

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИЙМАЛЬНО-ТРАНСПОРТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА НЕРУДНИХ КАР'ЄРАХ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Розглянута ефективність використання виймально-транспортного обладнання при добуванні сировини для виготовлення щебеневої продукції з гранітів, базальтів та інших скельних порід. Виконано обґрунтування доцільності використання виймально-навантажувального обладнання, порівняння різних типів кар'єрного обладнання і технологічних схем виконання виймально-навантажувальних робіт за виробничим і економічним критеріями

Рассмотрена эффективность использования выемочно-транспортного оборудования при добыче сырья для изготовления щебёночной продукции из гранитов, базальтов и других скальных пород. Выполнено обоснования целесообразности использования выемочно-погрузочного оборудования, сравнения разных типов карьерного оборудования и технологических схем выполнения выемочно-погрузочных работ по производственным и экономическим критериям.

Efficiency of use dredge-transport equipment at extraction of raw material for manufacturing rubble production from granite, basalts and other rocky breeds. Substantiations of expediency of use of the dredge-loading equipment, comparison of different types of the open-cast equipment and technological schemes of performance dredge-loading the robot for industrial and economic criteria.

Добування сировини для виготовлення щебеневої продукції з гранітів, базальтів та інших скельних порід протягом останніх років ставить досить гострі питання щодо найбільш ефективного використання виймально-транспортного обладнання. Перш за все ці питання стосуються використання типу обладнання, доцільності переробки сировини прямо в кар'єрі або на промислових майданчиках до яких гірничу масу переміщують різними засобами транспорту.

За останні декілька десятирок років з'явилася велика кількість різноманітного навантажувального обладнання, яке відрізняється між собою за принципом роботи, і за потужністю. На цей час існує значний модельний ряд, який повністю забезпечує потреби та вимоги замовника в таких комплексах. До них можна віднести три види виймально-навантажувального обладнання: гідравлічні екскаватори типу пряма і обернена механічні лопати і фронтальний одноковшовий навантажувач. Це обладнання експлуатується з використанням дизельних двигунів, крім того, відрізняється одне від другого схемами відпрацювання уступів.

Отже головна задача обґрунтування доцільності використання того чи іншого обладнання нині є досить актуальною для кар'єрів будівельних матеріалів. В даних дослідженнях поставлена задача може вирішуватися шляхом порівнянь технологічних та економічних показників (експлуатаційна продуктивність, собівартість 1 м^3 виймально-навантажувальних робіт при видобутку корисної копалини) [1].

На території України підприємства, які займаються виробництвом щебеневої продукції працюють на застарілому обладнанні. Постало питання про заміну

застарілого обладнання на більш сучасне. Для проведення дослідження було взято усереднені параметри гранітних і кам'яних кар'єрів України (табл.1) [1].

Основним завданням даної роботи являється порівняльна характеристика різного типу обладнання та технологічних схем їх роботи на уступі. На даному етапі розвитку техніки, для проведення гірничих робіт все частіше використовують мобільне обладнання з двигунами внутрішнього згорання (дизельні), що має ряд переваг. До них можна віднести: мобільність обладнання, їх уніфікацію і універсальність, незалежність від електромережі, більш безпечні умови експлуатації. Недоліком даного обладнання є велика вартість паливо-мастильних матеріалів. Враховувалось виймання скельних порід з вибою оберненою та прямою мехлопатами, фронтальними однокошовими навантажувачами із стандартною ємкістю ковша $E=2 - 5,2\text{м}^3$, різних виробників.

Таблиця 1

Головні усереднені параметри гранітних і кам'яних кар'єрів України

Параметри	Типи кар'єрів			
	Великої площі, глибокі	Середньої площі		Малої площі, середньої глибини
		Глибокі	Середньої глибини	
	I	II	III	IV
Розміри кар'єрного поля, м. – довжина; – ширина; – глибина	1387 800 120/160	767 546 90/209	740 435 75/155	460 250 40/130
Продуктивність, тис.м ³ /рік – корисна копалина; – розкривні породи; В том числі: – скельні – м'які	1350 350 95 255	750 400 57 312	550 100 24 107	130 50 7 43
Потужність розкривних порід: – скельного розкриву; – м'яким порід розкриву	25 до 16	18 до 12	11 до 9	12 до 7
Середній геологічний коефіцієнт розкриву, м ³ /м ³	0,52	0,37	0,29	0,41
Термін служби кар'єру, роки	106	33	30	28
Добова продуктивність м ³ /добу	5672	3151	2311	1933
Змінна продуктивність, м ³ /змину	1890	1050	770	650

