

УДК 622.61

## **ОЦІНКА ПРИПУСТИМОГО КОНТАКТНОГО ЗУСИЛЛЯ ПІД ЧАС ВІБРАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ КОНВЕЄРНИХ СТРІЧОК**

Будішевський В.О., канд. техн. наук, проф., Ареф'єв Є.М., інж., Хіщенко М.В., канд. техн. наук, доц., Мерзлікін А.В., канд. техн. наук, Лавшонок А.В., канд. техн. наук, доц.,  
Донецький національний технічний університет

*Проведено оцінку припустимого контактної зусилля, яке може сприймати конвеєрна стрічка під час вібраційного очищення*

*The authors have estimated maximum permissible contact force affecting a conveyer belt in the process of vibratory cleaning.*

### ***Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.***

Незадовільне очищення конвеєрних стрічок є причиною зношування дорогих елементів конвеєра й збільшення кількості його аварійних зупинок. Збирання просипу, що утворився в результаті незадовільного очищення - трудомістка й небезпечна ручна праця. Вирішити проблему утворення просипу в підконвеєрному просторі можна шляхом підвищення ефективності очищення конвеєрних стрічок.

Перспективним напрямком очищення конвеєрних стрічок є використання очисників, що реалізують безконтактний вібраційний вплив на забруднюючу примазку. Дані очисники володіють рядом незаперечних переваг: виведення робочого органа очисника із забрудненої зони й виключення взаємного зношування робочої обкладки конвеєрної стрічки й робочого органа самого очисника, забезпечення незмінного в часі ступеня очищення й т.д.

### ***Аналіз досліджень та публікацій.***

У загальному випадку всі вібраційні очисники конвеєрних стрічок містять у собі наступні елементи: двигун, передача, віброзбуджувач і робочий орган [1]. Принцип дії очисників даного типу заснований на взаємодії робочого органу, найчастіше виконаного у вигляді циліндричного ролика, з конвеєрною стрічкою [2]. При такій взаємодії в стрічці виникають контактні напруги.

У наявній літературі з питань віброочистки конвеєрних стрічок немає рекомендацій з визначення граничної по контактному навантаженню сили взаємодії робочого органу очисного пристрою з конвеєрною стрічкою.

**Постановка задачі.**

При силевій взаємодії робочого органа очисника з конвеєрною стрічкою в останній виникають контактні напруги, при певній величині яких стрічка може вийти з ладу. У зв'язку із цим становить практичний інтерес оцінка припустимого зусилля, що виникає при взаємодії робочого органа віброочисника з конвеєрною стрічкою.

**Викладення матеріалу та результати.**

Розрахункова схема взаємодії робочого органу віброочисника з конвеєрною стрічкою представлена на рисунку 1. На рисунку показаний ролик 1 радіусом  $\rho_1$ , що вдаряє із силою  $F$  по стрічці 2 по середині прольоту  $l$  між роликоопорами 3. Стрічка 2 в момент удару прогинається щодо прямолінійного положення на величину  $f$ , в результаті чого має в зоні контакту з роликом 1 радіус кривизни  $\rho_2$ .

