

На правах рукописи

ИШКУЛОВА Индира Анваровна



**ОБОСНОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ
КАРЬЕРОВ, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ
КРУТОПАДАЮЩИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
С ПЕРЕМЕННЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ УГЛУБКИ**

*Специальность 25.00.21 – Теоретические основы
проектирования горно-
технических систем*

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2006**

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В.Плеханова (техническом университете).

Научный руководитель –

доктор технических наук, профессор

Холодняков Генрих Александрович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Квитка Валерий Васильевич,

кандидат технических наук

Аршинов Сергей Спиридонович

Ведущее предприятие – ОАО «Гипроруда».

Защита диссертации состоится 19 июня 2006 г. в 15 ч на заседании диссертационного совета Д 212.224.06 при Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В.Плеханова (техническом университете) по адресу: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, д.2, ауд.1160.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного горного института.

Автореферат разослан 19 мая 2006 г.

**УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета
д.т.н., профессор**



Э.И.БОГУСЛАВСКИЙ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Определение производственной мощности или возможной по горнотехническим факторам производительности карьера является одной из главных задач проектирования разработки месторождений открытым способом. При проектировании карьеров значение производительности может быть принято, например, в соответствии со спросом на сырье, но при этом весьма актуальной остается задача определения производственной мощности на весь срок отработки месторождения, так как в условиях меняющегося спроса на рынке минерального сырья каждое горнодобывающее предприятие должно знать свой потенциал.

В настоящее время проблеме определения производственной мощности карьеров уделяется недостаточное внимание. Такие известные исследователи как Агошков М.И., Городецкий П.И., Зурков П.Э., Кумачев К.А. и др. считают, что максимальную производительность по горнотехническим возможностям можно достичь, интенсивно углубляясь вертикально с минимальными рабочими площадками. При разработке сложных крутопадающих месторождений приходится работать с переменным направлением углубки. Анализ развития рабочей зоны карьера при этом показал, что применение минимальных рабочих площадок не исчерпывает возможности увеличения производственной мощности карьера. Поэтому исследование влияния переменного направления углубки с максимальной скоростью на значение параметров рабочей зоны с целью увеличения производственной мощности карьера является актуальной научной задачей.

Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ «Экология и рациональное природопользование» (согласно

приказу №577 Президента РФ от 30.03.2002 г.).

Цель работы: обоснование возможной по горнотехническим факторам производственной мощности карьеров, разрабатывающих крутопадающие месторождения сложной конфигурации, предполагающей переменное направление углубки.

Идея работы: при переменном направлении углубки максимально возможную производительность карьера можно обеспечить, развивая рабочую зону симметрично с использованием площадок различной ширины, а не асимметрично с традиционными минимальными рабочими площадками.

Защищаемые научные положения

1. Симметричное развитие горных работ с переменной шириной площадок при наклонном направлении углубки вместо традиционного асимметричного с минимальными рабочими площадками увеличивает интенсивность эксплуатации месторождения и производственную мощность карьера при минимальном времени подготовки горизонтов.

2. Максимальная протяженность добычного фронта при формировании нижней части рабочей зоны карьера может быть определена с помощью номографического метода отображения установленных функциональных зависимостей длины этого фронта от мощности рудной залежи, направления развития фронта работ по расширению разрезной траншеи и количества рядов взрывааемых скважин.

3. Учет возможности извлечения дополнительных объемов горной массы в рабочем борту, противоположном направлению углубки с максимальной скоростью, предполагает увеличение производственной мощности карьера по горнотехническим факторам до 10%.

Научная новизна работы:

Установлена зависимость максимальной протяженности

добычного фронта при формировании нижней части рабочей зоны карьера от мощности рудной залежи и угла между осью траншеи и направлением развития фронта работ из начальной точки первого блока по расширению траншеи.

Выявлена зависимость величины необходимого подвигания вышележащих уступов (как в направлении, совпадающем с направлением углубки, так и – в противоположном) от высоты уступа, углов откоса рабочего борта и направления углубки, используемая для обеспечения вскрытия и подготовки новых горизонтов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается значительным объемом научной литературы по исследуемому вопросу, проектной и текущей технико-экономической информации ОАО «Олкон»; действующими государственными нормативными актами по технологии и безопасности; корректным применением методов горно-геометрического моделирования, основанных на законах формирования карьерного пространства.

Методы исследований: горно-геометрическое моделирование, анализ и оценка развития рабочей зоны карьера, метод графического отображения функциональных зависимостей, математическое моделирование развития горных работ для стабилизации извлекаемых объемов полезного ископаемого и горной массы по периодам работы карьера.

Практическая значимость заключается в разработке метода определения возможной производительности открытой разработки крутопадающих месторождений с переменным направлением углубки, а также в предложении номографического метода для оперативного определения максимальной протяженности добычного фронта с рассмотрением в любых горно-геологических условиях значительного числа горно-транспортного оборудования,

необходимого для производительной работы карьера.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на ежегодных научных конференциях молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (г. Санкт-Петербург, СПГИ (ТУ), 2003-2005 гг.), на VII Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле» (г. Москва, МГГРУ, 2005 г.).

