**Семенов Арсеній Анатолійович**

**Бакалаврська робота**

# Обгрунтування та аналіз конструкції стрічково-канатного конвеєра

**Керівник** **доц., к.т.н. Громадський В.А.**

# ВСТУП

Однією з особливостей підприємств гірничодобувної галузі промисловості є необхідність постійного переміщення величезних обсягів гірничої маси від видобувних дільниць шахт і кар'єрів до виробництв з переробки мінеральної сировини. Вантажопотоки гірничих підприємств можуть досягати тисяч і десятків тисяч тонн видобутих речовин, а відстані їхньої доставки – багатьох кілометрів. Забезпечення ритмічної роботи шахтного і кар'єрного транспорту можливо у таких умовах лише при використанні високопродуктивних транспортних засобів безупинної дії [1-4].

Серед найбільш продуктивних типів машин безперервного транспорту виділяються стрічкові конвеєри. Вони здатні переміщувати корисні копалини на значні відстані з мінімальними експлуатаційними та енергетичними витратами, можуть бути об'єднані у конвеєрні лінії великої протяжності та продуктивності, а, головне – використовуватися в транспортних комплексах циклічно-потокових та потокових технологій, що забезпечують докорінне змінення та зростання ефективності гірничого виробництва [5-7].

Рівень конвеєризації гірничих підприємств невпинно зростає і потребує подальшого широкого впровадження більш потужних конвеєрних установок та ліній [8-11].

Проте, традиційні конструкції стрічкових конвеєрів з жорсткими роликоопорами обмежені крупністю транспортованих вантажів. Для важких гірничих порід типу залізних руд вона не перевищує 300-350 мм. Більш крупні шматки створюють надмірні динамічні навантаження на стрічку, роликоопори і постав конвеєра, які призводять до передчасного виходу з ладу цих дороговартісних вузлів. Динамічний вплив негабаритних вантажів на стрічку в місцях її завантаження стає причиною бічних сходів останньої, під час яких стрічка травмується поставом, а гірнича маса потрапляє у підконвеєрний простір, швидко його захаращує і заклинює нормальне обертання опорних роликів як робочої, так і холостої гілок конвеєра [6,7].

Крім того, довжина звичайних стрічкових конвеєрів в одному поставі не забезпечує сучасних вимог гірничодобувних підприємств.

У той же час, вантажопотоки з шахтних і кар'єрних видобувних дільниць гірничорудних підприємств характеризуються наявністю значної кількості негабаритів – шматків з розмірами, суттєво більшими вищевказаних (до 1000 мм і більше). З іншого боку, часто потрібно транспортування гірничої маси на досить великі відстані. Ці обставини в значному ступені гальмує розповсюдження конвеєрного транспорту стрічкового типу в гірничорудній галузі.

В таких умовах необхідність розробки та практичного впровадження нових конструкцій стрічкових конвеєрів, придатних для транспортування крупношматкових абразивних вантажів (крупністю принаймні до 500-700 мм) на великі відстані, не викликає жодних сумніві. Одним з найбільш перспективних типів такого обладнання виявляються стрічково-канатні конструкції конвеєрів. З огляду на це, тема представленої бакалаврської роботи є вельми важливою та цілком актуальною.

Об'єкт роботи – технологічний процес транспортування гірничих вантажопотоків конвеєрами стрічкового типу.

Предмет роботи – стрічково-канатний конвеєр.

# 1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

## 1.1 Класифікація та головні ознаки стрічкових конвеєрів

Конвеєри стрічкового типу можна класифікувати наступним чином [8]:

- за призначенням:

- загального призначення – стаціонарні; пересувні;

- підземні – стаціонарні; напівстаціонарні (телескопічні);

- для кар'єрів та вугільних розрізів – стаціонарні; пересувні;

- спеціальні – коткові; на ходових опорах та інші конструкції для скельних крупношматкових вантажів; крутопохилі тощо;

- за видом вантажів – для звичайних сипких вантажів; для скельних вантажів; для крупногабаритних вантажів;

- за розташуванням несучої гілки конвеєра – з верхньою несучою гілкою (більшість існуючих конструкцій); з нижньою несучою гілкою; з двома несучими гілками;

- за формою поперечного перетину вантажонесучої гілки стрічки – з плоскою стрічкою; з жолобчастою стрічкою;

- за типом стрічки – з гладкою прогумованою стрічкою; з рифленою прогумованою стрічкою (для підвищених кутів нахилу);

- за способом розвантаження – з розвантаженням на кінцевому барабані; з проміжним розвантаженням за допомогою барабанного скидального візка або плужкових скидачів;

- за числом приводів – однопривідні; багатопривідні;

- за типом приводних пристроїв – з одним приводним барабаном; з двома або трьома приводними барабанами; з проміжними приводними стрічками; з магнітними приводами;

- за типом поставу конвеєра – з жорстким поставом; з канатним поставом;

- за кутом нахилу конвеєра – горизонтальні; похилі (до $20^{o}$); крутопохилі (спеціальні до $45^{o}$);

- за видом траси конвеєра – прямолінійні; криволінійні у профілю; криволінійні у плані;

- за конструкціями окремих вузлів.

На рис. 1.1 показані деякі принципові схеми стрічкових конвеєрів, що наочно ілюструють наведену вище класифікацію. Так, на рис. 1.1*а* можна побачити установку з верхньою несучою гілкою стрічки, з нормальним розташування нижньої холостої гілки (коли вона спирається на ролики забрудненим робочим боком); на рис. 1.1*б* – конвеєр з нижньою несучою гілкою (використовується у підземних умовах); на рис. 1.1*в* – конвеєр з двома несучими гілками. На рис. 1.1*г* показаний варіант конструкції, в якій холоста гілка стрічки на обох кінцях установки повертається на 180° і завдяки цьому спирається на нижні ролики чистим боком. На рис. 1.1*д* і 1.1*е* приведені установки відповідно з плоскою та жолобчастою формою вантажонесучої гілки стрічки.

## 1.2 Основні вузли стрічкового конвеєра

Стрічковий конвеєр з точки зору напрямку транспортування вантажу (показаний на рисунку стрілочкою) можна умовно розділити на три основні частини: передню, середню та задню (хвостову). Матеріал поступає на конвеєр за допомогою завантажувального пристрою 7 (див. рис. 1.1), розташованого у хвостовій частині установки. Головним вузлом передньої частини конвеєра є приводний барабан 4. В задній частині установки знаходиться натяжний барабан 6. На поставі 3 конвеєра монтуються роликоопори 2 і 5 відповідно несучої та холостої гілки стрічки 1.

Приводний барабан повідомляє рух стрічці за рахунок фрикційного тертя між ними, що виникає завдяки притисканню стрічки до нього натяжним барабаном. Такі приводні станції називаються звичайними (рис. 1.2*а-з*). Спеціальні приводні станції постачені додатковими засобами притискання стрічки, наприклад роликами (рис. 1.2*и*, *л*) або притискними стрічками (рис. 1.2*к*). Утім, через складність конструкції вони не отримали помітного практичного застосування.

