

SUMMARY

Problem statement. Scientists has long given considerable attention to the resistance with the movements of bodies on the rolls. The results of their research have already become classics, but this topic is still relevant.

Analyzing of the resent research. Coulomb formulated the classic law of friction bearings. But the physics of the process of rolling resistance was, though not fully disclosed by Hertz in the work «About the contact of elastic bodies». Tabor tried to combine the ideas of Coulomb's theory with the contact deformation of Hertz. Based on their research Tabor proposed dependences of determinations of the coefficients of rolling friction. But these formulas were unsuitable for the calculation of rolling resistance.

Research objective. To determine the rolling resistance of platform for boilers depending on the form rollers and mechanical characteristics of the contacting bodies with using friction coefficients of rolling.

Conclusions. Design scheme: the platform on which the load that rests on rollers cylindrical shape or rollers like balls, which roll on a horizontal surface. For the movement of the platform with the load it is necessary to put power which is the power of resistance.

We got the dependences of the rolling resistance of the rollers' forms and also the geometrical and mechanical characteristics of bodies. We found that the rolling resistance of the corners -balls with the same mechanical and geometrical characteristics on several times greater than the rollers -cylinders. It should be appreciated that increasing the diameters of rollers leads not only to a reduction in the rolling resistance, but also to non-used durabilities of materials. Dependences allow to obtain the rational geometrical parameters of the rollers or rational rolling resistance.

REFERENCES

1. Bondarenko L. M. Analitichni zalezhnosti dlya vyznachennya koefitsiyenta tertya kochennya dlya naybil'sh vzhivanykh skhem kontaktu / Tekhnika budivnytstva. – 2002. – № 11. – S. 32 – 35.
2. Verbovsky G. G. Teorya mehanyzmov y mashin . – Harkov: Izd – vo Harkov. Un-ta, 1968 – 276 s.
3. Meshersky I. V. Sbornyk zadach po teoretycheskoy mehanyke. – M.: Nauka, 1981. – 480 s.
4. Spravochnyk po soprotivlenyu materyalov / G. V. Pysarenko, A. P. Jakovlev, V. V. Matveev. – K. : Nauk. dumka, 1988. – 736 s.
5. Targ S. M. Kratky kurs teoretycheskoy mehanyky. – M. : Nauka 1970. – 480 s.

УДК 621.867.1/3:6815

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ КОНВЕЄРА

В. О. Ужеловський, к. т. н., доц., С. В. Костюк, магістр.

Ключові слова: стрічковий конвеєр, модель, контроль, регулювання, стрічка, імітаційна модель

Постановка проблеми. У зв'язку з розвитком автоматизації виробництва зростає актуальність системного підходу до вирішення науково-технічних питань у разі застосування автоматизованих електроприводів і систем автоматизації технологічного процесу в різних умовах. Актуальними тенденціями в промисловості є підвищення продуктивності праці, збільшення довговічності елементів виробництва, безпека персоналу в умовах підвищеної продуктивності праці [4].

У наш час автоматизовано практично всі об'єкти промисловості. Серед них варто виділити механізми безперервного транспорту – конвеєрні установки. Від безперервної роботи цих комплексів залежить робота ділянки або всього підприємства в цілому. Сучасні засоби автоматизації мають сприяти оптимізації процесів пуску й зупинки конвеєрів, зниженню енергоємності і матеріалоємності, скороченню простоїв через вихід із ладу електроустаткування та обрив конвеєрної стрічки. Крім того, роль автоматизації конвеєрного транспорту полягає в зниженні трудомісткості обслуговування, підвищенні безпеки й зниженні травматизму [4].

Аналіз літератури. Питання стрічкових конвеєрів досліджують вітчизняні й зарубіжні вчені: А. О. Співаковський [5], І. Г. Штокман [7], Л. Г. Шахмейстер [9], В. А. Шубенко, В. М. Цеглярів, Н. І. Томашевский [8].

Мега статті. Дослідження динамічних навантажень на конвеєрну стрічку з використанням імітаційної моделі. Поставлена мета може бути реалізована шляхом побудови імітаційної моделі системи роботи конвеєра, що забезпечує контролювання та причини прослизання стрічки, контролювання й регулювання натягу стрічки, контролювання сходу стрічки.