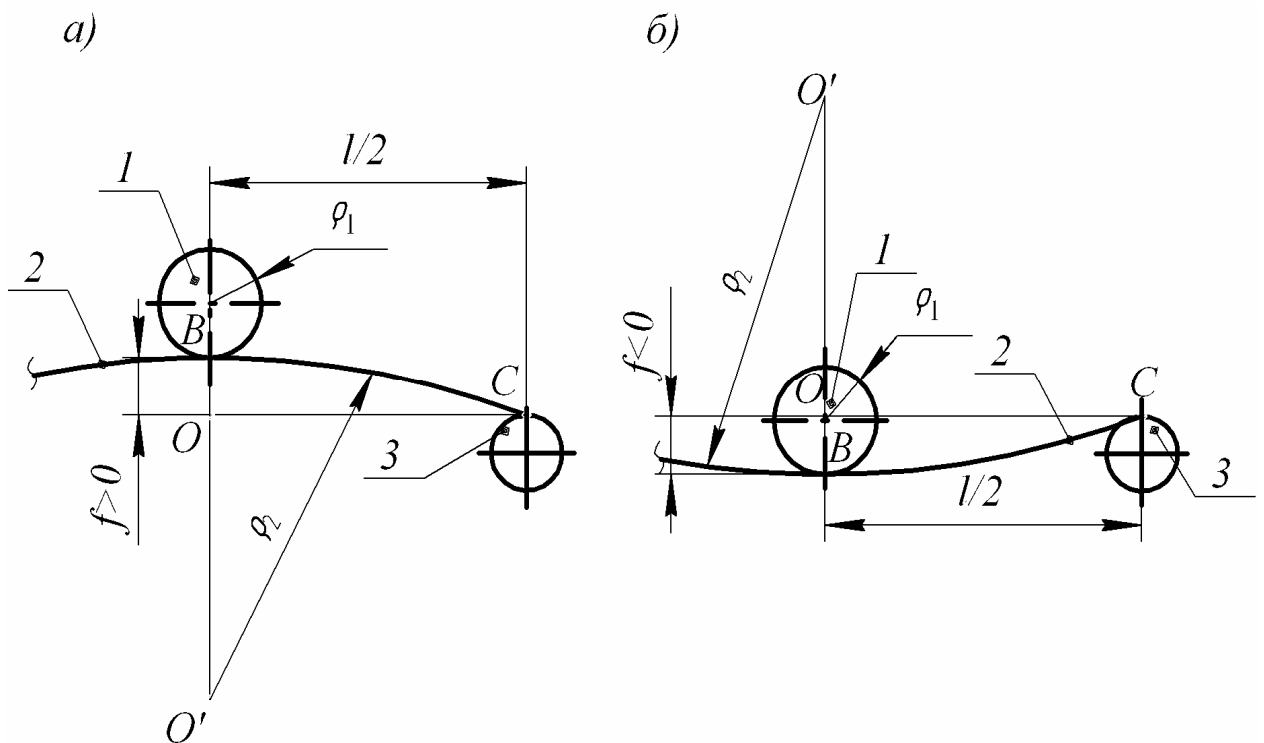


Рисунок 1 - Схема взаємодії робочого органу віброочисника з конвеєрною стрічкою.

Варто розглядати два варіанти схеми силової взаємодії ролика зі стрічкою залежно від форми коливань стрічки:

- ролик ударяє по опуклій стрічці (рис. 1, а;  $f > 0$ );
- ролик ударяє по ввігнутій стрічці (рис. 1, б;  $f < 0$ ).

Між роликоопорами стрічка прогинається по ланцюговій лінії, яка при характерних для системи віброочищення параметрах близька до дуги кола.

Контактні напруги, що виникають у неробочій обкладці стрічки при її взаємодії з робочим органом вібраційного очисного пристрою можна визначити за допомогою формули Герца для контакту двох циліндрів:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{E_{np} F}{2\pi(1-\mu^2)\rho_{np} B}}, \quad (1)$$

де  $B$  - ширина стрічки;

$E_{np}$  - наведений модуль пружності,

$$E_{np} = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}, \quad (2)$$

$E_1, E_2$  - модулі пружності відповідно робочого органу очисного пристрою й неробочої обкладки конвеєрної стрічки,  $E_1 = 2 \cdot 10^5$  МПа для точеного сталевого ролика й (1...10) МПа – для футерованого гумою,  $E_2 = (1...10)$  МПа;

$\rho_{np}$  - наведений радіус кривизни,

$$\rho_{np} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}, \quad (3)$$

$\rho_1, \rho_2$  - радіуси кривизни робочого органу очисного пристрою й прогину конвеєрної стрічки між роликоопорами в місці очищення;

$\mu$  - коефіцієнт Пуассона, для гуми  $\mu = 0,5$ .

Прийнявши, що прогин стрічки між роликоопорами має бути апроксимований дугою окружності, можна одержати:

$$\rho_2 = \frac{f^2 + (l/2)^2}{2f}. \quad (4)$$

Використовуючи вираження (1) з урахуванням (2), (3) і (4) визначимо максимально можливе зусилля в контактні робочого органу очисного пристрою зі стрічкою з урахуванням того, що значення контактної напруги, що допускається, при динамічному навантаженні в 3 рази менше, ніж при статичному навантаженні:

$$F_{дон} = \frac{[\sigma_H]^2 \pi(1-\mu^2)\rho_1 (f^2 + (l/2)^2) (E_1 + E_2) B}{9E_1 E_2 (2\rho_1 f + f^2 + (l/2)^2)}, \quad (5)$$

де  $[\sigma_H]$  - припустима контактна напруга в конвеєрній стрічці,  $[\sigma_H]=1 \cdot 10^6$  Па.