Розглянемо запропоновані види обладнання для виймально-навантажувальних робіт детальніше. Одним з найпоширеніших видів являється пряма механічна лопата, як з гідравлічним так і з електричним приводом. Такі екскаватори були безпосередньо розроблені для умов роботи в досліджуваних кар'єрах. Вони мають непогані технічні характеристики, але в застосуванні дещо обмежені, так як можуть ефективно працювати лише верхнім черпанням (рис. 1). Іншим варіантом обладнання є обернена механічна лопата. До переваг можна віднести універсальність даного типу екскаватора: має великий перелік навісного обладнання, також може працювати верхнім і нижнім черпанням, що збільшує можливості його використання (рис. 2).

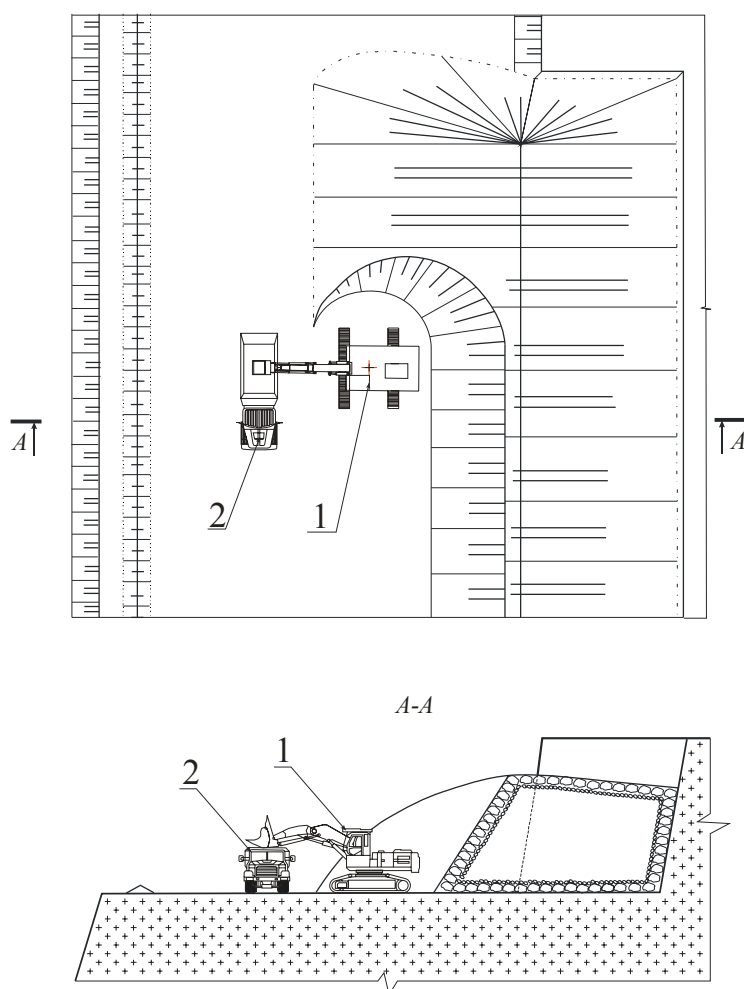


Рис. 1. Схема роботи прямої механічної лопати у вибої скельних порід із завантаженням в автосамоскид: 1 – пряма мехлопата з гідравлічним приводом робочого обладнання; 2 – автосамоскид.

Ще одним видом обладнання, яке відносять до категорії виймально-транспортувального є фронтальний одноковшовий навантажувач. Останнім часом такі навантажувачі досить непогано показали себе при відпрацюванні розпушеної вибухом гірничої маси з навантаженням в автосамоскид або в бункер мобільного дробильно-сортувального комплексу (рис. 3).

