АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР

МЕТОДИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РЕЗЕРВНОГО ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КАРЬЕРОВ, ПРИМЕНЯЮЩИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Институт проблем комплексного освоения недр

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

чл.-корр. АН СССР

_____ Д.М. Бронников

"8" февраля 1985 г.

МЕТОДИКА

определения количества резервного выемочно-погрузочного оборудования для карьеров, применяющих железнодорожный транспорт

Заведующий лабораторией
теории открытой разработки
месторождений при комплексном
освоении недр,
проф., докт. техн. наук

_____ К.Н. Трубецкой

Москва 1985

А Н Н О Т А Ц И Я

В методике излагается новый подход к выбору вида и типа резервного выемочно-погрузочного оборудования для технологических схем карьеров, применяющих железнодорожный транспорт, заключающийся в расчете необходимого количества резервных экскаваторов-мехлопат и колесных карьерных погрузчиков на основе вероятных объемов текущего отставания горных работ из-за аварийных простоев экскаваторов.

Методика разработана в лаборатории "Теории открытой разработки месторождений при комплексном освоении недр" и является результатом исследований, выполненных инж. А.К. Барановым по теме 3.2.I.5.2 "Развитие теоретических основ технологии применения карьерных погрузчиков на открытых разработках" под руководством проф., докт.техн. наук К.Н. Трубецкого.

Методика предназначена для использования в практике проектирования открытых горных работ с применением экскаваторно-железнодорожных комплексов на месторождениях руд черных и цветных металлов, угля.

В В Е Д Е Н И Е

Принятые XXУI съездом КПСС "Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981 - 1985 годы и на период до 1990 года" предусматривают увеличение добычи руд цветных и черных металлов, угля за счет преимущественного развития открытого способа разработки месторождений. Эта задача будет выполнена в основном при совершенствовании техники и технологии основных и вспомогательных процессов, повышении надежности как технологических схем горнодобывающих предприятий, так и их отдельных звеньев. Ведущая роль в технологической цепочке карьера принадлежит выемочно-погрузочному звену, от эффективности работы которого зависят результаты производственной деятельности предприятия.

В настоящее время на многих крупных карьерах страны получили широкое использование экскаваторно-железнодорожные комплексы оборудования, и прежде всего из-за возможности при их применении обеспечить условия для эффективной эксплуатации мощной техники.

Однако, ухудшение горно-геологических условий эксплуатации, аварии и поломки горного оборудования на карьерах оказывают отрицательное воздействие на ход производственного процесса, следствием чего является текущее отставание объемов горных работ.

Для сведения к минимуму потерь производства продукции от простоев оборудования наиболее часто используется в практике принцип

резервирования. Эксплуатация резервного оборудования, в период простоя основного, создает условия планомерной выдачи горных пород из карьера, что способствует выполнению производственных заданий и повышает эффективность работы карьера. Однако резервирование горного оборудования вызывает значительное увеличение капитальных и эксплуатационных затрат, что отрицательно сказывается на экономической деятельности предприятия.

В Институте проблем комплексного освоения недр разработана настоящая методика, которая предусматривает выбор наиболее экономичного вида и типа резервного выемочно-погрузочного оборудования для экскаваторно-железнодорожных комплексов карьеров. В основу методики положены результаты исследований по определению целесообразности и эффективности применения колесных фронтальных карьерных погрузчиков отечественного перспективного типоразмерного ряда в качестве резервного оборудования.

Целью составления методики являлась разработка порядка расчета количества резервного оборудования (экскаваторов, погрузчиков) и эффективности его применения для экскаваторно-железнодорожных комплексов карьеров на стадиях проектирования открытых горных работ (технико-экономическое обоснование, технический проект).

Порядок расчета основан на последовательном определении вероятного объема текущего отставания горных работ в карьере от плановых, необходимого количества резервного оборудования для выемки и погрузки этого объема, капитальных и эксплуатационных затрат на его приобретение и содержание и выборе эффективного вида резервного оборудования по минимуму приведенных затрат.

Использование положений настоящей методики для установления рационального количества резервного выемочно-погрузочного оборудования в условиях 2-ой очереди Ленского ЗРК позволит получить

расчетный годовой экономический эффект в размере 332 тыс. рублей.