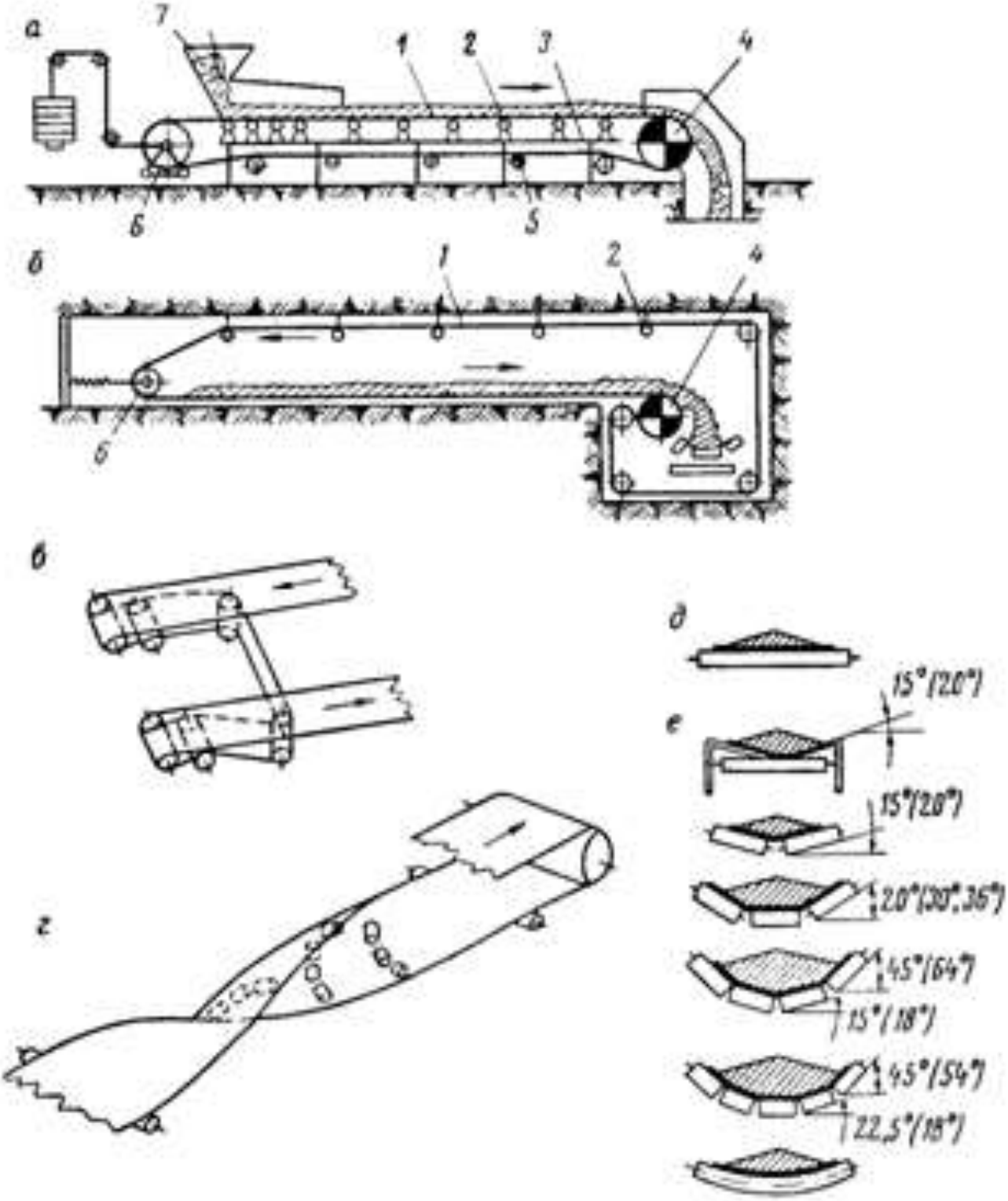



Рисунок 1.1 – Деякі конструктивні схеми стрічкових конвеєрів:
*а* – з верхньою несучою гілкою стрічки; *б* – підземний з нижньою несучою гілкою; *в* – з двома несучими гілками; *г* – з поворотом холостої гілки стрічки на обох кінцях конвеєра на 180°; *д* – з плоскою стрічкою; *е* – з жолобчастою стрічкою; 1 – стрічка; 2, 5 – роликоопори відповідно несучої та холостої гілки стрічки; 3 – постав; 4, 6 – відповідно приводний та натяжний барабани; 7 – завантажувальний пристрій

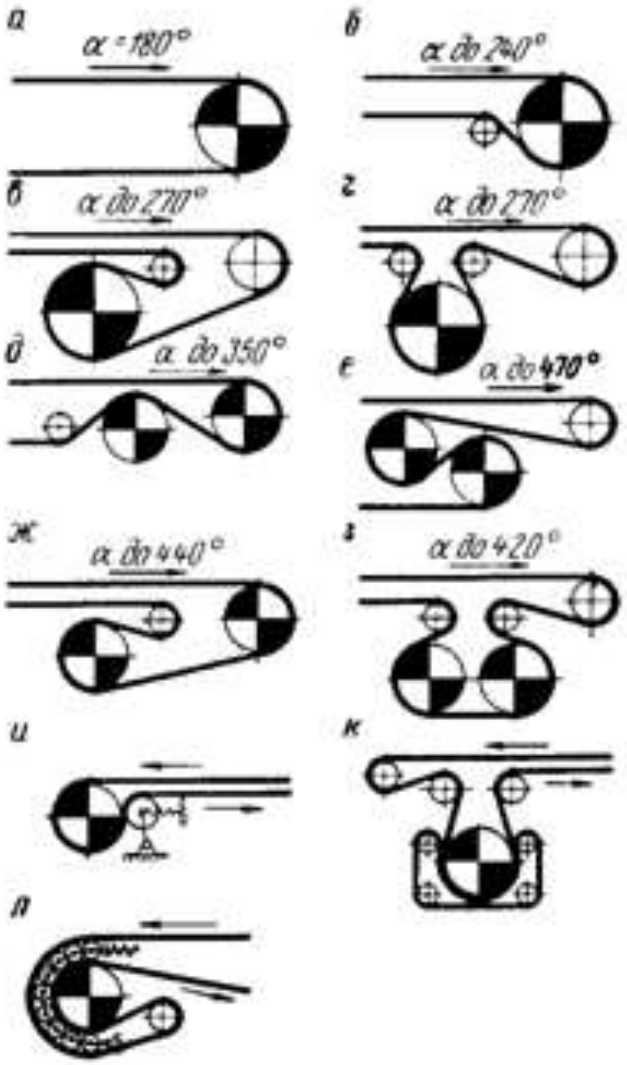



Рисунок 1.2 – Схеми приводних станцій стрічкових конвеєрів:
*а-з* – звичайні; *и, л* – спеціальні з притискними роликами;
*к* – спеціальна з притискною стрічкою

Потрібне притискання стрічки до барабану забезпечується натяжним пристроєм. Натяжні станції розділяють на нерегульовані (жорсткі), регульовані (автоматичні) та комбіновані (напівавтоматичні). Схеми перших з них показані на рис. 1.3. Такі механізми забезпечують можливість періодичного натягу стрічки в міру її послаблення. Але контролювати ступінь натягу з ними не можна.

Автоматичні натяжні станції роблять натяг стрічки на ходу конвеєра, безупинно компенсуючи її витягування. Такі конструкції більш складні, енергоємні та чутливі до забруднення. Постійний натяг стрічки забезпечується за допомогою вантажів, лебідок або гідравлічних пристроїв.