Публикации. Основное содержание диссертации изложено в 7-ми работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 91 наименования; изложена на 109 страницах, содержит 11 таблиц и 28 рисунков.

Автор выражает искреннюю благодарность научным руководителям профессорам Г.А. Холодникову и безвременно ушедшему из жизни О.В. Шпанскому, развитие идей которых, постоянное внимание и помощь способствовали успешному выполнению работы; доценту Д.Н. Лигоцкому за содействие в проведении расчетной части исследования; другим сотрудникам кафедры РМПИ за практические советы при выполнении и написании диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Большой вклад в теорию проектирования открытой разработки месторождений, и, в частности, в теорию и методологию определения производительности карьеров внесли академики АН СССР и РАН: Агошков М.И., Мельников Н.В., Мельников Н.Н., Ржевский В.В., Трубецкой К.Н.; член-корр. РАН: Пешков А.А., Яковлев В.Л.; доктора технических наук: Арсентьев А.И., Бунин Ж.В., Гавришев С.Е., Гальянов А.В., Городецкий П.И., Звягин П.З., Зурков П.Э., Капутин Ю.Е., Карасев Ю.Г., Квитка В.В., Коваленко В.С., Косолапов А.И., Кузнецов И.А.,

Левицкий Л.В., Решетняк С.П., Федорко В.П., Фомин С.И., Холодняков Г.А., Хохряков В.С., Шпанский О.В.; кандидаты технических наук: Аршинов С.С., Кумачев К.А., Линева В.П. и другие.

В первой главе диссертации проанализированы существующие методы определения производительности карьеров по полезному ископаемому и горной массе.

Во второй главе приведено обоснование развития рабочей зоны карьера при переменном направлении углубки с максимальной скоростью.

В третьей главе представлен метод определения максимальной протяженности добычного фронта при вскрытии и подготовке новых горизонтов.

В четвертой главе установлено развитие возможной по горнотехническим факторам производительности по полезному ископаемому и горной массе с учетом симметричного развития рабочей зоны карьера на примере Комсомольского карьера ОАО «Олкон».

Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых научных положениях:

1. Симметричное развитие горных работ с переменной шириной площадок при наклонном направлении углубки вместо традиционного асимметричного с минимальными рабочими площадками увеличивает интенсивность эксплуатации месторождения и производственную мощность карьера при минимальном времени подготовки горизонтов.

В ходе исследования формирования рабочей зоны карьера при максимальной интенсивности горных работ в глубину были выявлены следующие варианты ее развития:

1. Вертикальная углубка, обеспечение минимальных рабочих площадок, подвигание уступов во всех направлениях одинаковое. Рабочая зона развивается симметрично (рис. 1).

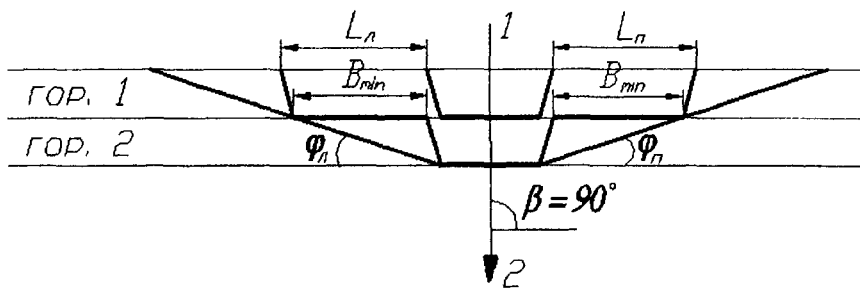


Рис. 1. Симметричное развитие рабочей зоны карьера при вертикальной углубке.

На этом рисунке B_{min} – минимальная ширина рабочих площадок, м; φ_n , φ_n – углы откоса левого и правого рабочего борта карьера соответственно, град.; L_n , L_n – необходимое горизонтальное подвигание уступа для левого и правого рабочего борта карьера соответственно, м; β – угол направления углубки, град.

2. Наклонная углубка, обеспечение минимальных рабочих площадок, подвигание уступов неравномерное. Максимальное подвигание - в направлении, совпадающем с направлением понижения горных работ; минимальное – в противоположном направлении. Рабочая зона развивается асимметрично (рис. 2).

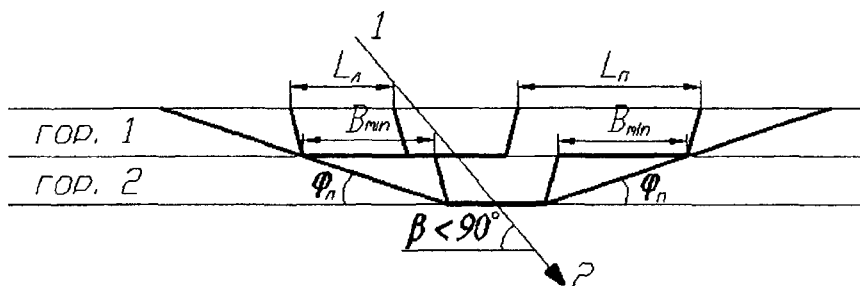


Рис. 2. Асимметричное развитие рабочей зоны карьера при наклонной углубке.

