

6
А-60

433

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Горный инженер И.Н. ГРИНБЕРГ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ
РАБОТЫ КАРЬЕРА В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ
(на примере Оленегорокского ГОКа)

Специальность № 05.312 - "Открытая разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторождений"

Автореферат диссертации,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1971

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

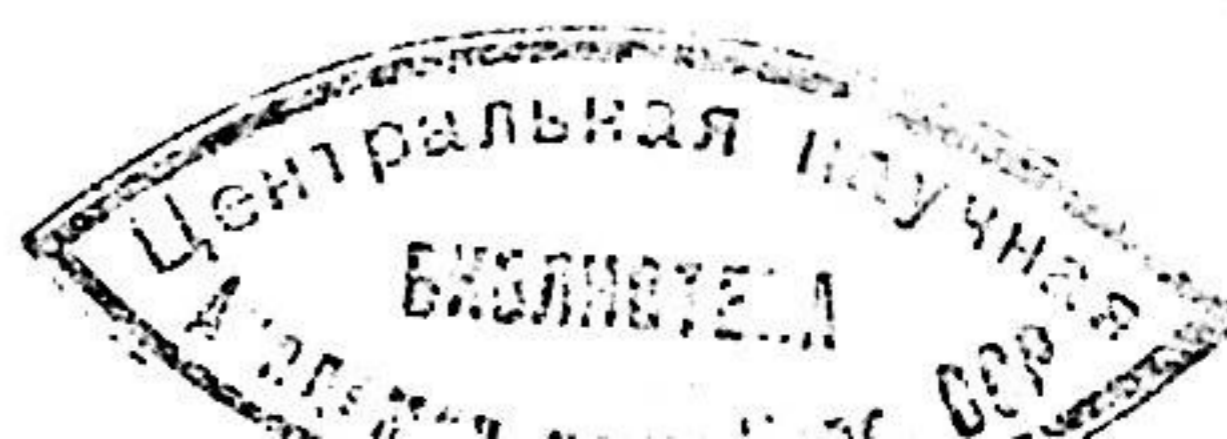
Горный инженер И.Н. ГРИНБЕРГ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ
РАБОТЫ КАРЬЕРА В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ
(на примере Оленегорокского ГОКа)

Специальность № 05.312 - "Открытая разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторождений"

Автореферат диссертации,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1971



Работа выполнена на Оленегорском ордена Трудового Красного Знамени горнообогатительном комбинате МЧМ СССР и в Московском ордена Трудового Красного Знамени горном институте.

Научный консультант
чл.-корр. АН СССР, проф., докт. техн. наук
В.В.Ржевский

Научный руководитель
доц., канд. техн. наук В.И.Ганицкий

Официальные оппоненты:

докт. технических наук Ю.И.Анистратов,
канд. технических наук Н.И.Аабин

Ведущее предприятие - институт "Гипроруда" МЧМ СССР.

Защита диссертации состоится "16" IV 1971 г.
на заседании Совета по присуждению ученых степеней по открытой разработке и эксплуатации угольных, рудных и нерудных месторождений Московского ордена Трудового Красного Знамени горного института.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв просим направлять в двух экземплярах по адресу:
Москва, М-49, Ленинский пр., 6, МГИ.

Автореферат разослан "16" III 1971 г.

Ученый секретарь Совета МГИ

докт. техн. наук Ю.И.Анистратов

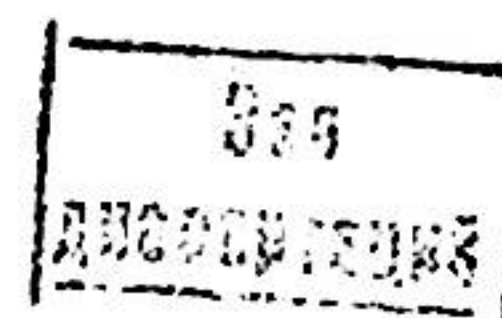
Проектом Директив XXIV съезда КПСС предусматривается интенсивное и неуклонное развитие горнодобывающей промышленности.

Решение этой задачи намечено осуществить в основном за счет расширения масштабов и совершенствования технологии открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых, одного из наиболее прогрессивных и экономичных.

Совершенствование открытых горных работ идет по пути комплексной механизации и автоматизации отдельных процессов на базе более высокой организации производства.

Повышение уровня организации производства приобретает особое важное значение в специфических районах Заполярья, где высокие затраты на оплату труда и на бытовое устройство привлекаемой сюда рабочей силы требуют всемерного улучшения и удешевления производственных процессов. Для этого уровень механизации и автоматизации процессов должен быть выше, а организация работ лучше, чем в других районах страны.

Характерной особенностью организации работы северного карьера является необходимость учитывать календарную цикличность изменения его производительности, обусловленную в основном природно-климатическими факторами и принятым календарным режимом работы. В этой связи приобретают особую важность такие вопросы, как выявление и изучение основных закономерностей календарной цикличности с целью разработки методики для научно обоснованного выбора наилучшего варианта организации производства в каждом конкретном случае. Изучению этих вопросов и посвящена настоящая работа.



Объектами исследования являются горнообогатительные предприятия, расположенные в районах с суровыми климатическими условиями (районы Крайнего Севера и Сибири).

Основной объект исследования – Оленегорский горнообогатительный комбинат. Выводы и рекомендации, сделанные в настоящей работе, могут быть распространены на горнообогатительные предприятия Севера и Сибири, разрабатывающие скальные породы и близкие по своей технологии к Оленегорскому ГОКу.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, содержит 149 страниц машинописного текста, 25 таблиц, 25 рисунков и 18 приложений.

Г л а в а I

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вопросам календарной организации производства на карьерах посвящены труды акад. Н.В.Мельникова, чл.-корр.АН СССР В.В.Ржевского, докт.техн.наук – Е.Ф.Шешко, М.В.Васильева, М.Г.Новожилова, В.С.Хохрякова, Ю.И.Анистратова, Р.С.Пермякова, канд.техн.наук – Н.А.Малышевой, С.А.Ильина, Ю.П.Астафьева, В.И.Ганицкого, К.В.Забзиева, Г.С.Михайлова и других советских и зарубежных ученых.

Однако вопросы взаимосвязи календарной организации работы основных производственных звеньев горнообогатительного комбината-карьера и перерабатывающего комплекса менее исследованы и освещены в технической литературе недостаточно. Между тем эти вопросы оказывают большое влияние на технико-экономические показатели работы всего предприятия. Они приобретают особую остроту в условиях Заполярья, где суровость климата в значительной мере сказывается на производственных процессах в карьере и гораздо меньше влияет на процессы переработки добытого сырья.

Нами проведен анализ календарной организации работ на карьерах 22 ведущих горнообогатительных комбинатов нашей страны и на ряде зарубежных карьеров. Результаты этого анализа показывают, что не существует определенной системы в планировании календарного режима работы карьеров, хотя большинство из

рассмотренных отечественных и зарубежных предприятий по технологии и объемам производства относятся к родственным. Следует отметить, что и на предприятиях, находящихся в сходных региональных и климатических условиях (например, комбинаты Кольского полуострова) также применяются различные варианты календарной организации работ.

