

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ РОЛИКІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Аналіз проблеми. На рівень конкурентоспроможності гірничодобувних технологій впливає цілий ряд факторів, починаючи з властивостей гірських порід і закінчуючи системою управління підприємством. Однак основними витратами при видобутку корисних копалин залишаються витрати на роботу гірничо-транспортних комплексів. Ефективним заходом зменшення цих витрат є використання при організації видобутку потокової і поточно-циклічної технології шляхом використання конвеєрного транспорту. З усіх існуючих типів конвеєрів, незважаючи на обмеження по крупності, абразивності і слабку стійкість до ударних навантажень, все більшого поширення в гірській промисловості знаходять стрічкові. На їх частку в загальному обсязі переміщення сипучих вантажів припадає 12 %, що пояснюється високою продуктивністю і можливістю повної автоматизації транспортно-перевантажувального процесу.

Метою роботи є аналітичне обґрунтування параметрів конструкції елементів конвеєрних роликів за критеріями надійності і їх застосування з меншими масогабаритними параметрами, що дозволить не тільки збільшити їх ресурс, а й ресурс конвеєра в цілому за рахунок зменшення динамічних навантажень в режимі пуску, викликаних інерцією обертових частин ролика.

Основний матеріал. Істотним недоліком, який стримує використання стрічкових конвеєрів, є їх низькі показники надійності, а саме довговічність, яка пояснюється насиченістю конструкції незалежно від типу роликкоопор. При нормальних умовах експлуатації ресурс ролика в кілька разів менше ресурсу конвеєра. Низький ресурс складових елементів конвеєрних роликів, підшипникових вузлів, є основною причиною виходу з ладу, як самих роликів, так і конвеєрів в цілому. Саме обґрунтуванню параметрів конструкції елементів конвеєрних роликів за критеріями надійності, присвячене дане дослідження.

Серед кар'єрних і підземних стрічкових конвеєрів можливо виділити традиційно прийнятну конструкцію ГОСТ 25722-83 (В. РЕВ 1331-78) [1], в якій застосовуються уніфіковані елементи. Головні параметри роликкоопор визначаються в залежності від ширини стрічки

і стандартизовані за ГОСТ 22645-77 "Конвеєри стрічкові. Роликоопори. Типи і основні розміри" [2]. Даний стандарт поширюється на всі типи жорстких роликоопор крім гірляндних, які за своєю конструкцією підшипникових корпусів роликів подібні жорстким.

Для встановлення значень головних параметрів конвеєрів гірської промисловості, розглянемо основні типи конвеєрів, які випускаються серійно, і знайшли найбільше застосування (табл. 1) [3]. До основних параметрів конвеєрів, які суттєво впливають на конструкцію і ресурс ролика, відносять: вагову продуктивність; швидкість руху стрічки; ширину і тип стрічки; діаметр, вагу і довжину роликів; умови роботи. Встановлений термін служби для конвеєрів коливається від 2,6 - 6 років, проте термін служби конвеєрних роликів становить 1,2 року.

Навантаження, які діють на ролики залежать від виду і конструкції роликоопор, які поділяються на роликоопори верхньої (навантаженої) і нижньої (холостої) гілки. Роликоопори також поділяються на рядові, які складають основну кількість несучих роликоопор і на спеціальні: амортизуючі, центруючі і ін. В даному дослідженні головна увага приділена роботі рядових роликоопор по причині відносно найбільшого обсягу використання і виходу з ладу. У загальному випадку навантаження, які діють на роликоопору, складаються з навантажень від складових ваги матеріалу, що транспортується, стрічки і обертальних частин ролика (рис. 1).