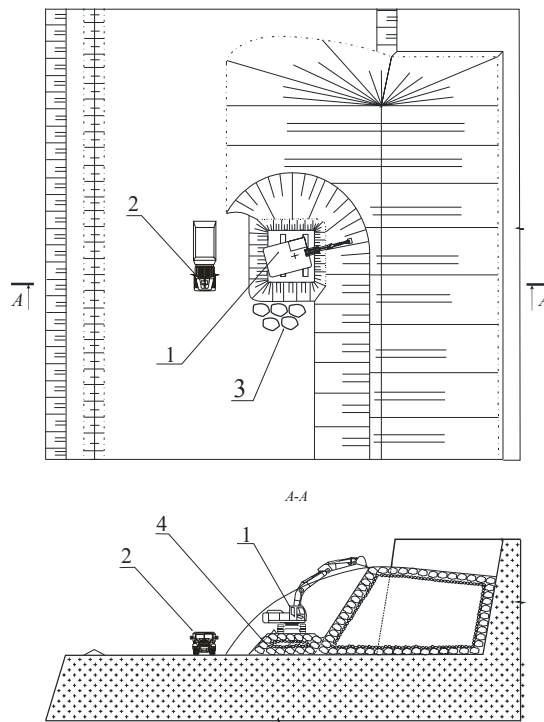


Рис. 2. Схема роботи оберненої мехлопати у вибої при розміщенні на під уступі із завантаженням в автосамоскид: 1 – обернена механічна лопата; 2 – автосамоскид; 3 – місце складування негабариту 4 – під уступ із розпушеної скельної породи.

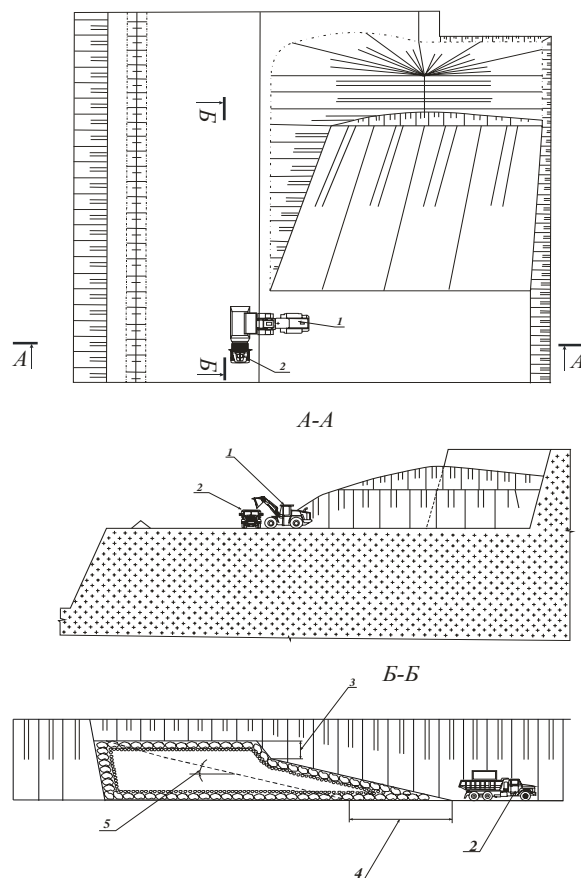


Рис. 3. Схема роботи фронтального навантажувача при відпрацюванні розвалу гірських порід похилими шарами: 1 – фронтальний однокошовий навантажувач; 2 – автосамоскид ; 3 – висота похилого шару; 4 – горизонтальна довжина похилого шару; 5 – кут нахилу похилого шару до горизонтальної площини

В даних дослідженнях розглянуто обладнання різних фірм: CATERPILLAR, HYUNDAI, ОАО "ВЕСК", KOMATSU, LİBHERR, KAWASAKI. За технічними характеристиками та робочими параметрами це обладнання дещо відрізняються один від одного. Тому проведемо порівняння їх по величині змінної продуктивності для цього обладнання з врахуванням завантаження гірничої маси в автосамоскид.

Усі результати розрахунків по змінній продуктивності виймально-навантажувального обладнання приведені на графіках (рис.4, 5, 6).

З графіків видно що продуктивність збільшується пропорційно об'єму ковша, також видно різницю в продуктивності між видами обладнання та різницю між обладнанням різних фірм. Пряма і обернена механічні лопати є більш продуктивні ніж фронтальний навантажувач.

Недостатня продуктивність фронтального навантажувача не є перешкодою для його використання на видобувних роботах. Він має ряд переваг на відміну від екскаваторів. Це такі: менша металоємкість при однаковій об'ємі ковша, що веде до меншої вартості; відсутність допоміжного обладнання (бульдозер) в вибої, що знов приводить до зменшення собівартості і простоїв обладнання.

