основних параметрів. Тому є потреба розробки універсальних математичних моделей формування зовнішніх навантажень на силові елементи конвеєрних ставів на шляху створення довершених за металомісткістю конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Транспорт на гірничих підприємствах: підруч. для ВУЗів / під заг. ред. проф. М.Я.Біліченка. – Дніпропетровськ: НГУ, 2005. – 636с.
2. Транспортно-складська логістика гірничих підприємств: навч. посіб. / за ред. В.О.Будішевського, Л.Н.Ширіна. – Дніпропетровськ: НГУ, 2010. – 433с.
3. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / [В.И.Галкин, В.Г.Дмитриев, В.П.Дьяченко и др.]. – М.: МГТУ, 2005. – 543с.
4. Биличенко Н.Я. К вопросу совершенствования конвейерных ставов / Н.Я.Биличенко, В.Ф.Кучеренко, О.А.Бейгул // Подъемно-транспортные элементы с применением конвейерного транспорта и АСУ: краткосрочный семинар, 29-30 ноября 1977 г.: материалы. – Ленинград, 1977. – С.59-62.
5. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А.Дьяков, Л.Г.Шахмейстер, В.Г.Дмитриев [и др.]; под ред. А.О.Спиваковского. – М.: Недра, 1982. – 349с.
6. Ефименко Л.И. Долговечность опорных конструкций ленточных конвейеров с регулируемым приводом / Л.И.Ефименко, М.П.Тиханский // Вестник Криворожского национального университета. – Кривой Рог: КНУ. – 2012. – Вып. 30. – С.3-5.
7. Postfrei-Container ams Cr/Ni-stahl. – Fördern und Heben. – 1969. – 19, №5. – S.313.
8. Полухин В.Т. Эксплуатация мощных конвейеров / В.Т.Полухин, Г.И.Гуленко. – М.: Недра, 1986. – 344с.
9. Монастырский В.Ф. Разработка методов и средств управления надежностью мощных ленточных конвейеров: дис. … доктора техн. наук: 05.05.06 / Монастырский Виталий Федорович. – Днепропетровск, 1991. – 345с.
10. Єфіменко Л.І. Підвищення ефективності роботи важкого стрічкового конвеєра / Л.І.Єфіменко, М.П.Тиханський // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Ріг: КНУ. – 2014. – Вип. 36. – С.109-113.

Надійшла до редколегії 05.09.2017.

УДК 622.61

БЕЙГУЛ О.О., д.т.н., професор
ДОБРИК О.В., к.т.н., доцент
БЕЙГУЛ В.О., к.т.н., доцент
ЛЕПЕТОВА Г.Л. к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА СТАВ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Вступ. Навантаження конвеєрного ставу відбувається передачею зусиль від стрічки з вантажем на став через роликоопори [1, 2]. При цьому, незалежно від конструктивної схеми ставу, важливо знати, яким слід приймати розрахункове навантаження на кожну роликоопору. У статичному положенні конвеєра погонна маса вантажу, складена з погонною масою стрічки, належним чином приведена до однієї роликоопори і визначає навантаження на кожну роликоопору.

Постановка задачі. При русі стрічки навантаження на роликоопору збільшується внаслідок динамічної взаємодії потоку з роликоопорами. При визначенні розрахункових навантажень на конвеєрний став найбільш загальний випадок вантажу, який транспорту-

ється, – крупні куски з підсипкою. Дослідження гранулометричного складу вантажів і частоти проходження великих кусків наведені у роботі [3], де показано, що в загальному випадку дрібні фракції з розмірами до 0,1 В (В – ширина стрічки) складають 60-70% вантажопотоку, фракції з розмірами до 0,2 В – 15-20% і крупні куски, розміри яких співрозмірні з шириною стрічки, – 10-15%. Крім того, у цій роботі показано, що крупні куски містяться на стрічці з інтервалом, який співрозмірний з кроком установки роликоопор. Це дає підстави загальний вантажопотік представити як суму окремих вантажопотоків: безперервний вантажопотік мілких фракцій і дискретний потік крупних кусків:

$$q = \sum_{i=1}^{n} q_i \,, \tag{1}$$

де q – погонна маса вантажопотоку, кг/м;

q_i – погонна маса *i*-ї складової повного вантажопотоку, кг/м.

Результати роботи. При русі стрічки кожний вантажопотік взаємодіє з роликоопорами зі своїми коефіцієнтами динамічності. Динамічне навантаження, яке діє на кожну роликоопору, згідно з виразом (1) можна подати у наступному вигляді:

$$P_{\partial} = gS\sum_{i=1}^{n} k_{\partial i} q_i \,, \tag{2}$$

де P_{∂} – динамічне навантаження, яке діє на роликоопору, Н;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2;

S – відстань між сусідніми роликоопорами, м;

$k_{\partial i}$ – коефіцієнт динамічності для *i*-ї складової вантажопотоку.