Виклад основного матеріалу. Найпоширенішою програмою, яка дозволяє всебічно врахувати всі впливи тих чи інших технічних процесів, є потужна програма Matlab, яка містить пакет Simulink, що дозволяє побудувати імітаційну модель.

Побудова імітаційної моделі повинна включати всі елементи автоматичного контролю та регулювання, технічних і динамічних параметрів конвеєра, а саме датчика маси, зусилля, швидкості руху стрічки, швидкості кутового обертання приводного барабана головного двигуна конвеєра, натяжного пристрою, редукторів, а також конвеєрної стрічки як об'єкта регулювання.

Велике значення для конвеєрної стрічки має контроль прослизання і робота натяжного пристрою. Важливо також контролювати досягнення максимальних (критичних значень) конвеєрної стрічки у разі збільшення її натягу, щоб запобігти розриву. Оскільки прослизання можливе з різних причин, найбільш вірогідна з яких – це розтягування стрічки (у зв'язку з тривалістю роботи), потрапляння мастила, перевантаження стрічки, то цьому фактору необхідно приділити особливу увагу під час розробки моделі.

Для контролю прослизання в імітаційній моделі найчастіше застосовують датчик кутової швидкості приводного барабану стрічки і датчик швидкості конвеєрної стрічки, що дає можливість виконувати порівняння і виявити розходження значень швидкостей між ними та здійснити ввімкнення в роботу натяжного пристрою. Крім того, треба проконтролювати допустиме зусилля і не допустити провисання конвеєрної стрічки. Контроль та регулювання зусилля розтягування конвеєрної стрічки здійснюються датчиками зусилля різного типу.

Розробка та дослідження імітаційної моделі роботи конвеєра було здійснено із використанням програми Matlab та її додатка Simulink. Динамічні властивості елементів в моделі конвеєра відображені передаточними функціями, приведеними в довідниках та літературних джерелах. Для реальності відображення результатів досліджень задіяні елементи контролю та регулювання, що серійно виготовляються підприємствами та фірмами і приведені в довідниках. Для роботи імітаційної моделі передбачено також логічні елементи: AND – логічне множення (операція І), OR логічне додавання (операція АБО), NOT – логічне заперечення (НЕ). Вихідним сигналом блоків є 1, якщо результат обчислення логічної операції є «ІСТИНА» і 0, якщо результат є «НЕПРАВДА».

На рисунку 1 зображена імітаційна модель роботи конвеєра, в якій присутні такі елементи: Transfer Fcn 1,2,3,4 – передаточні функції датчиків кутової швидкості конвеєрної стрічки, датчика кутової швидкості приводного електродвигуна конвеєра; електродвигуна виконавчого механізму, приводного електродвигуна конвеєра; Gain 1,3 – передаточні функції датчиків зусилля і маси; Gain 2,6 нормуючі підсилювачі; Gain 2,6 – передаточні функції редукторів виконавчого механізму і конвеєра; Operator, Operator 1,2,3,4,5,6,7,8,9 – оператори логічних операцій; Switch, Switch 1,2,3,4 – блоки подачі сигналів керування; Constant, Constant 1 – блоки числових значень обмежень і завдання; Step, Step 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 – блоки формування одиничного керуючого сигналу.

Передаточні функції та динамічні параметри елементів у моделі розраховані у відповідності із рекомендаціями [6] і приведені нижче для кожного із елементів.

В якості датчика зусилля задіяний датчик типу балка. У динамічному відношенні він прийнятий як підсилювальна ланка із передаточною функцією $W1(p) = \frac{I(p)}{P(p)} = k_1$ [6], де

k_1 – коефіцієнт передачі, визначений за номінальними значеннями вихідної та вхідної величин, ($k_1 = 0,0005 \frac{mA \cdot cm}{кг}$). За вхідний параметр прийнято зусилля на розрив гумо-

тканинної стрічки з прокладками P(p), а за вихідний – сила струму I(p) вихідного сигналу датчика.