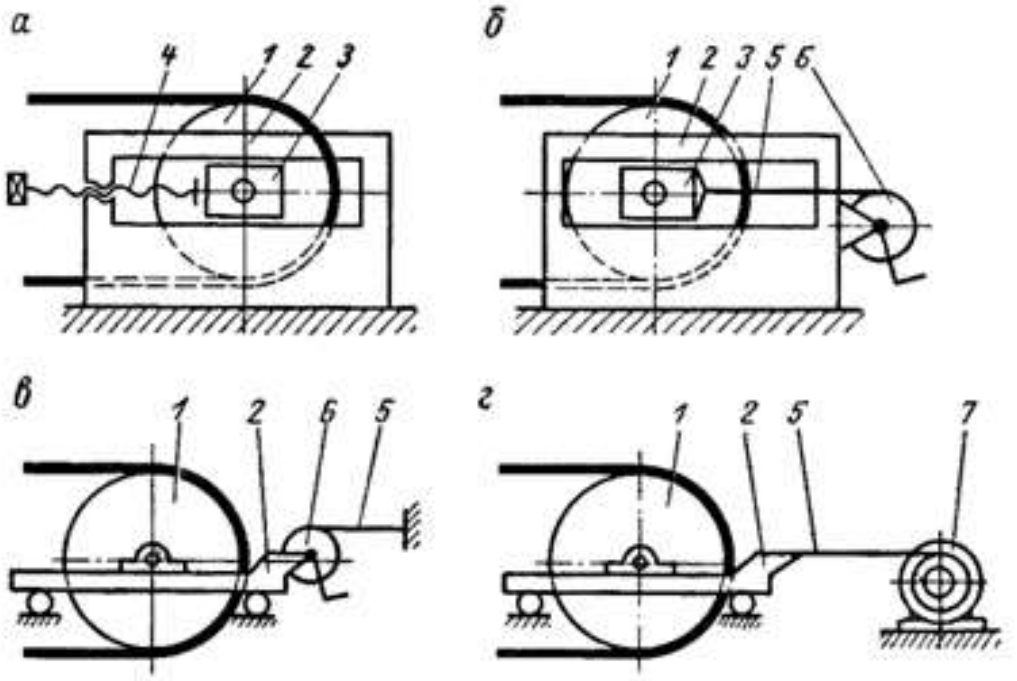



Рисунок 1.3 – Схеми нерегульованих (жорстких) натяжних станцій стрічкових конвеєрів:
*а* – гвинтова; *б* – з ручною лебідкою та нерухомою рамою; *в* – з ручною лебідкою та рухомою рамою; *г* – з електричною лебідкою та рухомою рамою;
1 – натяжний барабан; 2 – рама; 3 – башмак, що переміщується по рамі;
4 – гвинт; 5 - канат; 6 – ручна лебідка; 7 – електрична лебідка

Напівавтоматичні конструкції працюють у жорсткому режимі в період пуску конвеєра, а потім переходять на автоматичний режим роботи.

Рядові конструкції роликоопор стрічкових конвеєрів виконують роль підтримувальних пристроїв для стрічки та надають необхідну форму її поперечному перетину. Спеціальні роликоопори служать для центрування ходу стрічки відносно поздовжньої осі конвеєра, амортизації ударів шматків вантажу в місцях завантаження конвеєра та очищення стрічки від налиплого чи намерзлого матеріалу.

Відомі конструкції роликоопор стрічкових конвеєрів показані на рис. 1.4. В одній роликоопорі вантажної гілки конвеєра може бути від одного до п’яти роликів, а холостої – один-два. Кожен ролик виконується на жорсткій або гнучкій осі з канату чи ланцюга (рис. 1.4*в*). Підшипникові вузли сучасних роликів постачаються довгочасним закладним мастилом.

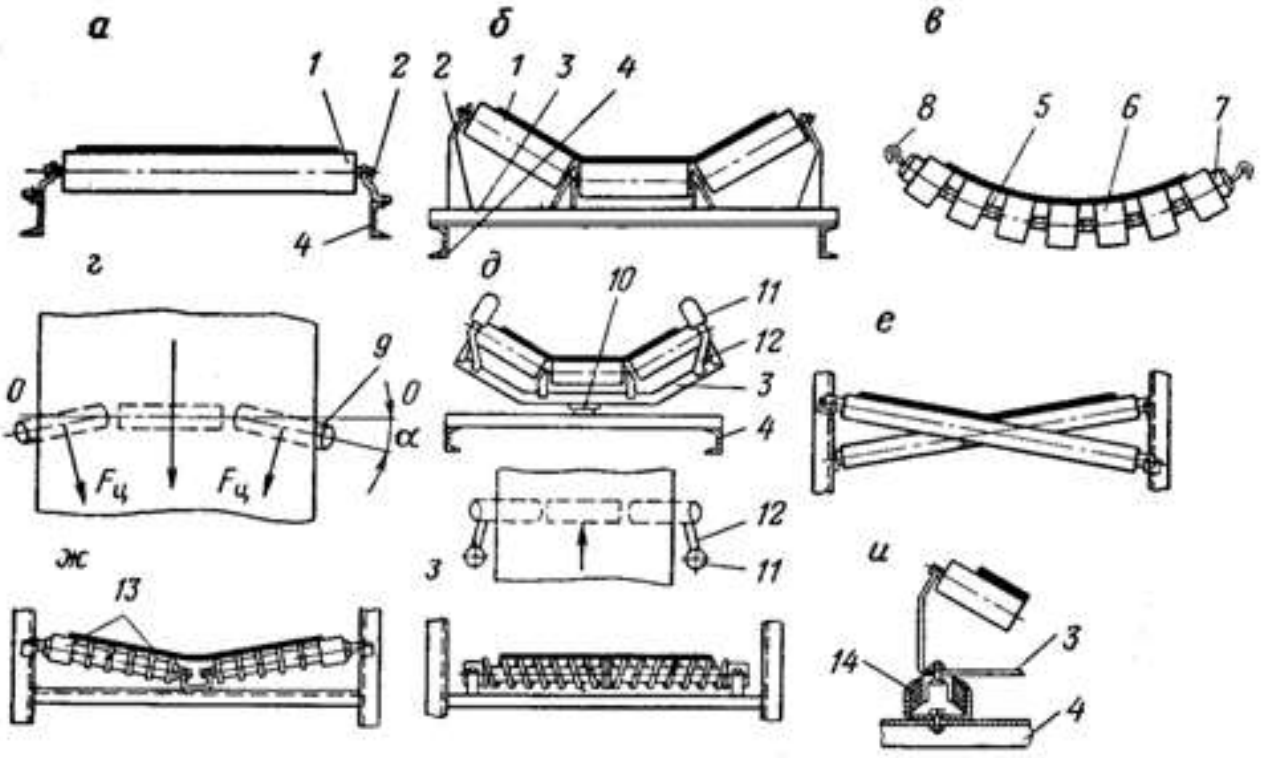



Рисунок 1.4 – Роликоопори стрічкових конвеєрів:
*а-в* – рядові; *г-з* – центрувальні; *и* – амортизаційна;
1 – ролик; 2 – кронштейн; 3 – балка; 4 – рама конвеєра; 5 – гнучкий вал;
6 – диски гнучкої роликоопори; 7 – підшипниковий вузол; 8 – канатний постав;
9 – бічний центрувальний ролик; 10 – вісь обертання самоцентрувальної роликоопори; 11 – дефлекторний ролик; 12 – кронштейн рефлекторного ролика; 13 – гумові диски; 14 – гумовий амортизатор

Несучий постав стрічкового конвеєра може бути як стаціонарним, так і переносним (пересувним), як жорстким, так і гнучким (канатним) (рис. 1.5). Конструкції поставів виготовляються зі сталевого прокату, труб, тросів. Для полегшення монтажно-демонтажних операцій вони поділяються на окремі секції, довжина яких зазвичай кратна кроку установки роликоопор. Стаціонарні постави збираються за допомогою болтових або зварних з'єднань, пересувні – швидкорознімних або шарнірних.

Жорсткі постави використовуються для транспортування рядових вантажів. У разі перевезення крупношматкових вантажопотоків кращі експлуатаційні показники мають канатні постави, що забезпечують певну амортизацію динамічного впливу матеріалу як на лінійних дільницях установок, так і в місцях завантаження.

Останні обладнуються спеціальними завантажувальними пристроями, роль яких полягає у захисті стрічки від ударів падаючих шматків вантажу, а підконвеєрного простору від просипу матеріалу, а також забезпеченні раціонального процесу зустрічі потоку гірничої маси зі стрічкою. Останній буде реалізований за умов співпадіння швидкості і напрямку руху потоку з аналогічними параметрами стрічки, мінімальної висоти падіння матеріалу та центрального (симетричного відносно поздовжньої осі установки) укладання його на стрічку. На рис. 1.6 показані деякі схеми завантажувальних пристроїв стрічкових конвеєрів.

Надзвичайно відповідальним конструктивним елементом стрічкового конвеєра є сама стрічка, що одночасно виконує роль тягового та вантажонесучого органу. Вона повинна відповідати низці специфічних вимог, а саме:

- мати високу поздовжню міцність;

- відрізнятися гнучкістю в поперечному напрямку, достатньою для вписування в роликоопору, та у поздовжньому для огинання барабанів;

- мати високу стійкість проти абразивного зносу та ударів, розшарування та старіння;

- піддаватися відносно невеликим поздовжнім деформаціям;

- мати додаткові властивості, що забезпечують раціональну експлуатацію в конкретних умовах роботи.

