

изделия на один шаг вперед. Указанная специфика определяет наиболее целесообразный алгоритм идентификации параметров изделия – рекуррентный.

Данный алгоритм реализован в программном комплексе, отрывок из листинга которого, показывающий вывод на экран результаты расчетов, представлен на рисунке.

```
void CParDlg::SetGraphDataSource()
{
    POSITION pos = m_ctlReport.GetFirstSelectedItemPosition();

    if (pos != NULL)
    {
        int nItem = m_ctlReport.GetNextSelectedItem(pos);

        m_MyGraph.m_i0 = nItem;
        m_MyGraph.Clear();
        m_MyGraph.m_pPoints.push_back( m_Points[nItem] );
        m_MyGraph.m_pPoints.push_back( m_Points[nItem+1] );
        m_MyGraph.m_pPoints.push_back( m_Points[nItem+2] );
        if ( nItem + 3 < m_Points.size() )
            m_MyGraph.m_pPoints.push_back( m_Points[nItem+3] );

        m_MyGraph.m_Prognoz = m_PrognozPoints[nItem];

        m_MyGraph.Invalidate(TRUE);
    }
}
```

Предложенный алгоритм и разработанный программный комплекс позволяют производить краткосрочное пошаговое прогнозирование состояния эрготехнической системы с пошаговой коррекцией результатов.

О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ КАРЬЕРОВ ПРИ ВАРИАЦИИ СПРОСА НА ИХ ПРОДУКЦИЮ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Косолапов А.И., Пташник А.И.

*ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,
e-mail: Kosolapov1953@mail.ru., Ptashnik_@mail.ru.*

Современные условия открытой разработки крутопадающих месторождений характеризуются не только сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями, но и постоянно возрастающими глубинами, на которых ведутся горные работы. Обычно, при проектировании глубоких карьеров, предпочтение отдают этапной отработке, обеспечивающей перераспределение во времени значительных объемов вскрыши.

Исследованиями [1, 2, 3, 4] доказано, что эффективность разработки месторождений максимальна при постоянном значении производственной мощности за оцениваемый период работы карьера. Вместе с тем, опыт работы горных предприятий в последние годы показывает,

что при отсутствии стабильного объема заказов на добываемую продукцию, данный подход является малоэффективным. Поэтому, адаптация горнодобывающего производства к рыночным механизмам, является актуальной научно-практической задачей, которая сводится к установлению и поиску механизмов по оперативному регулированию режима горных работ. Мировой опыт свидетельствует о том, что из-за определенной инерционности синхронизация производственной мощности карьера с величиной спроса, частично достигается за счет прогнозирования поведения рынка. Инерционность в данном случае обусловлена порядком развития рабочей зоны карьера, малой мобильностью горного оборудования и значительными затратами времени на поставку и монтаж горной техники. Все это указывает о необходимости ориентирования предприятия на внутренние ресурсы при интенсификации его производственной мощности.

Практика проектирования карьеров, отрабатывающих крутопадающие залежи, показывает, что величина производственной мощности определяется, главным образом, максимальной достижимой скоростью углубки карьера и площадью добычного участка рабочей зоны. Однако, при этапной разработке, карьер характеризуется двумя рабочими зонами, присущих второму и последующим этапам [5]:

– основной, обеспечивающей добычу запланированного объема руды;

– зоной разноса временно нерабочего борта.

Работы для поддержания производственной мощности ведут одновременно в двух зонах, при этом временно нерабочий борт, характеризуется переменной высотой, которая возрастает при понижении горных работ и постановке уступов во временно нерабочее положение и уменьшается – при интенсивном разnose борта.

Принципиальная схема развития рабочей зоны карьера при этапной разработке приведена на рис. 1. При глубине карьера H_1 верхний уступ рабочих бортов GD и EF , сформированных под углом α , достигает контура первого этапа $ABCD$ – 1. Если отработку вести в пределах этого этапа, а уступы, достигшие контура этапа погашать под углом β , то при достижении горными работами глубины, соответствующей глубине первого этапа $H_{1\text{этапа}}$, добычные работы необходимо остановить из-за отсутствия подготовленных запасов. Поэтому, по достижению рабочей зоной определённой глубины, равной H_k , одновременно с отработкой в границах первого этапа, необходимо интенсивно разносить временно нерабочие борта AK и DN в пределах последующей

