

УДК: 678.675 : 678.046.3

О. І. БУРЯ, К. А. ЄРЬОМІНА, С. П. ЯКОВЛЄВ

Дніпровський державний технічний університет, Україна

МЕТАЛОПОЛІМЕРИ У ЗЕРНОВИХ ЛАНЦЮГОВИХ ТРАНСПОРТЕРАХ

Проведено лабораторні та виробничі випробування з метою збільшення надійності та довговічності зернових ланцюгових транспортерів. Встановлено, що показник абразивного стирання металополімерів визначається ступенем наповнення та сягає мінімуму при вмісті наповнювача 15 мас.%. При цьому, введення металевих наповнювачів зменшує показник абразивного стирання в 1,5 – 6 разів. Показано, що заміна серійних деталей, виготовлених з поліаміду-6, металополімерними збільшує надійність та довговічність вузлів тертя у зернових ланцюгових транспортерах.

Ключові слова: металополімери, ароматичний поліамід фенілон, алюміній, бронза, мідь, нікель, титан, абразивне зношування.

Постановка проблеми. За даними Костецького [1], лише 10 – 15% деталей машин і механізмів виходять з ладу через недостатню міцність, інші – через зношування. В роботі [2] також наголошується, що 30% усіх аварій відбувається через зношування, в тому числі кількість аварій через абразивне зношування складає 30 %. Стає очевидним, що підвищення зносостійкості поверхонь тертя – важливе наукове й виробниче завдання. Сьогодні воно займає провідне місце при вирішенні проблеми збільшення надійності та довговічності сучасної техніки [3; 4].

У зв'язку з цим, метою роботи обрано підвищення надійності та довговічності зернових ланцюгових транспортерів (рис. 1), які, в основному, експлуатують на комплексах післязбиральної обробки зерна, комбикормових та пивоварних заводах для транспортування гранульованих, порошкових та інших сипучих матеріалів горизонтально або з нахилом до 7° [5].

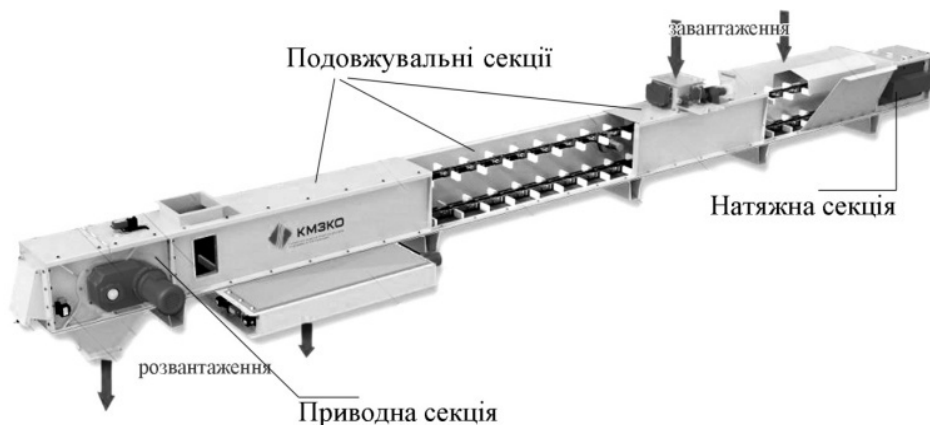


Рис. 1. Загальний вигляд ланцюгового конвеєра

Подовжувальні секції складаються з трьох основних частин: приводу, розташованого усередині приводної секції, ковша (1) та підтримуючого ролика (2) (рис. 2). Всередині жолоба рухається зі швидкістю 0,4 – 0,6 м/с замкнутий вилочний ланцюг (3), що складається з ланки, шпонки та кільця.

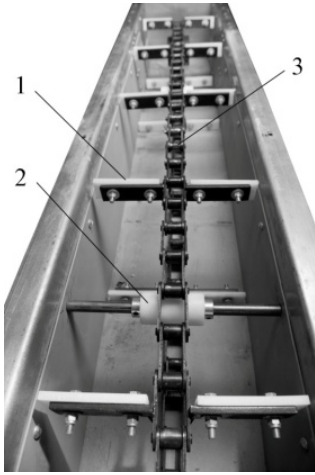


Рис. 2. Жолоб подовжувальної секції: 1 – ківш, 2 – підтримуючий ролик, 3 – ланцюг

При транспортуванні продукту жолоб подовжувальної секції, виготовлений із оцинкованої листової сталі, постійно зазнає абразивного впливу. При цьому, оцинкована сталь та замкнутий вилочний ланцюг, виготовлений з особливої термообробленої сталі, працездатні в умовах абразивного зношування. Підтримуючий ролик та ківш, виготовлені з поліаміду-6, який характеризується малою абразивною стійкістю.

