

ких средах // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / Институт геотехнической механики НАН Украины. – Дн-ск, 1999. – Вып. 16. – с. 98-106.

3. Шевченко Г.А., Шевченко В.Г. Разработка и реализация математической имитационной модели вибротранспортирования и разделения слоя сыпучего материала в жидкой среде // Сборник научных трудов НГУ № 17, том 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – с. 611 – 617.

4. Потураев В.Н., Франчук В.П., Червоненко А.Г. Вибрационные транспортирующие машины. - М.: Наука, 1964 - 266 с.

5. Гончаревич И.Ф. Виброреология в горном деле. -М.: Наука, 1977. - 144 с.

УДК 621.313.33-52

С.М. Пилипчук

О ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРИВОДА С ЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ.

У статті розглянуто основні електричні параметри лінійного асинхронного електродвигуна, при використанні якого з'являється можливість автоматизації процесу гальмування транспортної системи з конвеєрним поїздом.

ON TRANSPORT SYSTEM AUTOMAT CONTROL OPPORTUNITY WITH LINEAR ELECTRIC DRIVE

The base electric linear asynchronous motor parameters are considered and automatic transport system braking process with linear electric drive is presented.

Для решения транспортных задач будущего требуется своевременное и целесообразное проведение поисковых работ, направленных на создание принципиально новых способов, в частности, транспорта с линейными электродвигателями. Отсутствие сложного механического привода, независимость тягового усилия от сил сцепления, простота и надежность изоляции и уплотнения, позволяющие установить статор двигателя в условиях агрессивной среды, исключение вибрации и шума, большой срок службы, возможность автоматизации – это основные факторы реализации приводов с линейными электродвигателями.

С целью научных исследований нового типа транспорта на Рыбальском гранитном карьере был создан опытно-промышленный участок для транспортирования горной массы конвейерным поездом с приводом линейными двигателями (ЛАД).

Для рассмотрения электрических параметров линейного электродвигателя составим схемы замещения (рис. 1, рис.2), которые удовлетворяют его для данного случая.

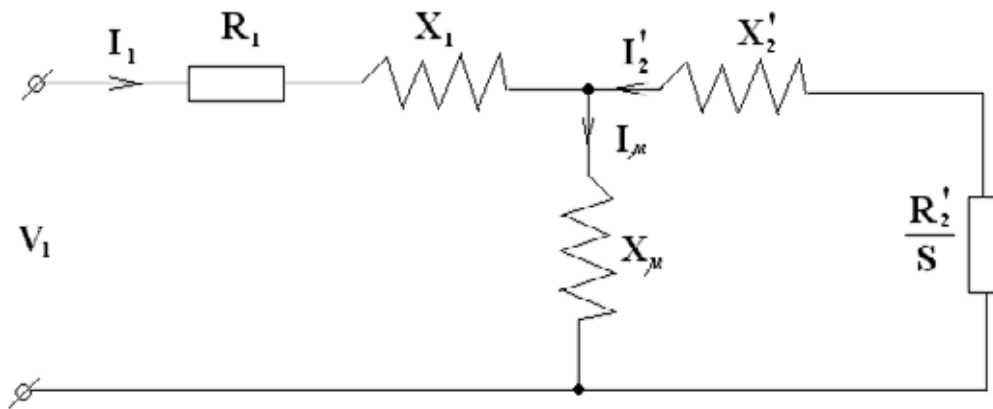


Рис. 1 – Схема замещения для статора ЛАД

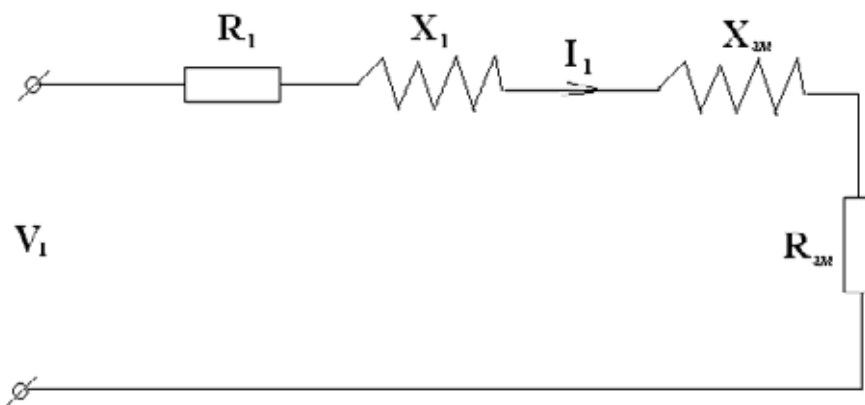


Рис. 2 Схема замещения для вторичной части ЛАД

В режиме тяги двигателя, скольжение S находится в пределах $0 < S \leq 1$, в режиме торможения противовключением, скольжение S находится в пределах $S > 1$, формула (1)

