

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 622.647.25

А. Ю. Захаров, Д. С. Ковякин

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ БОКОВЫХ БЛОКОВ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ЦЕНТРИРОВАНИЕ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ

При транспортировании полезных ископаемых и вскрышных пород ленточными конвейерами с роликоопорами возникает проблема преждевременного износа ленты – самого дорогостоящего элемента конвейера. Для снижения динамических нагрузок на ленту конвейерами традиционного исполнения требуется вторичное дробление горной массы. Конвейер на магнитной подушке с двухконтурным магнитным подвесом (КМП) способен транспортировать груз на значительные расстояния с низким сопротивлением движению, высокой скоростью и без вторичного дробления [1]. Применяя современные магнитные материалы, можно обеспечить высокую грузоподъемность конвейера. Однако, открытым остается вопрос об эффективном способе центрирования магнитожесткой ленты, потому что магнитный подвес на основе постоянных магнитов является неустойчивым и в реальных условиях эксплуатации есть вероятность возникновения возмущающих, сил вызывающих сход ленты.

Наиболее простым способом центрирования ленты является установка вертикальных роликов, ограничивающих ее боковое перемещение. Но недостаточная поперечная жесткость ленты и другие факторы создают ряд трудноразрешимых проблем при центрировании ленты таким способом. Также возможно создание устройств центрирования с применением проводников с постоянным током или боковых электромагнитов. Однако их конструкция сложна, поскольку вместе с ними требуется установка датчиков смещения по всей длине конвейера. Подобные устройства являются дорогостоящими, энергоемкими и сложными в эксплуатации.

Устойчивость ленты конвейера на магнитной подушке в ограниченной горизонтальной плоскости можно достичь, расположив вдоль опорных рядов блоки постоянных магнитов. Полюса магнитных блоков должны быть расположены таким образом, чтобы в случае приближения магнитной ленты возникала сила отталкивания блока, которая возвращала бы ленту в центральное положение над опорными рядами.

Величину горизонтальной составляющей силы взаимодействия двух магнитных призм бесконечной длины можно определить следующим образом:

$$F_x = \mu_0 \frac{J_1 J_2}{2\pi} \times \\ \times \int_0^{\frac{h_1}{2}} \int_{-\frac{a_1}{2}-S-\frac{a_2}{2}}^{\frac{a_1}{2}-S+\frac{a_2}{2}} \int_{\delta}^{\delta+h_2} \frac{\partial^2}{\partial z_1 \partial x_2} \\ \frac{(z_1 - z_2) dz_1 dz_2 dx_2}{[(x_1 - x_2)^2 + (z_1 - z_2)^2]^{3/2}}$$

где μ_0 – магнитная постоянная;

δ – расстояние между магнитами по оси Z;

J_1, J_2 – намагниченность магнитов;

a_1, a_2, h_1, h_2 – соответственно ширина и высота первого и второго магнитов;

S – смещение одного магнита относительно другого по оси X.

Рассмотрим систему (рис. 1), характерную для двухконтурного подвеса с двумя центрирующими блоками, двухрядной лентой и двумя опорными рядами. По ранее разработанной методике [2] можно рассчитать силовое взаимодействие двух прямоугольных магнитных призм бесконечной длины. При центральном положении парящих рядов над опорными сумма горизонтальных со-