Для контролю маси вантажу на конвеєрній стрічці в моделі задіяний тензометричний датчик маси, який теж прийнятий як підсилювальна ланка [6] із передаточною функцією

$$W_2(p) = \frac{I_n(p)}{m_n(p)} = k_2 \text{ та коефіцієнтом передачі } k_2 = 0,00056 \frac{MA}{kg}.$$

За вхідний параметр прийнято номінальне значення маси вантажу на метр довжини стрічки m_n (за паспортними даними), а за вихідний – номінальне значення сили струму $I(p)$ вихідного сигналу датчика ваги.

В якості датчика кутової швидкості задіяний тахогенератор ТМГ-30П УЗ, що описується інерційною ланкою [6] $W_3(p) = \frac{I(p)}{\omega(p)} = \frac{k_3}{T_3 p + 1}$ із коефіцієнтом передачі $k_3 = 2,86 \frac{MA * c}{rad}$ та постійною часу $T_3 = 0,01c$.

Для контролю швидкості руху конвеєрної стрічки задіяний датчик ИДС-1, прийнятий як інерційна ланка із передаточною функцією: $W_4(p) = \frac{I(p)}{S(p)} = \frac{k_4}{T_4 p + 1}$, де k_4 – коефіцієнт

передачі, $k_4 = 5 \frac{MA * c}{m}$ і T_4 – постійна часу, $T_4 = 25c$. За вхідний параметр датчика прийнято номінальну швидкість руху стрічки S_n , а за вихідний – номінальне значення сили струму уніфікованого вихідного сигналу датчика $I(p)$.

Привідний асинхронний коротко-замкнутий двигун конвеєра АИР132М4 описується в моделі інерційною ланкою із передаточною функцією $W_5(p) = \frac{\omega(p)}{U(p)} = \frac{k_5}{T_5 p + 1}$, в якій прийнято за вхідну величину напругу живлення $U(p)$, а за вихідну – кутову швидкість $\omega(p)$. Динамічні параметри, коефіцієнт передачі k_5 і постійна часу T_5 , розраховані у відповідності рекомендацій [1, 6] і мають такі значення, $k_5 = 0,69 \frac{rad}{c * B}$; $T_5 = 0,0125c$.

Для автоматичної підтримки необхідного натягу конвеєрної стрічки в моделі передбачено натяжний пристрій, що включає виконавчий механізм МЭО – 4/100, до складу якого входить асинхронний двигун змінного струму із редуктором. Передаточна функція асинхронного двигуна, як і для привідного двигуна конвеєра, прийнята інерційною ланкою [6]:

$$W_6(p) = \frac{\omega(p)}{U(p)} = \frac{k_6}{T_6 p + 1},$$

в якій прийнято за вхідну величину напругу керування $U(p)$, а за вихідну – кутову швидкість $\omega(p)$. Динамічні параметри, коефіцієнт передачі k_6 і постійна часу T_6 , розраховані у відповідності рекомендацій [1, 6] і мають такі значення, $k_6 = 4,45 * 10^{-6} \frac{rad}{c * B}$; $T_6 = 0,0033c$.

З'єднання привідного асинхронного коротко-замкнутого двигуна конвеєра із ведучим барабаном передбачено із застосування редуктора Ц2У-160. У динамічному відношенні він

прийнятий як підсилювальна ланка із передаточною функцією: $W_7(p) = \frac{\omega_{вих}(p)}{\omega_{ex}(p)} = k_7$, де

k_7 – коефіцієнт передачі, визначений за номінальними значеннями вихідної та вхідної величин, ($k_7 = 0,06$). За вхідний і вихідний параметри прийнято вхідну та вихідну кутові швидкості

$$\omega_{ex}, \omega_{вих}.$$

Передаточна функція об'єкта регулювання (стрічки) в моделі представлена ланкою запізнення із передаточною функцією $W_8(p) = e^{-p\tau}$, де τ – постійна часу запізнення, що визначена із врахуванням довжини стрічки і швидкості її руху, $\tau = 50c$.

Отримані передаточні функції елементів системи контролю із врахуванням їх взаємодії у створеній моделі приведені на рисунку 1.