3. Наклонная углубка. При этом максимально используются возможности горизонтального разноса (резерва от наклонной углубки). Рабочая зона развивается равномерно симметрично. Извлекаются максимально возможные объемы горной массы при минимальном времени подготовки нового горизонта. Максимум горной массы достигается за счет области заключенной между положениями горных работ, соответствующими необходимому L_n и максимальному L_n^1 подвиганию уступов. Дополнительные объемы горной массы, вовлекаемые при этом в разработку, обозначены штриховыми линиями на рис. 3.

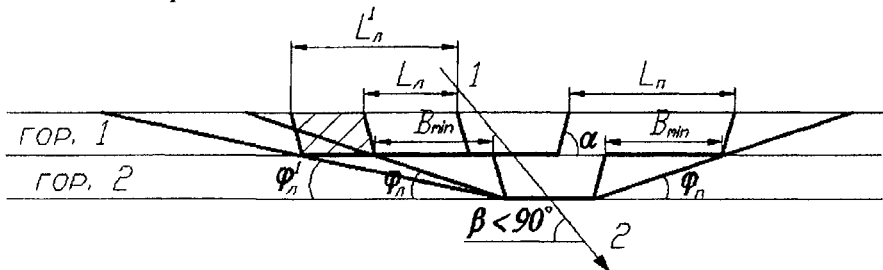


Рис. 3. Симметричное развитие рабочей зоны карьера при наклонной углубке.

В этом случае параметры элементов рабочей зоны карьера в направлении, противоположном направлению углубки, изменяются. Значение угла откоса рабочего борта при этом (левый борт на рис. 3), уменьшается по сравнению со значением угла другого (правого) борта и определяется по зависимости:

$$\varphi_n^1 = \arctg \frac{h}{B_{\max} + hctg\alpha} \quad (1)$$

Ширина же рабочих площадок увеличивается до значения:

$$B_{\max} = B_{\min} + 2hctg\beta \quad (2)$$

где h – высота уступа, м; α – угол откоса уступа град.

Дополнительный горизонтальный разнос борта, происходящий вследствие наклонной углубки (резерв от наклонной углубки), даст дополнительные объемы горной массы и, в частности, полезного ископаемого при минимальном времени подготовки горизонта и максимальной скорости углубки.

Таким образом, выявленные положения горных работ могут служить областью, отвечающей развитию возможной (максимальной) производительности карьера по полезному ископаемому и горной массе от начала до конца разработки.

2. Максимальная протяженность добычного фронта при формировании нижней части рабочей зоны карьера может быть определена с помощью номографического метода отображения установленных функциональных зависимостей длины этого фронта от мощности рудной залежи, направления развития фронта работ по расширению разрезной траншеи и количества рядов взрывааемых скважин.

При формировании нижней части рабочей зоны карьера – вскрытие и подготовка новых горизонтов – необходимо поддерживать максимальную протяженность добычного фронта для обеспечения заданной производительности по полезному ископаемому.

При установлении максимальной протяженности фронта работ по полезному ископаемому необходимо совместно рассматривать большое количество изменяющихся параметров. По этой причине целесообразным был сочтен номографический метод – метод графического отображения функциональных зависимостей, позволяющий в кратчайшие сроки получить надежные результаты по решению поставленной задачи.

Важнейшими факторами, определяющими максимально возможный фронт добычных работ L_{ϕ} являются: горизонтальная мощность залежи M , угол δ между осью траншеи и направлением развития фронта работ из начальной точки первого блока по расширению траншеи, количество рядов взрывааемых скважин n .

Угол δ , представленный на рис. 4, свидетельствует о параметрах, участвующих в формировании рабочей зоны карьера, при прямолинейной интерпретации фронта добычных работ.

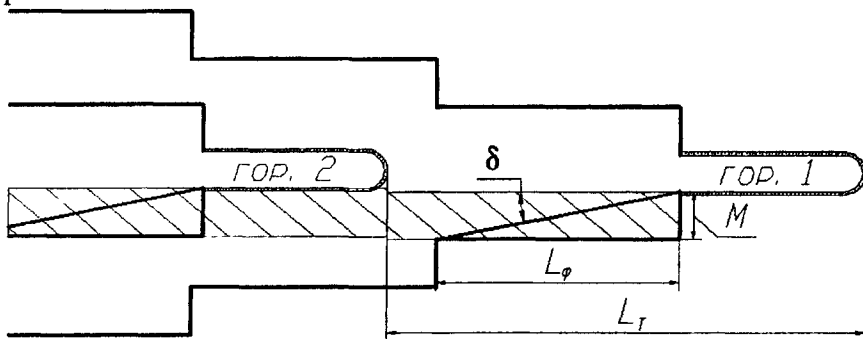


Рис. 4. Вскрытие и подготовка нового горизонта для разработки залежи.