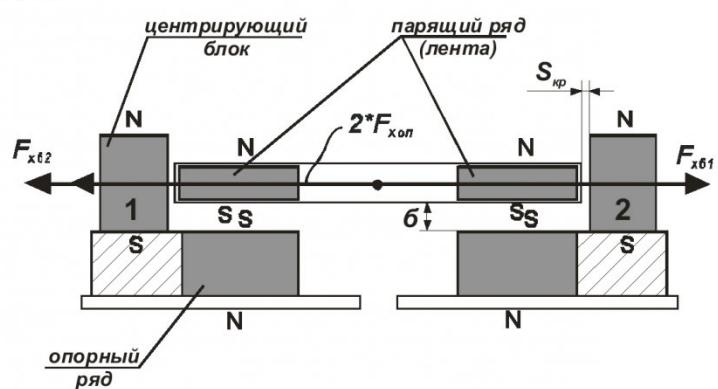


Рис.1. Схема двухконтурного магнитного подвеса с боковыми центрирующими блоками

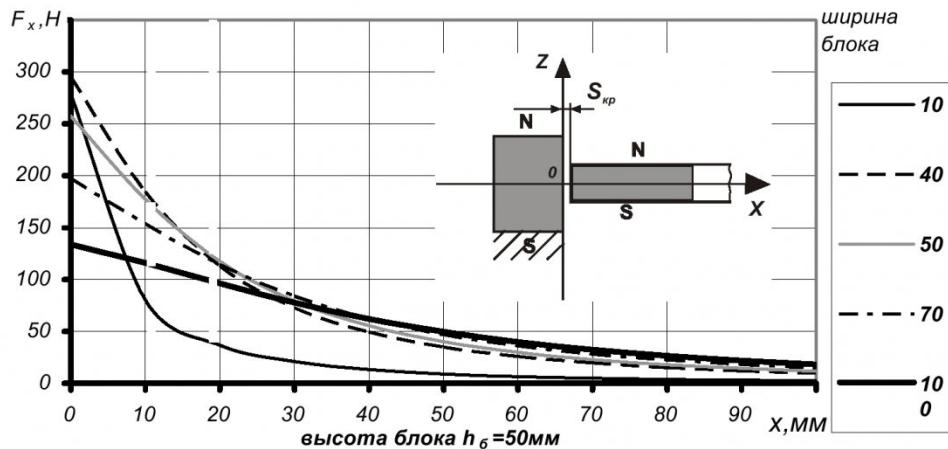


Рис.2. Зависимость центрирующей силы блока от величины перемещения ленты при различной его ширине

ставляющих сил отталкивания от блоков будет

$$F_{x \text{ sum}} = F_{x \text{ 61}} + F_{x \text{ 62}} = 0,$$

где $F_{x \text{ 61}}, F_{x \text{ 62}}$ – силы взаимодействия первого и соответственно второго центрирующих блоков с магнитожесткими рядами, встроенными в ленту.

При смещении парящей ленты, например влево, расстояние между левым центрирующим блоком и левым краем ленты будет уменьшаться от $x = S_{kp}$ до 0 (где x – перемещение ленты относительно центрального положения над опорными рядами), в то же время расстояние между правым центрирующим блоком и правым краем ленты будет увеличиваться $S_{kp} \rightarrow 2S_{kp}$. В диапазоне $S_{kp} \rightarrow 0$ сила отталкивания $F_{x \text{ 61}}$ возрастает, а в диапазоне $-S_{kp} \rightarrow 2S_{kp}$ $F_{x \text{ 62}}$ убывает. Кроме этого, при смещении ленты относительно опорных рядов будет возникать горизонтальная составляющая сил $F_{x \text{ on}}$ взаимодействия между магнитожесткими полосами ленты и опорными рядами, то есть

$$F_{x \text{ sum}} = F_{x \text{ 61}} - F_{x \text{ 62}} - 2F_{x \text{ on}},$$

где $F_{x \text{ on}}$ – горизонтальная составляющая силы отталкивания ленты от опорных рядов, возникающая при смещении ленты относительно центрального положения.

Поскольку левый и правый блоки одинаковы, то суммарная зависимость $F_{x \text{ sum}}$ противоположных блоков складывается из участков зависимости $F_x(x)$, где F_x – горизонтальная составляющая силы взаимодействия блока и парящего ряда. График суммарной зависимости должен иметь достаточную крутизну, чтобы, при сложении с горизонтальной составляющей силы взаимодействия ленты и опорных рядов $2F_{x \text{ on}}(x_{kp})$, давать в свою очередь положительную и достаточно крутую для эффективного отталкивания ленты кривую.

Очевидно, что геометрические параметры центрирующих блоков будут

влиять на величину силы взаимодействия с магнитожестким рядом ленты $F_{x \text{ 6}}$. На рис.2 представлены упомянутые зависимости, по которым можно судить о том, что с увеличением ширины блока максимальное значение центрирующей силы уменьшается вместе с уменьшением крутизны зависимости $F_x(x)$.

Однако по данным зависимостям нельзя судить о полноте использования энергии дорогостоящего магнитного материала. Для того, чтобы определить влияние параметров блока на величину смещающей силы при неизменном количестве магнитного материала, необходимо задаться некоторой постоянной площадью сечения блока $F_{\text{сеч}} = a_b \cdot h_b$, где a_b, h_b – ширина и высота блока соответственно.

Чтобы построить зависимость $F_x(a_b, h_b)$ при постоянной площади, необходимо изменять a_b/h_b и каждый раз вычислять геометрические параметры, пользуясь системой уравнений:

$$\begin{cases} F_{\text{сеч}} = a_b \times h_b; \\ \xi = a_b / h_b; \end{cases}$$