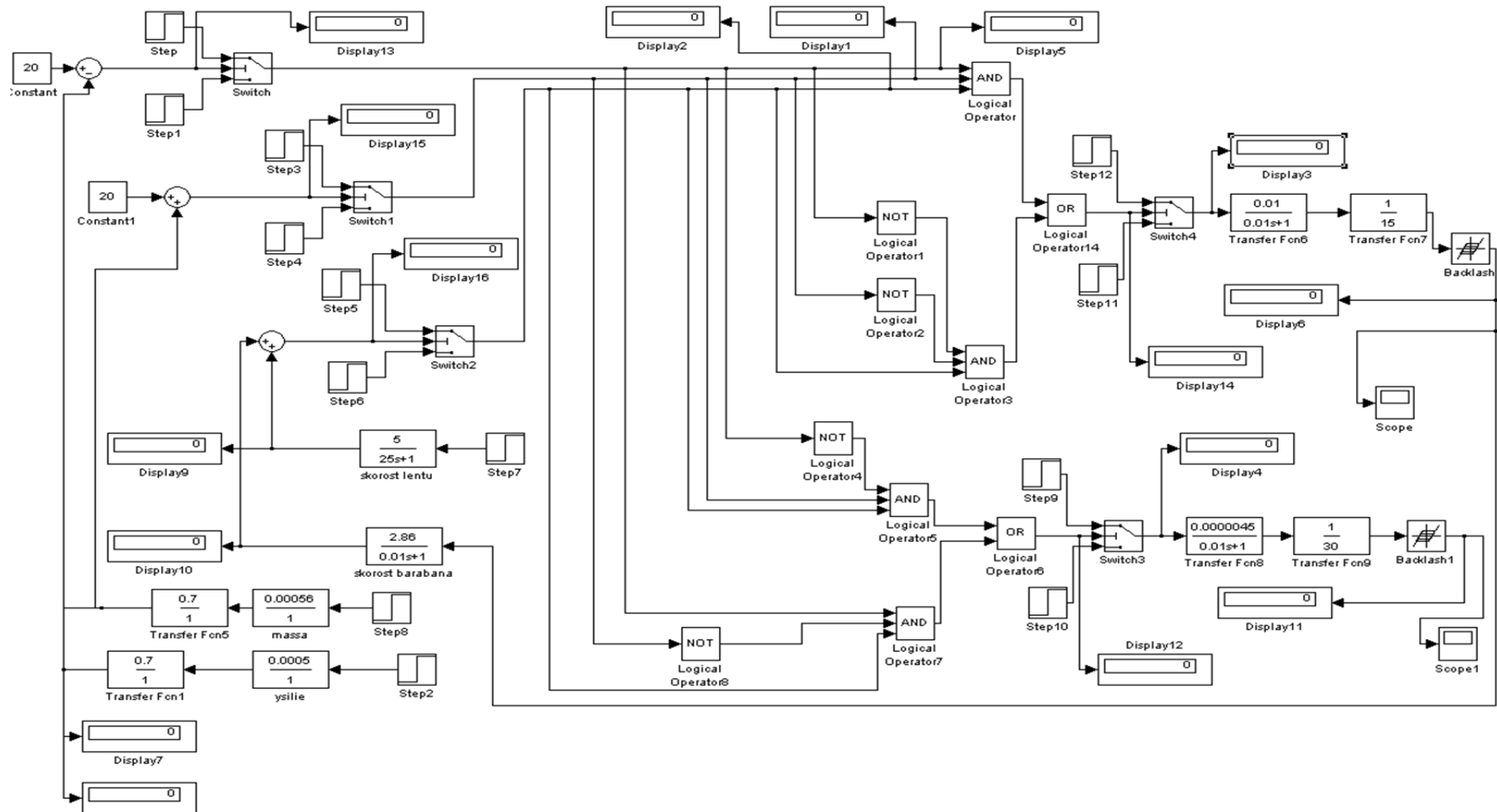


Рис. 1. Модель системи контролю прослизання стрічки конвеєра та регулювання її натягу

Модель дозволяє контролювати роботу конвеєра, і здійснювати його відключення при виникненні неполадок, а також автоматично підйгувати конвеєрну стрічку при виявленні прослизання (рис. 4). Передбачено також відключення двигуна конвеєра при досягненні максимального натягу стрічки (рис. 3).