I. Краткий анализ использования карьерных мехлопат на открытых горных разработках

Известно, что максимальное использование технических возможностей оборудования, при условии соблюдения требований технологии, техники безопасности, обеспечения качества полезного ископаемого достигается обеспечением соответствующей технологической и организационной связи их работы. / I /. В то же время горнотранспортным комплексам карьеров присуще большинство показателей сложных технических систем. Одним из главных, основных, является надежность работы, а основной задачей при оценке надежности узлов, механизмов, систем является изыскание путей ее повышения.

К числу факторов, оказывающих влияние на снижение производительности одноковшовых экскаваторов в карьере, относится наличие сверхплановых простоев оборудования в период эксплуатации. Эти простои, вызванные организационными, технологическими или техническими причинами, уменьшают планируемое время эксплуатации экскаватора вследствие чего он не выполняет необходимый объем горных работ.

Анализ составных элементов непланируемых простоев экскаваторов позволяет выделить две основные группы этих элементов. К первой относятся собственно аварии выемочно-погрузочной машины, отыскание неисправности и последующий ремонт, а также простои по кли-

матическим условиям. Простои по этим причинам носят объективный характер, так как в значительной степени не зависят от организационной и технологической деятельности при разработке месторождения. Аварийное состояние экскаватора хотя и возможно представить как результат производственной деятельности в большей степени является следствием выработки ресурса и износа составных частей экскаватора - электро-механической системы. Влияние аварий собственно экскаватора на ход производственного процесса снижают путем определения экономически и технически целесообразного графика обслуживания, планово-предупредительных и капитальных ремонтов. Однако, как показывает практика, это не приводит к абсолютному устранению аварийных состояний в период эксплуатации. В работе / 2 / показано, что после проведения планового ремонта только в 50-60% случаев наблюдается снижение величины параметра потока отказов. В остальных случаях плановый ремонт не способствует повышению уровня надежности экскаваторов. При разработке рациональных структур ремонтного цикла экскаваторов ЭКГ-8, ЭКГ-8И использовались оптимальные параметры технического обслуживания и ремонта, что обеспечило более обоснованное планирование техобслуживания и ремонта, снижение продолжительности простоев экскаваторов на 14%.

Ко второй группе непланируемых простоев экскаваторов относятся те, причиной появления которых послужила неудовлетворительная технологическая и организационная взаимосвязь основных и вспомогательных производственных процессов.

Таким образом, анализ использования экскаваторов-мехлопат на карьерах показывает значительную величину непроизводительных сверхплановых простоев оборудования. Потери производительности экскаваторов по этим причинам достигают в среднем 4-5% от плановой. До 50% общих неплановых простоев составляют простои объективного характера - аварийные и по климатическим причинам. В

структуре непланируемых простоев экскаваторов собственно аварийные простои составляют 25–30%. В общем случае время аварийных простоев характеризует техническую надежность машины и является предметом исследований по повышению надежности узлов и механизмов подсистем экскаваторов. Однако влияние аварийных простоев на производственный процесс выемки и погрузки горных пород, а также невозможность полного устранения аварий экскаваторов путем рациональной организации их технического обслуживания обуславливают необходимость учета ненадежной работы этих машин при определении технологии разработки месторождения. При этом важным условием является определение объемов горных работ, не выполненных из-за аварий экскаваторов.

2. Расчет вероятных объемов текущего отставания горных работ в карьере

Основное выемочно-погрузочное оборудование карьеров – экскаваторы – представляют собой сложные электро-механические системы, время работы и отказов которых описывается случайными законами распределения. Количественная характеристика надежности оборудования оценивается при помощи многих показателей, из которых для характеристики объемов горных работ, соответствующих аварийному простою, могут использоваться следующие. Параметр потока отказов $\omega(t)$ – среднее количество отказов в единицу времени; среднее время восстановления $T_в$ – среднее время вынужденного, не регламентированного простоя, вызванного отысканием и устранением одного отказа. В общем случае эти показатели определяются по формулам / 3 /.

