

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вовлечение в широкое промышленное использование бедных железных руд / В.А. Арсентьев, В.М. Малый, И.М. Савченко и др. // Состояние и перспективы развития теории и практики обогащения руд черных металлов. - М.: Недра, 1987. - С. 25-30.

2. Остапенко П.Е. Мировая практика обогащения полезных ископаемых // Итоги науки и техники: Обогащение полезн. ископ. ВИНТИ, 1988. - Т. 22. - 58 с.

3. Потураев В.Н. Результаты и перспективы направления работ института геотехнической механики АН УССР в области создания техники и технологии обогащения руд // Состояние и перспективы развития теории и практики обогащения руд черных металлов. - М.: Недра, 1987. - С. 10-19.

4. Заявка 4950782/03. Устройство гидравлической пленочной классификации / В.Н. Потураев, А.М. Туркенич, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // № 055041 от 27.06.91 г.

5. Гидравлический пленочный конусный классификатор / В.Н. Потураев, А.М. Туркенич, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко; Ин-т геотехн. мех. АН УССР. - Дн-ск, 1991. - 17 с. Деп. В ВИНТИ 13.11.1991. № 4281-В91.

**УДК 622.271**

А.С. Пригунов

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСОВ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВЗОРВАННЫХ СКАЛЬНЫХ ПОРОД**

На основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовані конструктивні параметри робочих органів екскаватора безперервної дії та грохотильно-дробарного перевантажувача: траєкторії ріжучої кромки робочого органу; мінімальна відстань між ковшем та приймальним конвейером; коефіцієнт наповнення ковша; конструкція ріжучої кромки ковша, розміри дробових поверхонь обойми та вала дробарки. Бібліогр.: 5 найм.

В ИГТМ НАН Украины разработан принципиально новый комплекс машин непрерывного действия, предназначенный для

создания высокопроизводительного непрерывного потока крупнокусковой горной массы от забоя до обогатительной фабрики или отвала в схемах поточной технологии открытой разработки взорванных скальных пород [1,2].

Работоспособность и эффективность комплексов обеспечивается выбором рациональных значений конструктивных параметров головных машин комплекса-экскаватора непрерывного действия и грохотильно-дробильного перегружателя. К таким параметрам следует отнести: траекторию движения режущей кромки ковша рабочего органа; параметры кинематики узла перегрузки горной массы из ковша на приемный конвейер - расстояние между разгрузочной кромкой ковша и лентой приемного конвейера, углы черпания и разгрузки ковша; коэффициент наполнения ковша; форму режущей кромки ковша; геометрические параметры дробилки - минимальные размеры дробящих поверхностей обоймы и вала.

Исследования траектории движения режущей кромки ковша проводились на основе анализа кинематики рабочего органа. При этом рабочий орган, состоящий из двухковшового ротора и кинематически связанного с ним приемного конвейера, с определенными допущениями можно представить в виде кулисного механизма, где подвеска рабочего органа - кривошип, рукоять экскаватора - кулиса, а ротор с ковшом - свободное звено. Решая систему уравнений, описывающую координаты свободного звена в процессе работы, при реальных значениях кинематических параметров (углы поворота ковша в процессе черпания и разгрузки ковша, длина хода напора, углы отклонения кулисы и кривошипа от исходного положения в расчетный момент времени) и соотношений скорости вращения ротора и линейной скорости напора находим семейство расчетных траекторий движения режущей кромки ковша в забое. Сопоставление их с траекториями движения режущей кромки ковша одноковшового экскаватора показывает, что роторным рабочим органом можно дополнительно осуществить более разнообразные движения

рабочего органа в забое, которые обеспечивают выполнение всех технологических операций по отработке забоя.

Описанная выше конструкция рабочего органа обеспечивает безударную перегрузку крупнокусковой горной массы из ковша на ленту приемного конвейера за счет минимальной наперед заданной высоты падения горной массы, которая определяется по выражению

$$d = \frac{X_3(Y_1 - Y_2) + Y_3(X_2 - X_1) + (Y_2 X_1 - X_2 Y_1)}{\sqrt{(Y_1 - Y_2)^2 + (X_2 - X_1)^2}}, \text{ м} \quad (1)$$

где  $X_1, Y_1$  - координаты приемной поверхности (ленты) приемного конвейера, м;  $X_2, Y_2$  - координаты разгрузочной части приемного конвейера, перемещающейся в процессе работы по направляющим промежуточного конвейера, м;  $X_3, Y_3$  - координаты разгрузочной кромки ковша.

Указанные координаты определяются кинематическими параметрами рабочего органа: радиусы окружностей, описываемых ковшом и приемным конвейером, длина приемного конвейера, исходные углы разгрузочной кромки ковша и приемного конвейера, угол наклона направляющий промежуточного конвейера, скорость вращения ротора и другие геометрические параметры. С учетом изменения переменных кинематических параметров для различных конструкций и типоразмеров экскаваторов (ЭРГС-2000, ЭРГС-3300, ЭРГС-4600, ЭРГС-5000) определены расчетные значения расстояния между разгрузочной кромкой ковша и лентой приемного конвейера. Анализ значений этого расстояния показывает, что по мере поворота ковша и его разгрузки расстояние растет. Например, для экскаватора ЭРГС-4600 в зависимости от исходных условий координат разгрузочной кромки ковша и приемного конвейера оно постепенно увеличивается от 160-350 мм в начале до 480-718 мм в конце разгрузки. Однако, по мере разгрузки ковша постепенно увеличивается слой горной массы на ленте конвейера, который предохраняет ленту от непосредственного падения кусков.