$$S = \frac{V_c - V_p}{V_p} = \frac{2f\tau - V_n}{2f\tau}, \text{ м,} \quad (1)$$

где V_c – скорость электромагнитного поля статора; V_p – скорость электромагнитного поля ротора.

Тогда сила тяги или торможения может быть выражена(2),(3),(4):

$$F_{T1} = \frac{m_1 I_1^2 R_{эм}}{2\tau f_1}, \text{ Н,} \quad (2)$$

$$F_{T2} = \frac{m_1 U_1^2 R_{эм}}{2\tau f_1 |Z_{дв}|^2}, \text{ Н,} \quad (3)$$

$$F_{T2} = \frac{m_1 U_1^2 R_{эм}}{2\tau f_1 [(R_1 + R_{эм})^2 + (X_1 + X_{эм})^2]}, \text{ Н}, \quad (4)$$

где m_1 – число фаз индуктора; τ – полюсное деление, см; f_1 – частота источника питания, Гц; U_1 – напряжение питающее действующее, фазное, В; $|Z_{\partial в}|^2 = [(R_1 + R_{эм})^2 + (X_1 + X_{эм})^2]$ – полное сопротивление ЛАД, Ом;

$$R_{эм} = \frac{\frac{R'_2}{S}}{\frac{R'_2}{S} + (X_\mu + X'_2)^2}, \text{ Ом},$$

- эквивалентные параметры по схеме

$$X_{эм} = X_\mu - \frac{X_\mu + X'_2}{\left(\frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_\mu + X'_2)^2}, \text{ Ом}$$

замещения (рис.2) (вторичный элемент и зазор);

$$R_1 = \frac{\omega_1 l \omega_1}{\theta \gamma_1 S_{np.ф.}}, \text{ Ом}$$

– активное сопротивление индуктора;

$$X_1 = 4\pi\mu_0 f \tau \varepsilon_{il} (\omega_1 X_0 S_1)^2 \frac{\sum X_i}{pq_i}, \text{ Ом}$$

– индуктивное сопротивление рассеяния обмотки индуктора;

$$X_\mu = \frac{4\mu_0 m_1 f_1 \tau \varepsilon_{il} (\omega_1 X_0 S_1)^2}{\pi S K_{06} PK \mu}, \text{ Ом}$$

– главное сопротивление ЛАД;

$$X'_2 = (0,04...0,07)X_\mu, \text{ Ом}$$

– приведенное индуктивное сопротивление рассеяния вторичного элемента (на-

кладки ротора);

$$R'_2 = \frac{2m(\omega_1 K_{об})^2 \left(\frac{b_{il}}{\tau} + X_2 \right)}{P\gamma_2 \Delta_2}, \text{ Ом}$$

– приведенное активное сопротивление рассеяния вторичного элемента, где δ – зазор воздушный немагнитный, мм; Δ – толщина пластины, мм; P – потери в меди; b – ширина полосы, мм; a – коэффициент зависимости от магнитных свойств полосы; ω_1 – число параллельных витков в фазе; γ_2 – плотность проводников обмотки, кг/м³; $K_{об}$ – обмоточный коэффициент; K_μ – коэффициент магнитной проницаемости.

С целью получения реальных значений усилий тяги и торможения при противовключении ЛАД и других основных параметров, на опытно-промышленном участке Рыбальского гранитного карьера, были проведены экспериментальные исследования в комплексе: линейный электродвигатель - конвейерный поезд, днище которого являлось ротором (вторичный элемент).