Кроме того, недостаточно изучены вопросы сравнительного влияния циклического режима рудника на работу перерабатывающих комплексов и мало исследованы способы, позволяющие смягчать или устранять такое влияние.

Актуальность указанных вопросов и недостаточная их изученность послужили поводом для проведения настоящего исследования.

Основная цель исследования заключается в разработке научных принципов организации циклической работы карьера и рациональных способов устранения влияния циклическости на производительность горнообогатительного комбината. Для достижения этой цели в диссертационной работе предусматривается решение следующих задач:

1. Изучение взаимосвязи календарного режима с циклическостью работы карьера и систематизация возможных вариантов календарного режима работы.

2. Обоснование оптимального режима взрывных работ и его использование при работе карьера во взаимосвязи с фабрикой.

3. Определение степени влияния климатических факторов на производительность горнотранспортного оборудования рудника и всего комбината в целом.

4. Выбор рациональных способов компенсации сезонных колебаний производительности рудника.

5. Разработка рекомендаций по использованию результатов теоретических исследований в работе Оленегорского ГОКа, их практическая проверка и определение экономического эффекта от внедрения предложенных мероприятий.

Область исследования ограничена рассмотрением периода с установившейся производительностью предприятия как самым важным и длительным в процессе разработки месторождения.

В соответствии с поставленными задачами исследование проводилось с широким использованием как аналитических, так и экспериментальных методов. В частности, использовались методы технико-экономического и корреляционного анализа, математической статистики и сетевого планирования. В большом объеме применялся метод научного обобщения производственного опыта действующих предприятий. Характерной особенностью настоящего исследования является его практическая направленность и в связи с этим - использование длительных производственных экспериментов. По существу все теоретические разработки настоящей работы проходили производственную проверку в течение ряда лет на карьере Оленегорного ГОКа.

Глава II

ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

Основной особенностью производственного процесса на карьерах является наличие определенных работ, вызывающих периодические нарушения общего года производства. В первую очередь к таким работам следует отнести взрывные работы, с которыми связаны значительные нарушения фактически в масштабе всего карьера. В этих условиях огромное значение приобретает правильная организация взрывных работ, позволяющая уменьшить связанные с ними потери времени. Для крупных современных карьеров взрывание отдельных блоков по мере их подготовки, требующее практически ежедневных остановок, неприемлемо. В связи с этим возникает задача изыскания более совершенной организации взрывных работ, которая делится на две самостоятельные задачи:

1) обоснование оптимальной цикличности массовых взрывов в карьере, т.е. выбор оптимального числа взрывов и объема взрываваемой горной массы;

2) оптимальная увязка взрывных работ с календарным режимом работы карьера.

В работе показано, что при изменении объемов одновременно взрываваемой горной массы (W) могут изменяться только затраты,

связанные с простоями карьерного оборудования из-за взрывов (C_n), о чистке и потерями скважин (C_o) и с трудозатратами на взрывные работы (C_B). Последнее обусловлено тем, что продолжительность зарядания скважин ограничена целым рядом условий, к которым относятся горно-геологические факторы, свойства взрывчатых материалов и правила безопасности. Таким образом, для определения оптимального объема одновременно взрываваемой горной массы можно составить целевую экономическую функцию $C(W)$, минимизирующую суммарные годовые затраты, связанные с дроблением горной массы, в зависимости от объемов взрывания.

$$C(W) = C_n + C_o + C_B \rightarrow \min, \text{руб/год}, \quad (2-1) \quad I/$$

причем

$$C_n = \frac{A_c}{W} \sum_{i=1}^j C_i T_i N_i, \quad \text{руб/год}, \quad (2-2)$$

$$C_o = g(W) \cdot C_{скв} \cdot \frac{A_c}{T \cdot \rho}, \quad \text{руб/год}, \quad (2-24)$$

$$C_B = \frac{t_{раб}}{\delta} \cdot W \cdot A_c \cdot n \cdot C_{см}, \text{руб/год}, \quad \text{при } M > \delta, \quad (2-25)$$

$$C_B = A_c \cdot n \cdot C_{см}, \quad \text{руб/год}, \quad \text{при } M \leq \delta, \quad (2-25^a)$$

где A_c - годовой объем разработки скальной горной массы на карьере, $m^3/\text{год}$;

W - объем одновременно взрываваемой горной массы, m^3 ;
 $i = 1, 2, 3, j$ - виды основного и вспомогательного оборудования, применяемые на карьере;

I/ В автореферате сохранены принятые в диссертации номера формул.

$C_i T_i N_i$ - соответственно стоимость простоя одного часа единицы оборудования (руб/час), время простоя единицы оборудования из-за одного взрыва (час) и количество рабочих единиц (шт.) i -того вида оборудования;

$g(W)$ - доля скважин от общего числа, требующих чистки в зависимости от объема единовременно взрываваемой горной массы;

$C_{скв}$ - средняя стоимость чистки одной скважины, руб.;

T - выход горной массы с 1 пог.м скважины, м³/пог.м;

l - средняя глубина скважины, м;

$C_{см}$ - стоимость одной человеко-смены на взрывных работах, руб.;

n - норма трудовых затрат на взрывных работах, чел.-см/м³;

δ - максимально возможная продолжительность заряжания скважин, сут.;

$t_{раб}$ - количество рабочих суток на карьере в году;

$M = \frac{W t_{раб}}{A_c}$ - продолжительность межвзрывного цикла, сут.

Особый интерес представляют затраты, связанные с чисткой и потерей скважин (C_0). Для определения этой части затрат исследовалась степень сохранности скважин в зависимости от времени межвзрывных циклов. Были проведены наблюдения за устойчивостью 1140 скважин диаметром 248 и 269 мм, пробуренных в наиболее характерных горных породах. Учитывалось число обрушений скважин за день. Это дало возможность произвести распределение числа наблюдаемых случаев обрушений по времени, начиная с момента окончания бурения скважин. Построенная гистограмма этого распределения показала, что наибольшая интенсивность обрушения скважин наступает на 4-5 день после окончания бурения. Проверка гипотезы о характере распределения показала, что фактические данные наблюдений с большой степенью точности описываются теоретическим законом гамма-распределения. Высокая сходимость теоретических и эмпирических данных позволила использовать формулы гамма-функций для практических расчетов количества обрушенных скважин применительно к условиям Оленегорского карьера.

Сопоставление вышеперечисленных затрат и решение целевой функции (2-1) удобно представлять графически. Вид графика для условий Оленегорского карьера, рассчитанного на базе плановых показателей 1971 г., приведен на рис. 1.

Определив с помощью целевой функции (2-1) оптимальную величину объема одновременно взрываваемой горной массы ($W_{опт}$), трудно рассчитать и оптимальные значения количества массовых взрывов за год ($m_{опт}$) и продолжительности межвзрывного цикла ($M_{опт}$), а следовательно, и соответствующий им режим взрывных работ:

$$m_{опт} = \frac{A_c}{W_{опт}}, \quad (2-36)$$

$$M_{опт} = \frac{t_{раб} \cdot W_{опт}}{A_c}. \quad (2-10)$$

Годовой режим взрывных работ, как правило, принимается стабильным. Однако если в течение холодного или дождливого времени года имеет место сильная смерзаемость или слеживаемость взорванной горной массы, препятствующая нормальной разработке пород экскаваторами, то следует выделять сезоны, в течение которых величина межвзрывного цикла (M_1) должна быть скорректирована по условиям слеживаемости или смерзаемости:

$$M_1 = \frac{Q \cdot t \cdot n_{\delta\lambda} \cdot t_{раб}}{A_c}, \quad (2-27)$$

где Q - среднесуточная производительность экскаватора, м³/сут.;
 t - время, в течение которого степень смерзаемости (слеживаемости) взорванной породы не препятствует ее разработке экскаваторами, сут.;

$n_{\delta\lambda}$ - количество одновременно взрываваемых блоков.

