further accommodation of the the existing, current and projected industrial wastes consider the following:

- Direct formation of the overburden dumps in the form of containers from the overburden currently produced during open cast mining.

- Formation of an additional tier from the materials of the overburden dump on the top of it. It involves dump slope strengthening to ensure the necessary safety; platform firming; and creating the tier in the form of containers for industrial waste.

- Recasting of a part of the existing overburden dump and forming of a container along one of the slopes.

The algorithm for choosing the method of creation of the overburden dump in the form of container for industrial waste disposal has been suggested.

The methodology for determining the parameters of the overburden dumps in the form of containers for industrial waste disposal has been developed. It takes into account the size and the number of pads formed; stability factor of the overburden dump slopes; overburden volume required for the pads formation; volume of the material for the impervious screen construction, width of road on the top of the overburden dump.

Originality. The concept of overburden dumps utilization as containers for placement of tailings received the new approach of configuration them in the form of containers. The method of calculating of the parameters of the overburden dumps shaped in the form of containers for disposal of industrial wastes of various classes of risk taking into account the cost of the objects has been suggested.

Practical value. We have obtained the additional way of the overburden dumps complex utilization improvement which is of importance for technical and economic evaluation of feasibility of use of the overburden dumps for emplacement of wastes of mining and processing enterprises and their further involving in production process.

Keywords: overburden dump, industrial waste, container, stability factor, pad, method

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук І.О. Садовенком. Дата надходження рукопису 27.06.13.