

Рис. 2. Функциональная схема микроконтроллера МК1

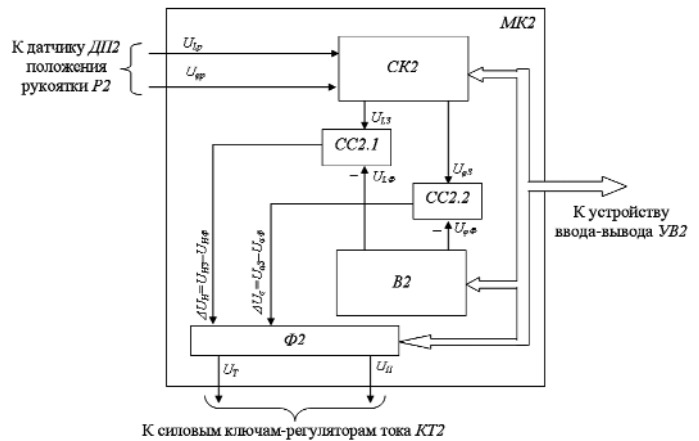


Рис. 3. Функциональная схема микроконтроллера МК2

МК2 - сигналы $U_{Lp}, U_{\phi p}$. Скорректированные сигналы $U_{\Pi 3}, U_{\alpha 3}, U_{\Gamma 3}, U_{\phi 3}$ поступают на прямые входы схем сравнения $CC1.1, CC1.2$ и $CC2.1, CC2.2$ соответственно (рис. 2, 3). Вычислители $B1$ и $B2$ по данным датчиков с учетом информации о кратности запасовки грузового полиспаста от прибора безопасности $ПБ$ вычисляет значения сигналов $U_{НФ}, U_{\alpha Ф}, U_{\Gamma Ф}, U_{\phi Ф}$, соответствующих фактическим значениям высоты крюка, угла наклона стрелы, длины стрелы, угла азимута, которые поступают на инверсные входы указанных схем сравнения.

На входы формирователей сигналов управления $\Phi 1, \Phi 2$ поступают с выходов схем сравнения $CC1.1, CC1.2$ и $CC2.1, CC2.2$ сигналы рассогласования $\Delta U_{\Pi}, \Delta U_{\alpha}, \Delta U_{\Gamma}, \Delta U_{\phi}$, а от прибора безопасности $ПБ$ - информация о параметрах ограничения крановых операций.

С выхода формирователя $\Phi 1$ сигналы управления высотой крюка U_K и углом наклона стрелы U_C , от микроконтроллера $МК1$ поступают на силовые ключи-регуляторы тока $КТ1$. С выхода формирователя $\Phi 2$ сигналы управления телескопом U_T , поворотом платформы U_{Π} от микроконтроллера $МК2$ поступают на силовые ключи-регуляторы тока $КТ2$.

$КТ1$ и $КТ2$ выдают соответствующие пропорциональные токовые сигналы I_K, I_C, I_T, I_{Π} на гидрораспределители $ЭГР_K, ЭГР_C, ЭГР_T, ЭГР_{\Pi}$.

Применение позиционного привода при управлении крановыми операциями позволяет повысить точность перемещения крюка, сделать работу крановщика более удобной. Для практической реализации предлагаемой системы управления могут быть применены аппараты управления АУРСП23.2 [3].

Литература

1. Кран стреловой КС-54711Б на специальном шасси. Руководство по эксплуатации. КС-54711Б.00.000 РЭ
2. Патент 2298518 РФ, МПК В 66 С 13/18 (2006.01), МПК В 66 С 23/18 (2006.01). Способ управления грузоподъемным краном и система управления для его осуществления [Текст] / Коровин В.А., Коровин К.В.
3. В.А. Коровин. Комплексная система защиты и управления стрелового грузоподъемного крана / Коровин В.А., Кретов М.Н., Токарев Д.В., Гераскин С.А., Коровин К.В., Давыдков А.В., Казанцев А.Ф. – Всероссийский информационно-рекламный журнал «Все краны», № 02/02, 2006, С. 8-11.