Разумеется, если $M_1 \geq M$, то годовой режим взрывных работ следует сохранять стабильным. При этом следует заметить, что внедрение оптимального режима взрывных работ практически

становится возможным только при высоком уровне подготовительных, в частности, буровых работ, что связано с необходимостью создания опережения подготовки горной массы.

Календарный (временной) режим работы карьера является одним из важнейших элементов организации производства, в значительной степени определяющим эффективность выполнения основных и вспомогательных работ на карьере. Календарный режим взрывных работ характеризуется специфическими особенностями. Производство взрывов отличается весьма малой продолжительностью во времени, а промежутки между взрывами превосходят по длительности время, отведенное на взрывание, в 10-20 раз и более. Поэтому календарная организация взрывных работ существенно отличается от организации других производственных процессов. Но вместе с тем, она во многом предопределяет календарный режим остальных звеньев производства, так как проведение массовых взрывов связано с остановкой других работ на руднике.

В диссертации рассмотрены возможные способы организации взрывных работ во времени при различных суточных режимах, дана в общем виде экономическая оценка этих режимов, связанная с простоями оборудования и временем на вспомогательные, подготовительно-заключительные операции.

Режим взрывных работ зависит от количества одновременно взрываемых блоков, в общем виде определяемых из условия

$$n_{\text{бл}} = \frac{W}{\omega}, \quad (2-46)$$

где ω — рациональный объем взрывного блока, рассчитанный по известным методикам или нормативам, исходя из обеспечения экскаватора горной массой и протяженности фронта работ на экскаватор, м³.

Если одновременно взрывается один или два блока на одном горизонте, то при круглосуточной работе карьера можно принять внутрисменный режим взрывных работ, а при наличии 2-3-часовых промежутков между сменами или нерабочих смен в сутки-междусменный режим. При одновременном взрывании нескольких блоков целе-

сообразно выделять целую 7-8-часовую смену для производства массовых взрывов и дробления негабарита.

При выборе календарного режима других производственных процессов следует исходить из того, что многочисленными исследованиями советских и зарубежных социологов, физиологов и экономистов доказано, что пятидневная рабочая неделя и восьмичасовая смена являются наиболее рациональными как с точки зрения производительности труда, так и улучшения условий труда, отдыха и быта рабочих и служащих. Политика партии и советского правительства, направленная на улучшение условий работы и отдыха трудящихся, обуславливает переход на прерывный недельный режим как более прогрессивный, обеспечивающий выполнение комплекса социально-экономических преобразований. В то же время на горных предприятиях такие факторы, как необходимость бесперебойного снабжения сырьем обогатительных фабрик, трудность запуска горного и транспортного оборудования после остановки в зимнее время, необходимость полного обесточивания карьера на время остановки и др., требуют непрерывного ведения добычи полезного ископаемого. Поэтому наилучшее сочетание рациональной организации труда с особенностями технологии производства является основой при выборе календарного режима буровых, экскаваторных, транспортных и вспомогательных работ.

На карьерах целесообразно предусматривать круглосуточный режим при непрерывной рабочей неделе только для тех процессов, которые непосредственно связаны с поставкой сырья на перерабатывающий комплекс. К ним относятся экскавация, транспорт и вспомогательные операции на добычных работах. Но и при этом следует предусматривать 8-часовые рабочие смены и сдвоенные выходные дни рабочих бригад по скользящему графику. Все вскрышные работы, а также и бурение скважин на добыче предпочтительнее осуществлять при двухсменном режиме и прерывной рабочей неделе, когда имеется возможность в нерабочее время четко организовать техническое обслуживание, профилактику и текущий ремонт оборудования, что особенно важно при использовании автотранспорта.

Внедрение оптимального режима работы на карьере с увеличением объемов единовременно взрываваемой горной массы требует

четкой организации всех операций по подготовке и проведению массовых взрывов. При этом все операции обычно подлежат выполнению в сжатый, заранее установленный срок и в определенной последовательности. Состав работ и их последовательность зависят в основном от уровня механизации взрывных работ, некоторых технологических условий (параметры уступов взрывае-мых блоков, схемы коммутации и т.д.) и условий безопасности. Оптимальная организация такого комплекса работ наилучшим образом может быть достигнута с помощью сетевого планирования. В связи с этим в диссертации разработаны типовые графики двух основных стадий взрывных работ: 1) комплекс работ по зарядке обуренных блоков; 2) работы по монтажу сети и взрыванию заряженных блоков. Основная особенность разработанных сетевых графиков заключается в том, что они дают возможность определения ресурсов, так как сами графики выполняются в заранее установленный срок. Предложена методика расчета численности взрывной службы планирования взрывных работ в карьере с помощью типовых графиков.

Разработанные методики выбора оптимального режима взрывных работ и их планирования положены в основу совершенствования организации производства на карьере Оленегорского ГОКа. За последние несколько лет в промышленных условиях были проверены три варианта режимов работы карьера, характерной особенностью которых было производство взрывных работ ежедневно внутри смен, ежедневно между сменами и один раз в неделю с выделением для этой цели специальной смены. Последний режим, существующий в настоящее время на карьере, соответствует точке "а" на рис. I. Однако, как показало исследование, этот режим не является оптимальным для условий Оленегорского карьера. Как видно из рис. I, переход на двухнедельный межвзрывной цикл (точка "в" рис. I) сокращает затраты, связанные с подготовкой взрывов, на 15,2% и обеспечивает экономию 70 тыс. руб. в год.