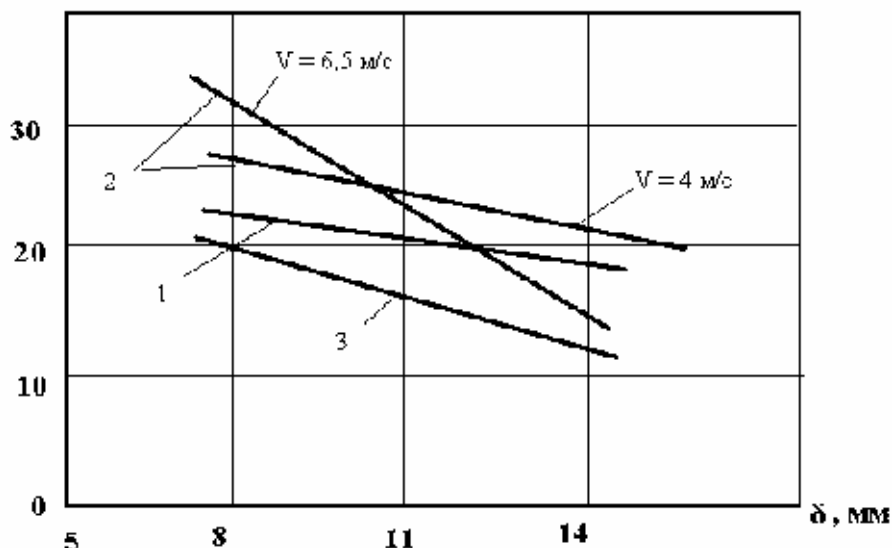
В данном случае вторичный элемент представлял собой медную шину толщиной $\Delta = 5$ мм и шириной $b = 800$ мм, которая была жестко закреплена к днищу каждой тележки конвейерного поезда. Статор ЛАД был установлен и жестко закреплён на металлических шпалах, на которых наклеивались полупроводниковые кремниевые тензодатчики типа КТД-2А. После тарировки датчиков проводились испытания ЛАД в различных режимах, результаты которых записывались на ленту светолучевым осциллографом Н004. На рис.3 представлены зависимости силы тяги F_T , кН и торможения $F_{тор}$ от величины зазора δ , мм между статором и вторичным элементом ЛАД в режимах:

- запуска конвейерного поезда;
- включения ЛАД при движущемся конвейерном поезде;
- торможения при скоростях движения конвейерного поезда от 3 до 7 м/с.

Итак, приведенные на рис. 3, графики показывают, что зависимость $f(F_T)=f(\delta)$ линейная. С изменением величины воздушного зазора между ротором и статором ЛАД с 8мм до 14 мм силы тяги или торможения уменьшаются от 25 кН до 15 кН. Подробные данные экспериментальных исследований, методика, способы измерений приведены в [1].

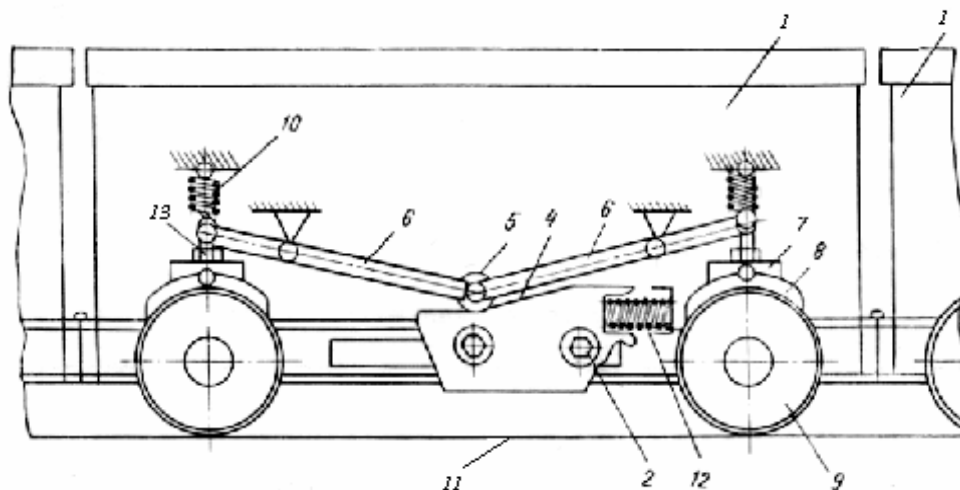
Транспортная система с конвейерным поездом, приводом которой являются линейные электродвигатели, позволяет осуществить автоматическое управление, и, в частности, автоматическое торможение. Такое торможение может быть осуществлено, например, если конструкция транспортной системы обладает подвижным вторичным элементом (ротором) в диапазоне 100...300мм. Тогда, с помощью кинематической схемы рычагов, в любом месте трассы при снятии тягового усилия колеса всех тележек поезда тормозятся автоматически [2].