На стрічкових конвеєрах використовується два основні типи стрічок:

- гумовотканинні, що складаються, як правило, з осердя, яке сприймає поздовжні зусилля у стрічці, та з гумових обкладинок, що захищають осердя від механічних ушкоджень та впливу агресивних середовищ;

- гумовотросові (з осердям зі сталевих тросів) для потужних конвеєрів, які дозволяють транспортувати вантажі на більш значні відстані при мінімальному числі конвеєрних поставів.

Для забезпечення нормальної експлуатації стрічкового конвеєра та підвищення терміну служби стрічки першорядне значення має її очищення від налиплих та намерзлих вантажів. Існує величезна кількість типів очисних пристроїв різних принципів дії. Деякі з них (механічного типу) показані на рис. 1.7.

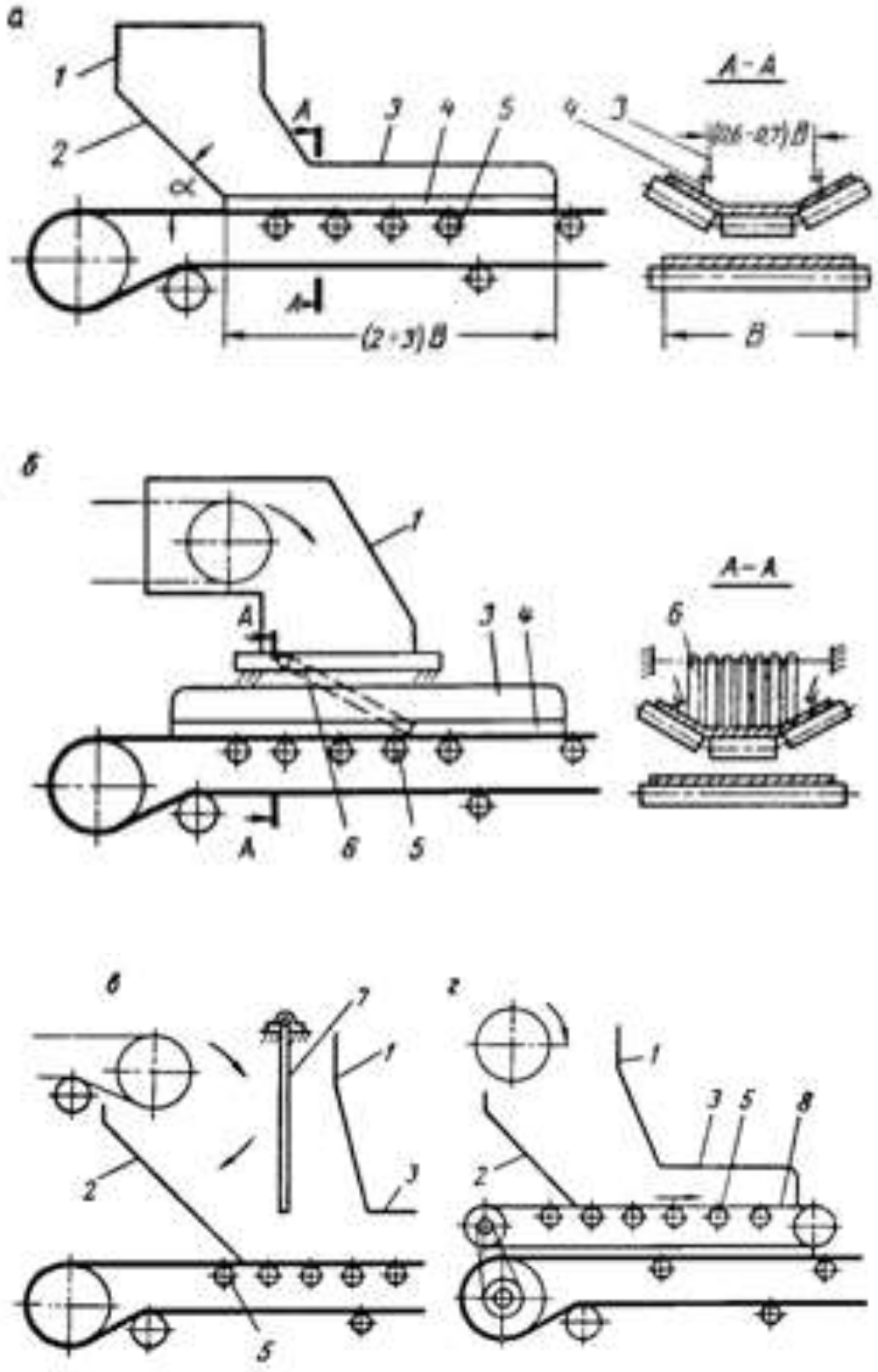



Рисунок 1.6 – Схеми завантажувальних пристроїв стрічкових конвеєрів: *а, б, в* – завантажувальні лійки відповідно для сипких неабразивних матеріалів, для крупної руди зі знімними колосниками, для руди та інших абразивних матеріалів з відбійним щитом; *г* – пункт завантаження із завантажувальним конвеєром; 1 – приймальна лійка; 2 – днище жолобу (лотка); 3 – напрямні борти; 4 – футерувальна гума (стрічка) напрямних бортів; 5 – батарея жорстких або підресорених роликів (роликовий стіл); 6 – знімні колосники; 7 – відбійний щит; 8 – завантажувальний конвеєр