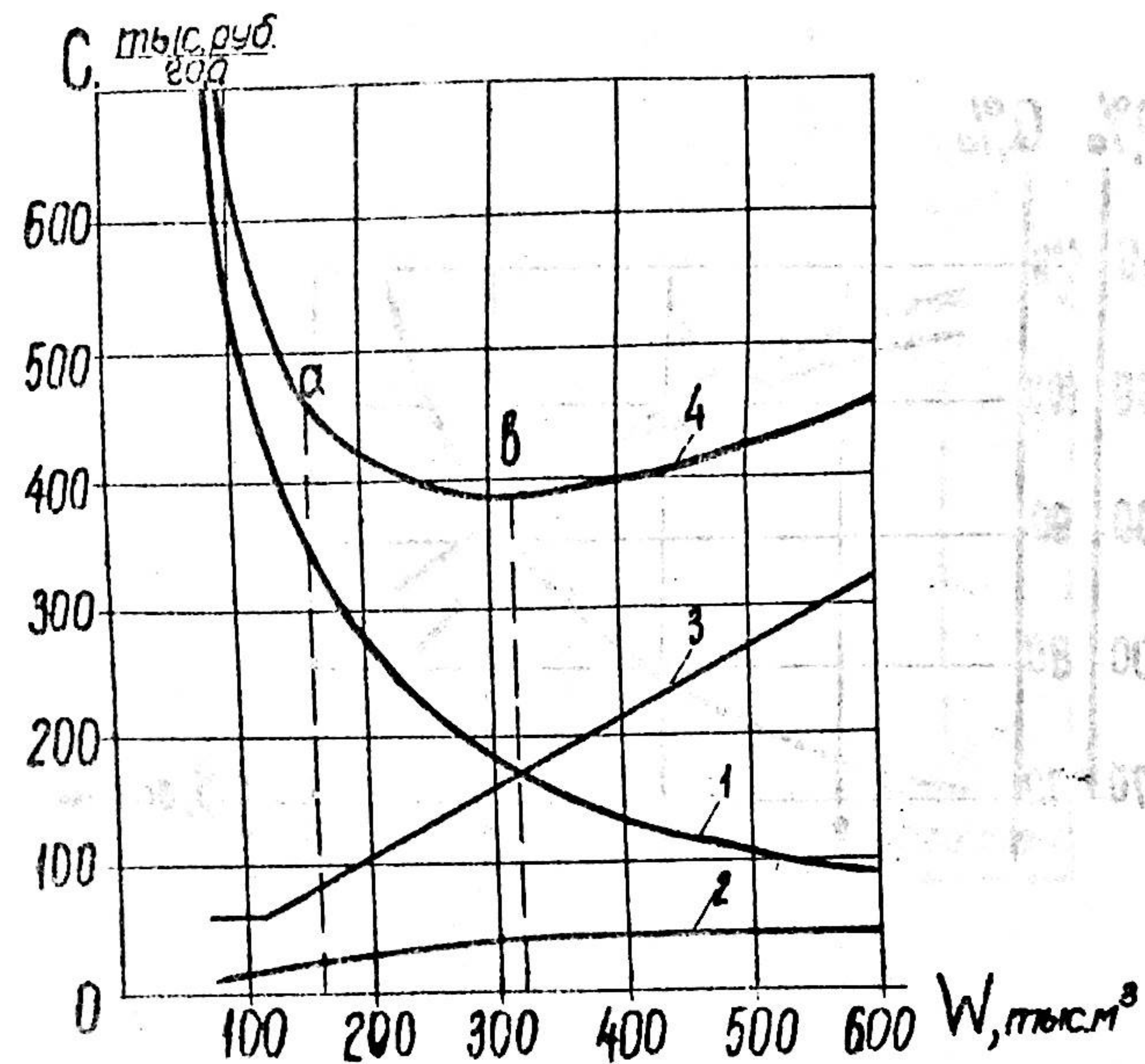


Рис. I. Зависимость стоимостных затрат от объема одновременно взрывае-мой горной массы на Оленегорском карьере:

- 1 - затраты, вызванные простоями горнотранспортного оборудования;
- 2 - затраты, связанные с чисткой скважин;
- 3 - стоимость трудовых затрат на взрывные работы;
- 4 - суммарные затраты;
- а - фактические затраты; в - минимальные затраты.

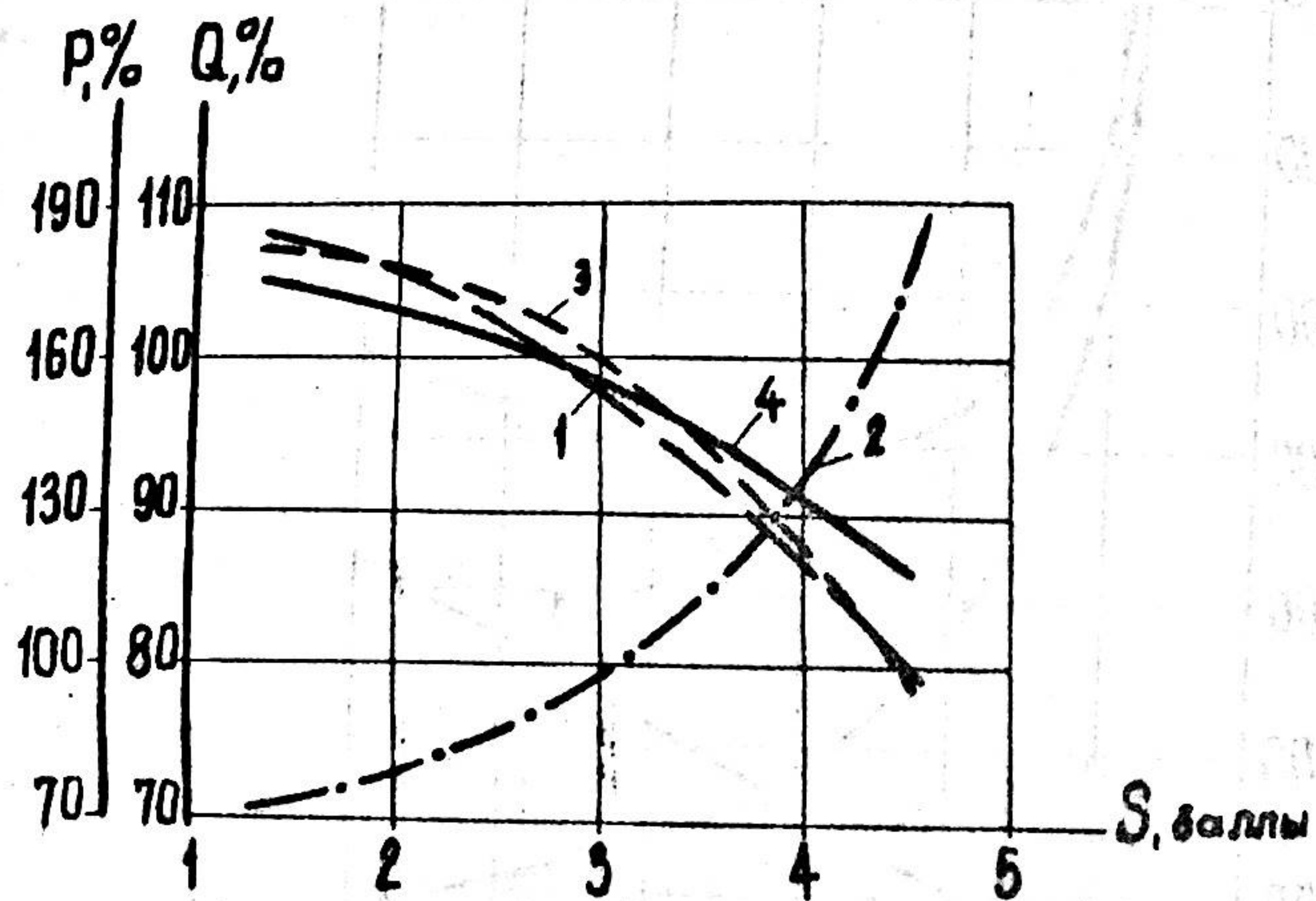


Рис. 2 Изменение производительности локатора-состава (1), простоев экскаваторов из-за отсутствия парожняка (2), производительности экскаваторов (3) и карьера (4) от жесткости погоды.

