

ляющие оперативно оценивать состояние конструктивных материалов, выявлять не только развитые дефекты, но и зоны концентрации напряжений и элементы конструкций, у которых на уровне структуры металла произошли необратимые изменения. Решением проблемы может явиться использование электромагнитного многопараметрового метрического метода диагностики в сочетании с телевизионно-вычислительным методом, основанном на использовании многоэлементных электромагнитных преобразователей.

Список литературы

- 1 Дубов А.А. Диагностика трубопроводов и судов с использованием магнитной памяти металла. – М.: НПО Энергодиагностика, 1997.
- 2 Дубов А.А. О механизме разрушения котельных труб и магнитном методе диагностики участков, наиболее предрасположенных к повреждениям // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 1991. № 2. - С. 34–37.
- 3 Жуков С.В., Копица Н.Н. Исследование параметров полей механических напряжений в металлических конструкциях приборами «Комплекс-2». ООО «ДИМЕНСТест», Internet, [http //www.fd.ru](http://www.fd.ru), 1999.

Область применения и организация доставки руды в условиях ОАО «АПАТИТ»

Богуславский Э.И., Усыпко А.С.

*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
им. Г. В. Плеханова, Санкт-Петербург*

Доставка - это важнейший производственный процесс очистной выемки, в значительной степени определяющий эффективность добычи руды. Удельный объем трудовых и материальных затрат на доставку руды составляет 30-50% всех затрат на очистную выемку. Выбор видов доставки в значительной мере определяет организацию работ на горизонте и в целом по руднику.

Различные виды доставки – скреперная, самоходная, с использованием вибропитателей и самоходных вагонов могут обеспечивать производительность блока в широком диапазоне. Необходимо установить оптимальные границы каждого из видов доставки, для конкретных технологических и организационных условий. Пример этой оптимизации выполнен для горизонта +433 м Расвумчоррского рудника ОАО «АПАТИТ».

Выемку руды на горизонте планируется вести системой поэтажного обрушения с траншейным дном. Эксплуатационный блок располагается по простиранию рудного тела. При высоте этажа 90 м., в зависимости от варианта доставки, длина блока и количество поэтажей могут меняться. На каждом из поэтажей формируется своё днище и ведется выпуск руды. Отбитая руда на поэтаже доставляется до участкового рудоспуска, перепускается на откаточный горизонт и выдается на поверхность при помощи электровозной откатки.

К рассмотрению были приняты три вида доставки руды, наиболее распространенные на рудниках ОАО «АПАТИТ». В каждом из них параметры днища рассчитывались исходя из габаритов применяемого оборудования.

а) Доставка руды скреперными лебедками 30ЛС, 50ЛС, 75ЛС, 100ЛС в комплекте со скреперами типа СГ емкостью 0,6; 1; 1,6; 2,5 м³ соответственно. Днище блока представлено воронками с двумя штреками скреперования. Сечения выработок изменяются в соответствии с каждым типом применяемого оборудования. Блок разбивается на три подэтажа по 30 м каждый. С учетом двухстороннего скреперования длина блока составляет 60м. В каждом варианте на доставке руды задействовано по четыре скреперных установки.

б) Доставка руды самоходными погрузочно-доставочными машинами

TORO-200D, TORO-350D, TORO-400D, TORO500D. Днище блока представлено траншеями. Погрузка руды осуществляется в ортах заездах расположенных в 15 м друг от друга. Блок разбивается на два подэтажа по 45 м каждый. Длина блока – 100 м.

в) Доставка руды вибропитателей ПБУ-5 совместно с самоходными

вагонами ВС10 (число самоходных вагонов на доставке меняется от 2 до 8). Выпуск осуществляется через воронки. Блок также разбивается на два подэтажа по 45 м каждый. Длина блока составляет 100м.

Для определения оптимальных границ применения рассматриваемых видов доставки создана комплексная имитационная экономико-математическая модель. Критерием и генеральным функционалом этой модели была принята себестоимость доставки руды с учетом погашения горно-подготовительных работ. Высота подэтажа была фиксирована (для варианта с применением ПДМ TORO и вибропитателей – 45 м, а для скреперных установок – 30 м.), поэтому с изменением размеров днища меняется объем выпускаемой руды, что в свою очередь влияет на затраты по статьям амортизация, зарплата и материалы. По созданной модели были разработаны алгоритм, блок-схема и компьютерная программа. Ее реализация позволила определить затраты по каждому из рассматриваемых видов доставки руды, в зависимости от производительности эксплуатационных блоков, в соответствии с компоновкой различных типов доставочного оборудования при выбранной организации производства.

Наложение этих закономерностей позволяет определить рациональные организационно-экономические границы рассматриваемых видов доставки. При производительности подэтажа до 1800 т/см – целесообразно применение скреперной доставки, в интервале 1800 - 2900 т/см – использование самоходных погрузочно-доставочных машин «TORO», от 2900 до 4500 т/см – применение вибропитателей ПБУ-5 совместно с самоходными вагонами ВС10. В последнем случае возможно достижение производительности свыше 4500 т/см за счет

увеличения числа самоходных вагонов, но эти варианты признаны нецелесообразными из-за значительного усложнения организации доставочных работ.