Исследованиями ряда авторов показано, что коэффициент наполнения ковша, определяя производительность экскаватора,

зависит от физико-механических свойств горной массы, силовых и кинематических параметров рабочего оборудования, конструкции, формы и соотношения размеров ковша [3]. Анализ силовых и кинематических показателей и сопоставление экскавационных возможностей показал, что условия наполнения ковша экскаватора непрерывного действия лучше чем у одноковшового: за счет кинематической схемы рабочего органа и управляемости процессом черпания в любой точке траектории реализуется максимальное усилие; геометрические параметры ковша, их соотношение, форма ковша, а также соотношение ширины ковша и размера куска горной массы позволяют получить более высокие значения коэффициента наполнения ковша. Учитывая рекомендации для одноковшовых экскаваторов [3], коэффициент наполнения ковша экскаватора непрерывного действия с определенным запасом может быть принят равным 0,92-0,95.

Для подтверждения аналитических исследований были проведены экспериментальные исследования кинематических параметров рабочего органа и коэффициента наполнения ковша на модели в лабораторных условиях и экспериментальном образце экскаватора ЭРГС-2000 в промышленных условиях Первомайского карьера СевГОКа [2,4]. В результате экспериментов установлено: фактические значения кинематических параметров - углов черпания и разгрузки ковша, а также коэффициента наполнения ковша близки к расчетным (коэффициент вариации составляет 17-30%); угол черпания зависит от технологической операции (подработка и разборка забоя, черпание горной массы из развала, зачистка подошвы), характеристики забоя, свойств горной массы и находится в диапазоне  $70^{\circ}$ - $160^{\circ}$  при математическом ожидании  $120^{\circ}$ ; угол разгрузки ковша в 2,0-2,5 раза меньше угла черпания и находится в диапазоне  $15^{\circ}$ - $65^{\circ}$  при математическом ожидании  $44^{\circ}$ ; коэффициент наполнения ковша зависит от технологической операции, свойств породы и находится в диапазоне 0,4-1,3 при математическом ожидании 0,86.

Исследования силовых показателей процесса черпания показали, что касательная составляющая усилия черпания, момент и мощность на валу ротора в 1,3-1,5 раза больше для ковша с зубьями по сравнению с ковшом со сплошной кромкой. Поэтому для разработки взорванных скальных пород рекомендуется конструкция ковша со сплошной режущей кромкой [5].

При обосновании геометрических параметров дробилки приняты следующие допущения: дробимый кусок имеет сферическую форму; траектория движения куска в процессе дробления представляет собой эллипс, фокусы которых расположены в центрах окружностей дробящих поверхностей обоймы и вала, образующих серповидную щель. Наибольший угол зацебления будет в момент, когда центр дробимого куска пересечет малую ось эллипса. С учетом этого минимально возможные размеры дробящих обоймы и вала определяются выражениями

$$R_{o \cdot \min} = \frac{D_{\text{ex}} - d_{\text{вых}}}{4} \sqrt{\mu_{\max}^2 + 1} + \frac{D_{\text{ex}} + d_{\text{вых}}}{4}, \text{ м} \quad (2)$$

$$r_{в \cdot \min} = \frac{D_{\text{ex}} - d_{\text{вых}}}{4} \sqrt{\mu_{\max}^2 + 1} - \frac{D_{\text{ex}} + d_{\text{вых}}}{4}, \text{ м} \quad (3)$$

где  $D_{\text{ex}}$  - размер приемного отверстия дробилки, м;  $d_{\text{вых}}$  - размер выходной щели дробилки, м;  $\mu$  - коэффициент трения породы о дробящую поверхность.

Анализ выражений (2), (3) показывает, что в реальном диапазоне разрабатываемых пород ( $\mu = 0,1-0,4$ ) значения  $R_{o \cdot \min}$  и  $r_{в \cdot \min}$  с увеличением  $D_{\text{ex}}$  растут, а с увеличением  $d_{\text{вых}}$  уменьшаются по линейной зависимости, причем  $r_{в \cdot \min}$  более интенсивно. С увеличением  $\mu$  от 0,1 до 0,4 параметры  $R_{o \cdot \min}$  и  $r_{в \cdot \min}$  уменьшаются по нелинейной зависимости достигая практически постоянного минимального значения при  $\mu = 0,4$ .

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований установлены зависимости и

обоснованы основные конструктивные параметры экскаватора и перегружателя, обеспечивающие работоспособность и эффективность применения комплексов машин непрерывного действия для разработки взорванных скальных пород, которые использованы при проектировании комплексов для различных горнотехнических условий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплекс машин непрерывного действия для открытой разработки скальных пород / С.М. Бро, А.С. Пригунов, М.С. Четверик, Г.Г. Грищенко // Междунар. конф. «Механизация и автоматизация земляных работ». - К.: КИСИ, 1991.- С.192-195.
2. Поточная технология горных работ с комплексами машин непрерывного действия для железорудных карьеров Кривбасса / Б.Н. Тартаковский, И.И. Гаврилюк, С.М. Бро и др. - К.: Наук.думка, 1977.- 260 с.
- 3.Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий и др. - М.: Горн. бюро, 1994. - 590 с.
4. Экспериментальные исследования рабочего процесса экскаватора непрерывного действия на модели /С.М. Бро, А.С. Пригунов, В.М. Штейнцайг, К.В. Иванов // Совершенств. техн. и технолог. отк.разраб. месторожд. - К.: Наук.думка, 1975.- Вып. 5.- С. 102-107.
5. Экспериментальное обоснование рациональной конструкции режущей кромки ковша экскаватора ЭРГС-4600 / С.М. Бро, Б.З. Палей, С.М. Новожилов, В.В. Стефанович // Технология и механизация отк. горн. работ. - К.: Наук. думка, 1980.- С. 165-174.