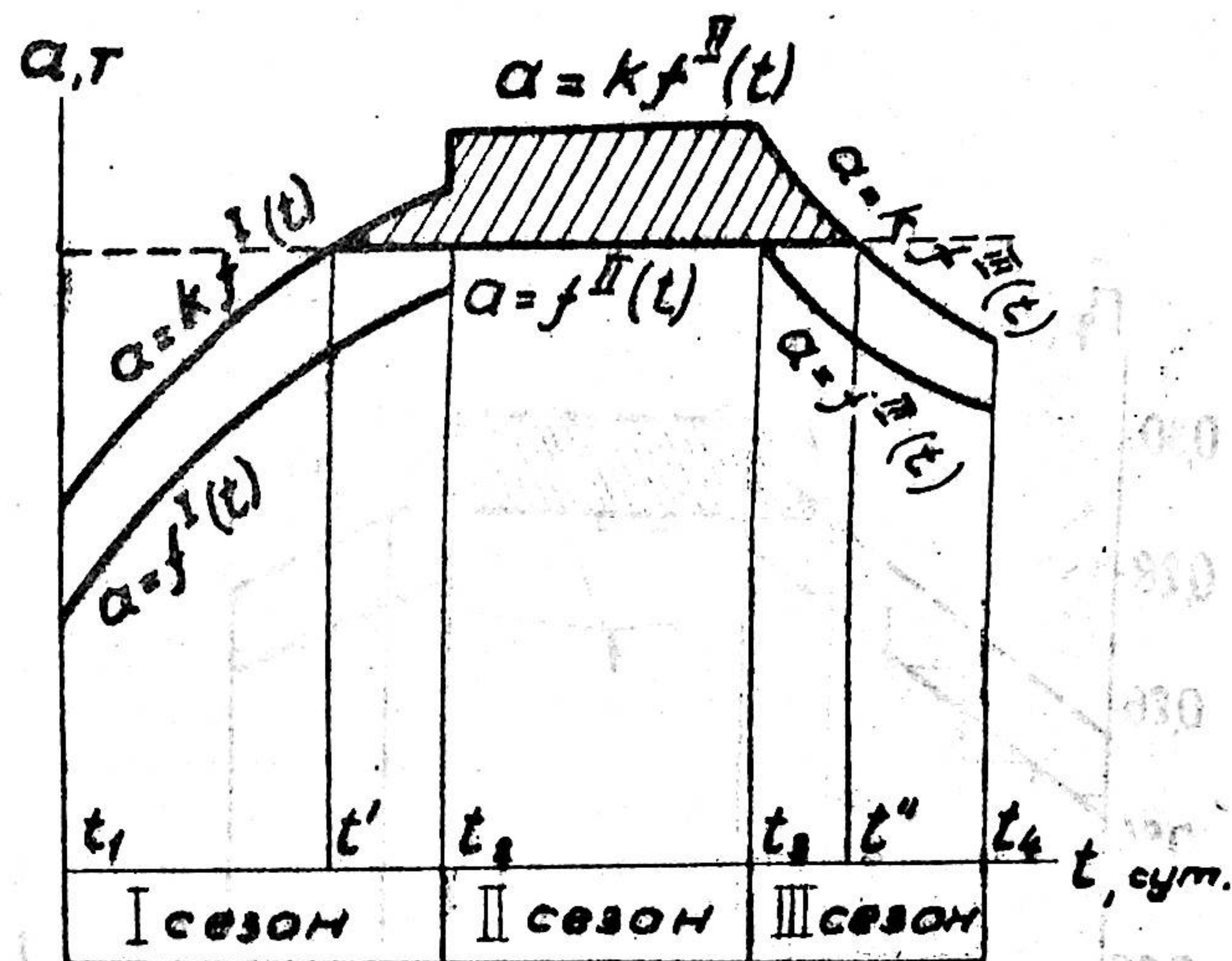


Рис. 3 Вид графика сезонных изменений производительности рудника и комбината в условиях Севера
 a - среднемесячная производительность рудника;
 ----- - уровень стабильной работы фабрики при увеличении в k раз производительности предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
СЕВЕРНЫХ КАРЬЕРОВ

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых в северных районах сопряжена с преодолением значительных трудностей, в основном, вызванных суровыми климатическими условиями, которые, в частности, обуславливают сезонные (циклические) колебания производительности карьеров. Суровые условия Севера являются объективными отрицательными факторами, для борьбы с которыми необходим их тщательный анализ и оценка.

В настоящее время нет единого критерия, позволяющего полностью учесть годовые изменения всех характеристик погоды. Поэтому при исследовании влияния климатических факторов на работу технологических звеньев карьера представляется целесообразным оценивать климат по основным факторам, влияющим на условия труда, от которых во многом зависят показатели работы оборудования и карьера в целом. Критерием, комплексно учитывающим температуру воздуха и интенсивность ветра, служит жесткость (суровость) погоды, определяемая, например, по известной формуле Бодмана:

$$S = (1 - 0,04 T) (1 + 0,272 V), \text{ баллы, } (3-1)$$

где T - температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ (со знаком + или -);
 V - скорость ветра, м/сек.

Эта формула использована нами для количественной оценки жесткости погоды по месяцам в условиях Оленегорского горнообогатительного комбината с целью иллюстрации на конкретном примере степени влияния климатических факторов на работу северного карьера.

Анализ фактических данных за 1964-1969 гг., произведенный с помощью методов математической статистики, позволил установить тесную корреляционную связь между жесткостью погоды и показателями работы оборудования и карьера в целом по месяцам. Графики, выражающие эту связь, представлены на рис. 2. Для создания сравнимых условий при оценке данных за различные годы