очереди $A'B'C'D'$ – 2. К моменту достижения карьером глубины $H_{1\text{этапа}}$ рабочая зона займет положение $A'PBCQD'$, а временно нерабочие борта JK и ON с высотой $H_{\text{н}}$, при понижении горных работ с глубины H_k на величину ΔH должны быть полностью отработаны. Для поддержания и увеличения интенсивности разработки в период понижения горных работ с глубины H_1 до H_k необходимо увеличивать угол откоса рабочего борта за счёт соответствующего изменения высот уступов и ширины рабочих площадок. В этом случае, показатели, определяющие интенсивность разработки, а именно максимальное количество рабочих уступов, длина активного вскрышного и добычного фронта, площадь рабочей зоны карьера, обеспечивают заданный режим горных работ. Кроме того, угол откоса рабочего борта оказывает влияние на возможную продолжительность интенсификации (наращивания мощности карьера). Чем меньше угол, тем больше продолжительность за счёт его увеличения до предельного значения. Это хорошо иллюстрирует схема (рис. 1), где показано положение рабочей зоны $EHID$, соответствующее глубине H_1' , с минимальным углом рабочего борта α' .

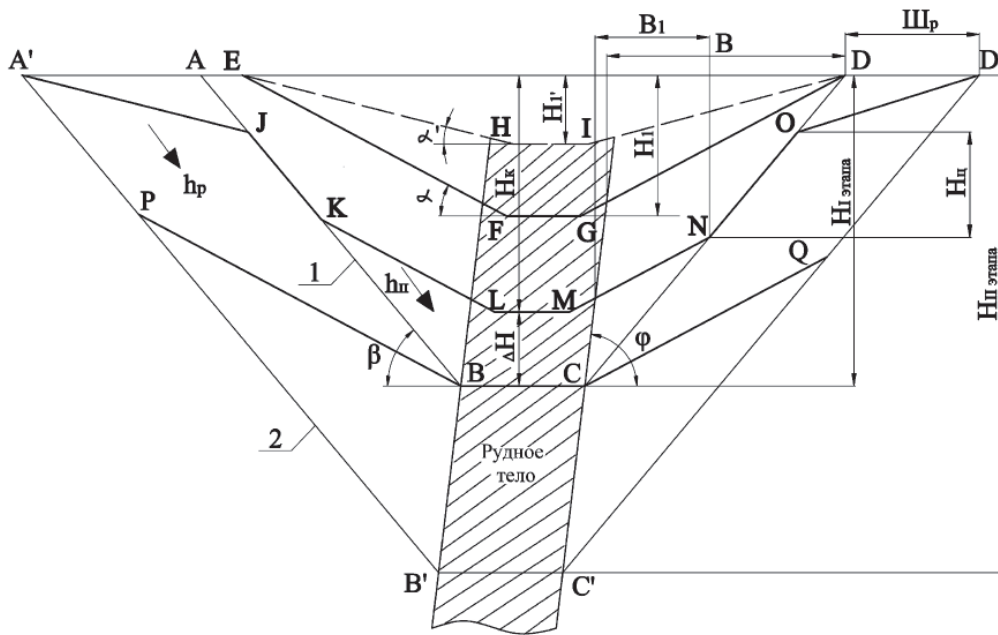


Рис. 1. Принципиальная схема развития рабочей зоны карьера при этапной разработке

Для своевременного воспроизводства добычного фронта и исключения сползания временно нерабочего борта (целика) в добычную зону необходимо выпол-

нить определенный объем работ по его разносу. В работе [6] получено уравнение для расчета максимально допустимой высоты целика

$$H_{\text{ц}} = H_1 \cdot \frac{v_{\text{н}} \cdot (\text{ctg}\varphi_{\text{н}} - \text{ctg}\psi) - v_{\text{н}} \cdot (\text{ctg}\varphi_{\text{н}} - \text{ctg}\psi)}{h_{\text{т.в}} \cdot (\text{ctg}\psi \pm \text{ctg}\gamma) \cdot (\text{ctg}\varphi_{\text{н}} - \text{ctg}\psi)}, \text{ м,}$$

где $v_{\text{н}}$ – скорость подвигания рабочего борта на участке по разносу целика, м/год; $v_{\text{н}}$ – скорость

подвигания рабочего борта под целиком, м/год; ψ – угол наклона временно нерабочего борта

(целика), град; φ_n – угол наклона рабочего борта под целиком, град; $\varphi_{\text{ц}}$ – угол наклона рабочего борта на участке по разному целика, град; γ – угол падения рудного тела, град; $h_{\text{г.в}}$ – вертикальная составляющая скорости понижения горных работ по контакту рудного тела.

Основными управляющими параметрами высоты целика являются скорость продвижения фронта горных работ по его разному v_n и угол его наклона ψ . Величина последнего обуслов-

лена технологией расконсервации временно нерабочего борта и обеспечивает безопасность ведения горных работ в добычной зоне. Для оценки изменения высоты целика от управляющих параметров смоделировано развитие рабочей зоны определенных геометрических размеров, соответствующих реальному объекту со скоростью углубки 20 м/год. Результаты моделирования приведены в виде графиков на рис. 2.

