

УДК 622.271.32.004.68

А.Ю. Череп

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД
В УСЛОВИЯХ СНИЖЕННОГО СПРОСА
НА МАРГАНЦЕВУЮ РУДУ**

Семинар № 16

Актуальность. Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат (ОГОК) является одним из крупнейших и наиболее мощных в Украине. На сегодняшний день это предприятие сократило выпуск своей продукции почти в два раза относительно 1990-1991 гг., что связано с потерей рынков сбыта, сокращением потребления металла в мире и Украине. Это привело к простоям мощных комплексов оборудования, которые применяются на карьерах ОГОКа. Также, применение транспортной (конвейерный транспорт) технологической схемы разработки верхнего уступа ведет к сильному повышению себестоимости разработки вскрышных пород.

М.Г. Новожилов, В.С. Ескин и Г.Я. Корсунский проанализировали состояние и перспективы развития систем открытой разработки горизонтальных месторождений полезных ископаемых, что позволило разработать основные положения расчетов параметров технологических схем бестранспортной, транспортно-отвальной, транспортной и комбинированной систем разработки, составить методы выбора рациональных схем комплектации горно-транспортного оборудования [1].

Ю.П. Самородов привел методику определения параметров отвалообразующих машин при комбинированной технологической схеме, основанной на использовании для отработки вскрышных уступов выемочно-отвального комплекса и драглайнов. Показана взаимосвязь элементов забойной и отвальной сторон технологического комплекса с производительностью и линейными параметрами драглайна и забойного консольного отвалообразователя [2].

Такие ученые как Постоловский В.В., Добрынин А.Е., Прокопенко В.И. рассматривали вопросы реструктуризации горно-обогатительных предприятий, экономические и организационные задачи, которые бы обеспечивали адаптацию этих предприятий к рыночным условиям. Значительное внимание уделено решению проблемы, связанной со снижением себестоимости продукции горно-обогатительных предприятий, входящих в состав акционерных обществ [3].

Целью этой работы является реконструкция технологических схем разработки месторождения, которая направленная на снижение объемов добычи руды, снижения себестоимости ее добычи и усовершенствования организационных мероприятий, которые должны оптимизировать эф-

фективную работу горного оборудования.

Результаты. Рассмотрим технологическую схему разработки вскрышных пород на примере Чкаловского карьера №2 ОГОКа. Верхний уступ отрабатывают по транспортной схеме роторным комплексом, ленточными конвейерами и консольным отвалообразователем. Средний уступ – по транспортно-отвальной системе с использованием роторного экскаватора и консольного отвалообразователя, который размещает вскрышу во внутренних отвал. Породы нижнего уступа перемешают в отвал по усложненной бестранспортной схеме шагающими экскаваторами. Недостатками этой схемы являются: высокая стоимость транспортирования вскрыши ленточными конвейерами, сложные работы по передвижению конвейеров, большое количество используемого оборудования, которое при снижении спроса на руду простаивает, жесткая взаимосвязь комплексов оборудования между собой в пространстве. Для решения перечисленных проблем предложена технологическая схема разработки вскрышных уступов (рис. 1), предусматривающая устранение дорогостоящей транспортной схемы на передовом уступе. Передовой и основной уступы объединяются в один уступ (верхний), который отрабатывается по транспортно-отвальной схеме роторным экскаватором, перегружателем и консольным отвалообразователем. Отрабатывать объединенный уступ на всю высоту роторный экскаватор не может. Поэтому на кровле верхнего уступа устанавливают драглайн, который занижает его высоту, переваливая вскрышные породы на откос нижней части уступа, отрабатываемый ротор-

ным экскаватором. Отвалообразователь размещается на предотвале, который формируется драглайнами, отрабатывающими надрудный уступ. Драглайны работают независимо друг от друга, вынимая породу сначала по одной оси движения, потом – по другой.