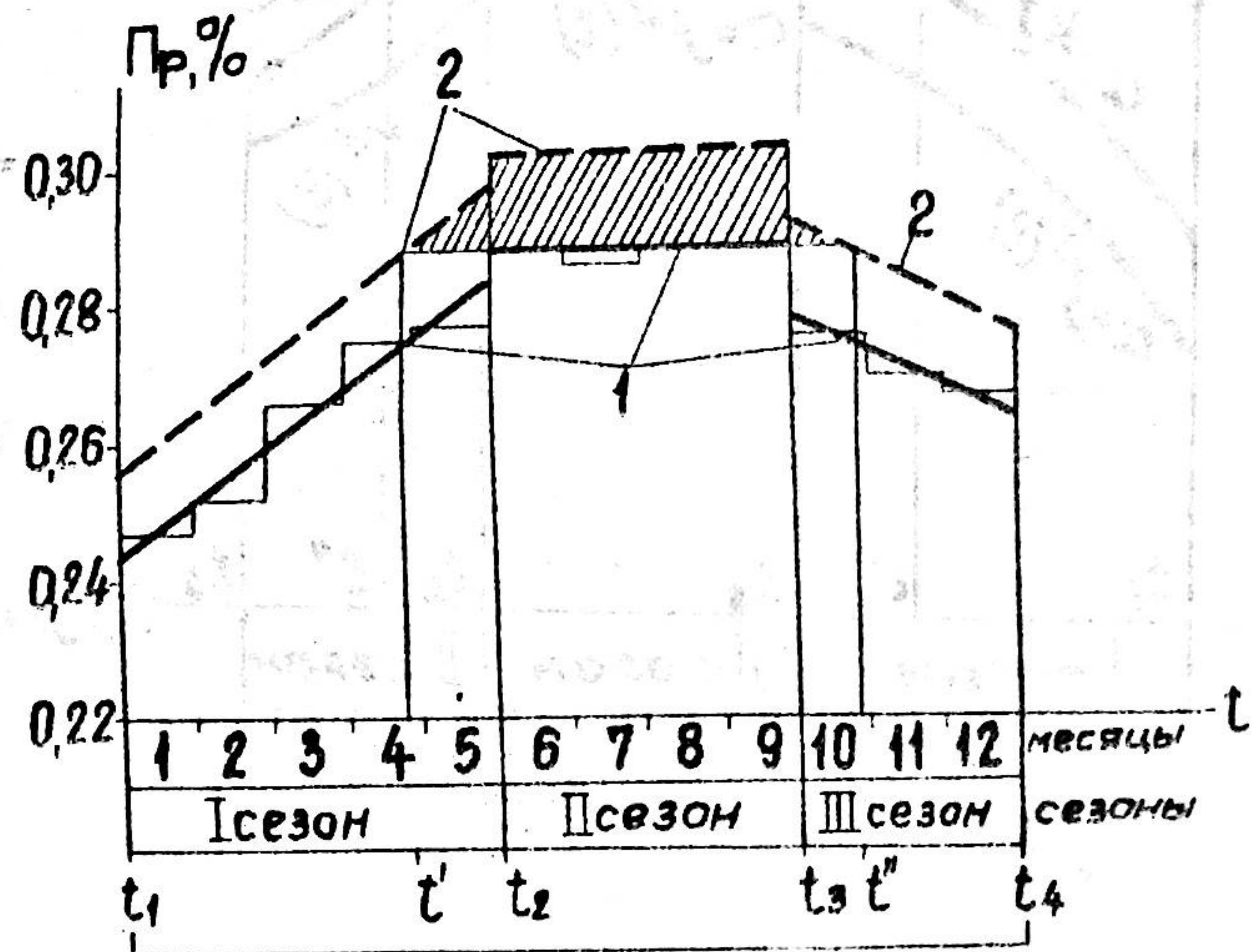


Рис. 4 График сезонных изменений производительности Оленегорского карьера
1 - фактическое положение;
2 - положение при стабилизации работы фабрики на уровне летнего сезона

соответствующие показатели работы оборудования и всего карьера выражены в процентах, причем за 100% принято фактическое среднемесячное значение того или иного показателя за каждый год.

Влияние жесткости погоды на производственные показатели характерно не только для Оленегорского карьера. Подобные зависимости установлены и на других карьерах Заполярья.

При отсутствии промежуточных аккумулирующих сооружений или складов значительной емкости существует жесткая связь между объемами производства рудника и фабрики. Поэтому в каждом конкретном случае внутригодовые колебания производительности рудника вызывают соответствующие изменения производительности всего комбината (табл. I).

Т а б л и ц а I

Выпуск продукции по кварталам (% к годовому объему) на некоторых горнообогатительных комбинатах

Наименование предприятия	К в а р т а л ы			
	I	II	III	IV
<u>Южные районы</u>				
ЮГОК	24,8	24,8	25,6	25,0
ЦГОК	24,7	25,3	24,4	25,1
НКГОК	24,8	24,9	25,4	24,9
Комбинат "КМАруда":				
а) обогатит.-агломерац. фабрика	25,1	23,7	26,5	24,9
б) обогатит. фабрика	25,0	24,3	26,5	24,2
<u>Северные районы</u>				
Комбинат "Печенганикель"	24,2	25,2	25,6	25,0
Комбинат "Апатит"	24,1	25,6	25,5	24,8
Качканарский ГОК	22,4	26,4	25,9	25,1
Оленегорский ГОК	22,9	25,7	26,6	24,9
Ковдорский ГОК	23,4	25,5	27,0	24,1

На комбинатах южной и средней полосы колебания производительности в течение года либо незначительны (комбинаты Криворожья), либо не зависят от климатических факторов (КМАруда). Иная картина наблюдается на предприятиях северных районов. На Качканарском, Оленегорском и Ковдорском ГОКах выпуск готовой продукции в зимнее время снижается на 12-16% (I квартал) и на 5-12% (IV квартал) по сравнению с теплым периодом года (II-III кварталы). На комбинатах "Печенганикель" и "Апатит" колебание производительности меньше (3-6%) за счет того, что их перерабатывающие комплексы снабжаются сырьем не только с открытых, но и с подземных рудников, работа которых почти не зависит от климатических факторов.

Анализируя ежемесячную производительность карьера и фабрики за достаточно представительный период времени (несколько лет), можно в каждом случае выделить в течение года определенные периоды-сезоны, обусловленные влиянием климатических факторов на работу карьера и характеризующие той или иной закономерностью изменения месячной производительности. Таких сезонов в году, как правило, бывает три (рис.3) - зимне-весенний, летний и осенне-зимний, но продолжительность их в разных районах неодинакова. При этом летний сезон следует ограничивать в пределах относительно стабильной производительности.

На рис.4 показано изменение среднесуточной производительности Оленегорского рудника по месяцам в виде ступенчатого графика, построенного на основе анализа данных за 7 лет (1963-1969 гг.). Производительность выражена в процентах к годовому объему добычи (P_r). Закономерность изменения производительности рудника по сезонам хорошо аппроксимируется прямыми линиями I. Аналогично строится и график изменения производительности всего комбината по концентрату (в пересчете на сухой вес). Уравнения этих прямых, найденные по методу наименьших квадратов:

$$P^I = 0,239 + 0,008 t, \% ; \text{ при } t = 1,2 \dots 5 ; \quad (3-17)$$

$$P^{II} = 0,288, \% ; \text{ при } t = 6, \dots 9 ; \quad (3-18)$$

$$P^{III} = 0,326 - 0,005 t, \% ; \text{ при } t = 10, 11, 12, \quad (3-19)$$

где P^I, P^II, P^III — среднесуточная производительность по руде или по концентрату за месяц соответственно в I, II и III сезоны в % к годовому объему;
 t — порядковый номер месяца в году.

На карьере сезонные колебания производительности вызваны объективными причинами (климат), в то время как производительность фабрики непосредственно от климатических факторов не зависит. Условия работы обогатительной фабрики в принципе создают возможность равномерного выпуска готовой продукции в течение года. В связи с этим возникает необходимость разработки специальных мероприятий, обеспечивающих устранение влияния сезонной цикличности добычи руды на выпуск концентрата.

Г л а в а I V

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОДАЧИ РУДЫ НА ОБОГАТИТЕЛЬНУЮ ФАБРИКУ

Исследованиями, изложенными во II и III главах, установлено, что на карьерах имеют место периодические снижения добычи, связанные с подготовкой и производством массовых взрывов, а также сезонные колебания производительности. Одним из мероприятий, снижающих влияние взрывных работ на производительность карьеров, является увеличение межвзрывного цикла, что в свою очередь, требует большей длительности каждой остановки вплоть до выделения специальных смен. Выделение таких смен обуславливает периодические прекращения подачи руды на фабрику. Для компенсации этих уменьшений потока руды целесообразно использовать промежуточную емкость, в качестве которой предлагается иметь рудный склад.