Ківш, що проштовхує сипучі матеріали, залишається працездатним в умовах абразивного зношування, а підтримуючі ролики виходять з ладу, через це ланцюг провисає, знижується швидкість транспортування і виникає сильний шум внаслідок торкання елементів ланцюга металевого днища жолоба, особливо під час холостого ходу.

Ще однією вадою ланцюгових конвеєрів є використання шарикопідшипників у приводній та натяжній секціях, які часто клинять під час роботи конвеєра через потрапляння у них сипучих матеріалів та пилу.

Таким чином, на замовлення ТОВ К-В Ф «АПЕКС» проведені лабораторні та виробничі випробування з метою збільшення надійності та довговічності зернових ланцюгових транспортерів.

Таким чином, на замовлення ТОВ К-В Ф «АПЕКС» проведені лабораторні та виробничі випробування з метою збільшення надійності та довговічності зернових ланцюгових транспортерів.

Об'єкти та методи дослідження. При створенні композитів для ланцюгових конвеєрів в якості в'язучого використовували фенілон С-1 (ТУ 6-05-221-101-71), який відноситься до класу ароматичних термостійких поліамідів і являє собою лінійний гетероланцюговий співполімер, макромолекули якого побудовані з ароматичних фрагментів різної будови та з'єднанні амідними зв'язками. Як наповнювачі використовували дисперсні порошки карбонільного нікелю (ПНК-2К10, ГОСТ 9722-97), міді (ПМС-1, ГОСТ 4960-2009), алюмінію (ПА-1, ГОСТ 6058-73), титану (ПТК-1(2), ТУ 14-22-57-92) та бронзи (БрО5Ц5С5, ГОСТ 613-79). Металополімери готували шляхом сухого змішування компонентів в обертovому електромагнітному полі за допомогою феромагнітних часток. Приготовлені таким чином суміші таблетували та перероблювали у виробі методом компресійного пресування.

Лабораторні випробування матеріалів на абразивне зношування проводили згідно з ГОСТ 11012-69 [6] на машині Неккерт. За одиницю вимірювання взято показник абразивного стирання (V_i^3 , $\text{см}^3/\text{м}$).

Результати дослідження. Лабораторні дослідження металополімерів (рис. 3) показали, що показник абразивного стирання металополімерів визначається ступенем наповнення та сягає мінімуму при вмісті наповнювача 15 мас.%, це обумовлено підвищенням міцності та модуля Юнга композитів [7]. Така залежність свідчить про гарну адгезію між наповнювачами та полімерною матрицею. При підвищенні вмісту наповнювачів до 20 мас.% пластичність матеріалів зменшується до критичного значення, що веде до певного підвищення показника абразивного стирання.

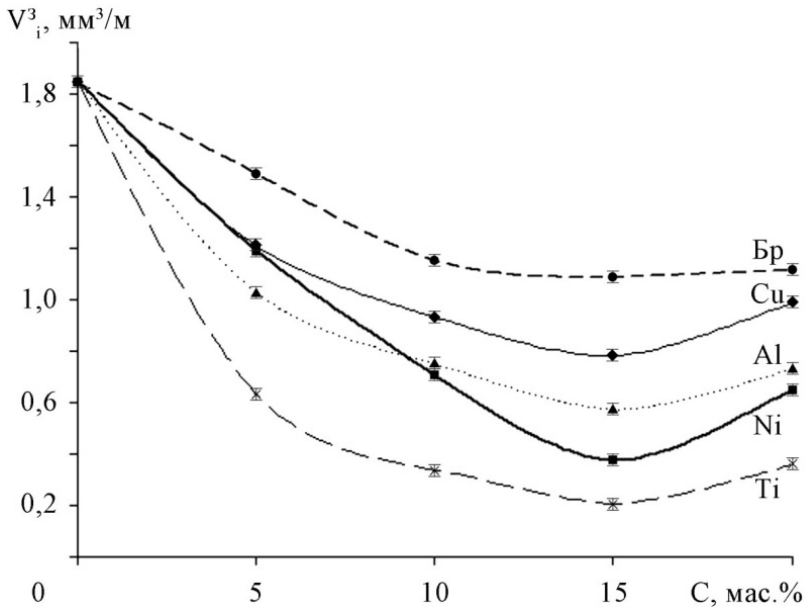


Рис. 3. Залежність абразивного показника стирання від природи і вмісту наповнювача