Рассмотрим рекомендованную технологическую схему разработки вскрышных уступов и определим ее рациональные параметры. Для представленной схемы работы роторного экскаватора и драглайна ширина заходки A_3 определяется из равенства площадей поперечного сечения заходок S_1 и S_2 соответственно в целике и в разрыхленном состоянии после отсыпания на откос основного уступа. Площадь S_1 определяется по выражению: $S_1 = H_B AK_p$, где H_B – высота верхней части верхнего вскрышного уступа; A – ширина заходки роторного экскаватора; K_p – коэффициент разрыхления породы. Определим площадь S_2 из следующего условия: $S_2 = 0.5 [2(A_3 - A) - H_c(ctg \beta - ctg \gamma)] H_c$, где A_3 – ширина заходки роторного экскаватора (увеличенная) после отсыпания заходки драглайном верхней части верхнего вскрышного уступа на откос нижней части; H_c – высота нижней части верхнего вскрышного уступа; β – угол откоса отсыпанной породы на откос нижней части верхнего уступа; γ – угол откоса нижней части верхнего уступа.

Ширина заходки, которую должен отрабатывать роторный экскаватор в предложенной технологической схеме будет определяться по формуле:

$$A_3 = A \left(1 + \frac{H_B K_p}{H_c} \right) + 0,5 H_c (ctg \beta - ctg \gamma); \quad (1)$$

Общая работа роторного экскаватора и драглайна возможна при сле-

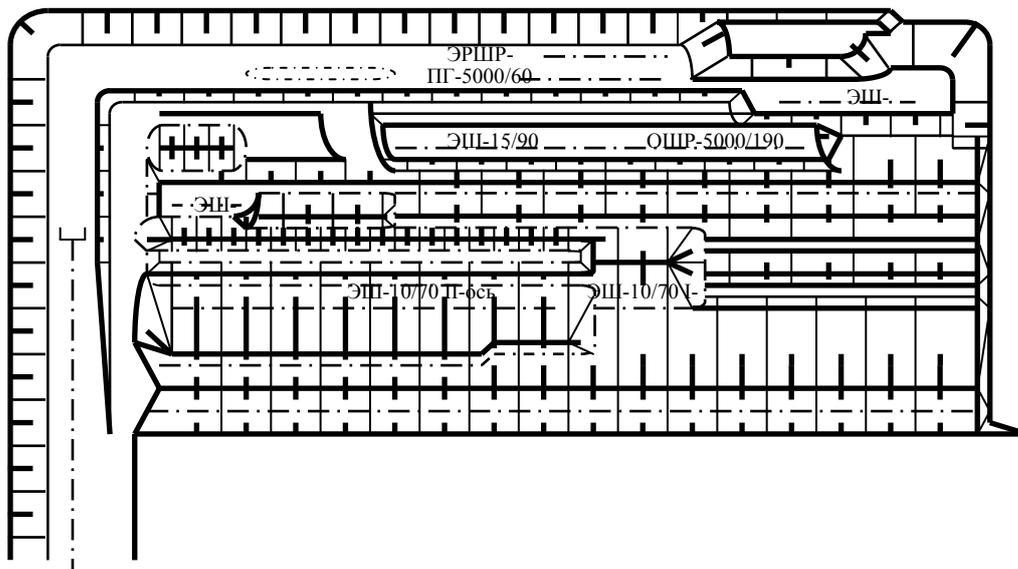


Рис. 1. Технологическая схема вскрышных работ при комбинированной разработке верхнего вскрышного уступа

дующих условиях: 1) максимальный радиус разгрузки драглайна может обеспечивать отсыпку вскрышной заходки площадью S_1 на откос нижней части верхнего уступа: $R_{p \max} \geq B + H_B \operatorname{ctg} \gamma + A_3 - A - H_c (\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \gamma)$, где B – безопасное расстояние от верхней бровки верхней части верхнего вскрышного уступа до оси движения драглайна; 2) принятый роторный экскаватор по своим техническим параметрам может обрабатывать необходимую ширину заходки: $A_3 \leq A_{\max}$, где A_{\max} – максимально возможная ширина заходки роторного экскаватора.