Обеспечить компенсацию сезонной цикличности работы карьера в течение года можно тремя способами: 1) перераспределением вскрышных и добычных экскаваторов по сезонам; 2) обеспечением необходимого резерва подготовленных запасов и экскаваторов в добычной зоне карьера; 3) созданием промежуточного рудного склада необходимой емкости.

Первые два способа связаны с увеличением количества добычных экскаваторов в неблагоприятное время года. При этом ухудшаются технологические условия работы оборудования — уменьшается длина фронта работ на экскаватор, возрастает количество перемещений экскаваторов между рабочими горизонтами и участками карьера, увеличивается количество транспортных средств, напряженность транспортных потоков в добычной зоне карьера и пр. Вместе с климатическими факторами это еще более ухудшает показатели работы оборудования и увеличивает себестоимость производства. Кроме того, такими способами проблема не может быть решена полностью, так как недостаточно четкая организация движения транспорта или выход из строя магистральных карьерных путей в результате снежных заносов и целый ряд других причин не устраняют перерывов в снабжении фабрики сырьем.

Таким образом, для компенсации неравномерности снабжения дробильно-обогатительного комплекса рудой наиболее рациональным представляется сооружение аккумулирующего рудного склада, расположенного на поверхности, по возможности недалеко от приемных бункеров фабрики. Использование рудного склада в качестве компенсирующей емкости является наиболее приемлемым решением для уменьшения неблагоприятного влияния обоих рассматриваемых видов календарной цикличности работы карьера на производительность обогатительной фабрики.

Работу склада необходимо организовать следующим образом. Во время остановки карьера для производства взрывов склад должен работать с полной нагрузкой с таким расчетом, чтобы вместе с резервными бункерами на фабрике обеспечить сменную потребность ее в руде. Когда на карьере производятся подготовительно-заключительные операции, склад работает с меньшей производительностью, заменяя только остановленные добычные экскаваторы. В остальные смены межвзрывного цикла должна восполняться емкость склада. Если оперировать среднесменными показателями работы предприятия за год (т.е. без учета сезонных колебаний производительности, что справедливо для центральных и южных районов), то с учетом указанных особенностей функционирования

склада его требуемая емкость (V_1) определится по выражению:

$$V_1 = \left(1 - \frac{\alpha_1}{\alpha - \alpha_2}\right) \left(\alpha_2 \frac{a_{\phi}}{z} + \alpha_1 n Q\right) - V, T \quad (4-6)$$

- где V - суммарная емкость бункеров на фабрике, т/см;
 a_p - сменная производительность рудника по руде при работе всех добычных экскаваторов, т/см;
 a_{ϕ} - сменная производительность фабрики по концентрату, т;
 z - коэффициент выхода концентрата из руды, т/т;
 α - общее количество смен в межвзрывном цикле (включая и смены для производства одного взрыва);
 α_1 - количество смен на подготовительно-заключительные операции ко взрыву;
 α_2 - количество смен на производство взрывных работ;
 n - количество добычных экскаваторов, останавливаемых на подготовительно-заключительные операции ко взрыву (на смены);
 Q - среднесменная производительность добычного экскаватора, т/см.

Очевидно, что в смены $\alpha_0 = \alpha - \alpha_1 - \alpha_2$, когда работают все добычные экскаваторы, производительность рудника должна превышать потребность фабрики, чтобы обеспечивалось восполнение емкости склада. Требуемая производительность рудника в эту смену (a_p), т.е. необходимая мощность рудника:

$$a_p = \frac{\alpha \cdot a_{\phi} + \alpha_1 z n \cdot Q}{z (\alpha - \alpha_2)}, \text{ т/см.} \quad (4-4)$$

Необходимое количество экскаваторов, задерживаемых на складе (N_c), определится из условия обеспечения фабрики потребным количеством руды в течение взрывной смены:

$$N_c = \frac{1}{Q_c} \left(\frac{a_{\phi}}{z} - \frac{V}{\alpha_2} \right), \quad (4-7)$$

где Q_c - максимальная производительность экскаватора на складе, т/см.

Результаты расчетов по предлагаемой методике для существующего режима работы Оленегорского рудника с недельным межвзрывным циклом приведены в табл.2.

Таблица 2

Сравнительные показатели на 1971 г. при существующем и рекомендуемом режимах работы Оленегорского рудника

Показатели	Единица измерения	Продолжительность межвзрывного цикла	
		I неделя	2 неделя
Производительность фабрики по концентрату (a_{ϕ})	т/см	4230	4230
Производительность рудника по руде при работе всех добычных экскаваторов (a_p)	"	12270	11260
Объем склада на один межвзрывной цикл (V_1)	тыс.т	24,0	30,0
Количество руды, перегружаемой через склад за год	то же	1250	780
Количество экскаваторов на складе (N_c)	шт.	I	I

Если рассматривать только сезонные колебания производительности вне зависимости от межвзрывных циклов, то оказывается, что создав склад руды за счет увеличения мощности рудника на определенную величину, можно без дополнительных капитальных вложений на фабрике поддерживать ее производительность на уровне летних месяцев, в результате чего возрастает и общий объем выпуска готовой продукции за год.

Возможное увеличение производительности комбината при стабилизации работы фабрики на уровне летнего периода и соответственно требуемое повышение мощности карьера по руде, а так-

же потребную емкость склада можно определить с помощью графиков рис. 3.

При выражении производительности в процентах будем иметь

$$K = \frac{n \Pi^{\text{II}}}{100} \quad (4-II)$$

$$V_2 = A_p \left[\sum_{t=t_1}^{t_2} n_t (K \Pi^{\text{I}} - \Pi^{\text{II}}) + (K+1) \sum_{t=t_2}^{t_3} \Pi^{\text{II}} n_t + \sum_{t=t_3}^{t''} n_t (K \Pi^{\text{III}} - \Pi^{\text{II}}) \right] \quad (4-12)$$

где K - коэффициент увеличения производительности комбината и рудника;

n_t - количество рабочих суток в t -тый месяц;

n - количество рабочих суток в году;

A_p - производительность карьера по руде, т/год.

Рис. 4 характеризует увеличение производительности рудника при стабилизации выпуска концентрата в течение года.

В условиях Оленегорского комбината $K = 1,0512$, т.е. производительность может быть увеличена на 5,12%. В 1971 г. при плановой производительности $A_p = 11,3$ млн.т требуемая емкость склада составит 224 тыс.т.

Общий объем склада (V), совмещенно выполняющего функции компенсатора межвзрывных и сезонных колебаний производительности карьера, складывается соответственно из двух объемов:

$$V = V_1 + V_2 \quad (4-13)$$

Характер работы склада, выполняющего указанные функции в любую из смен межвзрывного цикла по сезонам, в общем виде определяется аналитическим методом с помощью выведенных в диссертации формул. Для обеспечения высокой производительности и надежности работы рассмотрены наиболее выгодные параметры и конструктивная схема рудного склада.

Для условий ОГСКА определено, что в 1971 г. суммарный объем склада $V = 254$ тыс. т и составлен конкретный график движения руды из склада на год. В настоящее время на комбинате

закончено строительство рудного склада, рассчитанного на емкость 250-260 тыс.т руды и расположенного на расстоянии 600 м от приемных бункеров фабрики.