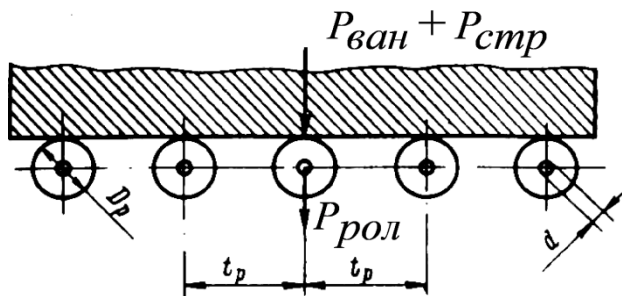


Рис. 1. Схема навантаження ролика: D_p - діаметр ролика; d - внутрішній діаметр підшипника; $P_{ван}$ - навантаження від дії матеріалу, що транспортується; $P_{стр}$ - навантаження від ваги стрічки; $P_{рол}$ - навантаження від ваги ролика; t_p - відстань між роликооперами

Сумарна нагрузка, яка діє на ролик:

$$P = P_{\text{ван}} + P_{\text{стр}} + P_{\text{рол}} \quad (1)$$

Навантаження, що діють на роликоопору від дії матеріалу, який транспортується при повному навантаженні:

$$P_{\text{ван}} = \frac{Qt_p}{1.08v} \quad (2)$$

де: Q - продуктивність конвеєра [т/Г] (табл. 1); v - швидкість [м/с] (табл. 1); t_p - відстань між роликооперами, уніфіковані значення 1,0 м і 1,2 м (1,5 м).

Таблиця 1

Технічні характеристики конвеєрів гірничої промисловості

Параметр	Конвеєри							
	1Л80У 1Л80У- 2 2Л80У 2Л80У- 01 2Л80У- 10; 2Л80У- 11	2Л100У. 1Л100У0- 1 2Л100У 2Л100У- 01 3Л100У 3Л100У- 02	1ЛТ100У. 2ЛТ100У 2ЛТ100У- 01	2ЛН100 2ЛН100- 01	1Л120 1Л120- 01 2Л120А 2Л120Б 2Л120В	2ЛБ120М 2ЛБ120М- 01 2ЛБ120М- 02	КЛШ1- 1000 КЛШ2- 1000	МКЛ2- 1200
Вагова продуктивність, т/г швидкість стрічки 2.0 м/с швидкість стрічки 2.5 м/с	420 520	680 850	680 850	620 -	1590* 1260	1590* 1260	800* 350	1500*
Швидкість руху стрічки, м/с	2.0 2.5	2.0 2.5	2.0 2.5	2.0 -	2.5 3.15	2.5 3.15	2.5 3.15	3.15
Ширина стрічки, мм	800	1000	1000	1000	1200	1200	1000	1200
Тип стрічки	2Ш- 800	2Ш, 2РТЛО- 1500	2Ш- 800	2РТЛО- 2500РИФ	2РТЛО- 1500 2РТЛО- 2500 2РТЛО- 3150	2РТЛО- 1500	2РТЛО- 1500	2РТЛО- 1500 -
Діаметр ролика, мм	89	127	127	127	159	159	127	159
Довжина ролика, мм	315	380	380	380	465	465	465	465
Вага частин ролика, які обертаються, кг	7	8.5	8.5	8.5	12-16	12-16	8.5	12-16
Нагрузка від дії матеріалу, що транспортується	192	314	314	287	466	466	235	440
Навантаження від ваги стрічки	34,0	42,7	42,7	123,3	112,0	112,0	93,3	112,0
Навантаження від ваги ролика	70	85	85	85	120-160	120-160	85	120-160
Максимальне сумарне навантаження	296	442	442	495	738	738	413	712

* * - продуктивність при швидкості 3.15 м/с.

Навантаження від ваги стрічки:

$$P_{\text{стр}} = \frac{t_p q_{\text{стр}}}{3}, \quad (3)$$

де: $q_{\text{стр}}$ - питома вага одного метра стрічки:

$$q_{\text{стр}} = \frac{q'_{\text{стр}} B}{3}, \quad (4)$$

де: $q'_{\text{стр}}$ - питома вага одного метру квадратної стрічки (табл. 2).