Для рекомендованной технологической схемы разработки вскрышных уступов производственная мощность карьера по полезному ископаемому, обеспечивается путем выбора их высоты, при которой достигается необходимое подвигание фронта горных работ. Подвигание фронта горных работ уступа, который обрабатывает

роторный экскаватор устанавливается по формуле: $P_c = Q_{ep} / L_{\phi} (H_c + H_B)$, где Q_{ep} – производительность роторного экскаватора; L_{ϕ} – длина фронта горных работ нижней части верхнего уступа. Величина годового подвигания P_c зависит от высоты $(H_c + H_B)$. Таким образом, изменением высоты верхней части верхнего уступа будет обеспечиваться изменение производительности карьера по вскрыше и, соответственно, спроса на рудное сырье.

Необходимая скорость подвигания забоя верхней части верхнего уступа определяется по формуле: $P_{ek} = Q_{ek} A / S_1 L_{\phi}$, где Q_{ek} – годовая производительность драглайна.

С увеличением высоты верхней части верхнего уступа H_B , годовое подвигание драглайна и роторного экскаватора уменьшается. При этом, уменьшение подвигания роторного экскаватора приведет к снижению годового объема добычи руды в карьере

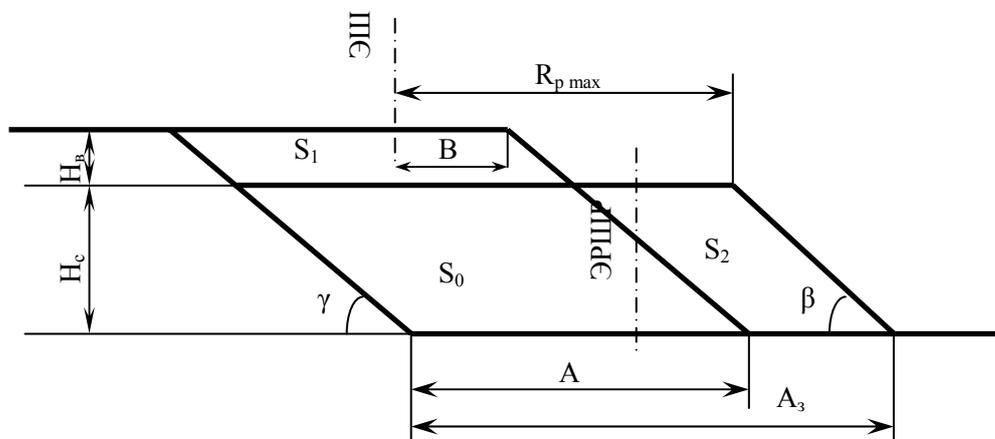


Рис. 2. Схема к расчету параметров уступа, который разрабатывается комбинированным способом

Q_k . Регулированием высоты H_b , достигается необходимая степень снижения добычи руды, соответственно спросу. Условие равенства годовых подвиганий экскаваторов выполняется при использовании на верхнем уступе соответствующего типа драглайна.

Действующая комбинированная схема предусматривает кратную переэкскавацию вскрышных пород в выработанном пространстве карьера. При этом, для освобождения добычного уступа и транспортной площадки от навала породы ее определенную часть перемешают и укладывают в нижний и верхний ярусы отвала.

Предлагаемая технологическая

схема не отвечает необходимому коэффициенту устойчивости внутреннего отвала, поэтому необходимым решением этой проблемы будет создание дополнительной приемной емкости во внутреннем отвале. Для этой технологической схемы характерным есть то, что для размещения дополнительного объема вскрыши S_2 (рис. 2) нужна соответствующая емкость $S_{л}$ на отвальной стороне (рис. 3). Эта емкость может быть создана вспомогательным оборудованием – экскаватором-драглайном. Как видно из приведенной схемы, емкость может быть образована путем выемки и переэкскавации несколько большего объема пород вскрыши, а именно объема $S_1 \cdot B$ табли-