Взаимосвязь максимальной протяженности добычного фронта с мощностью рудной залежи $L_{\phi} = f(M)$ определялась по зависимости (3):

$$L_{\phi} = \frac{Q}{n \cdot M} \quad (3)$$

где Q – эксплуатационная производительность экскаватора, $\text{м}^3/\text{мес}$.

Изменение протяженности добычного фронта рассматривалось при произвольном изменении горизонтальной мощности залежи M в диапазоне от 25 до 80 м с шагом 5 м. Графики функции $L_{\phi} = f(M)$ отстраиваются в

правом верхнем квадранте номограммы (рис. 5) для четырех типов экскаваторов. По положительной ветви оси абсцисс откладывается мощность залежи M , а по оси ординат – соответствующая ей протяженность фронта L_ϕ .

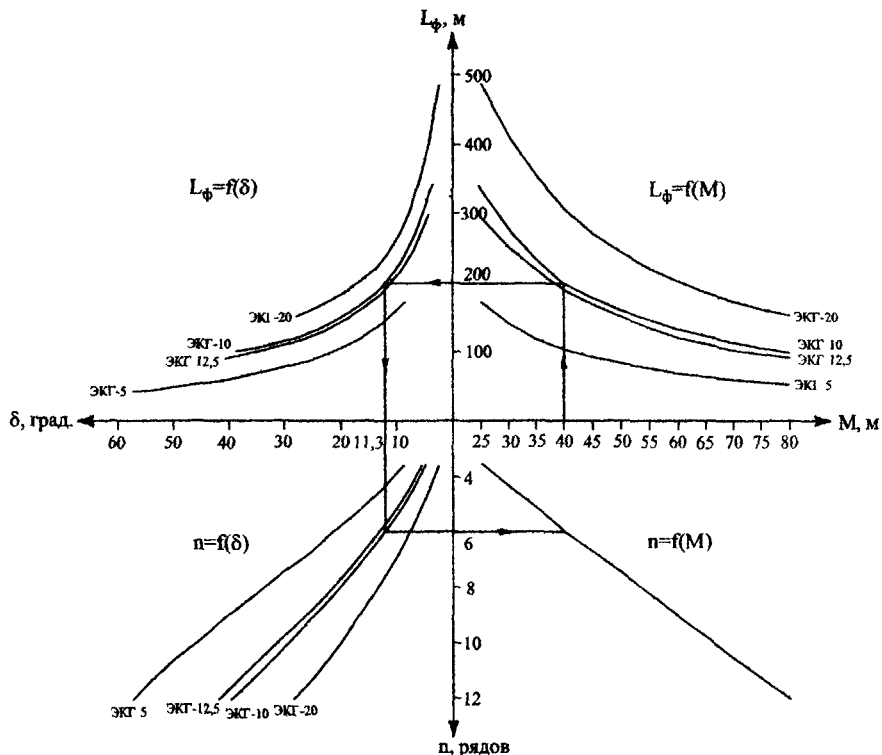


Рис. 5. Номограмма определения длины фронта добычных работ при вскрытии и подготовке новых горизонтов.

Зависимость максимальной протяженности добычного фронта L_ϕ от угла δ между осью траншеи и направлением фронта работ в начальной точке первого блока по расширению траншеи $L_\phi = f(\delta)$, которая графически отображается в левом верхнем квадранте номограммы, исследовалась по

выражению (4):

$$L_{\phi} = \frac{M}{\operatorname{tg} \delta} \quad (4)$$

По отрицательной части ветви оси абсцисс откладываются значения угла δ , тогда как ось ординат является общей для левой и правой верхней частей номограммы.

Взаимосвязь количества рядов взрываемых скважин n с горизонтальной мощностью рудной залежи $n = f(M)$ определялась по зависимости (5):

$$n = \frac{M - W}{b} + 1 \quad (5)$$

где W – линия сопротивления по подошве, м;
 b – расстояние между рядами, м.

График функции $n = f(M)$ отражает правая нижняя часть номограммы. При этом ось абсцисс M является общей для нижней и верхней правой частей номограммы, а по отрицательной ветви оси ординат откладываются значения n .

Изменение количества рядов взрываемых скважин n в зависимости от угла δ , представленное в левой нижней части номограммы, определялось по зависимости (6).

$$n = \frac{Q \cdot \operatorname{tg} \delta - W}{h \cdot M \cdot b} + 1 \quad (6)$$

В данном случае обе оси являются общими: ось ординат – общей с графиком $n = f(M)$, а ось абсцисс – с графиками $L_{\phi} = f(\delta)$.