Параметр потока отказов:

$$\omega(t) = \frac{\sum_{k=1}^{N} n_k(t+\Delta t) - \sum_{k=1}^{N} n_k(t)}{N\,\Delta t}, \quad \frac{1}{ч}$$

где $n_к(t+\Delta t)$ – количество отказов к-той машины к моменту времени $t+\Delta t$;

$n_к(t)$ – количество отказов к-той машины к моменту времени t;

N – количество однотипных машин, за которыми велись наблюдения;

Δt – достаточно малый промежуток времени, ч.

Разность $\sum_{к=1}^{N} n_к(t+\Delta t) - \sum_{к=1}^{N} n_к(t)$ представляет собой количество отказов машин за промежуток времени Δt. Среднее время восстановления:

$$T_в = \frac{\sum_{i=1}^{n} \tau_i}{n}, \text{ ч}$$

где τ_i – время отыскания и устранения i-го отказа, ч;

$$\tau_i = \tau_{i_1} + \tau_{i_2} + \tau_{i_3} + \tau_{i_4},$$

τ_{i_1} – время обнаружения отказа, ч;

τ_{i_2} – время ремонта (ликвидации отказа), ч;

τ_{i_3} – время опробования машины после устранения отказа, ч;

τ_{i_4} – время ожидания ремонта, ч;

n – количество отказов за время наблюдения.

Количественные показатели надежности, частота и продолжительность аварий экскаваторов ЭКГ-4,6 и ЭКГ-8И, эксплуатируемых с железнодорожным транспортом, определялись для условий карьера Южного ГОКа. Анализ характера составленных статистических рядов, а также результаты ранее проведенных исследований / 2, 4, 5 / позволил получить формулы для количественного определения показателей надежности ω и $T_в$ в зависимости от вместимости ковша экскаватора $E_к$:

$$\omega = 0{,}21 \cdot 10^{-3} E_к, \quad ч^{-1} \qquad (1)$$

$$T_в = 0{,}074 E_к + 7{,}01, \text{ ч} \qquad (2)$$

Показатели надежности ω и $T_в$ могут служить для определения недовыработки горных пород из-за аварий выемочно-погрузочного оборудования (объема текущего отставания горных работ) как по каждому экскаватору, так и по карьеру в целом. Расчет вероятных объемов текущего отставания горных работ в карьере $V_{т.о.}$ производится по формуле

$$V_{т.о.} = Q_{э.р.} \cdot n_э \cdot T_в \cdot \omega \cdot T \quad , м^3/год, \quad (3)$$

где $Q_{э.р.}$ – расчетная часовая производительность экскаватора, $м^3/ч$;

$n_э$ – количество основных экскаваторов в карьере;

T – число часов работы экскаватора в году, ч/год.

В основу определения объема текущего отставания горных работ в карьере положен показатель $V^{потерь}_{а}$ производительности экскаватора из-за аварийных простоев. При помощи этого показателя возможно оценивать эффективность использования экскаватора. Количественная оценка этого показателя $П_{пр.э}$ будет при этом определяться по формуле

$$П_{пр.э.} = Q_э \cdot \omega_э \cdot T_{в.э} \cdot T_э \quad , м^3/год, \quad (4)$$

где $Q_э$ – средняя часовая эксплуатационная производительность экскаватора, $м^3/ч$;

$\omega_э$ – параметр потока отказов экскаватора за годовой период наблюдения, $ч^{-1}$;

$T_{в.э}$ – среднестатистическая продолжительность одного восстановления экскаватора в году, ч;

$T_э$ – число часов работы экскаватора в году, ч/год.

3. Определение необходимого количества резервного выемочно-погрузочного оборудования

Исследования проблем надежности в горном деле развиваются по нескольким направлениям, основными из которых являются: I. исследование конструктивной надежности горного оборудования; 2. исследование эксплуатационной надежности технологических схем, а также карьера как единой технологической системы.

Анализ выполненных исследований в области надежности горного оборудования и систем показывает, что при достаточном количестве работ, теоретически обосновывающих повышение надежности технологических схем карьеров резервированием горного оборудования, следует отметить отсутствие научных разработок по технологии эксплуатации этого резерва. Вопросу взаимоувязки работы основного и резервного оборудования не уделено должного внимания, и до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные решения и рекомендации по рациональной эксплуатации резервного оборудования.

Анализ отечественного и зарубежного опыта, исследований по применению карьерных колесных погрузчиков показывает, что наряду с опытом эксплуатации погрузчиков в качестве основного выемочно-погрузочно-транспортного оборудования, опыт использования его в качестве резервного ограничивается применением в экскаваторно-автомобильных комплексах.