Аналіз залежності (5) показав, що знак величини прогину стрічки  $f$  не впливає на значення чисельника цього вираження й впливає тільки на перший доданок знаменника. При характерних для стрічкових конвеєрів, використовуваних у гірській промисловості, значеннях довжини прольоту  $l = (1,5 \dots 2,5)$  м [3], можливих значеннях радіуса ролика віброочисника  $\rho_1 = (0,05 \dots 0,15)$  м і прогинах стрічки до 0,3 м першим і другим доданком у знаменнику вираження (5) можна зневажити, що дасть погрішність розрахунку не більше 5 %. В результаті вираження для визначення припустимого зусилля в контакті робочого органу віброочисника й стрічки прийме вигляд:

$$F_{\text{доп}} = \frac{[\sigma_H]^2 \pi (1 - \mu^2) \rho_1 (E_1 + E_2) B}{9 E_1 E_2} \quad (6)$$

Припустиме зусилля при контакті стрічки з футерованим робочим органом майже у два рази більше максимально можливого зусилля при контакті стрічки зі сталевим робочим органом та суттєво залежить від діаметра ролика та властивостей матеріалу його футеровки (рис. 2).

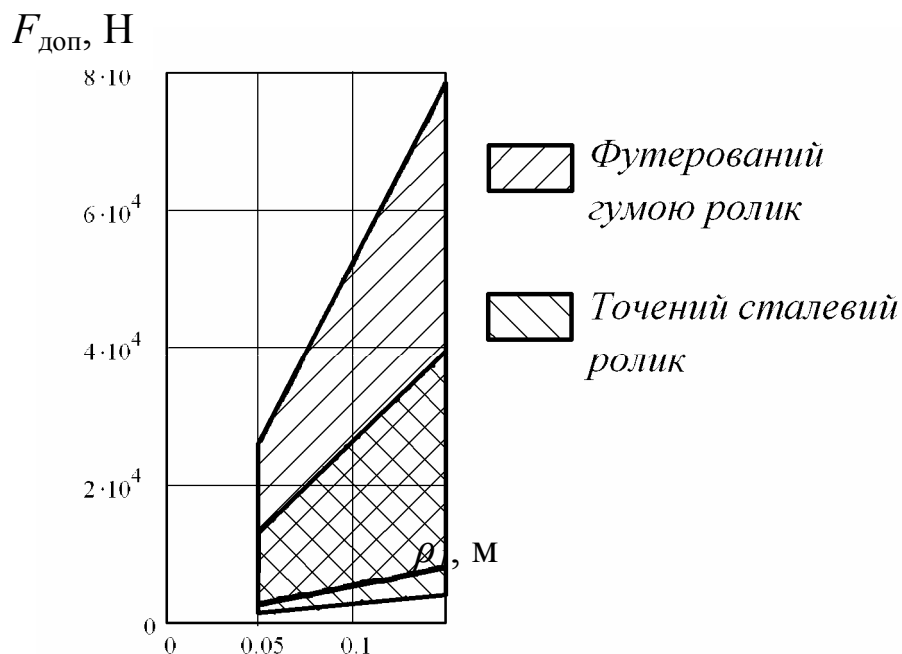


Рисунок 2 – Залежність припустимого зусилля під час контакту робочого органу віброочисного пристрою зі стрічкою залежно від його радіуса й матеріалу

***Висновки та напрямки подальших досліджень.***

1. Отримано залежність, що пов'язує припустиме контактне зусилля, що виникає під час контакту стрічки й робочого органу віброочисного пристрою з такими його параметрами як радіус і модуль пружності; припустиме контактне зусилля збільшується практично у два рази при використанні футерованого гумою ролика віброочисника.

2. Необхідна оцінка впливу процесу віброочистки на інші характеристики напружено-деформованого стану стрічки, наприклад, деформації розтягання каркаса стрічки внаслідок її поперечних коливань.

Список джерел.

1. Будишевский В.А., Хиценко Н.В., Арефьев Е.М. Структурный анализ и синтез средств вибрационной очистки конвейерных лент // Уголь Украины. – 2007. - №3.
2. Тарасов Ю.Д. Очистка конвейерных лент и подконвейерного пространства.- М.: Недра, 1993. 192 с.
3. Справочник по шахтному транспорту. Под. ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П. Ремизова. М.: «Недра», 1977. 624 с.

*Дата поступления статьи в редакцию: 31.10.08*