

# ГІРНИЧА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

УДК 622:331.82

*Ю.Е. Варченко, канд. техн. наук, Н.О. Мельник, А.О. Авершин*

*(Україна, м. Стаханов, Стахановський навчально-науковий інститут гірничих та освітніх технологій Українська інженерно-педагогічна академія)*

*О.Є. Безручко*

*(Україна, м. Стаханов, ВП «Шахта Вергелівська» ДП «Луганськвугілля»)*

## ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ СТОПОРНО-ФІКСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ІЗ ДОДАТКОВИМ ХРАПОВИМ МЕХАНІЗМОМ

**Вступ.** Експлуатація забійних скребкових конвеєрів пов'язана з періодичним з'єднанням та роз'єднанням їх тягового органа (ТО). Така потреба виникає при проведенні монтажно-демонтажних робіт у лаві зі встановлення-демонтажу конвеєра, нарощуванні-скороченні риштачного ставу або обриві скребкових ланцюгів. Для монтажу-демонтажу ТО його потрібно попередньо натягнути, щоб утворити оперативну слабину ланцюгів, необхідну для їх з'єднання або роз'єднання.

**Огляд літературних джерел.** Натягування ТО сучасних забійних скребкових конвеєрів здійснюється за допомогою різноманітних способів та пристроїв [1]. Нині найбільшого розповсюдження набув спосіб натягування ТО скребкового конвеєра, в якому робочу гілку тягового органа закріплюють на риштачному ставі недалеко від приводу кінцевим стопорним пристроєм, включають механізм вільного ходу, наприклад, храповий механізм, встановлений на одному з валів редуктора, привід конвеєра реверсують і натягують тяговий орган. При цьому храповий механізм запобігає зворотному руху приводу і розтягнутій ділянці ланцюга під впливом його пружної реакції, дозволяє фіксувати приріст натягу ланцюга, одночасно й слабину ділянки ланцюга між приводом и стопорним пристосуванням, отриманої при кожному включенні приводу. Потім з тягового органа видаляють ділянку, на якій утворилася слабина, і з'єднують кінці тягового органа. Після натягування тягового органа повторним короткочасним включенням привід знімають з храпового механізму [2].

Недоліками даного способу є значні навантаження, що виникають у ланцюгах через послідовне передавання тягового зусилля спочатку по холостій, а потім по робочих гілках тягового органа і пов'язані з цим часті пориви ланцюгів, а також підвищена небезпека робіт, яка виникає через необхідність вручну фіксувати храповим механізмом збільшення натягу ланцюгів. Крім цього, в трансмісії редуктора виникають значні динамічні навантаження із-за розташування на одному з валів храпового механізму, що призводить до відмовлень елементів редуктора, храпового механізму і, як наслідок, до значних втрат часу на ремонт редуктора, травм тощо.

З метою усунення вказаних недоліків співробітниками Стахановського навчально-наукового інституту гірничих та освітніх технологій (СННІГОТ) Української інженерно-педагогічної академії був розроблений спосіб, в якому робочу і холосту гілки тягового органа конвеєра жорстко закріплюють між собою стопорним пристроєм через поздовжній виріз, виконаний у днищі риштака. Це забезпечує зниження рівня неконтрольованих навантажень тягового органа за рахунок одночасного рівномірного розподілу тягових зусиль між паралельно розташованими робочою і порожньою гілками конвеєра до утворення заданого уздовження ланцюгів, яке фіксується додатковим храповим механізмом, розташованим на натяжному риштаку і стопорній скобі [3].

**Задача.** Задачею досліджень є розробка і шахтні випробування експериментального зразка стопорно-фіксуючого пристрою скребкового конвеєра із додатковим храповим механізмом для визначення його працездатності і перевірки відповідності вимогам експлуатації.

**Основна частина.** Для реалізації способу натягування тягового органа вибійного скребкового конвеєра [3] співробітниками СННІГОТ був розроблений стопорно-фіксуючий пристрій СФП-3 з додатковим храповим механізмом, який виконаний у вигляді зубчастих рейок із клинчастими зубцями, прикріпленими до днища натягувального риштака вздовж поздовжнього вирізу і направленими вгору, для взаємодії із клинчастими зубцями, закріпленими на опорній плиті стопорної скоби лицем [4].

На рис. 1 наведена конструктивна схема стопорно-фіксуючого пристрою скребкового конвеєра, що містить храповий механізм рейкового типу.