Учитывая это положено, что количество резервного выемочно-погрузочного оборудования определяется из условия погашения вероятного объема текущего отставания горных работ при соответствии производительностей основного и резервного оборудования. При этом разработанный на основе характеристик надежности экскаваторов метод определения текущего отставания горных работ может быть использован для определения количества резервного оборудования $n_{рез}$

по следующей формуле

$$n_{рез} = \frac{V_{т.о}}{Q_{рез}}, \text{ шт} \qquad (5)$$

где $Q_{рез}$ – годовая производительность резервного выемочно-погрузочного оборудования, м³/год.

I. Сменная эксплуатационная производительность экскаватора $Q_э$, работающего в комплексе с железнодорожным транспортом, определяется по известным формулам (6,7,8) / I /. Необходимые для расчетов значения показателей приведены в приложении I.

$$Q_э = Q_{э.р.}[T_с - (T_{п.з} + T_р)]\eta_о \cdot K_{г.э} (I - K_{о.э}), \text{ м}^3/\text{смену}, \qquad (6)$$

где $T_с$, $T_{п.з}$, $T_р$ – продолжительность смены, подготовительно-заключительных операций и регламентированных перерывов в смене, ч;

$\eta_о$ – коэффициент обеспечения забоя порожняком;

$K_{г.э}$ – коэффициент технологической готовности экскаватора;

$K_{о.э}$ – коэффициент организационных простоев, учитывающий количество экскаваторов в комплексе.

Часовая производительность экскаватора $Q_{э.р}$

$$Q_{э.р} = Q_т \cdot K_у, \quad \text{м}^3/\text{ч} \qquad (7)$$

где $Q_т$ – техническая производительность экскаватора, м³/ч;

$K_у$ – коэффициент управления, учитывающий увеличение продолжительности основных и вспомогательных операций по сравнению с расчетными значениями.

Техническая производительность экскаватора $Q_т$

$$Q_т = \frac{3600 \cdot E}{T_{ц.мин}} K_э \cdot K_{т.в}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \qquad (8)$$

где E – вместимость ковша экскаватора, м³

$T_{ц.мин}$ – минимально возможная продолжительность рабочего цикла, с;

$K_э$ – коэффициент экскавации породы;

$K_{т.в}$ – коэффициент влияния технологии выемки.

Годовая производительность резервного экскаватора $Q_{г.р}$

$$Q_{г.р} = Q_э \cdot n_{см} \text{ , м}^3\text{/год,} \qquad (9)$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в году.

Необходимое количество резервных экскаваторов $n_{э.рез.}$ для погашения вероятных годовых объемов текущего отставания горных работ

$$n_{э.рез.} = \frac{V_{т.о}}{Q_{г.р}} \text{ , шт.} \qquad (10)$$

2. Сменная эксплуатационная производительность погрузчика $Q_п$ определяется по известным формулам (11,12,13) / 6 /. Необходимые для расчетов значения показателей приведены в приложении 2.

$$Q_п = \frac{3600 \cdot E_к \cdot K_{н.п.} \cdot T \cdot K_и}{T_{ц.п} \cdot K_{р.п.}} \text{ , м}^3\text{/смену} \qquad (11)$$

где $E_к$ – вместимость ковша погрузчика, м^3;

$K_{н.п}$ – коэффициент наполнения ковша погрузчика;

$K_{р.п}$ – коэффициент разрыхления породы в ковше погрузчика;

$T_{ц.п}$ – время погрузочно-транспортного цикла погрузчика, с;

T – продолжительность смены, ч;

$K_и$ – коэффициент использования погрузчика в течение смены;

Время погрузочно-транспортного цикла погрузчика

$$T_{ц.п} = t_н + t_{дв.г} + t_р + t_{дв.п} \text{ , с} \qquad (12)$$

где $t_н$, $t_р$ – время наполнения и разгрузки ковша, с;

$t_{дв.г}$, $t_{дв.п}$ – время движения погрузчика к месту разгрузки и погрузки, с.

$$t_{дв.г} = 3{,}6 \frac{L_г}{v_г} \text{ , с} \qquad t_{дв.п} = 3{,}6 \frac{L_п}{v_п} \text{, с,} \qquad (13)$$

где $L_г$, $L_п$, $v_г$, $v_п$ - соответственно расстояние и скорость перемещения погрузчиков в груженом и порожнем направлениях, м; км/ч.