Таблиця 2

Питома вага стрічки $[Н/м^2]$

Тип стрічки				
2Ш- 800	2РТЛО- 1500	2РТЛО- 2500	2РТЛО- 2500РИФ	2РТЛО- 3150
128	280	370	370	432

З отриманих залежностей (1-4) встановлені складові і сумарне навантаження, які діють на ролики для конвеєрів різної продуктивності і конструкції (табл. 3). Встановлені значення основних факторів, які впливають на роботу роликів, дозволяють провести розрахунок підшипників (ГОСТ 18855-73) [4] і, як наслідок, визначити ресурс роботи ролика.

Базовий розрахунковий ресурс для шарикового радіального підшипника в мільйонах обертів :

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^3, \quad (5)$$

де: C_r - каталожна динамічна вантажопідйомність даного типорозміру підшипника для даного типу ролика (табл. 4); P_r - еквівалентне розрахункове навантаження на підшипник (табл. 4):

$$P_r = v F_r K_b K_T, \quad (6)$$

де: v - коефіцієнт обертання; K_b - коефіцієнт безпеки; K_T - температурний коефіцієнт підшипника.

Отримані теоретичні значення залежності зміни показника довговічності (кількість обертів) дозволяє досліджувати зміну ресурсу від зміни навантаження. Слід зазначити, що залежності 5 і 6 мають високу кореляцію з реальними даними довговічності при значеннях навантажень близьких до каталожної динамічної вантажопідйомності.

З аналізу діаграми розподілу усередненого розподілу навантажень (рис. 2) єдиним можливим параметром, який дозволяє підвищити ресурс конвеєрного ролика є зменшення загального навантаження за рахунок масогабаритних параметрів конвеєрного устаткування, оскільки навантаження від ваги матеріалу і ваги стрічки є взаємопов'язаними величинами, які визначені продуктивністю.

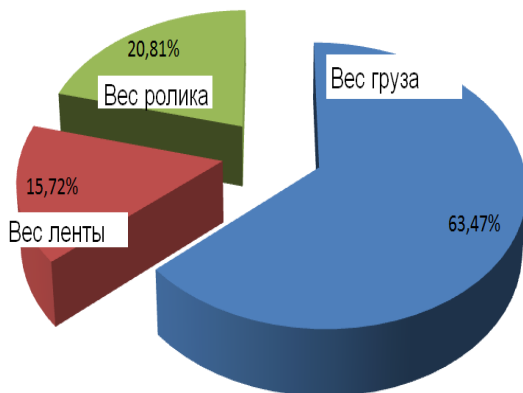


Рис. 2. Усереднене розподілення навантаження конвеєрного ролика

Встановлено (залежності 5 і 6), як змінюються параметри довговічності при зміні ваги частин ролика, що обертаються на 10 %, 20 % і 30 % (табл. 3), (рис. 3).

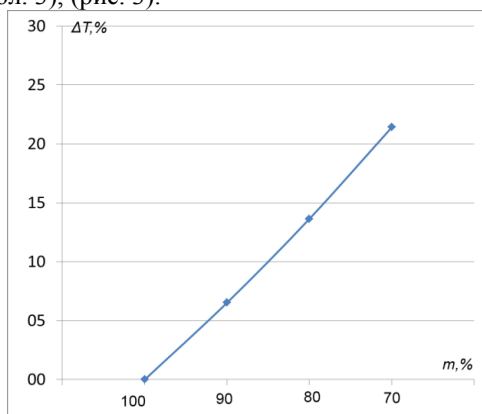


Рис. 3. Зміна ресурсу від зміни маси частин конвеєрних роликів, що обертаються

Таблиця 3

Розрахунок підшипників конвєсєрів (ГОСТ 18855-73)