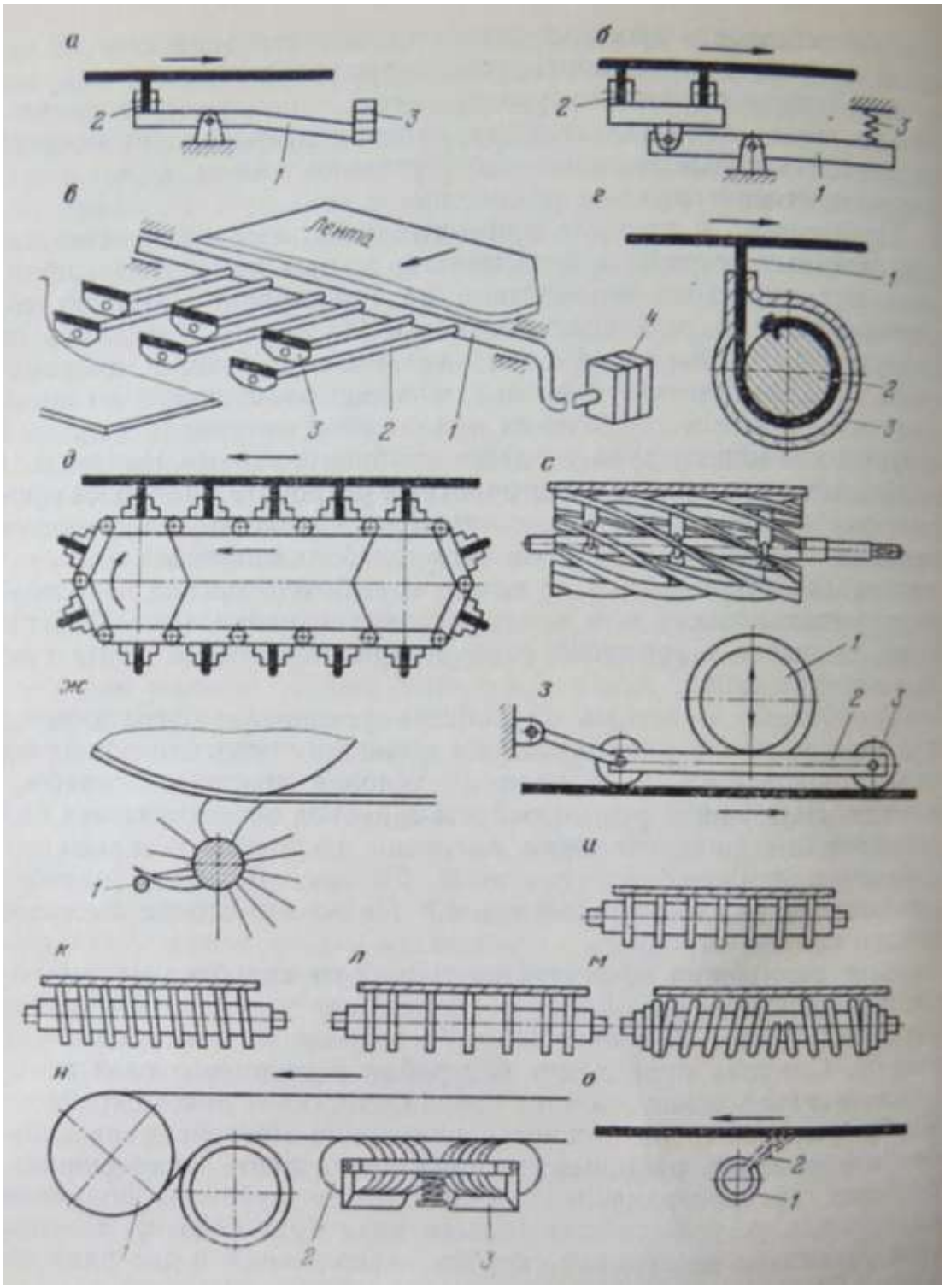



Рисунок 1.7 – Механічні пристрої для очищення конвеєрних стрічок:
*а* – одинарний скребок (1 – важіль; 2 – скребок; 3 – вантаж); *б* – подвійний скребок (1 – важіль; 2 – скребок; 3 – пружина); *в* – багатоскребковий очисник клавішного типу з розташуванням скребків у шаховому порядку (1 – важіль; 2 – пружні стрижні; 3 – скребок; 4 – вантаж); *г* – скребок з висувною стрічкою (1 – скребок; 2 – барабан; 3 – обойма); *д* – багатоскребковий очисник на ланцюговому органі; *е* – спіральна обертова щітка; *ж* – лопатева щітка з капронових стрижнів або ниток (1 – стрижень); *з* – вібраційний очисник (1 – вібратор; 2 – рама; 3 – ролик); *и* – ролик з ексцентричними дисками; *к* – ролик з похило закріпленими дисками; *л* – ролик з різними відстанями між дисками; *м* – очисна роликоопора зі спірально звитих прутків; *н* – двохроликовий очисний пристрій (1 – скребок; 2 – диски; 3 – притискна рама); *о* - гідроочисний пристрій (1 – труба для напірної води; 2 – струмінь води)

## 1.3 Розрахунок продуктивності конвеєра

Теоретичною продуктивністю або приймальною здатністю конвеєра називають його максимальну продуктивність при найбільшому допустимому заповненні вантажем рухомої стрічки.

Технічна продуктивність установки відповідає номінальному режиму її роботи. Її встановлюють виходячи з вибраних параметрів міцності стрічки та потужності приводу. Це паспортна величина, тобто продуктивність, при якій робочі параметри конвеєра відповідають даним, вказаним в його заводській характеристиці. Технічна продуктивність менша за теоретичну.

Експлуатаційну продуктивність визначають виходячи з фактичного режиму роботи конвеєра з урахуванням його надійності та неминучих перерв в роботі за технічними та організаційними причинами. Експлуатаційна продуктивність менша за технічну.

Теоретичну об'ємну продуктивність конвеєра вимірюють в м$^3$/год. [8]:

$$V = 3600Fv,$$

а масову в т/год.:

$$Q = V\rho = 3600Fv\rho,$$

де $F$ – площа поперечного перетину вантажу на стрічці, м$^2$; $\rho$ – густина сипкого вантажу, т/м$^3$; $v$ – швидкість стрічки, м/с.

Звідси приймальна здатність, тобто хвилинна теоретична продуктивність конвеєра становитиме (м$^3$/хв.):

$$V' = 60Fv.$$

Площа поперечного перетину сипкого вантажу на рухомій стрічці залежить від ширини останньої та ширини вантажу, що знаходиться на ній (робочої ширини стрічки), типа роликоопори (див. рис. 1.1*д, е*), кутів нахилу бічних роликів та співвідношення довжин роликів (для жолобчастої опори), кута природного укосу сипкого вантажу на рухомій стрічці та його гранулометричного складу, кута нахилу конвеєра, а також від способу подачі вантажу на стрічку.

Величина робочої ширини стрічки дорівнює:

$$b = 0{,}9B - 0{,}05, \text{ м},$$

де $B$ – геометрична ширина стрічки,м

## 1.4 Спеціальні типи стрічкових конвеєрів

В процесі боротьби з основними недоліками стрічкових конвеєрів традиційних конструкцій (обмеженістю крупності транспортованого вантажу, кута нахилу та довжини установки в одному поставі) було зроблено багато спроб створення спеціальних типів таких установок, пристосованих для розширення технологічних можливостей подібного обладнання.

Що стосується гранулометричного складу гірничих порід, переміщуваних стрічковими конвеєрами, то його підвищення обіцяє суттєві зміни у розповсюдженні такого транспорту на гірничорудних підприємствах. Якщо стрічкові конвеєри будуть здатні приймати рудопотік безпосередньо від кар'єрного екскаватора або віброживильника в очисному блоці підземного рудника, це зможе докорінно змінити структуру магістрального транспорту на користь засобів безупинної дії, а саме конвеєрів, які забезпечуватимуть впровадження потокових технологій у видобутку руд.

Частково проблема вирішується шляхом використання конвеєрів з канатним поставом та шарнірно-підвісними на ньому роликоопорами. Пружність канатів забезпечує певну амортизацію динамічного впливу крупношматкового вантажопотоку, завдяки чому крупність транспортованого матеріалу може бути доведена до 500-700 мм. Утім, в підземних умовах Кривбасу доведена можливість транспортування такими конструкціями рудопотоків зі шматками розмірами до 1000 мм. Там же проведені тривалі випробування стрічкових конвеєрів з антифрикційними опорами ковзання, які показали, що спокійний без ворушінь характер руху матеріалу на ковзній стрічці на відміну від провалювання його в проміжках між роликоопорами та ударів шматків по останнім забезпечує суттєве зни-

ження динамічності руху вантажу і також дає можливість підвищення максимального розміру шматків до 1000 мм [6,7].

Ще кращі результати у цьому сенсі демонструють стрічкові конвеєри на ходових опорах (стрічково-візкові конструкції), для яких практично не існує обмежень з точки зору крупності сипкого матеріалу [8,11].

Усі ці конструкції можуть бути з успіхом застосовані на відкритих та підземних гірничих розробках без вторинного дроблення руди в очисних забоях.

Іншою важливою задачею є створення працездатних конструкцій стрічкових конвеєрів, спроможних транспортувати вантажі під кутами підйому, що перевищують 18-20$^{o}$. Особливо перспективні такі установки для кар'єрів. Значне скорочення довжини транспортування при потрібній висоті підйому, спрощення транспортних схем та зниження обсягів гірничо-капітальних робіт роблять практичне використання таких конструкцій вельми привабливим.

На даний час існують різні конструкції крутопохилих стрічкових конвеєрів, в яких підвищення кутів нахилу досягається за рахунок використання стрічок з підвищеними фрикційними властивостями робочих поверхонь (до 22-25$^{o}$); стрічок зі спеціальних підпорними елементами для гірничої маси (до 35-45$^{o}$); стрічок глибокої жолобчастості для підвищення нормального тиску транспортованого вантажу на вантажонесуче полотно (до 30-35$^{o}$), додаткових стрічок для притискання вантажу до поверхонь основних (теоретично до 90$^{o}$) [12].

Нарешті, слід відзначити таку перспективну конструкцію стрічкового конвеєру спеціального типу як стрічково-канатний. Така установка дає можливість суттєво підвищити довжину машини на один постав за рахунок звільнення стрічки від тягової функції, яка перекладається на тягові канати. Крім того, такі конвеєри можуть транспортувати більш крупно шматкові вантажі.