Время наполнения (черпания) и время разгрузки определяется в соответствии с / 9 / по формулам

$$t_н = 19{,}91 - 2{,}78 \frac{E_к \cdot K_{н.п} \cdot \gamma}{K_{р.п}} + 0{,}14\left(\frac{E_к \cdot K_{н.п} \cdot \gamma}{K_{р.п}}\right)^2, \text{ с}; \quad (14)$$

$$t_р = 0{,}366\, q_п + 1{,}9 \text{ , с}, \quad (15)$$

где $q_п$ - грузоподъемность погрузчика, т.

Коэффициент наполнения ковша погрузчика рассчитывается согласно / 9 / по формулам

для погрузчиков с $E_к = 4{,}6$ м^3 :

$$K_{н.п} = 2{,}5655 - 0{,}9793\, K_{р.п}; \quad (16)$$

для погрузчиков с $E_к \geqslant 7{,}65$ м^3 :

$$K_{н.п} = 2{,}0091 - 0{,}5565\, K_{р.п}. \quad (17)$$

Годовая производительность резервного погрузчика $Q_{г.п}$

$$Q_{г.п} = Q_п \cdot n_{см}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (18)$$

Необходимое количество резервных погрузчиков $n_{п.рез.}$ для погашения вероятных годовых объемов текущего отставания горных работ

$$n_{п.рез} = \frac{V_{т.о}}{Q_{г.п}}, \text{ шт}. \quad (19)$$

Для обеспечения безопасной работы погрузчика в экскаваторных забоях следует предусматривать его эксплуатацию в комплексе с бульдозером. Оптимальное сочетание оборудования в комплексах "бульдозер-погрузчик" приведено в приложении 2, и заключается в соответствии производительностей погрузчика и бульдозера. Количество резервных бульдозеров $n_{б.рез}$ принимается равным расчетному количест-

ву резервных погрузчиков.

4. Выбор экономически эффективного вида резервного оборудования

В общем виде задача выбора рационального вида резервного оборудования для экскаваторно-железнодорожных комплексов заключается в технико-экономическом сравнении расчетных вариантов по принятому критерию. В соответствии с рекомендациями отраслевой инструкции по определению эффективности капвложений в цветную металлургию / 7 / в качестве основного критерия оптимизации приняты приведенные затраты.

Вид и тип принимаемого для конкретных условий резервного выемочно-погрузочного оборудования определяется наименьшими затратами на его приобретение и эксплуатацию, рассчитываемыми по формулам / 8 /

для экскаваторов :

$$П_э = \left[\left(C^{эк}_{пост} + C^{эк}_{м-ч} \cdot T \right) + E_н \cdot K_э \right] \cdot n_{э.рез}, \text{ руб;} \quad (20)$$

для погрузчиков :

$$П_п = \left[\left(C^{п}_{пост} + C^{п}_{м-ч} \cdot T \right) + E_н \cdot K_п \cdot K_{прив} \right] \cdot n_{п.рез}, \text{ руб;} \quad (21)$$

для бульдозеров :

$$П_б = \left[\left(C^{б}_{пост} + C^{б}_{м-ч} \cdot T \right) + E_н K_б \right] \cdot n_{б.рез}, \text{ руб,} \quad (22)$$

где $П_э$, $П_п$, $П_б$ – приведенные затраты на приобретение и эксплуатацию соответственно резервных экскаваторов, погрузчиков, бульдозеров, руб;

$K_э$, $K_п$, $K_б$ – балансовая стоимость соответственно экскаватора, погрузчика, бульдозера, руб;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$C^{эк}_{пост}$, $C^{п}_{пост}$, $C^{б}_{пост}$ – постоянные годовые расходы (в т.ч. амортизация) соответственно на один экскаватор, погрузчик, бульдозер, руб/год;