Ю.Б. Тихонов. Тел. (phone): 8-913-638-00-07, e-mail: tichonov_ub@mail.ru

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД ТОРМОЗОВ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Виктор Маирович БОЗРОВ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Владимир Исаакович ИВЛЕВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
 Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва,
Николай Ильич ИВАШКОВ, канд. техн. наук, генеральный директор,
Юрий Всеволодович КАЗУТО, ведущий конструктор, аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана
 ООО НПП "Подъемтранссервис", Московская область

Рассмотрены особенности конструкции и работы колодочных тормозов с пневматическим приводом. На основе расчетного обоснования подтверждена возможность сохранения основ-

**ных рабочих характеристик тормоза ТКГ-300 при замене электрогидравлического толкателя пред-
ложенным приводом с пневмоцилиндром.**

Ключевые слова: тормоза колодочные, пневматический привод, рабочие характеристики, расчет параметров.

В качестве приводов пружинных колодочных тормозов кранов, конвейеров и других подъемно-транспортных машин наибольшее распространение получили электрогидравлические толкатели и короткоходовые электромагниты [1], в последнее время все большее применение находят длинноходовые электромагнитные толкатели [2]. Значительно реже в тормозах механизмов отечественной подъемно-транспортной техники используют пневматические приводы. Ряд конструкций пневматических крановых тормозов описан в [1]. Достоинства тормозов с пневматическим приводом эффективно реализуются, например, в условиях взрыво- и пожароопасных производств, благодаря отсутствию в конструкциях привода вращающихся частей, являющихся неотъемлемой частью электрогидравлических толкателей. В настоящее время подобные тормоза наиболее часто встречаются в грузоподъемном и транспортирующем оборудовании зарубежного производства. Совершенной конструкцией и высокой надежностью обладают нормально замкнутые двухколодочные пневматические тормоза моделей CS и CTE фирмы EATON (США) [3].

Использование тормозов с пневмоприводом в подъемно-транспортных машинах сдерживается отсутствием их выпуска в нашей стране и высокой стоимостью известных зарубежных конструкций. Поскольку потребность в пневматических тормозах значительно меньше, чем в изделиях с традиционными приводами, их единичный выпуск малорентабелен для российских предприятий.

Важным для преодоления сложившегося положения

представляется изыскание возможности эффективной замены в существующих конструкциях пружинных колодочных тормозов электрогидравлических и электромагнитных приводов пневматическим приводом, обеспечивающим рабочие характеристики тормозов на уровне конструкций с традиционными приводами.

В статье на примере тормоза ТКГ-300 (рис. 1, а) [4], широко распространенного в крановых механизмах и приводах конвейеров, расчетным путем обоснована возможность сохранения его рабочих характеристик при модернизации привода с использованием стандартного одностроннего пневмоцилиндра с диаметрами поршня 40 мм и штока 16 мм (рис. 1, б).

Ниже приведена техническая характеристика тормоза с параметрами, принятыми в расчете. На рис. 2 представлена расчетная схема пневматического привода.

Техническая характеристика

Номинальное усилие на штоке, Н, не менее	500
Ход штока, мм, не менее	65
Время срабатывания (размыкания колодок), с, не более	0,60
Время наложения колодок, с, не более	0,35
Масса гидротолкателя, кг	13
Начальное сопротивление пружины, приведенное к штоку, Н	435
Максимальное усилие пружины, Н	560,5

Принимая обычные в таких расчетах допущения о виде термодинамических процессов в системе [5], запишем уравнение, описывающее изменение давления в полости пневмоцилиндра:

$$\frac{dp_1}{dt} = \pm kRT_m V_1^{-1} G_{1,2} \mp \frac{p_1}{V_1} \frac{dV_1}{dt}, \quad (1)$$

где p_1 – давление в полости цилиндра, R – газовая постоянная ($R = 287$ Дж/кгК), T_m – температура сжатого воздуха в магистрали, k – показатель адиабаты, V_1 – текущий объем полости, равный $V_1 = V_{01} + S_1 x$ при прямом ходе