Ключом номограммы является линия со стрелками для следующего варианта исходных данных: мощность залежи $M=40$ м, тип экскаватора на проходке траншеи высотой $h=12$ м – ЭКГ-10. Расчетные данные, полученные с помощью номограммы: количество рядов взрываемых скважин

$n=6$ рядов, угол $\delta=11,3^\circ$, максимальная протяженность добычного фронта $L_\phi = 200$ м. Ключ номограммы начинается на ординате L_ϕ , значения которой являются исходными при подготовке новых горизонтов рабочей зоны. При этом следует отметить, что верхняя часть номограммы служит для определения длины добычных работ, а нижние квадранты свидетельствуют об изменении параметров, участвующих в расчете буровзрывных работ, с изменением исходного значения мощности рудного тела.

3. Учет возможности извлечения дополнительных объемов горной массы в рабочем борту, противоположном направлению углубки с максимальной скоростью, предполагает увеличение производственной мощности карьера по горнотехническим факторам до 10%.

Максимальная производственная мощность по горнотехническим факторам устанавливалась в условиях железорудного месторождения «Комсомольское» ОАО «Олкон».

Для установления производительности карьера последовательно решались такие задачи, как: построение на характерных разрезах положений горных работ на момент окончания подготовки каждого горизонта для максимального извлечения горной массы; определение объемов руды и горной массы, извлекаемых за период подготовки каждого горизонта и из всего карьера в целом; определение времени подготовки каждого горизонта; стабилизация объемов добываемой руды и горной массы, определение возможной производительности карьера по полезному ископаемому и горной массе.

Анализируя ряды производительностей и кривую $P_m=f(T)$, на интегральных графиках (рис. 6) $P=f(T)$ и $Q=f(T)$ нарастающих объемов полезного ископаемого и горной массы во времени, в основу построения которых положены

выявленные возможности развития рабочей зоны карьера при переменном направлении понижения горных работ с максимальной интенсивностью, можно выделить следующие периоды работы карьера.

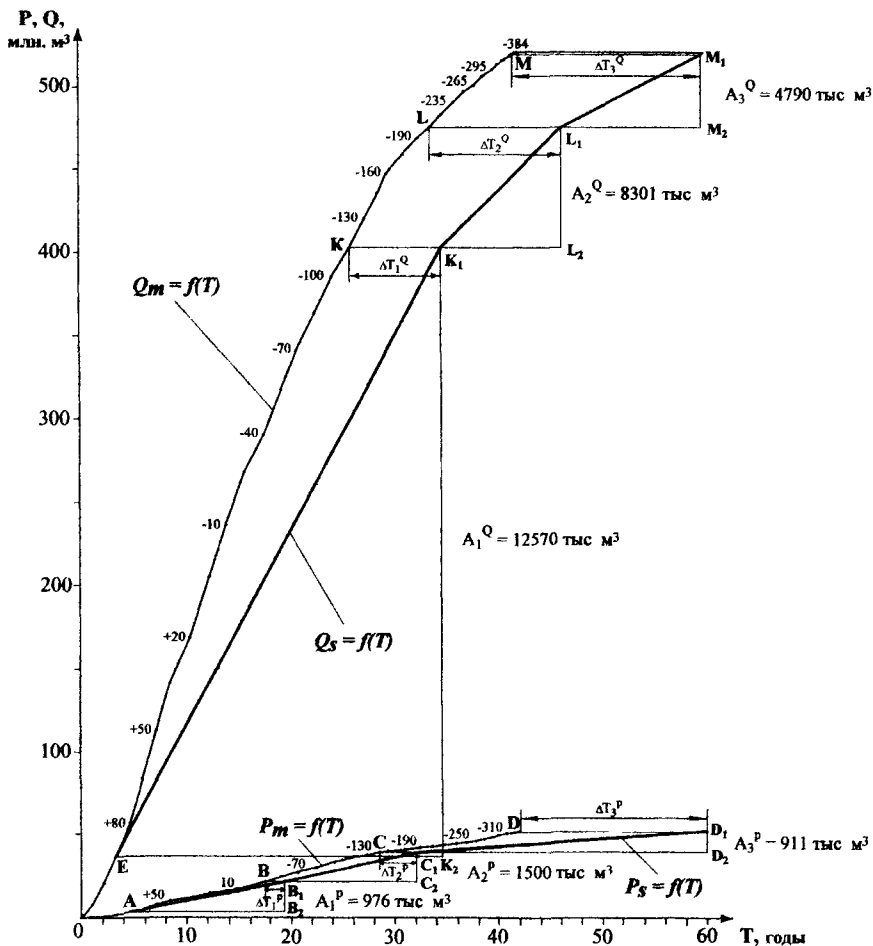


Рис. 6. Графики $P, Q = f(T)$ совместной стабилизации извлекаемых объемов полезного ископаемого и горной массы.

Первый период – строительство и наращивание производительности в течение 4,69 лет до горизонта +80 м. Извлекаемые объемы в этот период не подлежат стабилизации.

Второй период – понижение горных работ с горизонта +80 м до горизонта -40 м (значения производительностей находятся в интервале от 976 тыс. м³ до 1792 тыс. м³).

Третий период – понижение горных работ с горизонта -40 м до горизонта -145 м (значения производительностей находятся в интервале от 1498 тыс. м³ до 1989 тыс. м³).