Як відзначають автори роботи [8], при зношуванні полімерів закріпленими абразивними частками деякі нерівності проорюють матеріал, інші – ріжуть. Зі зменшенням пластичності полімеру, внаслідок його наповнення 20 мас.% металевих часток, абразивне зношування відбувається за рахунок мікророзтріскування, матеріал видаляється через крихке руйнування, коли прилегли до канавок бічні тріщини перетинаються з тріщинами від інших канавок. Про такий характер зношування свідчить підвищення шорсткості поверхні (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність шорсткості від природи і вмісту наповнювача

Вміст, мас.%	Al	Бр	Cu	Ti	Ni
5	0,844	0,921	0,875	0,824	0,865
10	0,810	0,890	0,825	0,646	0,796
15	0,759	0,833	0,762	0,731	0,750
20	0,773	0,859	0,776	0,740	0,769

Зважаючи, що найменшим абразивним зносом (у 6 разів менший за показник для ненаповненого фенілону) характеризується металополімер, наповнений Ti, прийнято рішення провести виробничі випробування з метою порівняння на зносостійкість і працездатність серійних та експериментальних деталей.

Випробування проводили на базі елеватора ПП «Соснова», розташованого на території с. Соснова, Київської обл., що знаходиться на сервісному обслуговуванні ТОВ К-В Ф «АПЕКС».

Об'єктами досліджень обрані ланцюгові конвеєри виробництва Jiangsu MUYANG Group (КНР), у які було встановлено (акт встановлення №1 від 01.08.2016 року) підтримуючі ролики (рис. 4) та підшипники ковзання (рис. 5) з металополімеру, наповненого титаном у кількості 32 шт.

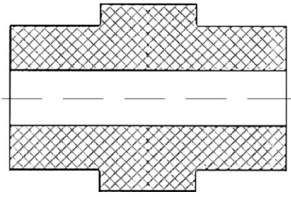


Рис. 4. Схема підтримуючого ролика

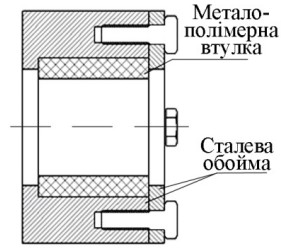


Рис. 5. Схема підшипника ковзання з металополімерною втулкою

Згідно з актами випробувань у період з 01.08.2016 р. по 31.10.2016 р. за 900 робочих мотогодин експериментальні ролики відмінно пропрацювали в режимі без змащення (середнє лінійне зношування складо 0,05 мм) та залишилися придатними для подальшої експлуатації. В той же час у ланцюгових конвеєрах, де встановлено серійні ролики з поліаміду-6, довелося підтягувати ланцюг за допомогою натяжного пристрою (лінійне зношування складо 0,28 – 0,35 мм).

Що стосується підшипників ковзання з металополімерними втулками, то вони відпрацювали в режимі тертя без змащування без жодних зауважень і залишилися придатними для подальшої експлуатації (середнє лінійне зношування 0,02 мм).

Висновок. Лабораторними та виробничими випробуваннями підтверджено ефективність і доцільність використання розроблених металополімерів для виготовлення підтримуючих роликів та втулок підшипників ковзання ланцюгових конвеєрів в сільськогосподарському обладнанні. Встановлено, що показник абразивного стирання металополімерів визначається ступенем наповнення та сягає мінімуму при вмісті наповнювача 15 мас.%. При цьому, введення металевих наповнювачів зменшує показник абразивного стирання в 1,5...6 разів. Показано, що заміна серійних деталей, виготовлених з поліаміду-6, металополімерними збільшує надійність та довговічність вузлів тертя у зернових транспортерах.