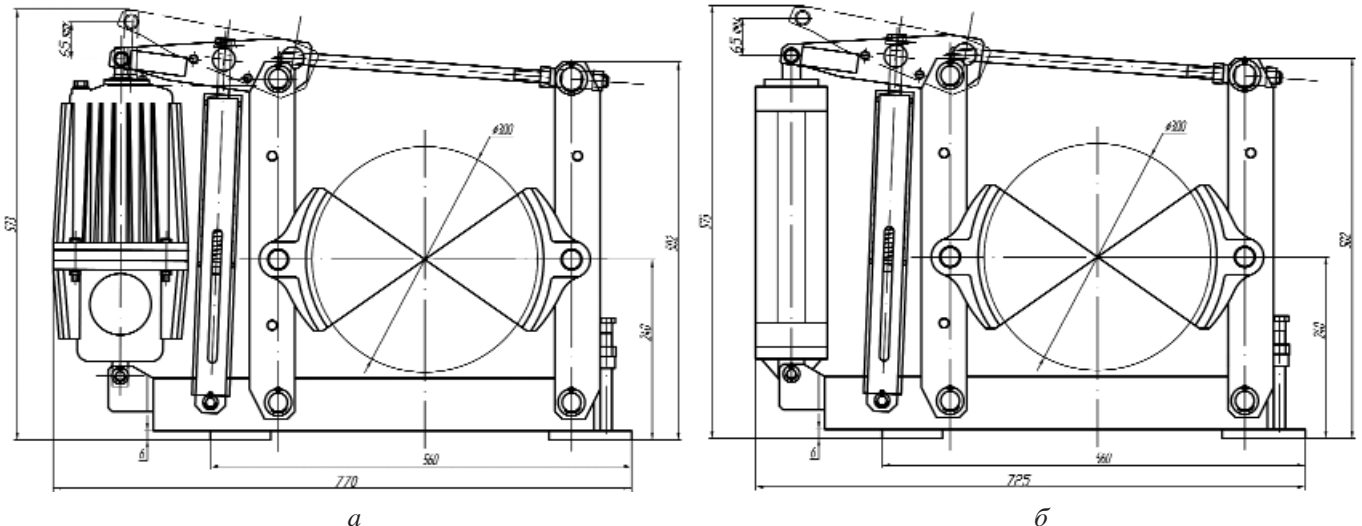


Рис. 1



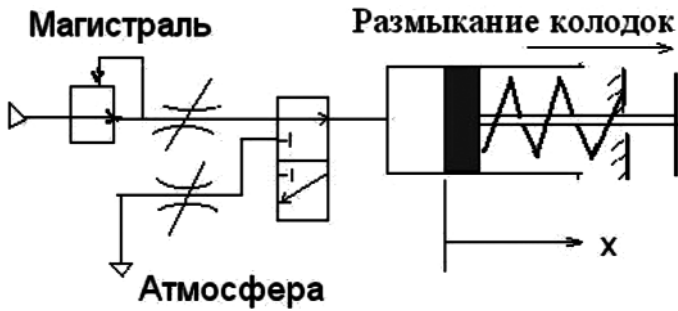


Рис. 2

и $V_I = V_{max} - S_f x$ при обратном ходе (S_f – площадь поршня в бесштоковой полости цилиндра), V_{O1} – вредный объем бесштоковой полости цилиндра. Верхние знаки сложения и вычитания в уравнении (1) соответствуют прямому ходу (наполнение полости из магистрали через сечение с эффективной площадью f_1), обеспечивающему размыкание тормоза, нижние – обратному ходу (опорожнение через сечение с эффективной площадью f_2) при замыкании тормоза. Расход воздуха $G_{1,2}$ при наполнении и опорожнении определяется соотношением Сен-Венана:

$$G_{1,2} = f_{1,2} \left(\frac{2k}{k-1} \right)^{1/2} p_{m,1} (RT_m)^{-1/2} \varphi(\sigma_{1,2}), \quad (2)$$

где $\varphi(\sigma_{1,2})$ – функция расхода; $\sigma_1 = p_1/p_m$, $\sigma_2 = p_a/p_1$.

Поскольку конфигурация механизма тормоза изменяет-

ся при ходе штока незначительно, для оценочных расчетов можно считать приведенную к штоку цилиндра массу m величиной постоянной. Тогда уравнение движения поршня можно записать в виде:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = p_1 S_1 - p_a S_2 - (F_p + cx) - F_t \text{sign}(dx/dt), \quad (3)$$

где S_2 – площадь поршня в штоковой полости, F_p – сила предварительного поджатия пружины, c – жесткость пружины, F_t – сила сухого трения в уплотнениях цилиндра.