$C^{эк}_{м-ч}$, $C^{п}_{м-ч}$, $C^{б}_{м-ч}$ – расходы на I машино-час работы (затраты на зарплату бригаде по обслуживанию и бригаде по текущим ремонтам, запчасти; смазочные и обтирочные материалы, электроэнергию и т.д.) соответственно на один экскаватор, погрузчик, бульдозер, руб/год;

$К_{прив}$ – коэффициент, учитывающий разницу в сроках службы погрузчиков и экскаваторов / 9 /

$$К_{прив} = I + \frac{\frac{Т_{эк}}{Т_{п}} - I}{(I + Е_{н})^{Т_{п}}} , \qquad (23)$$

$Т_{эк}$, $Т_{п}$ – сроки службы экскаватора и погрузчика, лет;

$Т$ – продолжительность работы резервного оборудования в течение года, ч.

Оптимальный вид резервного оборудования выбирается по минимуму приведенных затрат / 7 / :

$$З = С + Е_{н} \cdot К \rightarrow min , \qquad (24)$$

где С – годовые эксплуатационные расходы на резервное оборудование, руб/год;

К – капитальные затраты на резервное оборудование, руб.

Необходимые для расчетов приведенных затрат на резервное оборудование значения стоимостных показателей (для условий Южной части Восточно-Сибирского экономического района) приведены в приложении 3.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ

I. В соответствии с / I0 / продолжительность подготовительно-заключительных операций принимается равным 25 мин в смену. Продолжительность регламентированных перерывов определяется по формуле

$$T_р = T_{л.н} + T_{т.п} \text{ , мин,}$$

где $T_{л.н}$ – время на личные надобности, $T_{л.н}$ = I0 мин;

$T_{т.п}$ – продолжительность технологических перерывов из-за неравномерности подачи поездов под погрузку, мин.

При эксплуатации экскаваторов ЭКГ-5А, ЭКГ-8И, ЭКГ-I2,5, ЭКГ-20 $T_{т.п}$ составляет соответственно 28, 32, 35, 37 мин. в смену /I0/.

2. Коэффициент обеспечения забоя порожняком принимается в соответствии с / I / по таблице

Наименование схемы путевого развития на горизонте	Значение $\eta_о$
I. Тупиковая схема с обменным пунктом за пределами блока	0,6 - 0,7
2. Тупиковая схема с дополнительным обменным пунктом	0,75-0,85
3. Тупиковая схема при двухпутном развитии	0,95- I,0
4. Сквозная схема	0,9 - I,0

3. Коэффициент технологической готовности экскаваторов $К_{г.э}$ для карьеров с железнодорожным транспортом при расчетах принимается $К_{г.э} = 0,84$ / I /.

4. Коэффициент организационных простоев $К_{о.э}$, учитывающий количество экскаваторов в комплексе, принимается в соответствии с / I / по таблице

Коэффициент	число экскаваторов в комплексе								
	I	2	3	4	5	6	7	8	9
$К_{о.э}$	0,2	0,I5	0,I3	0,I2	0,II5	0,II2	0,I09	0,I07	0,I05

5. Величина коэффициента управления $К_у$ принимается в соответствии с / I /:

при ручном управлении $К_у$ = 0,7 - 0,85;

при управлении сервомеханизмами $К_у$ = 0,85 - 0,98 (верхний предел для более мощных машин).

6. Коэффициент экскавации породы $К_э$ определяется по формуле / I /:

$$К_э = \frac{К_{н.к}}{К_{р.к}},$$

где $К_{н.к.}$, $К_{р.к}$ - соответственно коэффициенты наполнения и разрыхления породы в ковше.

Средние значения коэффициентов разрыхления породы в ковше, наполнения ковша по данным / I0 /:

Категория пород по трудности экскавации	Плотность горных пород, $т/м^3$	$К_{р.к}$	$К_{н.к}$
I	I,6	I,I5	I,08
II	I,7	I,22	I,05
III	I,9	I,33	0,98
IУ	2,4	I,45	0,96

7. Для одноковшовых экскаваторов коэффициент влияния технологии выемки $К_{т.в}$ изменяется / I / : $К_{т.в}$ = 0,94 - 0,96.