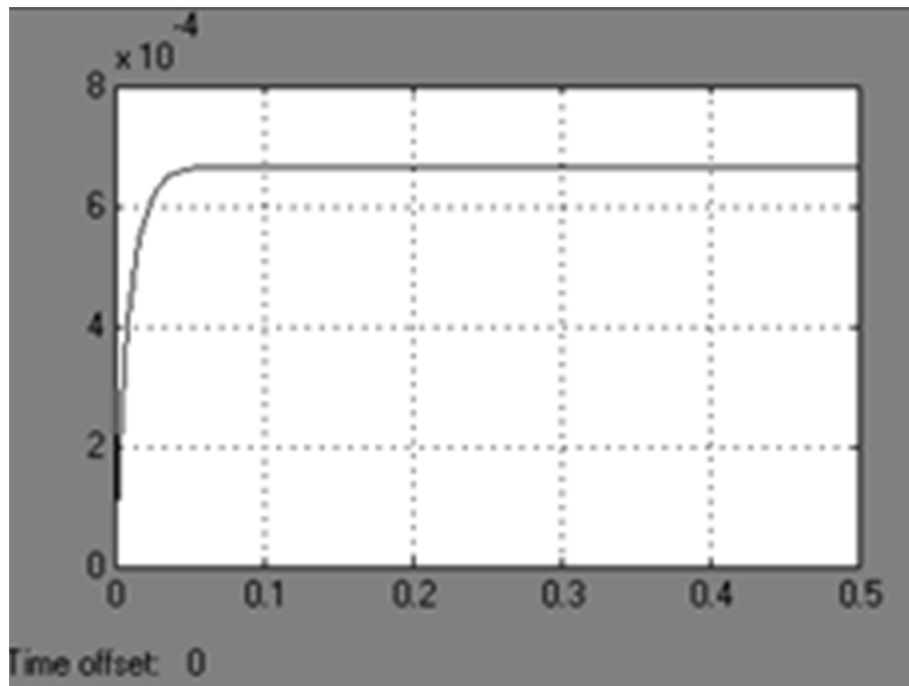


Рис. 2. Перехідна характеристика при пуску конвеєра і номінальних параметрах елементів системи(якщо не спрацював жодний із датчиків)

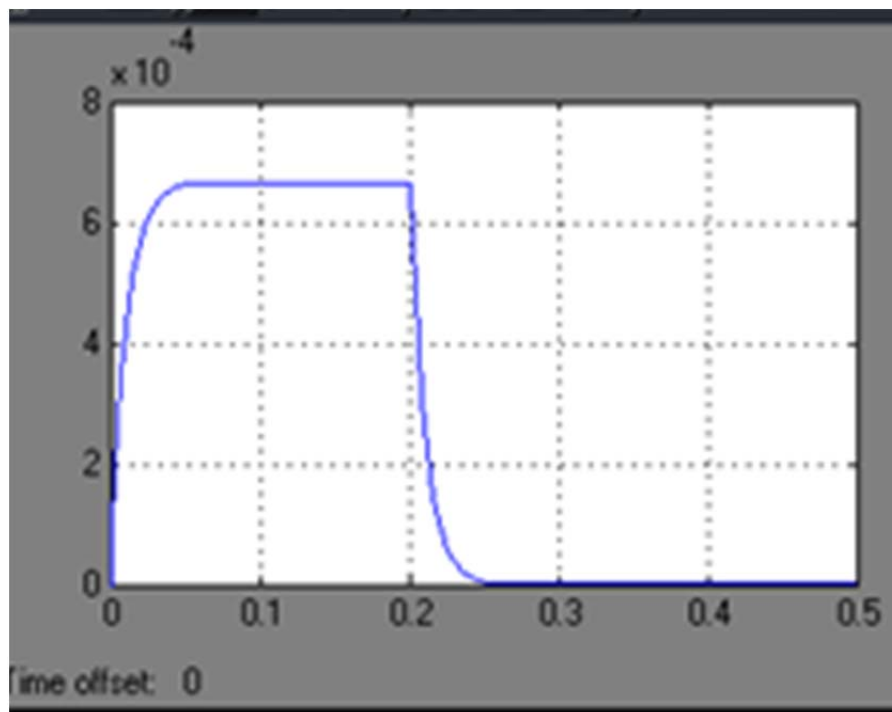


Рис. 3. Перехідна характеристика системи у випадку відключення двигуна конвеєра при надходженні сигналу від датчиків прослизання конвеєрної стрічки, або її розтягненні

