

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования магнитного желоба в качестве элемента конструкции магнитных систем гидросепараторов при разделении в горизонтальных потоках.

Магнитная гидросепарация расширяет возможности традиционных методов гравитационного обогащения (ограниченных верхним пределом крупности частиц, как правило, не менее 500 мк) и перспективна для интенсификации процессов разделения как магнитных, так и немагнитных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартыненко В.П., Бадагов В.Ф., Таран С.М., Зенин В.А. и др. Магнитная гидросепарация - новая технология обогащения тонковкрашенных железных руд //Современные пути развития горного оборудования и технологии переработки. - Днепропетровск: НГАУ.-1996.- С.98-101.

2. Мартыненко В.П., Бадагов В.Ф., Чумаков В.А., Пивняк Г.Г., Таран С.М., Зенин В.А. О влиянии знака полюсов магнитных систем гидросепаратора на эффективность обогащения исходной руды и промпродукта // Вибрации в технике и технологии.- Днепропетровск: НГАУ.-1998.-№ 4(8).-С.21-27.

УДК.622.

Л.Н.Ширин, Е.А.Коровяка, А.Л.Ширин

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТОНКОЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Дослідженнями адаптаційної спроможності самохідних вантажно-транспортних машин у призабійному просторі крутоспадних рудних тіл встановлені залежності між конструктивними параметрами машини та параметрами очисної виробки, які враховані

при обґрунтуванні ресурсозберігаючої технології підземної розробки золоторудних родовищ України. Іл. 1.

Многочисленные варианты традиционно применяемых систем разработки тонкожилых крутопадающих месторождений во многом определяются конструктивными параметрами выпускаемого погрузочно-транспортного оборудования.

Установлено, что при разработке тонкожилых золоторудных месторождений Украины наиболее целесообразно применять систему разработки с закладкой выработанного пространства. Это решение подтверждается мировой тенденцией отработки тонких жил.

Система разработки с закладкой выработанного пространства работает по замкнутому циклу, т.е. горная масса после переработки вновь поступает в рудник в виде закладочного материала.

Отбойка руды осуществляется буро-взрывным способом на затвердевший слой закладочного массива. Для транспортировки отбитой горной массы в середине блока по жиле, в закладочном массиве устраивают рудоспуск, который наращивается по мере подвигания очистной выемки. На откаточном горизонте рудоспуск заканчивается люковым погрузочным пунктом, с помощью которого руду грузят в вагонетки.

При выборе рациональных средств доставки руды в блоке, предпочтение было отдано малогабаритной ковшовой погрузочно-транспортной машине, которая кроме проектной производительности должна обеспечивать высокую адаптационную способность в условиях постоянно изменяющихся элементов залегания рудного тела.

Специальными исследованиями установлено, что жила имеет изменчивое залегание как по падению, так и по простиранию, угол отклонения по горизонтали составляет $\beta_{\max} = \pm 15^\circ$.

Для снижения степени разубоживания руды необходимо постоянно поддерживать минимальную ширину очистного пространства, которая при этом должна согласовываться с конструктивными параметрами применяемого погрузочно-транспортного оборудования.

С этой целью было выполнено математическое моделирование адаптационной способности ковшовой погрузочно-транспортной машины в

условиях изменчивости элементов залегания рудного тела.

Программой и методикой исследований предусматривались поэтапные исследования.

На начальном этапе исследовалась адаптационная способность погрузочно-доставочной машины с наименьшими конструктивными параметрами. В качестве объекта моделирования была принята малогабаритная погрузочно-доставочная машина Ст 500 Не Microscoop с электроприводом и кабельным питателем, выпускаемая французской фирмой France Loader для разработки рудных тел малой мощности. Машина имеет пневмоколесное шасси, шириной 0,8м, емкость ковша $0,32\text{м}^3$, скорость передвижения до 7,2км/ч и емкость барабана 85м.

Ставилась задача установить наименьшую ширину выработки, где успешно можно применять эту машину для доставки руды к рудоспуску.