Приймаючи собівартість виймальних робіт основним критерієм для підбору будь якого обладнання, її менша величина буде свідчить про економічну доцільність застосування при певному об'ємі порід, що виймаються [2]. Отже собівартість виймальних робіт по корисній копалині розраховуємо з урахуванням таких витрат: фонду заробітної плати; матеріальних витрат; витрати на утримання і експлуатацію: амортизацію, витрат на сервісне обслуговування); відрахувань в пенсійний фонд; відрахувань з фонду зарплати

Всі розрахунки по собівартості в залежності від типу обладнання та різних фірм виробників його зведені і представлені на графіках (дивись рис. 4, 5, 6).

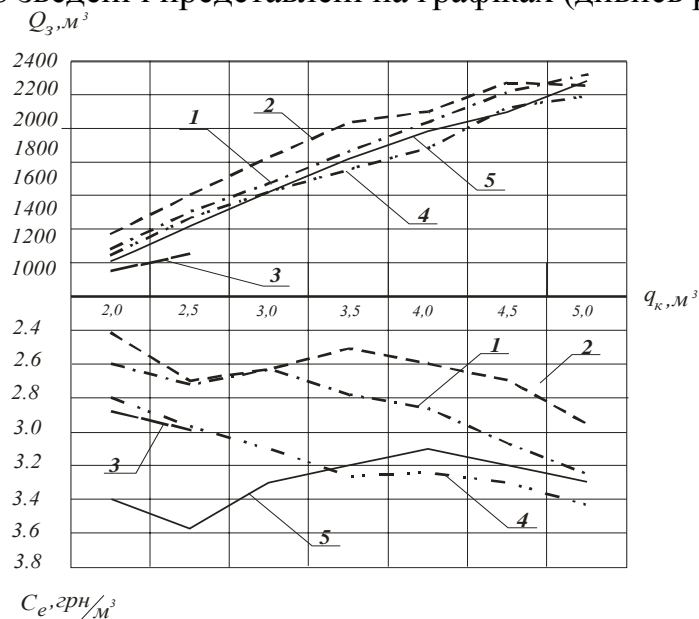


Рис. 4. Монограма залежності змінної продуктивності (Q_s) та собівартості (C_s), від ємкості ковша (q_k) для прямої мехлопати розглянутих фірм виробників: 1 – KOMATSU; 2 – HYUNDAI; 3 – ОАО "ВЕСК"; 4 – LİBHERR; 5 – CATERPILLAR.

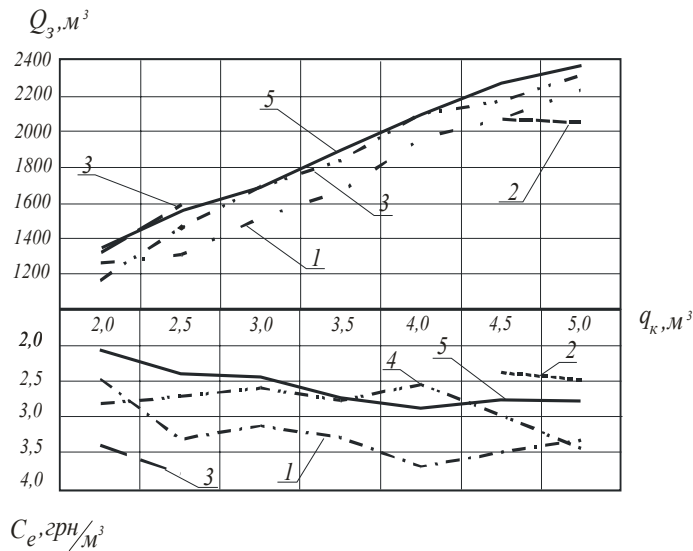


Рис. 5. Монограма залежності змінної продуктивності (Q_3) та собівартості (C_3), від ємкості ковша (q_k) для оберненої мехлопати розглянутих фірм виробників: 1 – KOMATSU; 2 – HYUNDAI; 3 – ОАО ‘БЕКС’; 4 – LIBHERR; 5 – CATERPILLAR