8. Минимально возможная продолжительность рабочего цикла

экскаватора $T_{ц.мин}$ (оперативное время цикла) принимается в соответствии с / I0/ по таблице

Плотность горных пород, т/м³	оперативное время цикла, с			
	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И	ЭКГ-I2,5	ЭКГ-20
I,6	25,4	29,5	32,I	35,0
I,7	27,6	32,2	34,9	38,I
I,9	29,8	35,0	38,0	4I,5
2,4	3I,4	37,0	40,I	43,8
3,0	33,0	40,0	43,0	46,0

Приложение 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОГРУЗЧИКОВ

I. Коэффициент использования погрузчика в течение смены $К_и$ принимается в соответствии с / 9 /:

для погрузчиков с вместимостью ковша более I0 $м^3$ $К_и$ = 0,9;

для погрузчиков с вместимостью ковша 4,6-9,2 $м^3$ $К_и$ = 0,75 - 0,85, при этом меньшие значения $К_и$ соответствуют меньшим значениям вместимости ковша.

2. Расстояние перемещения погрузчика за один цикл при работе погрузчика в торцевом и фронтальном забоях принимается по таблице (м)

Модель погрузчика	Торцевой забой	Фронтальный забой
ПК-I0	75,5	89,0
ПК-I5	84,0	I0I,0
ПК-25	I2I,0	I45,0
ПК-40	I45,0	I72,0

3. Значения коэффициента разрыхления пород в ковше погрузчика принимается в соответствии с / 9 / по таблице

Средний размер куска, мм	Коэффициент разрыхления $К_{р.к}$ при вместимости основного ковша с "шапкой", $м^3$					
	4,6-5,4	7,5-7,65	8,4I-9,2	II,5-I2,5	I4-I6,5	I8-20
до I00	I,35	-	-	-	-	-
I00 - 200	I,45	I,36	I,34	I,3	-	-
200 - 300	I,63	I,59	I,56	I,5	I,45	I,43
300 - 400	I,7	I,69	I,65	I,6I	I,58	I,56
400 - 500	-	I,74	I,7I	I,67	I,65	I,63
500 - 600	-	I,78	I,74	I,7I	I,69	I,68
600 - 700	-	I,8	I,76	I,74	I,72	I,7I
700 - 800	-	I,82	I,78	I,76	I,74	I,74
800 - 900	-	I,83	I,79	I,78	I,76	I,75

4. Скорость перемещения в груженом и порожнем направлениях принимается равной максимальной рабочей скорости погрузчиков в соответствии с их технической характеристикой /9/ по следующей таблице

Основные показатели	ПК-10	ПК-15 (ТО-21-1)	ПК-25	ПК-40
Номинальная емкость ковша, $м^3$	5	7,65	12,5	20
Высота разгрузки ковша, мм	4100	4200	5400	7000
Вылет ковша при наибольшей высоте разгрузки, мм	1720	1850	2500	3000
Скорость движения, км/ч				
рабочая максимальная	7	5,3	6	5
транспортная максимальная	47	21,2	30	30
Радиус поворота, м	8,4	9,8	15	18
Габаритные параметры, мм				
длина	10770	12380	15460	17000
ширина	3250	4170	5140	5750
высота	3350	5010	5630	6700

5. Рациональное сочетание моделей погрузчиков и бульдозеров отечественного производства принимаются по таблице

Модель погрузчика	Модель бульдозера при плотности пород, $т/м^3$		
	2,0	2,5	3,0
ПК-10	Д-492А	Д-492А	Д-492А
ПК-15	Д-492А	Д-492А	Д-275А
ПК-25	Д-275А	Д-522	Д-572
ПК-40	Д-572	Д-572	Д-572

Приложение 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КАПИТАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА РЕЗЕРВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ /II,I2 /, руб

А. ЭКСКАВАТОРЫ

Показатели	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И	ЭКГ-I2,5	ЭКГ-20
I. Капитальные затраты	I630I4	325770	6I79I7	2I90I4I
в т.ч. строительно-монтажные работы	79I7	I2783	346I4	58068
2. Эксплуатационные расходы:				
2.I. Условно-постоянные (годовые) на I машину	28762	48476	973I4	209414
в т.ч. амортизация	2408I	39684	75535	I72438
из них реновация	I55I5	23875	45444	9604I
материалы (износ кабеля)	279	627	763	I476
электроэнергия (установленная мощность)	4402	8I65	2I0I6	35500
2.2. На I машино-час	7,23	9,28	I5,84	24,58
в т.ч. зарплата с начислениями (бригаде по обслуживанию)	4,37	4,37	7,46	7,46
зарплата с начислениями (бригаде по текущим ремонтам)	I,03	I,62	2,34	2,96
материалы:				
запчасти	0,92	I,48	2,33	8,29
смазочные и обтирочные	0,46	0,87	I,54	2,I2
износ канатов	0,2	0,43	0,96	I,82
электроэнергия	0,25	0,5I	I,2I	I,93