У пристрій входить натяжний риштак 1 і стопорна скоба 2. Риштак 1 з'єднаний болтами з одного боку, з рядовими риштами 3 става конвеєра, а з іншого – з рамою 4 привідної станції. Стопорна скоба 2 має конструкцію, що містить у собі фіксатори 5 і 6, виконані як одне ціле з горизонтальною перемичкою 7. Фіксатори 5 і 6 у процесі стопоріння взаємодіють зі скребками 8 і 9, відповідно, робочою 10 і холостою 11 гілок тягового органу конвеєра. У вирізі на нижній поверхні скоби 2 установлена опорна плита 12, до якої закріплені лицем клинчасті зубці 13. Опорна плита 12 опирається на днище натягувального риштака 1, що має поздовжній виріз 14, уздовж якого закріплені зубчасті рейки 15, направлені клинчастими зубцями вгору (рис. 1 б). Для забезпечення взаємодії зубців 13 із зубчастими рейками 15, ширина зубців 13 має бути меншою за ширину поздовжнього вирізу 14, що забезпечує також взаємодію нижнього фіксатора 6 зі скребком 9.

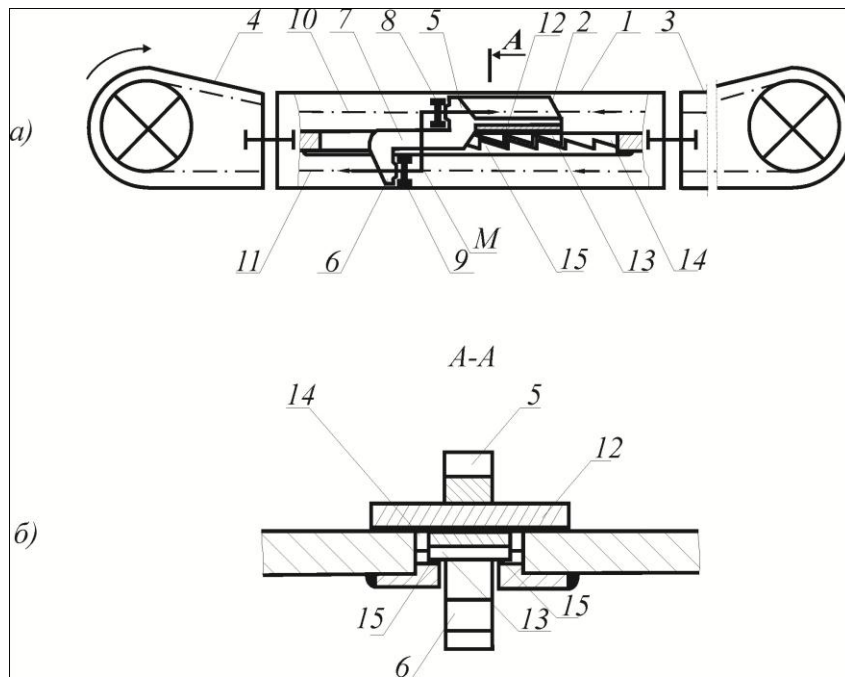


Рис. 1. Схема стопорно-фіксуєчого пристрою скребоквого конвеєра:  
а – загальний вигляд; б – розріз по А-А

Пристрій працює в таким чином. Стопорну скобу 2 установлюють на риштаку 1 конвеєра так, щоб зуби 13 увійшли в профіль зубців зубчастих рейок 15, перемичка 7 пройшла крізь виріз 14, а фіксатор 6 виявився перед скребком 9. При включенні приводу конвеєра в напрямку, зазначеному на рис. 2 стрілкою, скребок 8 набігає на перемичку 7 скоби 2, а скребок 9, що переміщається в зазначеному напрямку, набігає на фіксатор 6. У результаті взаємодії фіксаторів 5 і 6 зі скребками 8 і 9 на перемичку 7 діє крутильний момент М.

Під впливом моменту М зубці 13 притискаються до зубчастих рейок 15, а плита 12 опирається на зовнішню поверхню риштака 1 і запобігає деформації рейок 15 і перекиданню перемички 2 у вирізі 14. Подальше переміщення скребоків 8 і 9 відбувається разом зі скобою 2 у напрямку обертання приводу, при цьому, завдяки пружній дії крутильного моменту М, скошені поверхні зубців 13 сковзають по скошеній поверхні зубчастих рейок 15. Переміщення скоби 2 у зворотному напрямку обмежується вертикальними поверхнями зубців 13, які взаємодіють із вертикальними поверхнями зубчастих рейок 15.

У результаті накладення на скребки 8 і 9 твердого зв'язку обидві гілки тягового органу, робоча 10 і холоста 11, подовжуються приводом в одному напрямку, а отримане подовження фіксується клинчастими зубцями, розташованими на горизонтальній плиті 7 стопорної скоби 2 і зубчастих рейках 15 натягувального риштака 1.

Після закінчення процесу монтажного натягування тягового органу необхідно короткочасно реверсувати привід. При цьому скребки 8 і 9 виходять із взаємодії з фіксаторами 5 і 6, після чого стопорну скобу 2 можна зняти з риштачного става конвеєра, а поздовжній виріз закрити кришкою.