Четвертый период – понижение горных работ с горизонта -145 м до горизонта -384 м (значения производительностей находятся в интервале от 911 тыс. м³ до 2579 тыс. м³).

При стабилизации производительности по полезному ископаемому на кривой $P_m = f(T)$ выбирался участок, с наименьшим углом наклона к оси абсцисс, т.е. с наименьшей производительностью $A_1^P = 976$ тыс. м³/год. Затем от начала подготовки горизонта для первого периода стабилизации проводилась прямая линия AB_1 (рис. 6), на которую параллельно оси абсцисс сносились точки начала подготовки горизонтов: +80 м ÷ -40 м. Продолжительность извлечения объема руды, измеряемого разностью абсцисс точек B и B_1 , увеличилась на время $\Delta T_1^P = 2,1$ года, длительность первого стабилизированного периода составила $T_1 = 14,81$ лет.

Таким же образом осуществлялась стабилизация производительности для второго и третьего периодов. Второй период стабилизированной производительности отображается прямой B_1C_1 , для которого характерно: увеличение продолжительности извлечения полезного ископаемого на время $\Delta T_2^P = 3$ года, $T_2 = 12,5$ лет, $A_2^P = 1500$ тыс. м³/год. И, наконец, третий период – прямая C_1D_1 : $\Delta T_3^P = 7,87$ лет,

$T_3 = 32,53$ года, $A_3^p = 911$ тыс. м³/год.

Таким образом, значение максимально возможной по горнотехническим факторам годовой производительности карьера по руде соответствует значению ее в третий период работы карьера и составляет 1498 тыс. м³ или при плотности руды $\rho = 3,35$ т/м³ – 5025 тыс. т.

Аналогичным образом проводилась стабилизация производительности по горной массе. Первый период стабилизированной производительности по горной массе EK_1 : $\Delta T_1^Q = 10,51$ лет, $T_1 = 32,53$ года, $A_1^Q = 12570$ тыс. м³/год; второй период K_1L_1 : $\Delta T_2^Q = 13,82$ года, $T_2 = 11,5$ лет, $A_2^Q = 8301$ тыс. м³/год; и третий период L_1M_1 : $\Delta T_3^Q = 17,47$ лет, $T_3 = 13,4$ лет, $A_3^Q = 4790$ тыс. м³/год.

Развитие карьера со стабилизированной производительностью по руде и горной массе по мере понижения горных работ отражено кривой $P_S=f(T)$ и $Q_S=f(T)$ соответственно (рис. 6).

Итак, максимально возможная по горнотехническим факторам годовая производительность карьера по полезному ископаемому с учетом равного (симметричного) горизонтального подвигания уступов, как в направлении, совпадающем с направлением углубки, так и в противоположном, составляет 1500 тыс. м³ (5025 тыс. т).

Специально рассчитанная для сравнения эта же производительность для варианта извлечения горной массы при ведении горных работ с минимальными рабочими площадками (асимметричное развитие) равна 1400 тыс. м³ (4700 тыс. т).

Таким образом, установленная производительность Комсомольского карьера по полезному ископаемому с учетом возможности извлечения дополнительных объемов горной

массы в рабочем борту, противоположном направлению углубки, превышает на 7% значение производительности при ведении горных работ с минимальными рабочими площадками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация выполнена на актуальную тему и является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено обоснованное решение задачи проектирования возможной по горнотехническим факторам производительности карьеров по полезному ископаемому и горной массе с учетом симметричного развития рабочей зоны карьера, имеющей существенное значение для рационального природопользования.

Основные научные результаты и выводы заключаются в следующем:

1. Проведено исследование формирования рабочей зоны карьера при максимальной скорости понижения горных работ, в результате которого выявлена возможность симметричного и асимметричного ее развития.

2. Установлено влияние переменного направления углубки с максимальной скоростью на значения параметров рабочей зоны карьера (ширину рабочих площадок и углы откосов рабочих бортов).

3. Выявлено, что при симметричном развитии рабочая зона карьера имеет сложную, постоянно изменяющуюся форму, установление текущих объемов горной массы в которой более трудоемко при проектировании, чем при асимметричном развитии рабочей зоны.

4. Выявлены зависимости определения текущих объемов горной массы для асимметричного и симметричного развития рабочей зоны при переменном направлении понижения горных работ в карьерном пространстве.

5. Установлена зависимость, обеспечивающая максимальную длину добычного фронта при вскрытии и подготовке нового горизонта от мощности рудной залежи и угла между осью траншеи и направлением развития фронта работ из начальной точки первого блока по расширению траншеи.

6. Впервые предложен номографический метод определения протяженности добычного фронта с рассмотрением в любых горно-геологических условиях значительного числа горно-транспортного оборудования, необходимого для производительной работы карьера.