Для крупношматкових вантажопотоків, маючи на увазі гранулометричні дослідження роботи [3], формулу (2) можна переписати у наступному вигляді:

$$P_{\partial} = gS\left[k_{\partial 1}(0{,}60 \div 0{,}70)q + k_{\partial 2}(0{,}15 \div 0{,}20)q + k_{\partial 3}(0{,}10 \div 0{,}15)q + k_{\partial 4} q_c\right], \tag{3}$$

де $k_{\partial 1}$ – коефіцієнт динамічності для потоку фракцій до 0,1 В;

$k_{\partial 2}$ – коефіцієнт динамічності для потоку фракцій до 0,2 В;

$k_{\partial 3}$ – коефіцієнт динамічності для потоку крупних кусків;

$k_{\partial 4}$ – коефіцієнт динамічності для стрічки.

Слід зазначити, що сума коефіцієнтів у круглих дужках формули (3) має дорівнювати одиниці. Для однорідних потоків формула (3) приймає більш простий вигляд:

$$P_{\partial} = gS\left(k_{\partial} q + k_{\partial 4} q_c\right), \tag{4}$$

де k_{∂} – коефіцієнт динамічності для фракцій превалюючого потоку.

Коефіцієнти динамічності пропонується приймати за результатами відомих досліджень. Користуючись даними роботи [4], можна рекомендувати наступні коефіцієнти динамічності: для порожньої стрічки $k_{\partial} = 1$, для дрібнозернистого вантажу $k_{\partial} = 1$, для потоку з кусків розмірами до 0,1 В $k_{\partial} = 1{,}2$, для потоку з кусків розмірами до 0,2 В $k_{\partial} = 1{,}5$.

Стосовно визначення коефіцієнтів динамічності для крупношматкового вантажу можна відзначити, що коефіцієнти динамічності залежать від ряду факторів, в першу чергу від швидкості транспортування. В цьому спостерігається певна розбіжність результатів у визначенні коефіцієнта динамічності, наприклад, при $v = 1{,}7$ м/с $k_{\partial} = 1{,}4$ [3], $k_{\partial} = 1{,}7$ [4], $k_{\partial} = 1{,}47 \div 2{,}43$ [5]. Усереднені значення у цій розбіжності дає робота [4], крім того, у цій роботі досліджено найбільш широкий діапазон швидкостей, до $v = 8$ м/с.

Все наведене вище дає підстави рекомендувати для практичних розрахунків залежності коефіцієнтів динамічності від швидкості транспортування з роботи [4], рис.1, де прийнято наступні позначення: 1 – одиничний кусок, жорстка роликоопора; 2 – кусок у гірничій масі, жорстка роликоопора; 3 – одиничний кусок, піддатлива роликоопора; 4 – кусок у гірничій масі, піддатлива роликоопора.

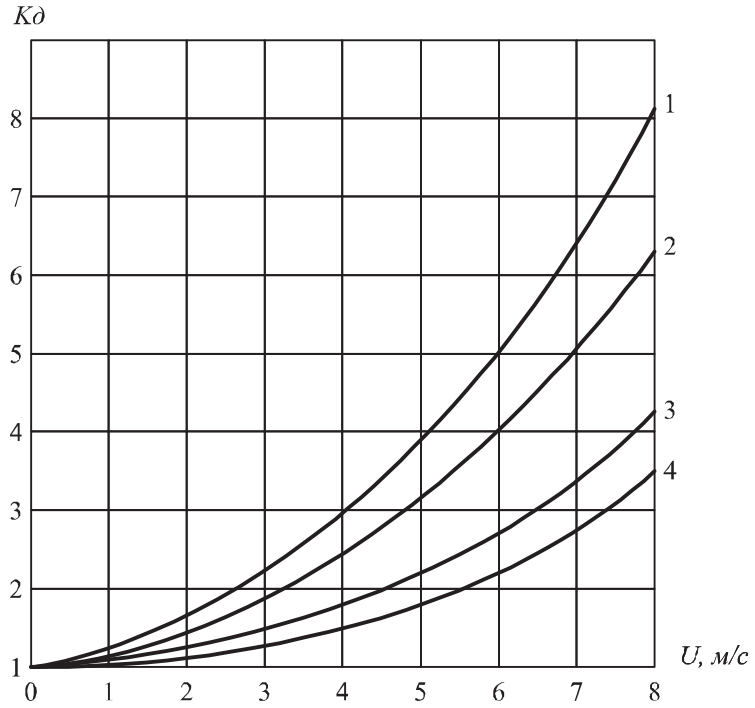


Рисунок 1 – Залежності коефіцієнтів динамічності від швидкості транспортування *v*

У роботі [5] представлено графік залежності коефіцієнта динамічності від швидкості транспортування, побудований в результаті експериментального дослідження руху одиничного куска руди масою 100 кг по жорстких роликоопорах, відстань між якими складає 0,6 м (рис.2).