Нижче будуть розглянуті та проаналізовані можливі конструктивні виконання таких установок.

# 2 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ КОНВЕЄРІВ СТРІЧКОВО-КАНАТНОГО ТИПУ

## 2.1 Загальні зауваження

Як вже було сказано вище, в стрічково-канатному конвеєрі, на відміну від звичайного стрічкового, розділені функції тягового та несучого органу, а саме: роль несучого органу виконує стрічка, яка в цьому випадку не потребує високої поздовжньої міцності, а роль тягового органу – канати. Поява конвеєрів такого типу була викликана бажанням збільшити довжину конвеєра в одному поставі за рахунок використання тягового органу високої міцності.

В період розробки та подальшого розвитку стрічково-канатних конвеєрів з'явилося багато різних конструктивних виконань таких установок. В табл. 2.1 приведені основні технічні характеристики деяких з них. Вони переконливо свідчать про можливість створення та успішного практичного використання конвеєрів, здатних транспортувати гірничу масу на значні відстані, що вимірюються кілометрами.

В даний час перевірку виробничим досвідом експлуатації краще за інші витримав тип конвеєра з двома тяговими канатами та стрічкою, армованою поперечними сталевими ресорами. Його стрічка вільно лежить своїми бічними припливами на тягових канатах і захоплюється в рух за допомогою сил тертя. Такі конвеєри використовуються в якості стаціонарних на магістральному транспорті для перевезення гірничої маси з максимальною крупністю окремих шматків до 250-300 мм і встановлюються як на поверхні, так і в підземних горизонтальних виробках та похилих стовбурах з кутом нахилу до $16^{o}$.

Продуктивність подібних установок складає 600-3000 т/год. при швидкостях транспортування 2-4 м/с та ширині стрічки 760-1400 мм. Практично можливе підвищення швидкості канатів до 7 м/с. Довжина стрічково-канатних конвеєрів в одному поставі досягає 14,4 км, а довжина конвеєрної лінії, що складається з двох послідовно встановлених конвеєрів – 20 км. Існує реальна перспектива

подальшого зростання довжини конвеєрних установок.

Розробці конвеєрів стрічково-канатного типу приділяється підвищена увага в багатьох країнах, що є провідними у світовій гірничій промисловості.

## 2.2 Аналіз конструктивних схем та переваг стрічково-канатних конвеєрів

У загальному випадку стрічково-канатний конвеєр складається з головної приводної станції, хвостової натяжної станції, стрічки, канатів та лінійних опор з блоками для підтримки канатів.

На практиці знаходять застосування дві основні схеми запасування тягових канатів та стрічки:

- з розвантажувальною станцією, розташованою безпосередньо перед канатними приводними шківами;

- з виносною розвантажувальною станцією, розташованою на певній відстані спереду приводу.

Використання тієї чи іншої схеми пов’язано з умовами розвантаження та наявністю місця для установки приводу та розвантажувальної станції. Найбільше розповсюдження отримала перша схема запасування канатів.

На рис. 2.1 показана загальна схема стрічково-канатного конвеєра.

Схема головної приводної розвантажувальної станції зображена на рис. 2.1*а*. Канати 1 при сході з напрямних блоків 2 розводяться у боки за допомогою батареї блоків 3. Далі канати набігають на приводні шківи 4, огинають їх та повертаються на нижню гілку. Стрічка 5 проходить між розведеними канатами, огинає розвантажувальний барабан 6, відхиляючий барабан 7 та укладається на нижні гілки канатів.

На хвостовій натяжній станції конвеєра (рис. 2.1*б*) канати після виходу з-під нижньої гілки стрічки 5 огинають роздільні натяжні шківи 8, встановлені на візках 9, потім потрапляють на батареї відхиляючих роликів 10 і 11, розташовані на натяжному візку 12 для стрічки, та укладаються підтримувальні ролики 13 верхньої гілки. Стрічка 5 після огинання хвостового барабану 14 укладається на

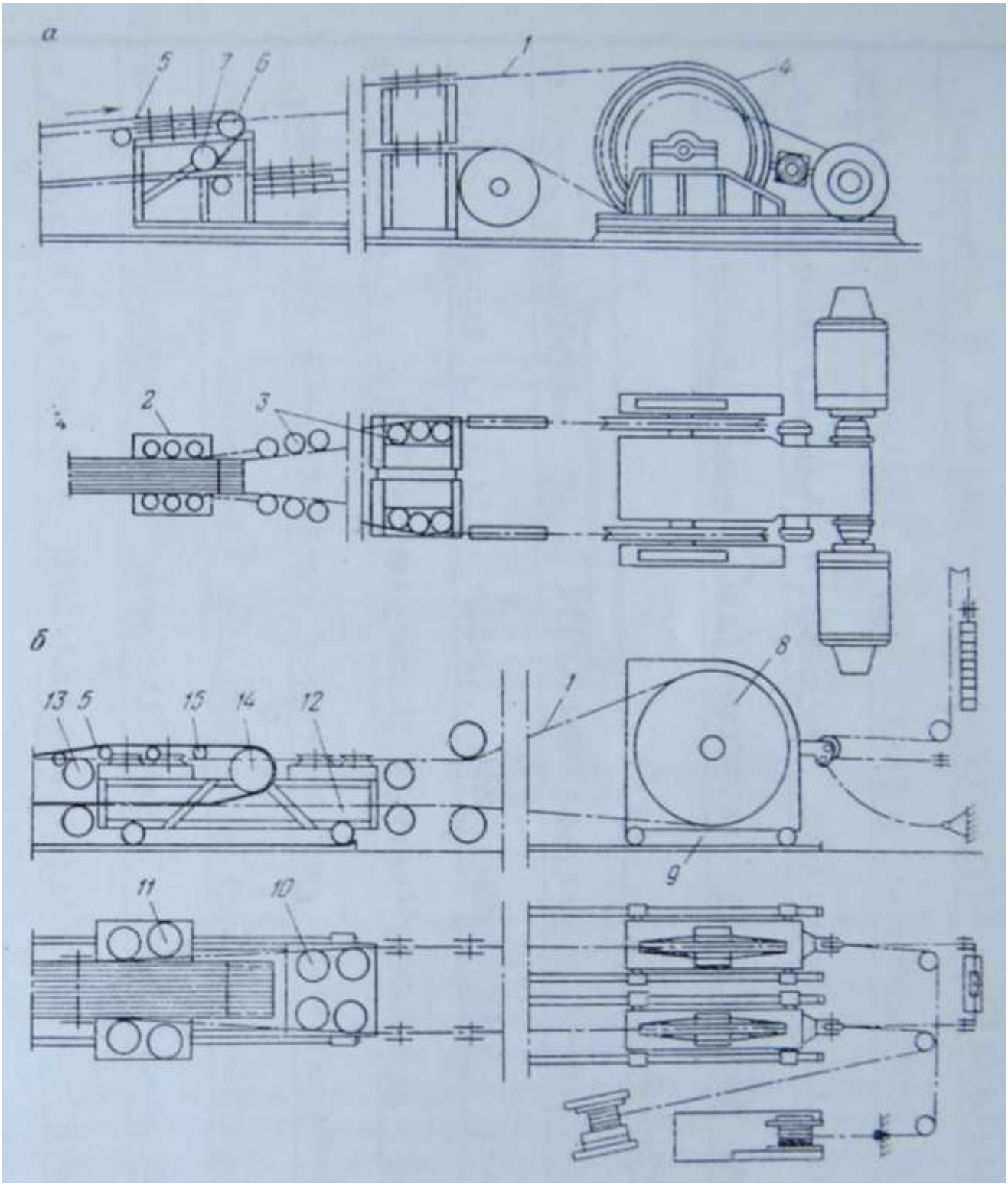



Рисунок 2.1 – Загальна схема стрічково-канатного конвеєра:
*а* – головна приводна станція; *б* – хвостова натяжна станція;
1 – канат; 2 – напрямний блок; 3 – батарея блоків; 4 – приводний шків;
5 – стрічка; 6 – розвантажувальний барабан; 7 – відхиляючий барабан; 8 – натяжний шків; 9 – візок; 10, 11 – батареї відхиляючих роликів; 12 – натяжний візок; 13 – підтримувальний ролик; 14 – хвостовий барабан; 15 – ролик

ролики 15 і далі переходить на верхні гілки канатів.