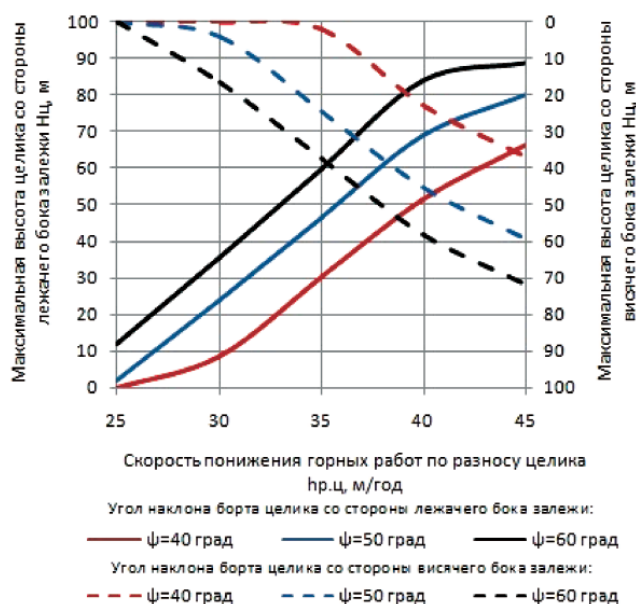


Рис. 2. Зависимость $H_{\text{ц}} = f(h_{\text{р.ц}})$ для различных значений угла наклона борта целика ψ

Анализ графиков позволяет сделать вывод, что предельная высота целиков более заметно возрастает при увеличении скорости их разности, определяемой по условиям размещения оборудования, и в меньшей степени зависит от угла временно нерабочего борта карьера. Однако, для учета всех возможностей по интенсификации горных работ на карьерах, необходимо оценить эффективность использования площади добычной зоны оборудованием различной мощности.

Для анализа приняты экскаваторы серии ЭКГ типа прямая лопата и мобильные гидравлические экскаваторы типа обратная лопата, а также автосамосвалы соответствующего типоразмера. Методика расчёта рабочей площади, необходимой для эффективной работы комплекса оборудования заимствована в работе [7], а расчет производительности экскаваторов выполнен по методике [8] с учётом конкретной технологической схемы работы на уступе. Площадь горизонтальной проекции добычной зоны определяли графически, а количество экскаваторов по условиям размещения через отношение площади горизонтальной проекции добычной зоны к необходимой рабочей площади для конкретного комплекса оборудования. При этом производственную мощность карьера рассчитывали как

произведение количества экскаваторных комплексов на их производительность. Для оценки и сравнительного анализа эффективности использования площади добычной зоны на карьере для условий отработки комплексами оборудования различной единичной мощности, производственную мощность карьера и оказывающие на него переменные величины (высота уступа, вместимость ковша и эксплуатационная производительность экскаватора), приведены в относительных единицах. При этом базовым для всех типов экскаваторов является комплекс минимальной единичной мощности. Для установления влияния единичной мощности горного оборудования на интенсивность разработки месторождения построены графики, увязывающие относительную вместимость ковша E_k и производительность экскаватора Q , а также относительную высоту уступа h_y с относительной производительностью карьера $A_{\text{ин}}$ (рис. 3).

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что величина приращения относительной производственной мощности карьера при использовании экскаваторов типа ЭКГ с увеличением их единичной мощности больше, чем – гидравлических экскаваторов типа обратная лопата. Также установлено, что между

этими показателями нет пропорциональной зависимости (например, приращение относительной вместимости ковша экскаватора в четыре раза обеспечивает увеличение производственной мощности карьера в 1,83 и 1,54 раза соответственно при использовании механических и гидравлических лопат). Причем, величина этого приращения изменяется неравномерно и зависит от вместимости ковша и типа экскаватора. При

этом для механических лопат соответствующая функция имеет экстремум в области 15 м^3 и при дальнейшем увеличении наблюдается относительное снижение приращения производственной мощности. Для гидравлических лопат при увеличении вместимости ковша относительная производственная мощность карьера нарастает менее значительно, чем при использовании механических лопат.