На рис. 3 результаты расчета прямого хода поршня (процесс размыкания колодок) при $p_m = 0,6$ МПа и $f_1 = 5$ мм², $f_1 = 3$ мм² и $f_1 = 2$ мм² выражены зависимостями скорости поршня от его хода (а) и хода от времени (б). Видно, что можно обеспечить режим, позволяющий уложиться в заданное время размыкания колодок.

На рис. 4 представлены аналогичные графики для обратного хода (процесс наложения колодок) для значений f_2 равных 3 и 2 мм². Здесь обратный ход рассчитан для механизма подъема, когда время наложения колодок должно быть минимальным.

Для механизмов передвижения кранов требуется увеличенное время наложения полного тормозного момента в соответствии с графиком, приведенным в [3]. На рис. 5 показаны результаты расчета процесса при f_2 равных 0,5 и 0,2 мм².

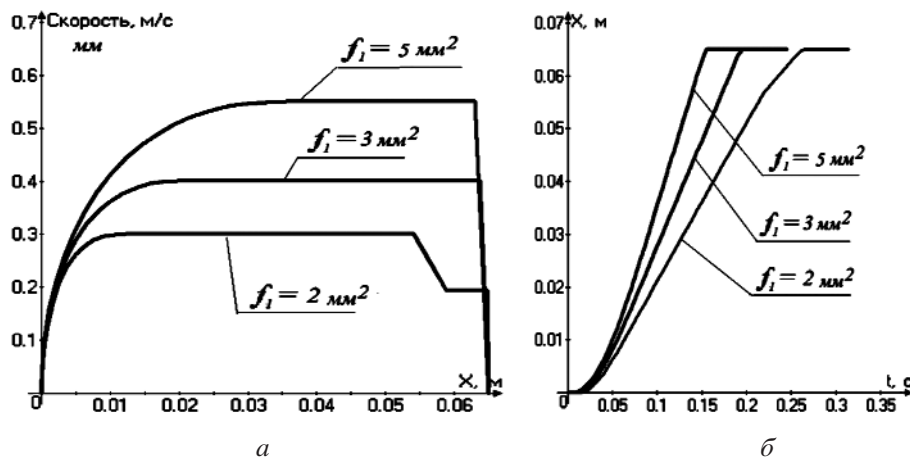


Рис. 3

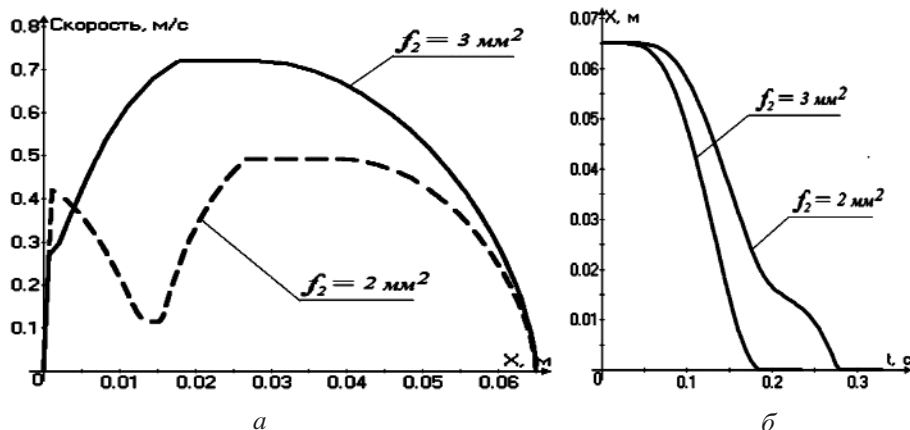


Рис. 4

Результаты расчетов (рис. 3 - 5) свидетельствуют, что с помощью пневмоцилиндра можно обеспечить необходимые условия и характеристики процесса торможения для крановых механизмов и подъема, и передвижения. При этом пневмопривод дает возможность точной регулировки движения поршня посредством изменения давления питания настройкой редуктора давления и проходных сечений дросселей.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Инновационные кадры России».