Використання храпового механізму на натяжному риштаку зменшує динамічні й статичні навантаження в трансмісії конвеєра.

Отже, застосування стопорно-фіксуєчого пристрою, що містить храповий механізм, дозволяє підвищити надійність скребоквого конвеєра й виконувати в безпечному режимі монтажне натягування тяго-

вого органа із з'єднанням або роз'єднанням, видаленням зайвих або встановленням додаткових ланок ланцюга.

Для визначення якісних характеристик розробленої конструкції СФП-3 в експлуатаційних умовах проведені його промислові випробування. Промислові випробування й дослідження проводилися на реальному зразку забійного скребкового конвеєра СП250 під впливом реальних навантажень, що виникають у трансмісії й ТО конвеєра при монтажному натягуванні скребкового ланцюга.

Проведення промислових випробувань проводилося у два етапи. На першому етапі розроблялася технічна документація з експлуатації пристрою СФП-3. На другому здійснювалася підготовка гірників до експлуатації пристрою в шахті, виконувався монтаж в очисному вибої пологого тонкого пласта, проводилися випробування й робилася оцінка працездатності та безпеки експлуатації.

З метою уточнення технічних вимог до конструкції пристрою СФП-3 програмою промислових випробувань передбачене проведення досліджень процесу монтажного натягу ТО скребкового конвеєра приводом. Усі операції з натягуванням ТО супроводжувалися хронометражними спостереженнями із занесенням результатів в «Журнал спостережень».

Програмою випробувань експериментального зразка СФП-3 ТО забійного скребкового конвеєра передбачаються:

**мета випробувань** пристрою СФП-3 – визначення його працездатності, перевірка відповідності вимогам технічної документації;

**об'єкт досліджень** – стопорна скоба й натяжний риштак СФП-3 із додатковим храповим механізмом;

**призначення пристрою** СФП-3 – призначено для натягу ТО забійних скребкових конвеєрів з ланцюгами, розташованими в напрямних риштачного ставу;

**завдання досліджень** – у ході експерименту передбачається встановити міцнісні якості стопорної скоби і натяжного риштака із додатковим храповим механізмом, безпеку їхньої експлуатації.

Промислові випробування СФП-3 були проведені на ВП «Шахта Вергелівська» ДП «Луганськвугілля». Пристрій СФП-3 було включено до складу забійного скребкового конвеєра типу СП250, встановленого в очисному вибої другої Західної лави пласта  $l_5$  гор. 490 м. На момент випробувань довжина лави складала 200 м, кут падіння пласта 7 град., потужність пласта коливалася в межах 0,8 – 0,9 м. Приводна станція забійного конвеєра була винесена за межі конвеєрних уклонів та обладнана двома двигунами потужністю по 55 кВт.

Вибір місця промислових випробувань СФП-3 проводився відповідно до протоколу, затвердженого головним інженером ВП «Шахта Вергелівська» ДП «Луганськвугілля».

Як ми вже відзначали раніше, методикою випробувань передбачалося оцінювання ефективності роботи пристрою СФП-3 при монтажному натягу ТО скребкового конвеєра приводом; збору даних щодо працездатності й експлуатаційної надійності СФП-3; оцінка ступеня підвищення безпеки експлуатації системи «скребковий конвеєр-стопорне пристосування-храповий механізм».

При випробуваннях передбачалося також проведення вимірів величини пружної деформації ТО й переміщення стопорної скоби у поздовжньому вирізі натяжного риштака.

СФП-3 перебув в експлуатації понад 3-х місяців і після випробувань залишився на ВП «Шахта Вергелівська» ДП «Луганськвугілля» для подальшої експлуатації й накопичення даних про надійність і безпеку роботи.

Проведені випробування показали, що пристрій СФП-3 із додатковим храповим механізмом, побудований за принципом взаємного замикання робочої й холостої гілок ТО у вертикальній площині, успішно забезпечує виконання монтажного натягування скребкового ланцюга й легко вписується в конструкцію забійного конвеєра.

За результатами випробувань встановлено, що пристрій СФП-3 повністю виконав покладені на нього функції.

За своїми параметрами СФП-3 відповідає технічній характеристиці натягувальних пристроїв забійних скребкових конвеєрів і відповідає сучасним вимогам, пропонованим до них.

При натягуванні ТО конвеєра пристроєм СФП-3 у період шахтних випробувань не було зафіксовано випадків виходу з ладу елементів пристрою, а також випадків пориву ланцюга.

Пристрій забезпечував надійну фіксацію ТО скребкового конвеєра.

Час з'єднання-роз'єднання ланцюга склав 5 – 10 хв.

Час підготовки пристрою СФП-3 до роботи становив 5 – 10 хв.

