

УДК 622.271

Д.М. Набойченко**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОНЕЧНОЙ ГЛУБИНЫ КАРЬЕРА**

Семинар №12

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом связана с решением главных задач, определяющих технологические и экономические основы производства горных работ. К таким задачам относятся: выбор места начала горных работ, направления развития горных работ, необходимого и достаточного объема горнокапитальных работ, длины фронта горных работ по вскрыше и добыче на период сдачи карьера в эксплуатацию и в последующие годы, числа действующих забоев и уступов; определение мощности карьера по полезному ископаемому и по вскрышным работами; обоснование текущих коэффициентов вскрыши по этапам разработки; установление интенсивности освоения месторождения.

Задача определения конечной глубины карьера в проблемах разработки месторождений приобрела особую актуальность. Перед современными предприятиями ставятся все новые задачи, требующие более полных и точных расчетов, учитывающих все большее число факторов, как внутренних, так и внешних. Так если в 70-х гг. исследователи ориентировались в определении предельной глубины на качество полезного ископаемого, в 80-х на комплексное освоение месторождения, в 90-х на учет ограничений по земельным ресурсам, то в настоящее время кроме вышеперечисленных факторов требуется учитывать в расчетах также динамику развития карьера, предвосхищение будущих опасностей и новых возможностей.

Изучение работ по определению границ открытых горных работ показало, что на протяжении всего периода существования проблемы связанной с разработкой месторождений полезных ископаемых стоял вопрос о целесообразности разработки от-

крытым или подземным способом. Преимущественное развитие науки в области открытого способа разработки, особенности минерально-сырьевой базы России и исторически сложившаяся ситуация когда себестоимость полезного ископаемого при открытой разработке в 1,5–2 раза ниже, чем при подземной, все это привело к созданию большого числа карьеров. Причем как показано в работе [1] карьерами с проектной глубиной более 200 м добывается более 90 % железных руд, не менее 35 % руд цветных металлов, около 8 % угля, около 70 % асбестовых и фосфатных руд.

При открытой разработке месторождений имеется большое разнообразие возможностей влияния на эффективность работ. В зависимости от целей предприятия существуют разнообразные варианты развития. Имеются возможности построить карьер с зараннее заданной и устойчивой, в течении длительного времени, себестоимостью полезного ископаемого. Приняв соответствующий объем горнокапитальных работ и глубину карьера можно обеспечить работу со все уменьшающимся коэффициентом вскрыши. Можно построить карьер с расчетом на реконструкцию, ввод нового совершенного оборудования и технологический прогресс при котором окажется целесообразной работа со все увеличивающимся коэффициентом вскрыши. Но, с другой стороны, точно прогнозировать процесс совершенствования техники, технологии и организации открытых горных работ на большие отрезки времени, соответствующие срокам существования карьера, не представляется возможным. Вариантов развития великое множество, но как уже отмечалось при проектировании параметров и развития нового или уже действующего предприятия на современном этапе следует выбирать

критерии эффективности проекта учитывающие как можно большее число факторов.

Проанализируем существующие методы определения параметров карьера и в частности его конечной глубины. Для облегчения дальнейших рассуждений приводим определения основных коэффициентов вскрыши.

Граничный n_g – теоретически максимально допустимый коэффициент вскрыши, при котором в данных условиях открытая разработка месторождения является экономически целесообразной.

Средний n_{cp} – отношение извлекаемого объема пород в проектных контурах карьера к извлекаемому объему руды в этих же контурах.

Эксплуатационный n – расчетное значение коэффициента вскрыши за определенный период работы карьера. Если взять весь период эксплуатации карьера, то получим средний эксплуатационный коэффициент вскрыши. Фактическое соотношение добываемых объемов пород и руды является текущим коэффициентом вскрыши.

Контурный n_k – отношение приращения объема пород к приращению объема полезного ископаемого при увеличении в процессе проектирования конечной глубины карьера на один уступ.

Первоначальный n_o – отношение объема пород, вынимаемых за счет капитальных затрат, к объему всех извлекаемых запасов полезного ископаемого в контурах карьера.

В целом развитие научных идей определения границ карьера Арсентьев разделяет на два больших периода. До 1958–1960 гг. совершенствование и дальнейшее развитие методов, основанных на сравнении предварительно рассчитанного граничного коэффициента вскрыши, с коэффициентами вскрыши, полученными при построении контуров карьера. И с конца 60-х гг. развивались методы основанные на анализе эффективности капитальных вложений, режима вскрышных работ, учете прогресса техники, использованию вычислительных машин. За весь период изучения проблемы границ открытых горных работ проведено множество исследований,