На основании выполненного структурного анализа рельефа висячего и лежащего боков очистного пространства, образованного при обычных способах ведения БВР, были построены аппроксимирующие поверхности очистной выработки с вынимаемой мощностью m_b , амплитудой выступов и впадин $A_B=300-400$ мм и радиусами кривизны лежащего r_d и висячего r_b боков, отражающего изменение азимута простирания (угла падения) жилы $\Delta\beta = 15^\circ$ на участке 5i. На основании математического моделирования процесса технологического маневрирования (передвижение) погрузочно-доставочной машины в узком очистном пространстве устанавливались ее параметры - минимальная конструктивная ширина b_{\min} и длина жесткой базы l_b , при которых обеспечивается адаптация машины к изменчивой гипсометрии очистной выработки.

Решение задачи поиска оптимальных рабочих размеров погрузочно-доставочной машины для обеспечения работоспособности ее в очистных забоях, параметры которых могут существенно меняться на единицу длины выработки, реализовано в виде программы Poisk bl.

Теоретико-экспериментальная задача обоснования конструктивных параметров рекомендуемых погрузочно-доставочных машин решается путем моделирования адаптационных возможностей их конструкции в узкой очистной выработке стохастически изменяющей свое направление и про-

странственную форму в результате ведения буро-взрывных работ и необходимости следования по рудному телу.

Для описания алгоритма и собственно программы оптимизации параметров машины формулируем постановку задачи, решаемой на ЭВМ. Требуется найти наибольшую длину l прямоугольника фиксированной ширины d (рис. 1), вписанного в область D , ограниченную слева и справа вертикальными прямыми $X=X_0$ и $X=X_N$, а сверху и снизу произвольными кривыми $f_u(X)$ и $f_l(X)$ соответственно:

$$D = \{(X, Y); X \geq X_0; X \leq X_N; Y \leq f_u(X); Y \geq f_l(X)\}$$

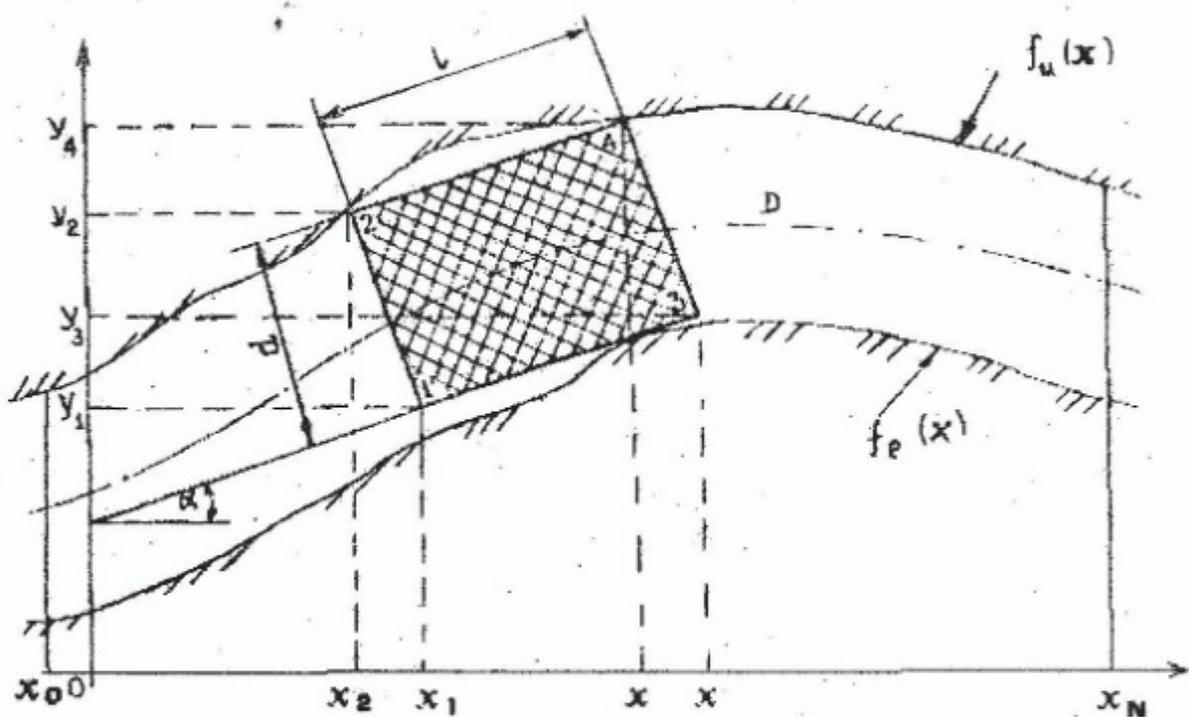


Рис. 1. Адаптация погрузочно-доставочной машины в условиях неспокойной гипсометрии.

Прежде чем перейти к собственно описанию алгоритма, предварительно детализируем положение машины в очистном забое.

Вершины прямоугольника нумеруются с координатами:

$$(X_1, Y_1); (X_2, Y_2); (X_3, Y_3); (X_4, Y_4)$$

В заданной системе прямоугольных координат обозначаются также координаты центра тяжести прямоугольника (X_c, Y_c) .

Координаты вершин прямоугольника связаны с координатами центра тяжести и между собой соотношениями типа:

$$X_1 = X_c - \frac{l - kd}{2\sqrt{1 + k^2}}; \quad Y_1 = Y_c - \frac{lk + d}{2\sqrt{1 + k^2}}$$

где $k = \operatorname{tg} \alpha$ - тангенс угла наклона прямой, проходящий через точки (X_1, Y_1) и (X_3, Y_3) или (X_2, Y_2) и (X_4, Y_4) .

Для описания алгоритма, заложенного в программе, вначале задаются основные параметры задачи, где: X_0 - начальная координата поиска; X_N - конечная координата поиска; d - ширина прямоугольника (ширина погрузочно-доставочной машины); α_0 - начальный угол наклона оси выработки к горизонту. (к оси OX); L - длина участка поиска; $L \leq X_N - X_0$

Затем задаются параметры поиска: α_x - интервал поиска по углу α , т.е. поиск оптимальных размеров проводится в интервале углов где угол $\alpha(X)$ определен ниже; $\Delta\alpha$ - шаг по углу поиска; ΔX_0 - шаг поиска по длине прямоугольника при фиксированном угле; ΔX - шаг поиска по оси координат X ; ΔY - шаг поиска по оси координат Y .

Поиск по оси X начинается с точки X_0 и продолжается до точки X_N с шагом ΔX . Для каждого значения X в интервале поиска $[X_0, X_N]$ ведется поиск по оси Y , начиная с точки $Y = f_u(X)$ и ведется до точки $Y = f_l(X)$ с шагом ΔY . Для каждого значения X в интервале $[X_0, X_N]$ и каждого значения Y в интервале $[f_l(X), f_u(X)]$ ведется поиск по углу наклона α прямоугольника, к оси OX , начиная с угла $\alpha_{\min} = \alpha(x) - \alpha_x$ до угла $\alpha_{\max} = \alpha(x) + \alpha_x$ с шагом $\Delta\alpha$.

Угол $\alpha(x)$ вычисляется следующим образом. Предполагается, что ось выработки (области поиска D) имеет приближенно вид дуги окружности радиуса R , где:

$$R = \frac{L}{2 \sin \alpha_0}$$

Тогда угол $\alpha(x)$ в произвольной точке оси выработки с координатой X можно вычислить по формуле:

$$\alpha(x) = \arcsin \left[\frac{L/2 - (x - x_0)}{R} \right],$$

а тангенс угла наклона прямой, проходящей через вершины прямоугольника (X_1, Y_1) и (X_3, Y_3) равен

$$K(x) = \frac{\left[1 - \frac{2(x - x_0)}{L}\right] \sin \alpha_0}{\sqrt{1 - \left\{\left[1 - \frac{2(x - x_0)}{L}\right] \sin \alpha_0\right\}^2}}$$