Исходя из полученных результатов, для Расвумчоррского рудника ОАО «АПАТИТ», наиболее целесообразным было признано применение самоходных погрузочно-доставочных машин «TORO», в частности TORO-350, используя на доставке две машины. В этом случае достигается наиболее оптимальное значение производительности блока и затрат на доставку руды.

Удержание плазмы магнитным полем в технических приложениях

Гура П.С., Сысун В.И.

Петрозаводский госуниверситет

Удержание плазмы магнитным полем (МП) является ключевым вопросом проблемы управляемых термоядерных реакций, неистощимого источника энергии. Однако и в других технических приложениях (лазеры, источники света, плазменные источники для покрытия и обработки поверхностей) удержание и отрыв плазмы от стенок позволяет существенно повысить параметры плазмы и технические характеристики устройств. При этом отсутствие необходимости полной изоляции плазмы от стенок в этих приложениях и существенно более низкие параметры плазмы снимают проблему появления большей части плазменных неустойчивостей и снижают требования к параметрам удержания. Часто достаточно лишь достичь значительного уменьшения концентрации вблизи стенки. В настоящей работе рассматривается возможность удержания плазмы модулированным продольным МП при наличии осевого разрядного тока в плазме [1].

Пусть продольное МП модулировано отрезками прямых (рис.1). Разрядный электронный ток направлен вдоль оси Z с электронной скоростью V_z . Рассмотрим равновесие плазмы в поперечном направлении r , считая изменение радиуса плазмы малым на периоде модуляции. Для удержания плазмы в среднем за период модуляции должно выполняться соотношение:

$$e B_z v_j - \frac{m v_j^2}{2} = - \frac{\partial(nkT)}{n \partial r}, \quad (1)$$

где v_ϕ - азимутальная холловская скорость электронов, уравнением для которой будет:

$$v_z \frac{\partial v_j}{\partial z} = - \frac{e}{m} v_z B_r - v_j n_e, \quad (2)$$

где ν_e - частота электронных столкновений,

$$B_r = - \frac{r \partial B_z}{2 \partial z} - \text{радиальная составляющая МП.}$$

При постоянном B_r уравнение (2) есть линейное уравнение для v_ϕ и оно имеет решение:

$$v_j = v_{j0} \exp\left(-\frac{n_e z}{v_z}\right) - \frac{e v_z}{2 m n_e} B_r \left[1 - \exp\left(-\frac{n_e z}{v_z}\right)\right] \quad (3)$$

Отсюда видно, что v_ϕ пропорционально $\frac{e \Delta B}{m n_e}$, тогда можно положить:

$$- \frac{\partial(nkT)}{n \partial r} = e B_z v_j - \frac{m v_j^2}{2} = A \frac{e^2 r \Delta B^2}{m}, \quad (4)$$

где коэффициент A зависит от отношения $\frac{n_e}{v_z}$

и параметров модуляции МП. Решением уравнения (4), при слабом изменении температуры электронов, будет:

$$\frac{n}{n_0} = \exp\left(-\frac{A e^2 \Delta B^2 r^2}{2 m k T}\right), \quad (5)$$

где n_0 - концентрация на оси.

Формула (5) даёт резкий спад концентрации по радиусу и, предполагая её значение на границе $n_{гр} = n_0 e^{-2} = 0,135 n_0$, можно определить необходимое для удержания значение $A \Delta B^2$:

$$A \Delta B^2 = \frac{4 m k T}{e^2 r_{гр}^2}. \quad (6)$$

Рассмотрим конкретное значение коэффициента A.

При отсутствии столкновений, согласно (2), v_ϕ определяется локальным значением магнитного поля (известная теорема Буша):

$$v_j = \frac{er}{2m} \left(B_z - B_0 - \frac{\Delta B}{2} \right).$$

Тогда

$$\frac{e B_z v_j}{m} - \frac{m v_j^2}{2} = \frac{e^2 r \Delta B^2}{24 m} - \frac{e^2 r \Delta B^2}{48 m} \quad \text{и}$$

$$A = \frac{1}{48}. \quad \text{Согласно (6) будем иметь:}$$

$$\Delta B = \frac{8 \sqrt{3 m k T}}{e r_{гр}}; \quad v_{j \max} = \frac{e r \Delta B}{4 m} = 2 \sqrt{\frac{3 k T}{m}}.$$

Таким образом, необходимая скорость превышает тепловую скорость, что приводит к бунемановской неустойчивости и турбулентности плазмы. При этом скорость v_ϕ ограничивается тепловой и удержание плазмы не достигается. Отметим, что постоянная составляющая магнитного поля B_0 не влияет на эффект удержания.

При большой частоте столкновений

$$\left(\frac{n_e L}{v_z} \gg 1 \right); \quad v_j = \pm \frac{e v_z r \Delta B}{2 m n_e L}.$$