Окрім зазначеної вище великої довжини одного поставу стрічково-канатні конвеєри мають інші суттєві переваги. Вони характеризуються значним терміном служби стрічки (до 10-15 років), малою металоємністю, низьким коефіцієнтом опору переміщенню, меншими капітальними та експлуатаційними витратами.

В табл. 2.2 показані результати порівняльного аналізу металоємності та витрат на виготовлення стрічкового (СК) та стрічково-канатного (СКК) конвеєрів з однаковими експлуатаційними показниками: продуктивністю 975 т/год., довжиною 3900 м та кутом нахилу установки 3°20’. Стрічковий конвеєр прийнятий у варіанті обладнання стрічкою з синтетичними прокладками з розривною міцністю 30 кН/м.

Таблиця 2.2 – Порівняльний аналіз показників стрічкового (СК) та стрічково-канатного (СКК) конвеєрів

| Показники | Маса, % | | Витрати на виготовлення, % | |
|---|---|---|---|---|
| | СК | СКК | СК | СКК |
| Стрічка + канати | 15,1 | 54,6 | 19,5 | 48,1 |
| Приводна станція | 16,4 | 7,4 | 14,3 | 8,8 |
| Кінцеві барабани | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 1,0 |
| Постав, роликоопори, натяжні пристрої | 56,0 | 19,9 | 36,1 | 6,8 |
| Електрична мережа | 10,7 | 16,7 | 12,2 | 19,3 |
| Монтаж | - | - | 16,4 | 16,5 |

До недоліків стрічково-канатних конвеєрів слід віднести наступні:

- обмежену крупність транспортованого вантажу;
- відносно невеликий термін служби тягових канатів;
- громіздкість кінцевих станцій.

Удосконалення конструкцій стрічково-канатних конвеєрів відбувається в напрямках зростання термінів служби тягових канатів та швидкості їхнього руху, а також збільшення довжини установок конвеєрів в одному поставі.

Наприклад, у з'вязку з цим можна згадати стрічково-канатний конвеєр, створений за а.с. № 341722 [13]. Метою розробки конвеєра було отримання конструкції, яка на додаток до усіх переваг установок стрічкового типу давала б можливість транспортувати крупношматковий матеріал на великі відстані. Досягнення поставленої мети досягалося використанням під стрічкою машини спеціальних U-подібних траверс, кінці яких закріплялися в еластичних нескінченно замкнених пасах, розташованих на гілках тягових канатів.

Конструкція конвеєра показана на рис. 2.2. Установка має два замкнених тягових каната 1, верхні на нижні гілки яких підтримуються блоками 2. Канати приводять до руху шківами 3 та постачені натяжними пристроями 4. На гілках канатів по усій довжині конвеєра укладені еластичні гумові паси 5, що утворюють борт. Паси армовані кордом або іншим міцним матеріалом. Окремі шматки пасів з'єднані між собою накладками 6. В пасах передбачені отвори *а*, в яких закріплені кінці траверс 7, розташованих під вантажонесучою стрічкою 8.

На кінцевих станціях після розведення канатів убік (як у звичайних стрічково-канатних конвеєрах для пропускання стрічки) паси огинають неприводні шківи 9 і 10. Шків 10 постачений натяжним вантажем.

Кінці траверс закріплені в пасах таким чином, що не можуть повертатися відносно них, тому на нижній гілці канатів траверси займають положення понад вантажонесучою стрічкою (див. перетин *А-А*). Під час переходу на нижню гілку стрічка 8 відокремлюється від траверс і підтримується роликами 11, які встановлені з можливістю обертання на одній осі з підтримувальними блоками. На тих опорах, де немає нижніх підтримувальних блоків, встановлені лише ролики. На кінцевих станціях стрічка огинає розвантажувальний та натяжний барабани.

Завантаження конвеєра відбувається перед входом стрічки на траверси, де розміщена батарея амортизаційних роликів 12.

Ця конструкція в подальшому була удосконалена за схемою, яку можна

побачити на рис. 2.3. На цій схемі, як і на рис. 2.2, добре видно, що звичайна вантажонесуча та тягова стрічка 1 вільно лежить на дугоподібних траверсах 2, кінці яких закріплені в еластичних бортах 3. Останні спираються на робочій верхній гілці на неприводні канати 4, що утворюють замкнений контур. Канати 4 по довжині конвеєра лежать на блоках 5, закріплених на стояках 6.

Кінці траверс 2 за допомогою гвинтів 7 закріплені на опорних пластинах 8, на яких з обох боків встановлені за допомогою гвинтів 9 фігурні скоби 10. Всередині останніх розміщені пружнодеформовані елементи 11, кінці яких через металеві вкладиші 12 закріплені на кінцях фігурних скоб. Скоби 10 та елементи 11 виконані з пружинної листової сталі. Пружнодеформований елемент 11 щільно охоплює опорну поверхню борта 3. Між кінцями траверси 2 та опорної пластини 8 розташовані гумові елементи 13 з трапецієподібними канавками, які контактують з канатами нижньої холостої гілки конвеєра.

В конвеєрах цього типу можна застосовувати кінцеві станції для стрічки від звичайного стрічкового конвеєра. Запасування канатів на кінцевих шківах здійснюється так само, як в стрічково-канатному конвеєрі на рис. 2.1.

Описаній конструкції конвеєра, окрім звичайних переваг стрічково-канатних установок, притаманні також наступні:

- наявність дугоподібних жорстких траверс забезпечує можливість транспортування крупношматкових вантажів;

- використовується звичайна конвеєрна стрічка;

- можлива установка приводу або на стрічці, або на канатах, або одночасно на стрічці і канатах, що дозволяє значно підвищити довжину конвеєра в одному поставі.

Недоліком стрічково-канатної конструкції конвеєра з траверсами слід визнати наявність трьох контурів: стрічки, бортів та канатів.

Для спрощення конструкції доцільно тягове зусилля передавати лише стрічкою, з урахуванням того, що для транспортування скельних вантажів необхідна стрічка значної товщини та міцності. У цьому випадку канати стають неприводними, завдяки чому зменшуються розміри кінцевих шківів, дещо збільшується

термін служби канатів у порівнянні з приводними як на звичайному стрічково-канатному конвеєрі.

Швидкість руху стрічки на стрічково-канатному конвеєрі з жорсткими траверсами можна приймати у межах від 2,5 до 3 м/с. При ширині стрічки 1600 мм продуктивність цього конвеєра становитиме 4750-5750 т/год.

Пізніше була запропонована конструкція стрічково-канатного конвеєра за а.с. № 488759, в якому, на відміну від установок, де верхня гілка стрічки лежить на траверсах, а нижня на роликах, значно спрощено процес запасування канатів та зменшена висота поставу на лінійній частині установки [14]. В цьому технічному рішенні досягнення вказаних результаті забезпечується тим, що підтримувальні блоки холостої гілки тягових канатів встановлені на зовнішньому боці поставу, а траверси лежать на нижній гілці стрічки.

На рисунку 2.4 зображено пропоновану конструкцію конвеєра. Установка має стрічку 1, що лежить на дугоподібних траверсах 2. На кінцях останніх закріплені еластичні нескінченні борти 3, армовані по довжині міцним матеріалом, наприклад кордом або капроном.

На вантажонесучій гілці конвеєра борти 3 розташовані на робочих гілках тягових канатів 4, які спираються на підтримувальні блоки 5. Холості гілки тягових канатів 6 встановлені назовні поставу, розташовані на одному рівні з канатами робочої гілки та лежать на підтримувальних блоках 7. Борти 3 в головній частині конвеєра разом з канатами 4 огинають приводні шківи 8. У хвостовій частині установки борти 3 і канати 4 огинають натяжні шківи 9. Далі канати огинають похило встановлені шківи 10, йдуть на натяжні роздільні шківи 11 з вантажними натяжними пристроями 12, а борти 3 з траверсами 2 укладаються на нижню гілку стрічки 1, яка підтримується роликами 13. Після огинання натяжних шківів 12 холості гілки канатів укладаються на підтримувальні блоки 7.