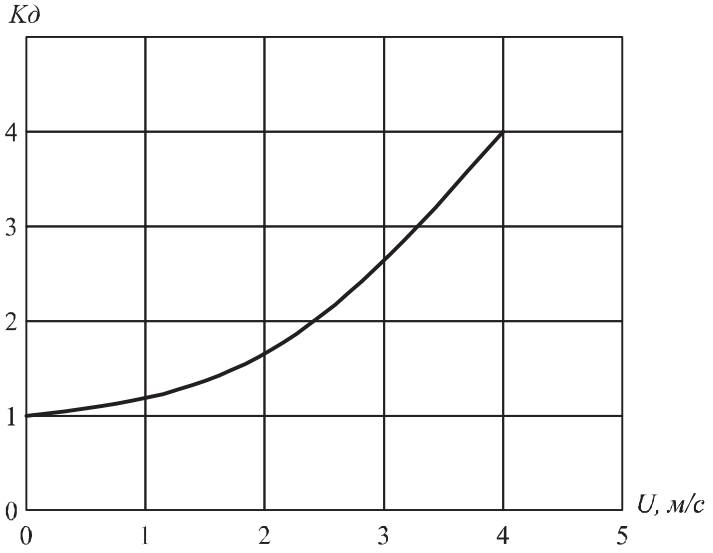
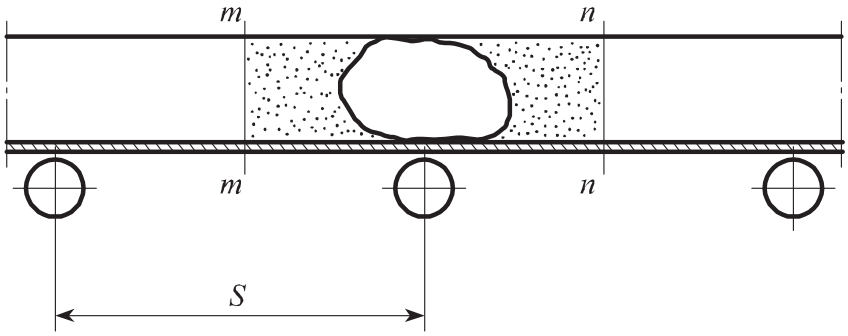
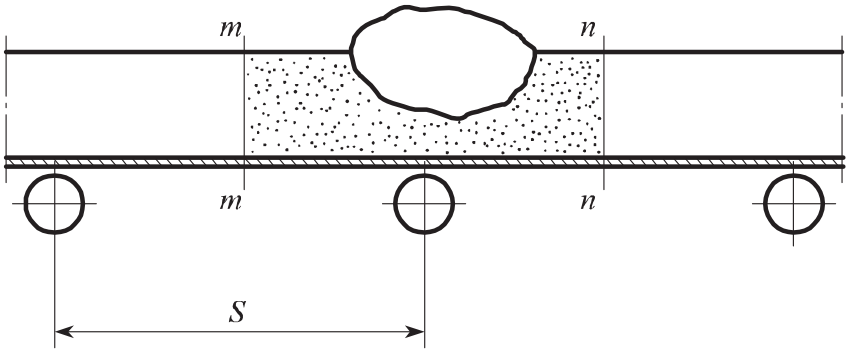


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта динамічності K_{∂} від швидкості транспортування *v* одиничного куска масою 100 кг

Рух крупних шматків у загальній масі вантажопотоку може відбуватися двома способами [6-8], зображеними на рис.3. У першому випадку (рис.3, а) крупний шматок лежить безпосередньо на стрічці, у другому випадку (рис.3, б) – на шарі дрібних фракцій. Оскільки немає ніяких гарантій, що кусок буде знаходитися саме на підсипці, то в якості розрахункового випадку слід приймати перший і коефіцієнти динамічності слід приймати по графіках для кусків без підсипки (рис.1). Перетинами *m-m* та *n-n* на рис.3 виділена маса матеріалу, яка утворює навантаження на роликоопору.