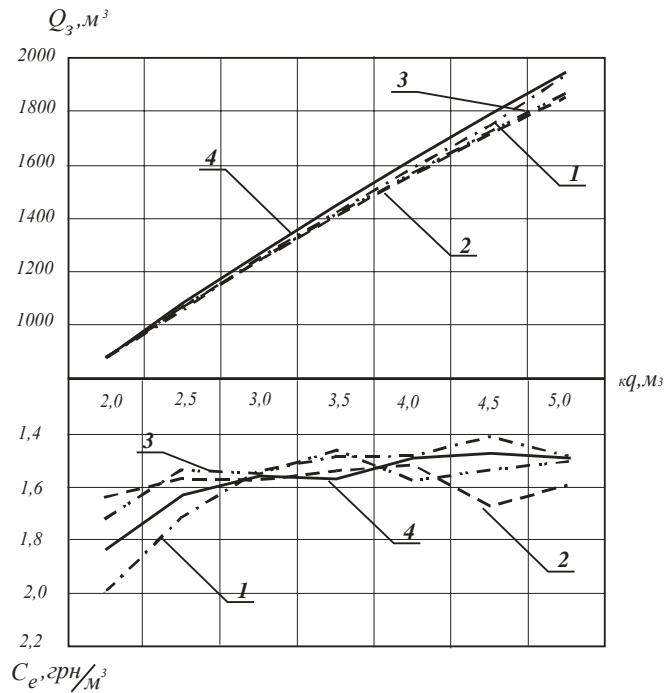


Рис. 6. Монограма залежності змінної продуктивності (Q_3) та собівартості (C_3), від об'єму ковша (q_k) для фронтальних навантажувачів різних фірм: 1 – KOMATSU; 2 – KAWASAKI; 3 – LIBHERR; 4 – CATERPILLAR.

Аналіз розрахунків показав, що найменша собівартість 1 м^3 виймально-навантажувальних робіт становить 1,4 грн. для ковшових навантажувачів фірми KOMATSU ($E=4,5 \text{ м}^3$ $Q_B=1710 \text{ м}^3/\text{зміну}$) та для фірми CATERPILLAR ($E=4,5 \text{ м}^3$ $Q_B=1080 \text{ м}^3/\text{зміну}$) та 2,05 грн. для обернених мехлопат фірми KOMATSU ($E=2,5 \text{ м}^3$ $Q_B=1300 \text{ м}^3/\text{зміну}$). На 2-5 % від зазначеної собівартість вища в колісних навантажувачах фірми, LIBHERR, KAWASAKI CATERPILLAR ($E=3,5-4,5 \text{ м}^3$

$Q_B = 1400-1600 \text{ м}^3/\text{зміну}$), та на 20-33% більша в обернених мехлопат цих же виробників і HYUNDAI ($E=2,0.3,0-4,0 \text{ м}^3$ $Q_B = 1200$ і $1600-2000 \text{ м}^3/\text{зміну}$). Собівартість цих робіт для екскаваторів пряма мехлопата вища на 65-67% порівняно з розглянутим обладнанням при однаковій їх продуктивності. Якщо поглянути на капітальні вкладення то вони залежать від металоємкості конструкцій обладнання. У фронтальних навантажувачів фірми CATERPILLAR з об'ємом ковша $4,0 \text{ м}^3$ металоємкість 23,2 тонни, в екскаваторів тієї ж фірми 80,9 т., і 73,3 т. – відповідно обернена і пряма мехлопата. Із збільшенням експлуатаційної маси обладнання вартість теж збільшується. Тому при однакових об'ємах ковша капіталовкладення будуть менші для фронтальних навантажувачів ніж для екскаваторів.

З урахуванням зазначеного можна рекомендувати використовувати виймально-навантажувальні роботи на нерудних кар'єрах фронтальними однокошовими навантажувачами з вказаними параметрами і екскаваторів обернена мехлопата фірм KOMATSU, CATERPILAR. Слід зазначити, що найбільшу долю у собіварті 1 м^3 виймально-навантажувальних робіт вносять матеріальні витрати 62% та амортизація до 24%(рис. 7)

Доцільними в застосуванні на кар'єрах будуть також технологічні схеми виймально-навантажувальних робіт з використанням зазначеного обладнання. Тобто схема роботи оберненої мехлопата верхнім і нижнім черпанням з завантаженням автосамоскидів на нижній площадці уступа (див. рис. 2) та схема відпрацювання уступів фронтальним однокошовим навантажувачем похилими шарами, які формують під кутом $10^\circ - 15^\circ$ до нижньої площадки (див. рис. 3) уздовж фронту уступа.