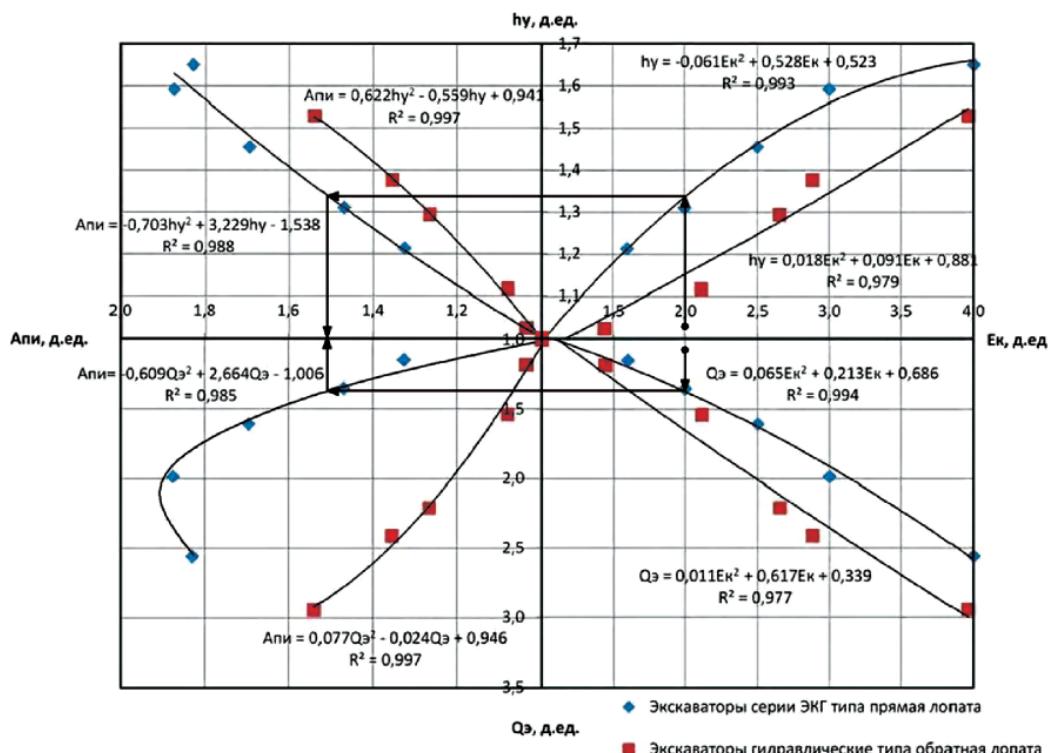


Рис. 3. Номограмма для определения относительной производственной мощности карьера ($A_{пн}$) в зависимости от относительной вместимости ковша экскаватора ($E_к$)

Вышеизложенное, позволяет сделать следующие выводы:

- при интенсификации производственной мощности карьеров разрабатываемых очередями, необходимо вести постоянный контроль за допустимой величиной временно нерабочих бортов, и обосновывать их величину в текущее время и к моменту окончания интенсификации. Это позволит определить возможную величину интенсификации при существующем комплексе горнотранспортного оборудования;

- при разработке месторождения этапами оценка возможности интенсификации производственной мощности должна базироваться на динамике формирования рабочей зоны, как основного участка, так и участка разноса временно нерабочего борта совместно;

- исследования показали, что при рациональном использовании оборудования, обеспечивающем его полную загрузку, увеличение его мощности не обеспечивает необходимую динамику наращивания производственной мощности карьера;

- разработка эффективной технологии расконсервации временно нерабочих бортов, сформированных под крутыми углами, создаёт положительные предпосылки для интенсификации производственной мощности.

Список литературы

1. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – 2-е изд. пер. и доп. – М.: Недра, 1970. – 319 с.
2. Мельников Н.В., Винницкий К.Е., Меньшов В.С., Рентович Э.И. Вопросы выбора производственной мощности карьера. – М.: Наука, 1971. – 166 с.
3. Новожилов М.Г. и др. Технологические параметры глубоких карьеров. – М.: Недра, 1982. – 175 с.
4. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч. 2. Технология и комплексная механизация. – М.: Недра, 1985. – 549 с.
5. Селянин В.Г. Интенсификация горных работ в глубоких карьерах. – М.: Недра, 1977. – 192 с.
6. Лине В.П. Определение параметров рабочей зоны карьера с участками временно нерабочего борта // Горный журнал. – 1986. – №5. – С. 15-17.
7. Галкин В.А., Сидоренко В.Н., Гавришев С.Е., Носов А.Н. Проектирование горных работ при формировании карьерного пространства зонами концентрации. – Магнитогорск: МГМИ, 1991. – 57 с.
8. Колесников В.Ф., Корякин А.И., Воронков В.Ф. Транспортная технология ведения вскрышных и добычных работ на разрезах Кузбасса. – Кемерово: КузГТУ, 2009. – 94 с.