а



б

Рисунок 3 – Рух крупних кусків у потоці вантажу

Таким чином, на основі аналізу певного списку науково-дослідних робіт отримано формули для визначення динамічних навантажень на роликоопори: формула (3) – для найбільш загального випадку вантажопотоку, формула (4) – для однорідних вантажопотоків.

Ці навантаження, будучи складеними з силами тяжіння роликоопор, дають розрахункові навантаження, які діють на конвеєрний став:

$$P_p = g\left(m_{po} + S\sum_{i=1}^{n} k_{\partial i} q_i \right), \qquad (5)$$

де P_p – розрахункове навантаження на став з боку роликоопори, Н;

m_{po} – маса роликоопори, кг.

Другий доданок у формулі (5) приймає вигляд формули (3) для найбільш загального випадку вантажопотоку або формули (4) для однорідних вантажопотоків. Вираз (5) дозволяє отримувати розрахункове навантаження при будь-якому відомому фракційному складі вантажу, що є основою проектувальних розрахунків на міцність конвеєрних ставів.

Висновки. Розроблено математичну модель формування розрахункових навантажень на прогони конвеєрних ставів шляхом розчленування вантажопотоків на окремі

фракції зі своїми коефіцієнтами динамічності, що дає змогу виходити на розрахункові навантаження та проектувальні розрахунки на міцність силових елементів ставів стрічкових конвеєрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Транспорт на гірничих підприємствах: підруч. для ВУЗів / під заг. ред. проф. М.Я.Біліченка. – Дніпропетровськ: НГУ, 2005. – 636с.
2. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / [В.И.Галкин, В.Г.Дмитриев, В.П.Дьяченко и др.]. – М.: МГТУ, 2005. – 543с.
3. Монастырский В.Ф. Исследование путей снижения поперечных смещений ленты на груженой ветви конвейеров, транспортирующих крупнокусковые грузы в условиях горных предприятий: дис. … канд. техн. наук: 05.05.06 / Монастырский Виталий Федорович. – Днепропетровск, 1975. – 218с.
4. Взаимодействие груза с роликами линейной части конвейера / [Кузнецов Б.А., Смирнов В.К., Монастырский В.Ф. и др.] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск: Укрметаллургинформ «НТА». – 1973. – Вып. 4. – С.54-57.
5. Коваль А.В. Исследование опорных элементов ленточных конвейеров, транспортирующих крупнокусковые грузы на горнорудных предприятиях: дис. … канд. техн. наук: 05.05.06 / Коваль А.В. – Днепропетровск, 1975. – 173с.
6. Бондарев В.С. Исследование транспортирования крупнокусковых материалов ленточными конвейерами / В.С.Бондарев, И.С.Петухов // Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. – Киев: Техника. – 1968. –№7. –С. 91-96.
7. Новиков Е.Е. Теория ленточных конвейеров для крупнокусковых горных пород / Е.Е.Новиков, В.К.Смирнов. – Киев: Наукова думка, 1983. – 184с.
8. Определение основных характеристик потока крупнокускового груза, необходимых при расчетах ленточных конвейеров / [Е.Н.Новиков, В.Ф.Монастырский, Г.К.Демин, Н.И.Лисица] // Механика горных машин. – Киев: Наукова думка. – 1980. – С.49-55.

Надійшла до редколегії 05.09.2017.

УДК 622.673

БІЛОУС О.І., к.т.н., доцент
ПЕРФИЛЬЄВА Ю.М., аспірант
МЕДВЕДЬ Т.К., студент
ОГАР К.І., студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

СТРІЧКА КОНВЕЄРА ВІДВЕДЕННЯ ВОДИ ПІСЛЯ ПРОМИВАННЯ СИРОВИНИ

Вступ. Постачання на зовнішні ринки переробленої сільськогосподарської сировини – актуальна задача. На переробних підприємствах сільськогосподарську сировину після миття транспортують. Суміщення технологічних процесів миття та транспортування продукції підвищує ефективність виробництва та рівень його механізації. В процесі переміщення похилим стрічковим конвеєром залишки води стікають стрічкою. На горизонтальному конвеєрі вона переміщується разом із завантаженою насипом сільськогосподарською сировиною. Для відведення зайвої вологи під час транспортування доцільно застосувати стрічку з отворами [1]. Обсяги споживання стрічок з отворами обмежені. Спорудження спеціальних потужностей для їх виробництва недоцільне. Використання стрічок масового виробництва зі спеціальними отворами дозволяє вирішити задачу виробництва стрічок для конвеєрів часткового зневоднення сировини. Це вимагає дослідження впливу отворів на тягову спроможність стрічок.