которые основывались в основном на сравнении различных коэффициентов вскрыши и выемки. Основные принципы определения границ были основаны еще в 20-х гг. Так по работам проф. А.И. Стешенко и И.А. Кузнецова $n_r > n_{cp}$. По проф. С.И. Пилявскому, И.А. Кузнецову, П.И. Городецкому $n_r > n_k$. По проф. С.И. Пилявскому, И.А. Кузнецову $n_g > n_k + n_o$. Дальнейшее развитие характеризуется попыткой повысить надежность расчетов за счет нового принципа $n_{cp} < n_r > n_k$. Выявление влияния на показатели работы карьера способа вскрытия и направления развития обусловило понимание ненадежности этих принципов. В это время предложен акад. В.В. Ржевским $n_r > n_t$ принцип на основании которого исследователи в дальнейшем пытаются повысить надежность расчетов путем объединения его с ранее известными. И проф. А.И. Арсентьевым $n_r > n_o + n$, принцип который трактуется как более общий и все ранее известные принципы это лишь частные случаи нового. Далее на основе развития экономических наук выдвигаются методы, основанные на оценке эффективности и сроков окупаемости капитальных вложений. Учитывается улучшение показателей во времени за счет прогресса техники и организации работ, оценивается количественное влияние масштаба работ на себестоимость продукции. В исследованиях 90-х гг. особую остроту приобретают проблемы экологии и рационального использования сырьевых ресурсов. И в связи с этим разрабатываются принципы с использованием понятий коэффициентов выемки по проф. Г.А. Холоднякову $k_r < k_k$ и $k_r < k$ где: k_r – граничный коэффициент добычи, расчетное значение коэффициента выемки за определенный период работы карьера. k_k – первоначальный коэффициент выемки, отношение объема горных пород, вынимаемых за счет капитальных затрат к общему объему горных пород в карьере. Из всех разработанных теоретических методов наибольшее распространение в проектной практике получил метод, основанный на сравнении контурного и граничного коэффициентов вскрыши. Следует отметить что приведенные методы это лишь небольшая часть проведенных в этом направлении исследований. Но, которая дает

некое представление о подходах к решению вопроса об определении конечной глубины. Все они основаны на сравнении различных коэффициентов полученных при построении проектных контуров либо при действующей разработке месторождения. Также некоторыми исследователями были написаны работы, которые позволяют определить искомые значения границ карьеров в зависимости от поставленных целей перед предприятием. В качестве целей понималось стремление к максимальной экономической эффективности, т.е. к получению максимальной прибыли от разработки месторождения либо к нормальной эффективности, обеспечивающей работу карьера с нормативным сроком окупаемости затрат.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что данные подходы к решению поставленной задачи требуют дальнейшего развития с учетом современных тенденций развития минерально-сырьевого комплекса нашей страны.

Перспективным направлением в области определения границ открытых горных работ можно считать разработку новых критериев для оптимизации различных вариантов либо применение уже существующих, но пока не реализованных в данном направлении. Так определение контуров с применением таких общепризнанных критериев оценки экономической эффективности как чистый дисконтированный доход и внутренняя ставка дисконтирования поможет существенно приблизить проектные решения к действительной реальности. Это позволит более точно представить и рассмотреть процесс развития горных работ во времени динамику развития и соответственно оптимально прогнозировать выемку горной массы в зависимости от экономической ситуации сложившейся на данный период или прогнозируемой в будущем; повысить способность предприятия к осуществлению различных реакций на ситуации, возникающие на мировых рынках сырья; уменьшить инерционность карьеров более грамотным планированием режима горных работ. На ряду с вышеперечисленными критериями оценки эффективности, для применения в расчетах границ карьеров можно использовать критерий динамической доступности

минерально-сырьевых ресурсов. Применение в расчетах этой величины позволит уменьшить погрешность при расчетах параметров открытых горных работ. Такого сочетания факторов учитываемых при определении этой величины не наблюдается ни в одном из известных методов определения конечной глубины карьера. Метод оценки динамической доступности минерально-сырьевых ресурсов учитывает эффективность их использования, степень изученности и подготовленности запасов, изменение доступности во времени по мере завершения отдельных стадий освоения месторождения, цены на минеральную продукцию, а также влияние технического прогресса. Критерий доступности минерально-сырьевых ресурсов основан на следующем определении данного понятия: «доступность-это свойство системы «общество- минеральные ресурсы», характеризующее возможность эффективного их использования на основе достигнутого технологического уровня». Количественной мерой ее является отношение фактической цены товарного продукта к его расчетной цене, обеспечивающей безубыточное извлечение и переработку сырья. В системе «общество-минеральные ресурсы» фактическая цена характеризует потребность в данном виде сырья и его дефицитность и, таким образом, отражает допустимые для общества затраты на извлечение и использование данного вида сырья. В качестве фактических могут быть использованы цены на мировых сырьевых рынках [2].

При рассмотрении и анализе существующих решений в определении границ открытых горных работ определили, что устоявшиеся методы расчетов не вполне отвечают требованиям сложившимся в современных условиях. Экономическая ситуация сложившаяся в стране в настоящее время, особенности развития горнодобывающей промышленности все это обуславливает поиск принципиально новых подходов, решений в научном направлении проектирования карьеров и в частности его главных параметров Перспективными направлениями в развитии методов определения границ можно считать применение критериев отвечающих современным условиям развития экономики. Что позволит

максимально приблизить теоретические изыскания к реалиям нашего времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пешков А.А.* Управление развитием горных работ на глубоких карьерах. – М.: ИПКОН РАН, 1999. – 321 с.
2. *Мацко Н.А.* Разработка методов оценки и управления динамической доступностью минерально-сырьевых ресурсов: Дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. – М.: ИПКОН РАН, 2002. – 345 с.

Коротко об авторах

Набойченко Д.М. – аспирант, ИПКОН РАН.