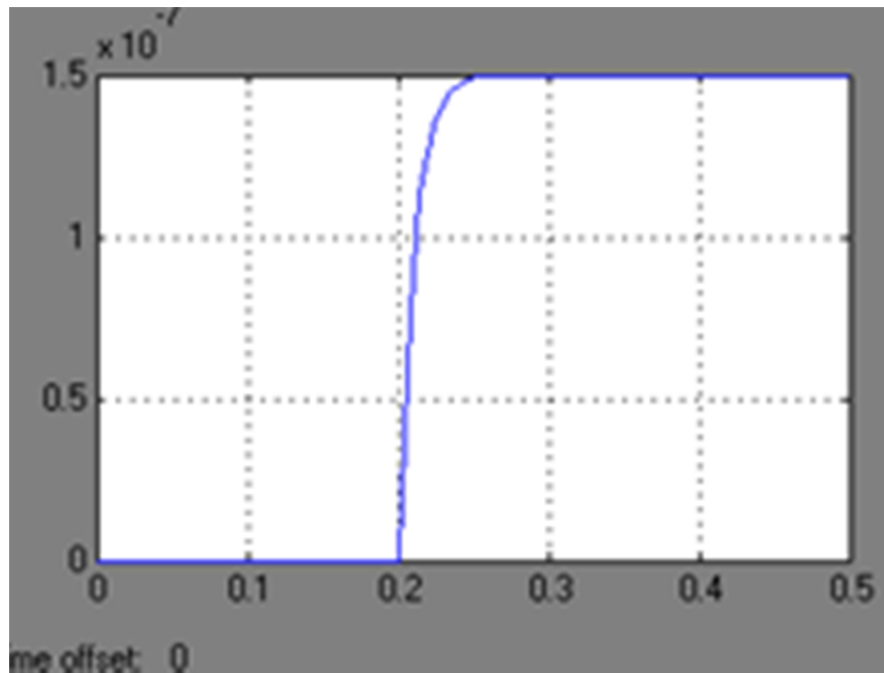


Рис. 4. Перехідна характеристика системи при включенні натяжного пристрою

Висновок. Розроблена імітаційна модель дозволяє виконувати дослідження динамічного режиму роботи конвеєра, контролювати стан конвеєрної стрічки, визначати на стадії проектування можливі зусилля при ввімкненні натяжного пристрою, виконувати наладку системи із метою отримання оптимального перехідного процесу .

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB / Учебное пособие – СПб: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
2. Зелечонок Г. Г. Автоматизация технологических процессов и обліку. Вища школа, 1975. – 464 с.
3. Ключев А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. 1990 – 464 с.
4. Нечаев Г. К. Автоматизация технологических процессов на предприятиях строительной индустрии. – Киев : Вища школа., 1979 – 280 с.
5. Співаковський А. О. Стрічкові конвеєри в гірничій промисловості. Москва: Вища школа, 1982. – 425 с.
6. Танатар А. И. Элементы промышленной автоматизации и их динамические свойства. – К. : Вища школа, 1975 – 232 с.
7. Штокман В. Г. Транспорт на гірничих підприємствах. – М. : Недра, 1976. – 552 с.
8. Шубенко В. А., Цеглярів В. М., Томашевський Н. І. Установка для экспериментального запису статичних і динамічних характеристик асинхронних машин: Изв.вузів. Гірничий журнал, 1968. – № 1. – 34 с.
9. Шахмейстер Л. Г., Дмитрієв В. Г. Теорія і розрахунок стрічкових конвеєрів. – 2-е видання, перероблено и доповнено – М: Вища школа , 1987. – 336 с.