7. На основе метода совместного определения производительности карьера по полезному ископаемому и горной массе с учетом выявленных возможностей формирования рабочей зоны установлена максимально возможная производительность Комсомольского карьера ОАО «Олкон» – 5025 тыс. т, превышающая на 7% производительность при асимметричном развитии горных работ с минимальной шириной рабочих площадок.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Шпанский О.В. Обоснование производственной мощности карьера на железорудном месторождении Куркенцахк АО «Олкон» / Шпанский О.В., Арзуманян К.С., Ишкулова И.А. // Межвузовский сб.: Проблемы машиноведения и машиностроения. – СПб.: СЗТУ – 2003. – вып. 29. – с. 226-223.

2. Ишкулова И.А. Обоснование развития рабочей зоны карьера при переменном направлении углубки с максимальной скоростью // Сб. Записки горного института. – СПб.: СПГИ (ТУ) – 2004. – том 159. – Ч.1. – с. 47-49.

3. Шпанский О.В. Формирование протяженности добычного фронта при вскрытии и подготовке нового горизонта / Шпанский О.В., Ишкулова И.А. // Сб. Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск. – 2005. – вып. 3. – с. 221-224.

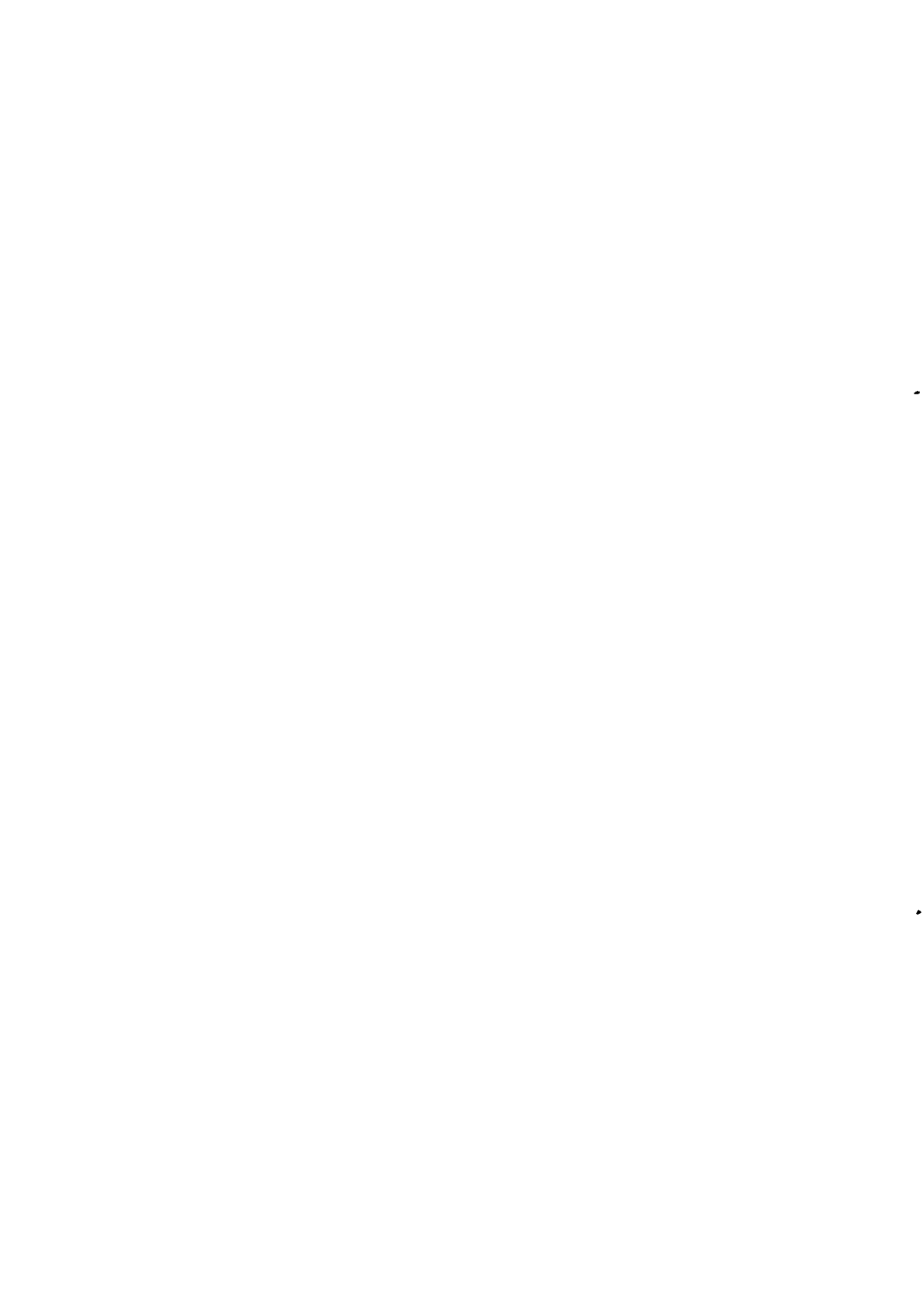
4. Ишкулова И.А. Вскрытие и подготовка новых горизонтов при формировании рабочей зоны карьера // Сб. Записки горного института. – СПб.: СПГИ (ТУ). – 2006. – том 167. – Ч.1. – с. 67-69.