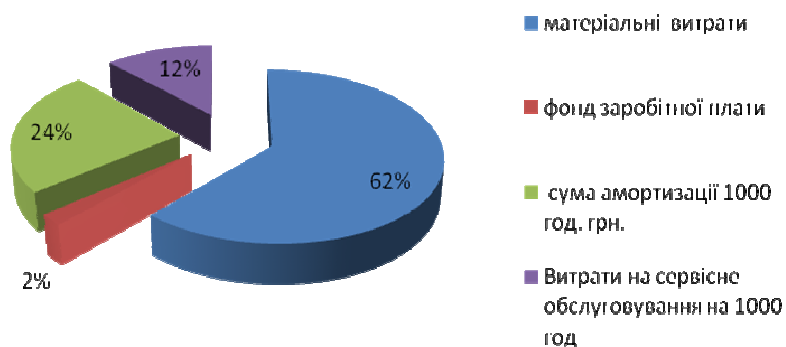


Рис. 6. Схема складу собівартості у процентному відношенні

Висновки.

Найбільш ефективними для впровадження на діючих нерудних кар'єрах є ковшові навантажувачі і гідравлічні обернені мехлопата фірм, LIEBHERR, KAWASAKI, CATERPILAR, HYUNDAI з параметрами, геометричний об'єм ковша $2,5-4,5 \text{ м}^3$ та $2,0-4,0 \text{ м}^3$; змінна продуктивність $1080-1300 \text{ м}^3/\text{зміну}$ і $1400-1600 \text{ м}^3/\text{зміну}$ – відповідно навантажувачі, обернені мехлопата.

При терміні експлуатації навантажувачів і обернених мехлопат біля 20 років найменші капітальні вкладення, з врахуванням їх загальної металоємкості, будуть властиві обладнанню фірм зазначених виробників, а термін окупності цих капіталовкладень не перевищить 5-5,5 років.

На нерудних кар'єрах будівельних матеріалів впровадження виймально-навантажувальних робіт доцільно виконувати по технологічних схемах: застосування обернених мехлопат з відпрацюванням уступів верхнім і нижнім черпанням та завантаженням автосамоскидів на нижній площадці; фронтальних колісних навантажувачів – з відпрацюванням вибоїв похилими шарами, що формуються під кутом $10^{\circ} - 15^{\circ}$ до нижньої площадки уступу уздовж його фронту.

Список літератури

1. В.И. Симоненко, А.В. Черняев, А.В. Мостика, Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки // Зб. наук. праць НГУ.-Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2007. – №27. – С. 47-51
2. В.И. Симоненко, А.В. Мостика, В.Д. Кірнос Обгрунтування критеріїв визначення ефективності технологічної схеми застосування дробильно-сортувальних комплексів на кар'єрах будівельних матеріалів // Зб. наук. праць НГУ. - Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2008. – №31. – С. 69-75.
3. Журнал “Горная техника каталог-справочник 2007” – Санкт-Петербург, ООО “Славутич”. – С. 50-60.
4. Комплексы мобильного оборудования на открытых горных работах К.Н. Трубецкой – М. Недра 1990
5. Техничко-експлуатаційні характеристики машин фірми CATERPILLAR: Справочник. – Отпечатано в США 1996 г.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.
Надійшла до редакції 22.10.10*

УДК 622.002.56-52

© С.К. Мещанинов

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ КАК СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрены вопросы выбора рациональных режимов эксплуатации очистного забоя как сложной технической системы на основе использования задачи о максимуме производства. Получены аналитические выражения для выбора рациональных соотношений режимов эксплуатации очистного забоя с точки зрения максимально возможных эффективности и безопасности его работы.

Розглянуті питання вибору раціональних режимів експлуатації очисного вибою як складної технічної системи на основі використання завдання про максимум множини. Отримані аналітичні вирази для вибору раціональних співвідношень режимів експлуатації очисного вибою з точки зору максимально можливої ефективності і безпеки його роботи.

The questions of rational modes choice of the exploitation of extractive working as the difficult technical system are considered on the basis of the use of task about a maximum of work. Analytical expressions are got for the rational correlations choice of the exploitation modes of extractive working from the point of view of maximally possible efficiency and safety of its work.

Введение. Очистной забой (ОЗ) современной угольной шахты является сложной технической системой, состоящей из последовательно соединенных элементов. С технико-экономической точки зрения он является основной про-