Подвигание фронта вскрышных работ

Высота верхнего уступа, H_b , м	Годовая производительность, млн. м ³					
	драглайна $Q_{ек}$			роторного экскаватора $Q_{ер}$		
	1,0	2,0	3,0	5,0	6,0	7,0
0				100	120	140
5	100	200	300	83,3	100	117
10	50	100	150	71	85	100
15	33	67	100	62,5	75	87,5
20	25	50	75	55,6	66,7	77,8
25	20	40	60	50	60	70

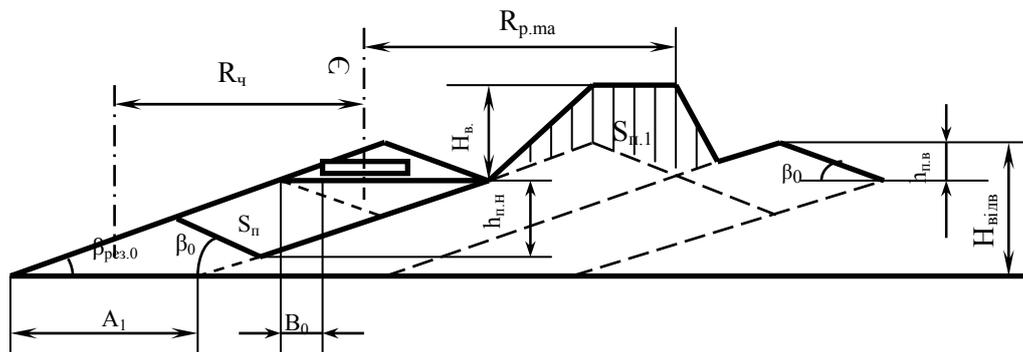


Рис. 3. Схема формирования дополнительной приемной емкости во внутреннем отвале

це приведены результаты расчетов величины годового подвигания фронтов горных работ драглайна и роторного экскаватора при отработке верхнего вскрышного уступа. Исходные данные приняты такие: $H_c = 25$ м; $A = 50$ м; $L_\phi = 2000$ г; $\gamma = \beta = 35^\circ$.

Для определения площади $S_{п1}$, учитывается использование технологических параметров драглайна. При значительном объеме переэкскавации, его целесообразно разместить на промежуточной площадке с использованием верхнего и нижнего черпания. Величину $S_{п1}$ рассчитывают из выражения: $S_{п1} = S_{п} + 0,25A^2 (tg\beta_0 + +2/(ctg\beta_{рез.0} + ctg\beta_0))$. Таким образом, площадь $S_{п}$ будет составлять: $S_{п} = A (h_{пн} - A / (ctg\beta_{рез.0} + ctg\beta_0))$, где $h_{пн}$ – глубина дополнительной приемной емкости отвала, м.

Глубина $h_{пн}$ определяется исходя из условия уравнения площадей $S_2 = S_{п}$ или $A H_{в} K_p = A h_{пн} - A^2 / (ctg\beta_{рез.0} + ctg\beta_0)$:

$$h_{пн} = H_{в} K_p + \frac{A}{ctg\beta_{рез.0} + ctg\beta_0}, \quad (2)$$

При использовании драглайна для создания дополнительной емкости объемом $S_{п1}$ необходимо учитывать ограничение глубины черпания $H_{ч}$ и

радиуса черпания $R_{ч}$, а также высоты H_p и радиуса разгрузки экскаватора, то есть, должны выполняться следующие условия: $H_{ч\ max} \geq h_{пн}$; $h_{пн} \leq H_{вдв} - h_{пв}$; $R_{ч\ max} \geq B + (h_{пн} - h_{пв}) ctg\beta_{рез.0}$; $H_{p\ max} \geq H_{в.г}$; $R_{p\ max} \geq b / 2 + c + H_{в.г} ctg\beta_{рез.0}$, где B_0 – безопасное расстояние от верхней бровки отвала до драглайна (рис. 3); $H_{в.г}$ – высота верхнего яруса отвала, который отсыпается шагающим экскаватором при создании дополнительной приемной емкости $S_{п1}$; b – ширина базы шагающего экскаватора; c – безопасное расстояние от нижней бровки отвала до драглайна.