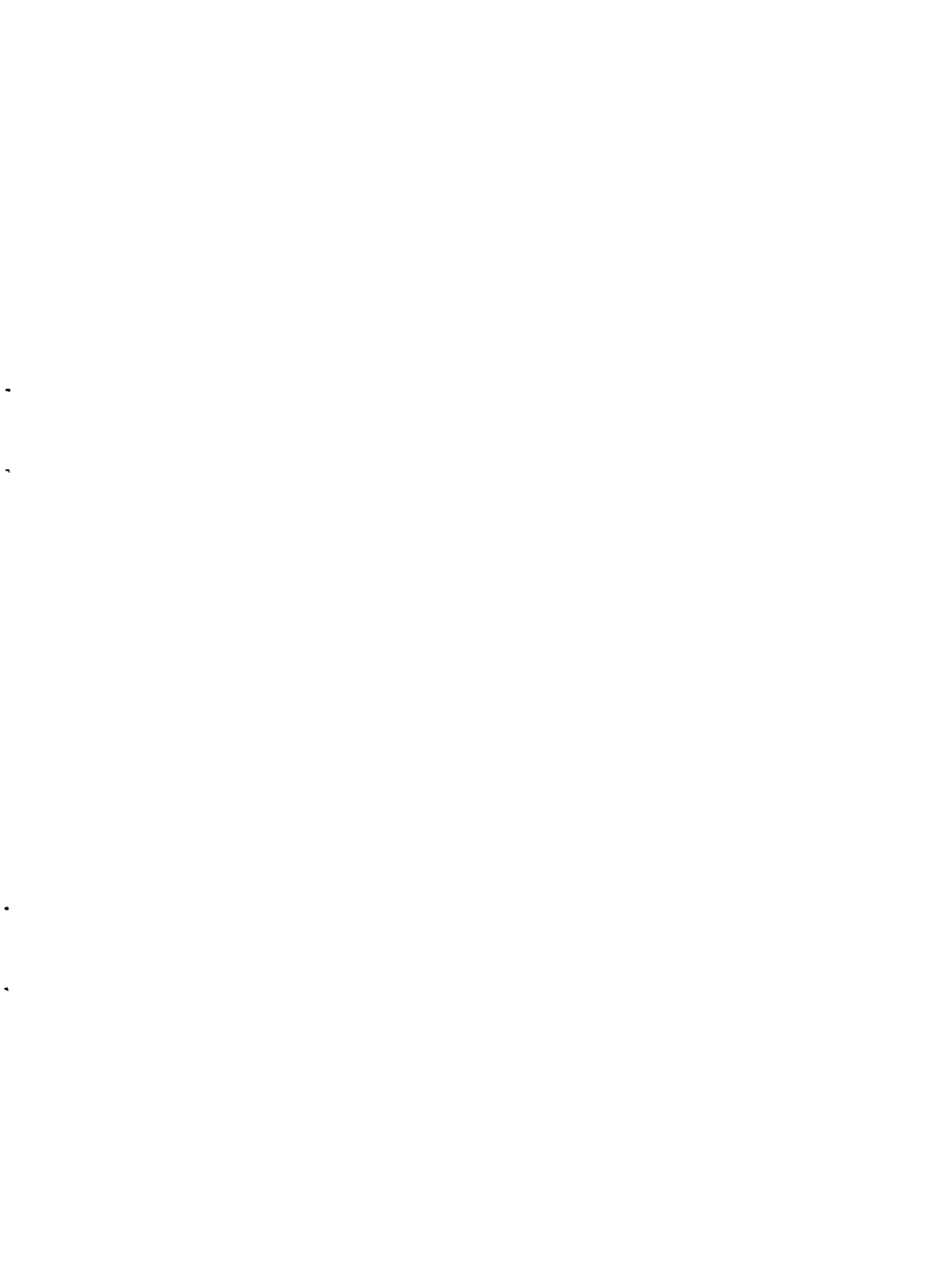
5. Шпанский О.В. Моделирование рабочей зоны карьера при переменном направлении понижения горных работ / Шпанский О.В., Лигоцкий Д.Н., Ишкулова И.А., Арзуманян К.С.// Известия вузов. Горный журнал. – 2005. – №2. – с. 11-15.

6. Шпанский О.В. Совершенствование методов проектирования производственной мощности карьеров по полезному ископаемому и горной массе / Шпанский О.В., Лигоцкий Д.Н., Ишкулова И.А., Арзуманян К.С.// Известия вузов. Горный журнал. – 2005. – №4. – с. 9-17.

7. Ишкулова И.А. Метод определения длины добычного фронта при углубке карьера с максимальной скоростью // Межвузовский сб.: Проблемы машиноведения и машиностроения. – СПб.: СЗТУ – 2006. – вып. 35. – с. 161-165.

РИЦ СПГИ 15.05.2006 3.191. Т.100 экз.
199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, д.2





14662

№ 1 4 6 6 2