Глава V

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЛЕНДАРНОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ РАБОТЫ КАРЬЕРА

Выполненные в работе исследования показывают возможность уменьшения влияния объективно существующей цикличности добычи руды на показатели работы всего горнообогатительного комбината. Проведение предложенных для этой цели мероприятий, как показывают теоретические проработки и проверка их в производственных условиях, целесообразно выполнять в такой последовательности:

1) упорядочение производства массовых взрывов на карьере - установление постоянного межвзрывного цикла с выделением для взрывов специального времени;

2) постепенное увеличение межвзрывного цикла до оптимального и увязка его величины с календарным режимом работы карьера;

3) создание рудного склада как емкости, компенсирующей колебания производительности в связи с межвзрывной цикличностью;

4) наращивание емкости рудного склада и оптимизация его работы с целью погашения сезонных колебаний потока руды на фабрику. Внедрение всех перечисленных мероприятий обуславливает для предприятий определенный экономический эффект, методика расчета которого предложена. В виде примера приведены расчеты экономического эффекта для Оленегорского ГОКа, которыми установлено, что при рекомендуемом оптимальном варианте календарного режима за счет снижения суммарных затрат, связанных со взрывными работами (рис. I), а также за счет увеличения производительности оборудования годовая экономия средств в 1971 г. составит более 230 тыс.руб.

При стабилизации выпуска готовой продукции на уровне летнего периода производительность Оленегорского комбината в 1971 г. может быть увеличена по сравнению с плановыми показателями на 250 тыс. т концентрата (в сухом весе). На дробильно-обогащительной фабрике увеличение годового объема производства повлечет за собой лишь пропорциональное увеличение расхода материалов и энергии без ввода новых мощностей, в результате чего понизится себестоимость тонны концентрата. С учетом планируемых на 1971 г. общекомбинатских капитальных затрат годовой экономический эффект от стабилизации и увеличения производительности комбината составит более 1,2 млн. руб. Несмотря на организацию склада большой емкости, уровень рентабельности предприятия в результате рекомендуемых мероприятий повысится на 1,7%, что позволяет увеличить годовой фонд материального поощрения трудящихся на 120 тыс. руб., фонд социально-культурного и жилищного строительства - на 51 тыс. руб. и фонд развития производства - на 114 тыс. руб.

Выводы и рекомендации

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для современных рудных карьеров характерно несколько видов цикличности производственного процесса, из которых наибольшую сложность для организации всего комплекса добычи и переработки руды представляет календарная цикличность, связанная с порядком производства массовых взрывов и влиянием климатических факторов.

2. Одна из основных задач совершенствования календарного режима работы рудных карьеров заключается в обосновании оптимальной величины межвзрывного цикла и увязка взрывных работ с календарным режимом работы карьера.

Оптимальную частоту взрывов для конкретных производственных условий целесообразно определять с помощью разработанной экономико-математической модели, предусматривающей минимизацию затрат.

3. Суровые климатические условия зоны Севера оказывают значительное влияние на производительность рудника, выражаемое найденными зависимостями между показателями жесткости погоды и производительностью горнотранспортного оборудования, а также рудника в целом.

В соответствии с изменениями жесткости погоды в течение года четко выделяются сезоны, для которых характерны определенные закономерности изменения производительности карьера.

4. Важнейшим условием стабилизации производительности горнообогащительного комбината при наличии межвзрывной и сезонной цикличности работы карьера является организация промежуточного склада руды, емкость которого в зависимости от производительности комбината определяется по предложенной методике.

Для определения потоков руды, проходящих через склад в различные периоды года, рекомендуется аналитический метод расчета. Полученный при этом график работы склада используется при текущем планировании перевозок руды.

Результаты теоретических исследований и промышленных экспериментов позволили выработать ряд конкретных рекомендаций для совершенствования производства Оленегорского горнообогащительного комбината:

рекомендован и внедряется рациональный режим работы карьера, характерной особенностью которого является двухнедельный межвзрывной цикл;

разработана усовершенствованная организация работы взрывной службы по сетевым графикам при рациональном календарном режиме;

определены необходимые объем и конструкция рудного склада, предназначенного для компенсации межвзрывных и сезонных колебаний производительности карьера; рассчитан конкретный график движения руды через склад в различные сезоны года, склад построен в 1970 г.

Определен ожидаемый экономический эффект от внедрения указанных рекомендаций по рационализации режима работы карьера и стабилизации производительности комбината, который составляет более 1200 тыс. руб. в год.

Результаты исследования диссертационной работы освещались в 1964-1970 гг. на научно-технических конференциях Ленинградского горного института, на Всесоюзной конференции "Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых Севера", на технических советах Оленегорского комбината, на Всесоюзном совещании по НОТ Министерства черной металлургии СССР.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Гринберг И.Н., Федосеев Б.А., Фещенко А.А., Тихомиров А.А. Буро-взрывные работы и пути их совершенствования на Оленегорском карьере. Цветная металлургия ЦИИИ, № 2, 1963.

2. Гринберг И.Н., Панкрушин В.И., Гордин Б.Н. Особенности погрузки и транспортирования горной массы. "Горный журнал", 1966, № 10.

3. Панкрушин В.И., Гринберг И.Н., Грудинская И.И. и др. Освоение сырьевой базы Оленегорского горнообогатительного комбината. "Горный журнал", 1966, № 10.

4. Гринберг И.Н. Влияние режима горных работ на производительность карьерного оборудования. Сб. "Проблемы работы карьеров Севера". Труды ЛГИ, Л., 1968.

5. Гринберг И.Н., Панкрушин В.И., Грудинская И.И. Из опыта эксплуатации Оленегорского горнообогатительного комбината. Сб. "Проблемы работы карьеров Севера". Труды ЛГИ, Л., 1968.

6. Михайлов Г.С., Гринберг И.Н. Устранение сезонных колебаний производительности Оленегорского горнообогатительного комбината. Тезисы докладов на конференции "Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых Севера". ЛГИ, 1970.

7. Оводенко Б.К., Сиротюк Г.Н., Гринберг И.Н. К вопросу установления рационального объема и частоты взрывания горной массы на карьере ОГОКа. Сб. "Физика процессов, технология и техника разработки недр". М., "Наука", 1970.

8. Гринберг И.Н., Михайлов Г.С. Условия обеспечения оптимального режима работы Оленегорского рудника. "Горный журнал", 1970, № 6.

9. Оводенко Б.К., Гринберг И.Н., Зеленов П.И. Перспективы развития горных работ на карьере Оленегорского комбината. Сб. "Пути повышения эффективности открытых горных работ". Л., "Наука", 1970.

10. Гринберг И.Н., Михайлов Г.С. Устранение сезонных колебаний производительности горнообогатительного комбината в условиях Заполярья. "Горный журнал", 1970, № II.

II. Сиротюк Г.Н., Гринберг И.Н., Прокопова В.Г. Исследование метода отбойки на неподобранной забой на Оленегорском железорудном месторождении. Сб. "Пути повышения эффективности открытых горных работ". Л., "Наука", 1970.

Л 43657 15/III 1971 г.

Заказ 138

Тираж 100

Бесплатно

Отпечатано на ротатипе Московского горного института. Ленинский проспект, 6