F, кН



1—запуск неподвижного конвейерного поезда; 2—включение ЛАД при движущемся конвейерном поезде; 3—торможение конвейерного поезда противовключением ЛАД
Рис. 3 – Графики зависимости тормозных и тяговых характеристик от величины зазора в режимах.

В режиме тяги происходит растормаживание. На рис. 4 представлена схема автоматической тормозной системы конвейерного поезда.



1 – тележка; 2 – каретка; 3 – ролик; 4 – копирная поверхность; 5 – копир; 6 – рычаг; 7 – башмак; 8 – тормозная колодка; 9 – колесо тележки; 10 – пружина; 11 – вторичный элемент (ротатор); 12 – тормозная пружина; 13 – регулировочная гайка
Рис. 4 – Автоматическая тормозная система конвейерного поезда.

Работает такая тормозная система следующим образом: при необходимости торможения или при случайном исчезновении напряжения в питающей сети привода, толкающее воздействие электромагнитного поля статора линейного двигателя на вторичный элемент 11 тележки 1 прекращается. Пружина 12, раз-

жимаясь, перемещает каретки 2, которые жестко соединены с вторичным элементом 11, в исходное положение.

Вследствие этого контактные поверхности 4 кареток 2 перемещаются относительно копира 5, а последний занимает верхнее положение. Копиры 5 в таком положении через рычаги 6 воздействуют на башмаки 7 тормозных колодок 8, растягивая пружины 10, затормаживают колёса 9 тележек 1.

При толкающем воздействии электромагнитного поля статора линейного двигателя на вторичный элемент 11 последний, а вместе с ним и каретка 2 перемещается, сжимая пружины 12. При этом контактная поверхность 4 каретки 2, движется относительно копира 5 и последний занимает своё нижнее положение. Рычаги 6 при этом не воздействуют на башмаки 7 тормозных колодок 8, которые при помощи пружин 10 отводятся от колёс.

Такая тормозная система позволяет осуществлять плавное торможение, как на горизонтальных, так и на наклонных участках пути, полную остановку поезда в заданном месте, а также автоматическое управление конвейерным поездом.

Таким образом, с помощью схем замещения рассмотрены основные электрические параметры линейного двигателя (ЛАД), при применении которого в качестве привода может быть осуществлено автоматическое управление транспортной системой с автоматическим торможением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пилипчук С.М. Об экспериментальных исследованиях аварийного корпусного тормоза конвейерного поезда на опытно-промышленном участке Рыбальского гранитного карьера. «Геотехническая механика». Сб. научн. тр. ИГТМ НАНУ–Днепропетровск, 2003 Вып. 42 с.171-178.

2. А.С. № 582411 СССР МКИ E21F ¹³/₀₂ Конвейерный поезд С. М. Пилипчук, Л.М. Солодовник, опубликовано в БИ 1977, № 44

3. Ребров С.А, Ижеля Г.И. Электропривод с линейными электродвигателями. Труды Всесоюзной научной конференции по электроприводам с линейными электродвигателями – Киев, 1975, №2, 137с.

УДК: 622.831: 624.131 (043.3)

Д.Л. Васильев

РАСЧЕТ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИХ РАЗРУШЕНИИ В ВИДЕ УСЕЧЕННЫХ ПИРАМИД

Дається фізичне пояснення утворенню форми руйнування зразків гірських порід у вигляді усічених пірамід.

CALCULATION OF STRENGTH LIMIT OF SAMPLES OF ROCK UNDER THEIR DESTROYING IN THE MANNER OF TRUNCATED PYRAMIDS

Given physical explanation to forming a form of destroying the samples of rock in the manner of truncated pyramids.

В работе [1] установлено, что при одноосном раздавливании монолитных, не имеющих видимых трещин и выраженной слоистости, образцов с высотой, равной диаметру, встречаются четыре формы разрушения. Наиболее распространенной из них является пирамидальная форма (приблизительно около по-