Для каждого $X \in [X_0, X_N]$, $Y \in [f_l(X), f_u(X)]$ и $\alpha(x) \in [\alpha_{\min}, \alpha_{\max}]$ начинается поиск по направлению, заданному углом $\alpha(x)$ вдоль сторон прямоугольника 2-4 и 1-3 до тех пор, пока каждая из сторон не пересечет ограничивающую кривую $f_u(X)$, либо $f_l(X)$. Поиск по направлению ведется, начиная с вершины прямоугольника 2, которая перемещается в точку с координатами (X, Y) . Шаг поиска по направлению равен ΔX_0 . На каждом шаге поиска по направлению проверяется выполнение неравенств:

$$\begin{aligned} Y + k(X_k - X) &\leq f_u(X_k) \\ Y + k(X_k - X) - d\sqrt{1 + k^2(X)} &\geq f_l(X_k) \end{aligned}$$

где $X = X + k \cdot \Delta X_0$, k - количество сделанных от точки (X, Y) шагов поиска по направлению. Если неравенства выполняются, то осуществляется переход к 1-му шагу. Если хотя бы одно из неравенств не выполняется, то поиск по направлению прекращается и вычисляется полученная в данной точке (X, Y) в данном направлении $\alpha(x)$ длина прямоугольника

$$l_{xy\alpha} = (x_n - x) \sqrt{1 + k^2(x)},$$

где x_n - абсцисса точки пересечения стороны 2-4 с кривой $f_u(X)$.

Значения $l_{xy\alpha}$, полученных в точке (X, Y) во всех исследуемых направлениях, выбирается наибольшее:

$$l_{xy} = \max_{\alpha \in [\alpha_{\min}, \alpha_{\max}]} \{l_{xy\alpha}\}$$

Среди всех значений l_{xy} , полученных в точке с абсциссой X и всеми исследуемыми ординатами $Y \in [f_l(X), f_u(X)]$ выбирается наибольшее:

$$l_x = \max_{Y \in [f_l(x), f_u(x)]} \{l_{xy}\}$$

Среди всех значений l_x , полученных в интервале поиска $[X_0, X_N]$ выбирается наименьшее:

$$l_{opt} = \min_{X \in [X_0, X_N]} \{l_x\}$$

Это значение и принимается за оптимальную длину прямоугольника (а

значит и исследуемой погрузочно-доставочной машины).

Используя численные значения параметров серийно выпускаемых погрузочно-доставочных машин можно дать их сравнительную количественную оценку. Если конструктивные размеры машины L и d не соответствуют вынимаемой мощности рудного тела m_n , то для осуществления беспрепятственного технологического маневрирования погрузочно-доставочной машины в блоке, необходимо увеличить мощность присекаемых пород. Это приводит к повышению степени разубоживания руды и требует технико-экономического обоснования целесообразности применения рекомендуемых средств доставки руды в пределах проектируемых блоков или изменения технологии ведения очистных работ.

УДК 519.24.242

Б.А. Блюсс, В.В. Смирнов

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Виконано взаємопов'язану класифікацію видів математичних моделей і типів планованого експерименту для дослідження технічних систем. Приведено структуру організації та здійснення етапів планованого експерименту щодо системного підходу. Іл.2. Бібліогр.: 4 найм.

Научной основой для рационального исследования и эффективного управления техническими системами служит системный подход. Он представляет собой совокупность методологических принципов и положений, позволяющих рассматривать любую систему как единое целое с согласованием функционирования всех ее подсистем. Системный подход предполагает изучение каждого элемента системы в его связи и во взаимодействии с другими элементами, позволяет наблюдать изменения, происходящие в системе, выявлять специфические системные свойства, выдвигать обоснованные предположения относительно закономерностей развития системы и определять оптимальный режим ее функционирования. Основы системного подхода целесообразно