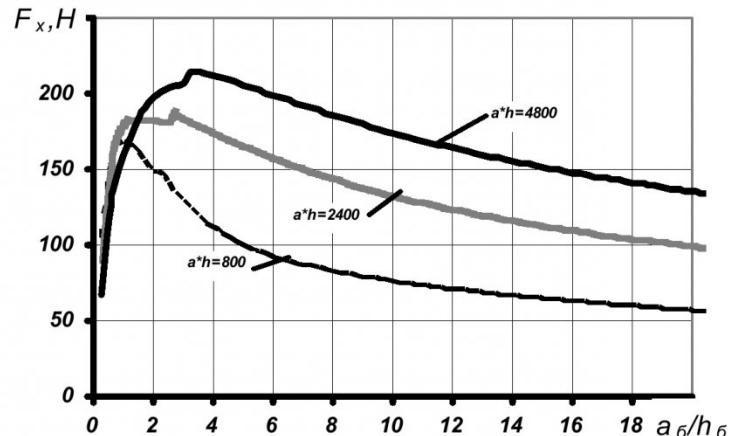


Рис. 3. Зависимость центрирующей силы от отношения ширины и высоты поперечного сечения блока

откуда

$$a_\delta = \sqrt{F_{сеч} \cdot \xi}, \text{ мм}; \quad h_\delta = \sqrt{\frac{F_{сеч}}{\xi}}, \text{ мм.}$$

Результаты вычислений для нескольких попечных сечений центрирующих блоков приведены на рис. 3. Анализируя полученные зависимости (рис. 3), можно сделать вывод о том, что зависимость $F_x(a_\delta/b_\delta)$ имеет безусловный достаточно вы-

раженный экстремум, то есть существует такое соотношение высоты и ширины блока, при котором достигается максимум центрирующей силы и, следовательно, более полно используется энергия магнитного материала блока. Кроме этого следует отметить, что с увеличением объема блока рациональное соотношение a_δ/b_δ , при котором $F_x \rightarrow \max$ непостоянно и несколько увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров А.Ю. Конвейер нового поколения для транспортирования крупнокусковой горной массы // Горные машины и автоматика. - 2003.-№ 12.- С.34-36.
2. Захаров А. Ю. Теория и практика использования магнитных полей для предохранения конвейерных лент: Монография / Кузбасск.гос.техн.ун-т. – Кемерово, 2000. – 156с.

□ Авторы статьи:

Захаров Александр Юрьевич - докт. техн. наук, доц., зав. каф. стационарных и транспортных машин	Ковякин Денис Сергеевич - асс. каф. стационарных и транспортных машин
--	---

УДК 622.23.051

Б.А. Катанов

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ

При бурении взрывных скважин на угольных разрезах срок службы шарошечных долот определяется стойкостью опор их шарошек.

Основные причины выхода из строя опор – проникновение породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников и недостаточно надежная смазка [1].

Если в подшипник попадает малоабразивная пыль, то, про никая между дорожками на цапфе и телами качения, она поглощает смазку и спрессовывается. Затем наступает нагрев и заклинивание шарошки. Заклинившие шарошки быстро изнашиваются вследствие истирания о забой. Самое качественное долото выходит из строя в крепких породах через 10 – 15 м после забивания опор буровой мелочью.

Анализ изношенной поверхности невращающейся шарошки позволяет сделать вывод, что основным видом износа ее поверхности является абразивный износ при скольжении без

вращения.

Если же пыль, попадающая в подшипник абразивная, то она интенсивно изнашивает дорожки на шарошке и цапфе, а также тела качения. В этом случае долото быстро выходит из строя из-за износа подшипников и нарушения вследствие этого нормального режима бурения, но заклинивание шарошек при этом не происходит.

Основными видами износа опорных поверхностей цапф являются выкрашивание и сколы, осовидный и абразивный износ. Во всех случаях выкрашиванию и сколу предшествует возникновение мелких трещин, расположенных в зоне максимальных контактных нагрузок. Большинство трещин располагается почти перпендикулярно к направлению движения опорных элементов.

Опорные поверхности (дорожки) цапф изнашиваются больше, чем опорные поверхности шарошек. Это объясняется тем, что при вращении участки опорной поверхности шарошки

вступают в контакт с цапфой последовательно. Особенностью работы опорных поверхностей цапф является их одностороннее нагружение (снизу).

Износ тел качения (шариков и роликов) определяется конструктивными особенностями долот. В ряде случаев изношенные тела качения не теряют своей формы и имеют относительно гладкую поверхность.

Изменение формы, раскальвание и выкрашивание шариков и роликов - результат высоких контактных напряжений и зажимов. Появление расколотых тел качения способствует перегрузке оставшихся целых и ускоряет их износ и раскальвание. Стойкость долот, имеющих опоры по схеме ролик-шарик-ролик, больше чем долот с опорами по схеме шарик-шарик-ролик. Нарушение нормального режима бурения вызывает возникновение вибраций долота, бурового става и станка.

Вибрации буровых станков оказывают негативное влияние на процесс бурения, надежность