Пристрій СФП-3 не перешкоджає роботі конвеєра в міжремонтний період, тому що поздовжній паз натяжного риштака закритий на цей час запобіжними кришками.

### Висновки

У порівнянні зі стопорними кінцевими пристосуваннями, що випускаються серійно, застосовуваними при монтажному натягуванні ТО забійних скребкових конвеєрів типу СП або СПЦ для стопоріння робочої гілки, СФП-3 забезпечує:

- рівномірний розподіл розтяжного зусилля між гілками ТО, що знижує ймовірність пориву ланцюга в процесі його натягу;

- додатковий храповий механізм дозволяє знизити динамічні й статичні навантаження на трансмісію редуктора конвеєра, що дозволяє підвищити безпеку проведення робіт, строк служби елементів трансмісії та зменшити витрати на ремонтні роботи.

У цілому рішенням приймальної комісії було встановлено, що стопорно-фіксуючий пристрій СФП-3 задовольняє вимогам експлуатації забійного скребкового конвеєра типу СП250. При цьому пристрій СФП-3 було рекомендовано до серійного виробництва.

#### Список літератури

1. Варченко Ю. Э. Натяжные устройства тягового органа скребковых конвейеров. / Ю.Э. Варченко// Уголь Украины. – 1999. – №9. – С. 33- 35.
2. Штокман И. Г. Расчет и конструирование горных транспортных машин и комплексов под общ. ред. проф. И.Г. Штокмана. М. / И.Г. Штокман, П.М. Кондрахин, В.Н. Маценко // «Недра». – 1975. – С. 117 – 118.
3. Варченко Ю.Е. Спосіб монтажного натягування тягового органа скребкового конвеєра електроприводом / Ю.Е. Варченко, Мельник Н.О.; Патент України №81572, Бюл. №13, 10.07.2013
4. Пристрій для фіксації ланцюга скребкового конвеєра / Ю.Е. Варченко, Н.О. Авершина, О.М. Іваненко, Н.Ю. Варченко. / Патент України №58219, Бюл. №7, 11.04.2011

*Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Алексєєнко С.Ф.*

УДК 622.625.28

*А.Г. Мона, канд. техн. наук*

*(Україна, Днепропетровск, Национальная металлургическая академия Украины)*

### **ТОРМОЖЕНИЕ ШАХТНОГО ЛОКОМОТИВА НА ЗАТЯЖНОМ УКЛОНЕ ПРИ ПУЛЬСИРУЮЩЕМ ТОРМОЗНОМ МОМЕНТЕ**

Реализуемая сила торможения и динамика привода шахтного локомотива при торможении определяются в первую очередь сцеплением колес с рельсами. Тормозная сила под воздействием статических и динамических факторов, имеющих место при торможении локомотива, носит статистический характер и возникает в результате фрикционного взаимодействия колеса и рельса [1].

С момента появления первых локомотивов проводились многочисленные исследования, направленные на изучение сцепления колеса с рельсом как физического явления, вводились гипотезы формирования силы сцепления в различных эксплуатационных условиях. С учетом влияния на величину силы сцепления состояния поверхностей фрикционной пары, физических свойств материалов, скорости движения, геометрии бандажа колес и профиля пути, нормальной нагрузки определялись средние значения коэффициента сцепления, которые использовались для эксплуатационных расчетов. Детально изучалось влияние параметров ходовой части и свойств подвески шахтного локомотива на силу сцепления и тормозные характеристики [2].

В работе [3] предложено улучшить тягово-тормозные характеристики шахтного локомотива за счет применения упругого буксового узла, включающего резинометаллические элементы. В работе [4] разработана и апробирована математическая модель торможения шахтного локомотива дисковым тормозом на прямолинейном горизонтальном участке рельсового пути, описывающая вынужденные колебания элементов колесно-моторного блока, с учетом нелинейной характеристики взаимодействия фрикционной пары колесо-рельс. В работе [5] описано исследование процесса торможения шахтного локомотива на горизонтальном рельсовом пути дисковым тормозом, создающим пульсирующий тормозной момент на оси колесной пары, с целью реализации максимально возможного коэффициента сцепления колес с рельсами, даны рекомендации по аналитическому выбору тормозного момента для различных состояний рельсового пути, предложены конструктивные концептуальные решения по изготовлению дискового тормоза, создающего пульсирующий тормозной момент.

**Цель статьи** – разработать математическую модель и исследовать процесс торможения шахтного локомотива дисковым тормозом на затяжном уклоне при пульсирующем тормозном моменте.

Вынужденные колебания колесно-моторного блока шахтного локомотива в процессе торможения на прямолинейном участке рельсового пути, имеющем уклон, дисковым тормозом с учетом нелинейной характеристики взаимодействия фрикционной пары колесо-рельс могут быть описаны системой шести дифференциальных уравнений второго порядка