Параметр	Конвєсєри							
	1Л80У 1Л80У- 2 2Л80У 2Л80У- 01 2Л80У- 10; 2Л80У- 11	2Л100У. 1Л100У0- 1 2Л100У 2Л100У- 01 3Л100У 3Л100У- 02	1ЛТ100У. 2ЛТ100У 2ЛТ100У- 01	2ЛН100 2ЛН100- 01	1Л120 1Л120- 01 2Л120А 2Л120Б 2Л120В	2ЛБ120М 2ЛБ120М- 01 2ЛБ120М- 02	КЛШ1- 1000 КЛШ2- 1000	МКЛ2- 1200
Радіальне навантаження	148	221	221	248	369	369	207	356
Еквівалентне розрахункове навантаження	186	278	278	312	465	465	260	449
Типорозмір підшипника (для найбільш розповсюджених конструкцій)	204	206	206	206	307	307	206	307
Каталожна динамічна вантажопідйомність підшипника	12700	19500	19500	19500	33200	33200	19500	33200
Частота обертів ролика за хвилину	537	376	376	301	379	379	474	379
Номінальна довговічність, млн. Обертів	315874,36	344190,05	344190,05	243999,83	364102,38	364102,38	419933,86	405464,30
Зменшення ваги ролика на								
10 %	339387,61	364852,31	364852,31	257004,82	388849,02	388849,02	446944,29	434075,11
20 %	365293,71	387202,07	387202,07	270950,68	415890,02	415890,02	476321,72	465442,32
30 %	393904,95	411415,18	411415,18	285924,06	445497,56	445497,56	508331,22	499906,02

Рівняння поліноміальної регресії для залежності зміни ресурсу від зміни маси частин, що обертаються має наступний вигляд:

$$\Delta T(m) = 0.7 - 7 \cdot 10^3 \cdot m, \quad (7)$$

де m – складова маси частин ролика, що обертаються, у відсотках.

З рівняння регресії випливає висновок про пряму залежність збільшення ресурсу ролика від зменшення маси його обертальних частин. Дану властивість комплектуючих конвеєрного обладнання використовують світові виробники і споживачі транспортного устаткування, що дозволяє крім підвищення ресурсу машин позбутися проблем з балансуванням, шумом, зменшити навантаження і енерговитрати при пуску, забезпечити більш ошадний режим роботи стрічки. Застосування конвеєрних роликів з меншими масогабаритними параметрами дозволить не тільки збільшити їх ресурс, а й ресурс конвеєра в цілому за рахунок зменшення динамічних навантажень при пуску, викликаних інерцією обертальних частин ролика.

При проведенні аналізу масогабаритних параметрів роликів європейських виробників транспортного устаткування (табл. 4) і порівняння мас обертальних частин роликів з продукцією вітчизняних виробників відзначена істотна різниця ваги в бік зменшення конструкції для іноземних складових конвеєрів, що має використовуватися при виробництві вітчизняного обладнання.

Таблиця 4

Вага обертальних частин роликів європейських виробників, кг

Виробник	Розмір ролика діаметр*довжина (мм)		
	89*315	127*380	159*465
TRANSROLL	2.4	4.6	9
RULMECA	2.7	6.1	8.6
SANDVIK	3.2	4.3	7.5
ULMA	2.6	5.6	10.8

Висновки:

1. У загальному випадку навантаження, які діють на роликкоопору складаються з навантажень від складових ваги матеріалу, який транспортується, ваги стрічки і оборотних частин ролика.

2. Єдиним можливим параметром, який дозволяє підвищити ресурс конвеєрного ролика є зменшення загального навантаження за рахунок масогабаритних параметрів конвеєрного устаткування, оскільки навантаження від ваги матеріалу і ваги стрічки є взаємопов'язаними величинами, які визначені продуктивністю.

3. Ресурс конвеєрного ролика оберненопропорційний масі його обертальних частин.

4. Застосування конвеєрних роликів з меншими масогабаритними параметрами дозволить не тільки збільшити їх ресурс, а ресурс конвеєра в цілому за рахунок зменшення динамічних навантажень при пуску, викликаних інерцією обертальних частин ролика.