Литература

1. Александров М.П. Тормоза подъемно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1976. – 383 с.
2. Ивашков Н.И., Костромин А.Д., Карасёв Д.А. и др. Тормоза с электромагнитными толкателями для приводов подъемно-транспортных машин // Подъемно-транспортное дело. – 2011, № 2. С. 2-4.

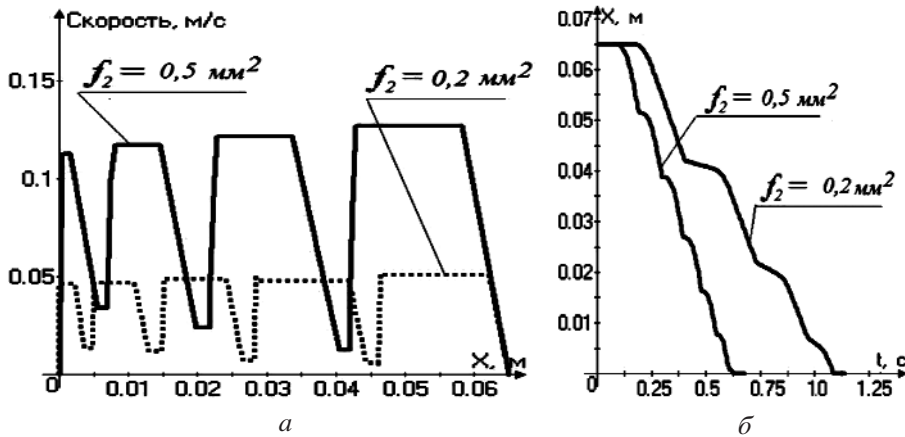


Рис. 5

3. <http://www.eaton.com/EatonCom/ProductsServices/Airflex/Products/ProductsbyDesign/DrumProducts/index.htm>
 4. Тормоза колодочные, электромагниты, толкатели электрогидравлические. - Каталог: Серия «Подъемно-транспортное оборудование» / Н.И. Ивашков, А.Д. Костромин, В.С. Юнгеров и др.; ред. Н.И. Ивашков. -

М.: НПП «Подъемтранссервис», 2006. - 32 с.
 5. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1975. - 272 с.
 6. Костромин А.Д., Ивашков Н.И., Горобец Г.А. Теоретические основы и практические аспекты процессов торможения механизмов передвижения грузоподъемных машин // Подъемно-транспортное дело. - 2007, № 1. С. 6-11. ▲

ПТС Научно-производственное предприятие
ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС www.npp-pts.ru

АППАРАТЫ ПРИВОДА ТОРМОЗОВ

Длинноходовые регулируемые электромагниты постоянного тока МПТ-400, -500, -600



Номинальное усилие на штоке от 350 до 1450 Н. ПВ 25, 40 и 100%. Ход штока 80 и 90 мм. Время срабатывания в составе тормоза типа ТКПМ не более 0,5 с

Электрогидравлические толкатели ТЭ-30РД и ТЭ-50РД с регулируемым демпфирующим устройством плавного ступенчатого срабатывания



По установочным размерам унифицированы с толкателями ТЭ-30 и ТЭ-50.

Номинальное усилие на штоке 300 и 500 Н. Ход штока 50 и 65 мм. Регулируемое время срабатывания в составе тормозов от 2 до 8 с.

Электрогидравлические толкатели ТЭ-200М



Для привода тормозов ТКТГ-600, -700, -800, запорного и другого оборудования.

Номинальное усилие на штоке 2000 Н. Ход штока 60, 90 и 140 мм. Время подъема и опускания штока в составе тормоза типа ТКТГ, соответственно, 1 - 2,4 и 0,5 - 0,8 с.

Тел./факс: (495) 993-06-13, -14; 993-10-25, -26; 967-69-82, -84 E-mail: pts@npp-pts.ru

www.npp-pts.ru **СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВО ТОРМОЗА ТОЛКАТЕЛИ МАГНИТЫ**
 НПП "ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС" (495) 993-06-13 993-10-25

www.npp-pts.ru **ВСЕ ЦЕПИ ПЛАСТИНЧАТЫЕ КРУГЛОЗВЕННЫЕ**
 НПП "ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС" (495) 993-06-14 967-10-26