SUMMARY

Problem statement. In connection with the development of industrial automation increases the relevance of a systematic approach to solving scientific and technical problems in the application of automated electric drives and automation systems of the process under different conditions. Current trends in the industry is to increase the productivity of labor, increase the durability of production, security personnel in high productivity.

Analyzing of the resent research. Questions of belt conveyors involved domestic and foreign scientists Corresponding Member of the USSR A. O. Spivakovskyy [5], I. H. Shtokman [7],

L. H. Shahmeyster [9], V. A. Shubenko, V. M. Tsehlyariv, N. I. Tomashevskyy [8].

Research objective. Research of dynamic loads on the conveyor belt using a simulation model.

Conclusions. In the course of the work was conducted dynamic mode of production line control actions based on device status monitoring tape. In the simulation of gravity on the tape should be paying attention to aperiodic transition, it is very important for this system. After pererehulyayuvannya can lead to rupture of a conveyor belt. Thus the tension of the tape will be long until you change the input sensor efforts that will not exceed 55 kg / cm.

REFERENCES

1. German-Galkyn S. G. Kompyuternoe modelyrovanye poluprovodnykovux system v MATLAB / Uchebnoe posobyе – SP6: KORONA prynt, 2001. – 320 s.
2. Zelechonok G. G. Avtomatyzaciya texnologichnyx procesiv y obliku. Vyshha shkola, 1975. – 464 s.
3. Klyuyev A. S. Proektuvannya system avtomatyzaciyi texnologichnyx procesiv. 1990 – 464 s.
4. Nechayev G. K. Avtomatyzaciya texnologichnyx procesiv na pidpryyemstvax budivelnoyi industriyi. – Kyiv : Vyshha shkola, 1979 – 280 s.
5. Spivakovskyy A. O. Strichkovi konveyery v girnychuj promyslovosti. Moskva 1982 g, – 425 s.
6. Tanatar A. Y. Elementu promushlennoj avtomatyky` y yx dynamycheskye svojstva. 1975 – 232 s.
7. Shtokman V. G. Transport na girnychyx pidpryyemstvax. 1976 – 552 s.
8. Shubenko V. A., Ceglyariv V. M., Tomashevskyy N. I. Ustanovka dlya eksperymentalnogo zapysu statychnyx i dynamichnyx xarakteryst`k asynxronyx mashyn. 1968. – 34 s.
9. Shaxmejster L. G., Dmytriyev V. G. Teoriya i rozrachunok strichkovyx konveyeriv, 1987. – 336 s.

УДК 691.32(075.8)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ПРОДУКТАМИ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Д. С. Ионов, м. н. с, асп.

Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительных конструкций», Киев

Ключевые слова: *портландцемент, бетон, полиэтиленгликоль, зола-унос, известь, рентгенофазовый анализ, дериватограмма, удобоукладываемость, прочность*

Введение. Нельзя представить современные бетоны без использования новейших разработок в отрасли химических добавок. Достаточно эффективными являются добавки пластифицирующего действия на основе эфиров поликарбоксилатов. По своим технологическим характеристикам они превосходят существующие виды пластификаторов. Но кроме позитивных факторов присутствуют и негативные, например, высокая стоимость. Известно, что множество современных добавок, которые изготавливаются для бетонных смесей и бетонов, содержат полиэтиленгликоль (ПЭГ) [9].

Анализ публикаций. Исследованиям влияния химических добавок на свойства цементного камня и бетона посвящено много работ, но, несмотря на это, целый ряд вопросов по использованию все новых видов химических добавок остается открытым. Это связано с тем, что химическая промышленность и наука не стоят на месте, постоянно изобретая более современные химические модификаторы для бетонов, например, поликарбоксилатные суперпластификаторы.

Создание химических добавок поликарбоксилатной природы позволило ГП НИИСК [4 – 6], КНУСА [7; 10] разработать современные методы бетонирования массивных конструкций. Основой этих методов является применение нового поколения пластифицирующих добавок – суперпластификаторов.

Введение суперпластификаторов является обязательным условием производства высококачественных, высокотехнологичных бетонов (High Performance Concrete, HPC), которые широко описаны в научно-технической литературе [8; 13 – 15].