Выбор типа шагающего экскаватора для создания дополнительной приемной емкости во внутреннем отвале проводится с учетом возможности отсыпания вскрыши, которая переэкскавируется в верхнюю часть отвала (рис. 3), то есть с учетом соблюдения условия: $S_{п1} = S_{п2}$, где $S_{п2}$ – максимально возможный объем вскрыши, который переэкскавируется при условии размещения его в верхней части отвала. Исходя из этого условия определяется высота верхнего яруса отвала $H_{в.г}$, при этом площадь $S_{п1}$ равняется:

$$S_{п1} = 0,5 \left[2(R_{p,max} - \frac{b}{2} - c - H_{в,п} - \text{ctg}\beta_0) + 2(H_{в,п} - 0,5h_{п,в})\text{ctg}\beta_0 \right] (H_{в,п} - 0,5h_{п,в}), \quad (3)$$

Подставив $(R_{p,max} - b/2 - c - H_{в,п} - \text{ctg}\beta_0) = d$ в выражение (3) получим:

$$S_{п1} = d (H_{в,г} - 0,5 h_{п,в}), \quad (4)$$

Исходя из формулы (4) высота $H_{в,г}$ будет равняться:

$$H_{в,г} = (S_{п1} + 0,5 d h_{п,в}) / d; \quad (5)$$

Расчетную величину высоты $H_{в,г}$ необходимо проверить по ограничивающему условию $H_{p,max} \geq H_{в}$. Основным параметром исследуемой комбинированной технологической схемы есть общий (суммарный) коэффициент переэкскавации $K_{п}$, который рассчитывается по формуле: $K_{п} = K_{пв} + K_{по}$ или $K_{п} = (S_2 + S_{п1}) / A (H_c + H_b)$ $K_{p,}$ где $K_{пв}$ – коэффициент переэкскавации при отработке вскрышного уступа высотой $(H_c + H_b)$; $K_{по}$ – коэффициент переэкскавации при создании дополнительной приемной емкости во внутреннем отвале.

Выполнены расчеты для определения основных параметров комбинированной схемы разработки и установлено, что увеличением высоты верхней части верхнего вскрышного уступа $H_{в}$ ограничивается объем пе-

резэкскавации вскрышных пород экскаватором ЭШ, расположенным на отвале. Например, при применении экскаватора ЭШ-20/90 (15/90) максимально возможная высота $H_{в}$ равняется 22 м.

Выводы

1. Для поддержания (снижения) себестоимости добычи марганцевой руды, при сниженном спросе необходимо провести реконструкцию технологической схемы карьера путем сокращения количества оборудования и заменой транспортной системы на более дешевую бестранспортную технологию отработки верхнего уступа. Это достигается благодаря объединению двух вскрышных уступов, которые работают по комбинированной схеме.

2. Для этой схемы обоснованы технологические параметры, которые учитывают сниженный объем производства и устойчивость отвалов.

3. Для размещения дополнительного объема вскрышных пород во внутреннем отвале предлагается создание дополнительной приемной емкости, которая позволит его разгрузить, а также достичь необходимого угла откоса отвала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений / Новожилов М.Г., Эскин В.С., Корсунский Г.Я. - М.: Недра, 1978.-328 с.

2. Самородов Ю.П. Выбор параметров отвалообразующих машин при комбинированной технологической схеме отработ-

ботки вскрышных пород // Открытые горные работы: Науч. сообщ. / Ин-т горн. дела им. А.А. Скочинского. - Г., 1988. - С. 9-13.

3. Постолюк В.В., Добрынин А.Э., Прокопенко В.И. Реструктуризация горно-обогатительных предприятий. - Кривой Рог: Минерал, 2000 - 335 с. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Череп А.Ю. – Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 16 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.С. Коваленко.