Список літератури

1. Костецкий Б.И. Трение смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. – К.: Техника, 1970. – 394 с.
2. Quels sont les modes de degradation de surface par usure des pieces mecaniques // Matériaux et Techniques. – 1989. – Vol. 77, No 1-2. – P. 24 – 29.
3. Беркович И.И. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: Самарский гос. техн. ун-т., 2000. – 268 с.
4. Ибатуллин И.Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев: [монография] / И.Д. Ибатуллин. – Самара: Самарский гос. техн. ун-т, 2008. – 387 с.: ил.
5. Зерновые транспортеры [Электронный ресурс] // Пресо. – Режим доступа к статье: <http://www.presco.lv/ru/zernovije-transporteri>.
6. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ : ГОСТ 11012-69. – [Введен в действие 1969-06-30] – М.: Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при совете министров СССР, 1969. – 13 с. – (Государственный стандарт союза ССР).
7. Мышкин Н.К. Трибология. Принципы и предложения / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. – Гомель: ИММС НАНБ, 2002. – 310 с.
8. Буря А.И. Характеристики процесса разрушения металлополимеров при сжатии / А.И. Буря, Е.А. Ерѐмина // Технологические системы. – 2016. – № 1 (74). – С. 46 – 50.

A. I. BURYA, YE. A. YERIOMINA, S. P. YAKOVLEV

METAL-CONTAINING POLYMERS IN GRAIN CHAIN CONVEYORS

Laboratory and production tests were conducted to increase the reliability and durability of grain chain conveyors. It is established that the index of abrasive abrasion of metal-containing polymers is determined by the degree of filling and reaches a minimum with a filler content of 15 weight percent. At the same time, the introduction of metallic fillers reduces the abrasion factor of 1.5 – 6 times. It is shown that the replacement of serial parts, made of polyamide-6, with metal-containing polymer increases the reliability and durability of friction units in grain chain conveyors.

Keywords: metal-containing polymers, aromatic polyamide phenylone (Nomex), aluminum, bronze, copper, nickel, titanium, abrasive wear.

References

1. Kosteckij B.I. Trenie smazka i iznos v mashinah / B.I. Kosteckij. – K.: Tehnika, 1970. – 394 s.
2. Quels sont les modes de degradation de surface par usure des pieces mécaniques // Matériaux et Techniques. – 1989. – Vol. 77, No 1-2. – P. 24 – 29.
3. Berkovich I.I. Tribologija. Fizicheskie osnovy, mehanika i tehnicheckie prilozhenija / I.I. Berkovich, D.G. Gromakovskij; pod red. D.G. Gromakovskogo. – Samara: Samarovskij gos. tehn. un-t., 2000. – 268 s.
4. Ibatullin I.D. Kinetika ustalostnoj povrezhdaemosti i razrushenija poverhno-stnyh sloev: [monografija] / I.D. Ibatullin. – Samara: Samarovskij gos. tehn. un-t, 2008. – 387 s.: il.
5. Zernovye transportery [Elektronnyj resurs] // Preco. – Rezhim dostupa k stat'e: <http://www.preco.lv/ru/zernovije-transporteri>.
6. Plastmassy. Metod ispytaniya na abrazivnyj iznos : GOST 11012-69. – [Vveden v dejstvie 1969-06-30] – M.: Komitet standartov, mer i izmeritel'nyh priborov pri sovete ministrov SSSR, 1969. – 13 s. – (Gosudarstvennyj standart sojuza SSR).
7. Myshkin N.K. Tribologija. Principy i predlozhenija / N.K. Myshkin, M.I. Petrokovec. – Gomel': IMMS NANB, 2002. – 310 s.
8. Burja A.I. Harakteristiki processa razrushenija metallopolimerov pri szhatii / A.I. Burja, E.A. Erjomina // Tehnologicheskie sistemy. – 2016. – № 1 (74). – S. 46 – 50.

Буря Олександр Іванович – професор, канд. техн. наук, професор кафедри фізики конденсованого стану, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Дніпробудівська, 2.
ol.burya@gmail.com.

Єр'оміна Катерина Андріївна – молодший науковий співробітник науково-дослідної частини кафедри фізики конденсованого стану, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Дніпробудівська, 2.
eka.yeriomina@gmail.com.

Яковлєв Станіслав Петрович – студент кафедри промислової біотехнології та загальної хімії, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Дніпробудівська, 2.