Б. ПОГРУЗЧИКИ

Показатели	ПК-10	ПК-15	ПК-25	ПК-40
I. Капитальные затраты	69869	I56800	27I600	474000
2. Эксплуатационные расходы:				
2.I. Постоянные (годовые)	I537I,2	34495,7	5975I,5	I04279,I
в.т.ч. амортизация	I537I,2	34495,7	5975I,5	I04279,I
из них реновация	6986,9	I5679,9	27I59,8	47399,6
2.2. На I машино-час	I2,29	I6,I3	24,2I	37,42
в т.ч. зарплата с начислениями (бригаде по обслуживанию	2,66	2,85	2,85	3,04
зарплата с начислениями (бригаде по ремонту)	0,33	0,43	0,63	I,II
материалы	9,3	I2,85	20,73	33,27
из них:				
запчасти	0,49	0,6	0,6	0,96
дизельное топливо	3,62	5,09	I0,85	I7,4I
смазочные и обтирочные	0,67	0,95	2,02	3,23
авторезина	4,52	6,2I	7,26	II,67

В. БУЛЬДОЗЕРЫ

Тип бульдозера	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты		
		Постоянные (годовые)	На I ч календарного времени	На I машино-час
Д-492А	6290	I57I	I,2I	I,33
Д-275А	2I660	546I	I,2I	I,76
Д-522	26290	6573	I,2I	I,76
Д-572	47900	II976	I,2I	2,79

Литература

I. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ.- М.: Недра, 1974.- 520с.

2. Шадрин А.И. Исследование надежности и оптимизация параметров технического обслуживания и ремонта карьерных экскаваторов.- Дис...канд.техн.наук.- Свердловск, 1978.- 177л.

3. Рыжов П.А. Математическая статистика в горном деле.- М.:Высшая школа, 1973.- 286с.

4. Максимчук М.Г. Исследование технической надежности и организации технологической готовности экскаваторов в рудных карьерах большой производительности.- Дис...канд.техн.наук.- Кривой Рог, 1971.- 149л.

5. Кох П.И. Надежность механического оборудования карьеров.- М.: Недра, 1978.- 188с.

6. Мельников Н.В., Трубецкой К.Н., Леонов Е.Р. Одноковшовые погрузчики на открытых горных разработках.- М.: Недра, 1971.- 191с.

7. Методика по определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в цветной металлургии СССР.- М.: Цветметинформация, 1983.- 156с.

8. Трубецкой К.Н. Методика обоснования экономической эффективности применения карьерных погрузчиков на открытых работах.- В кн.: Основные вопросы комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых.- М., изд. ИПКОН АН СССР, 1981, с.86-95.

9. Трубецкой К.Н. Научные основы проектирования и технологии применения карьерных погрузчиков на открытых горных работах.- Дис...д-ра техн.наук.- М., 1980.- 443л.

10. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах.- М.: Недра, 1982.- 404с.

11. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. - М.: Недра, 1982.- 414с.

12. Методика расчета и удельные показатели по одноковшовым экскаваторам, скреперам, погрузчикам и рыхлительному оборудованию. - Л.: Гипрошахт, 1981, Ч.П, 250с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение 3

1. Краткий анализ использования карьерных мехлопат на открытых горных разработках 5

2. Расчет вероятных объемов текущего отставания горных работ в карьере 8

3. Определение необходимого количества резервного выемочно-погрузочного оборудования 11

4. Выбор экономически эффективного вида резервного оборудования 15

Приложения 17

Литература 25

Подписано к печати 18.02.1985 г. Т06450.
Объем 1,5 п.л., заказ 297-85, тираж 100 экз.

ИПКОН АН СССР, Москва, Крюковский туп., 4

gost.e-ecolog.ru