Стрічка 1 рухається за допомогою барабанного приводу 14. Натяжний пристрій 15 стрічки встановлений у хвостовій частині конвеєра.

Траверси 2 виконуються з футерованої гумою труби і закріплюються в бортах 3 двома штирями 16, які запобігають повороту траверси відносно бортів.

Окремі відрізки бортів з’єднуються у замкнене нескінченне кільце за допомогою вулканізації або спеціальних накладок.

Робочі гілки тягових канатів спираються на подвоєні підтримувальні блоки 5, які забезпечують безударне проходження штирів траверс. Холості гілки тягових канатів спираються на підтримувальні блоки 6.

Конвеєр працює наступним чином. Крупношматкова гірнича маса завантажується живильником на стрічку, на якій в місцях завантаження встановлені амортизаційні ролики 17, наприклад пневматичні шини. Вантаж переміщується разом зі стрічкою на траверси, контур яких сумісно з бортами рухається стрічкою завдяки фрикційному зв’язку. У свою чергу борти траверс також за рахунок фрикційного зв’язку захоплює разом із собою підтримувальні канати. Крупношматкова гірнича маса, що знаходиться на стрічці, переміщується разом з опорними траверсами, завдяки чому вона транспортується без будь-якого ворушіння.

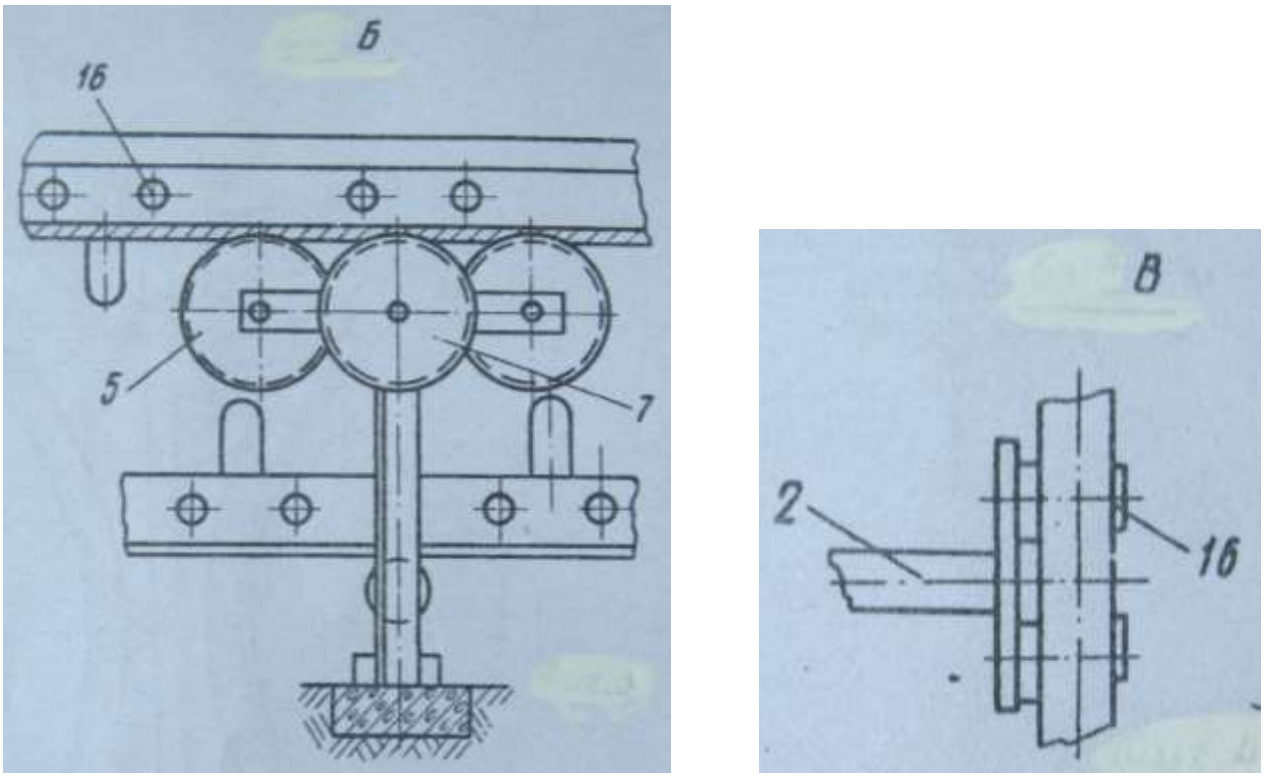



Рисунок 2.4 – Технічне рішення за а.с. № 488759. Продовження

Процес запасування підтримувальних канатів на цьому конвеєрі відрізняється значною простотою, адже канати разом з бортами огинають кінцеві шківи

8 і 9, а горизонтальні відхиляючі ролики для канатів відсутні. Це досягається завдяки тому, що борти з траверсами на нижній гілці лежать на неробочому боці стрічки. Центрування нижньої гілки стрічки може здійснюватися як на звичайному стрічковому конвеєрі, наприклад, на V-подібній роликоопорі з двома роликами.

# 3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРІЧКОВО-КАНАТНИХ КОНВЕЄРІВ

## 3.1 Основні вузли стрічково-канатних конвеєрів

Стрічково-канатний конвеєр складається зі стрічки, канатів, приводної та натяжної стацій, лінійних опор та завантажувального пристрою.

Стрічка конвеєра має одну або дві тканинні прокладки, між якими розташовані з певним кроком поперечні сталеві ресори прямокутного чи квадратного перетину (рис. 3.1*а*). Уздовж кромок стрічки зверху і знизу відліті гумові борти з канавками, за допомогою яких стрічка спирається на тягові канати. В своєму поперечному перетині канати мають клиноподібну форму, яка забезпечує надійний фрикційний зв'язок стрічки з канатами. Ширина стрічки по осях тягових канатів приймається в межах 760-1400 мм. Товщина верхньої обкладинки вибирається в залежності від механічних властивостей транспортованої гірничої маси. Наприклад, для переміщення вугілля приймається стрічка з товщиною верхньої обкладинки до 3 мм, а для руди – 6 мм. Товщина нижньої обкладинки зазвичай дорівнює 1-2 мм.

На стрічках закордонних конструкцій стрічково-канатних конвеєрів використовують ресори квадратного перетину зі стороною квадрату від 5,6 до 6,4 мм в залежності від ширини стрічки. Відстань між ресорами приймається в межах від 60 до 75 мм. У вітчизняних конструкціях стрічково-канатних конвеєрів застосовується стрічка завширшки 900 мм та ресори прямокутного перетину 5 х 12 мм з кроком 100 мм.

З’єднання кінців стрічки здійснюється або дротовими скобами, або за допомогою холодної чи гарячої вулканізації. За умови ретельного дотримання правил експлуатації, особливо процесу завантаження конвеєра, термін служби стрічки на закордонних установках досягає 12-15 років.

В більш удосконалених конструкціях стрічок бічні борти на верхніх та нижніх сторонах зміщені один відносно іншого, що дозволяє зменшити величину

згинального моменту на ресорах вантажної гілки, а також зменшити діаметр рулону стрічки. Останній фактор сприятиме покращенню умов монтажу стрічково-канатного конвеєра, особливо в підземних умовах експлуатації (рис. 3.1*б*).

Тягові канати використовують лише однобічного звивання з лінійним контактом дротів у пасмах, які в порівнянні з з канатами хрестового звивання мають переваги більшого терміну служби та більшого коефіцієнту зчеплення з клиноподібними канавками стрічки. Діаметр канатів на установках, що експлуатуються, становить 32-50 мм. Застосування канатів більшого діаметру обмежується складністю процесу з'єднання кінців, який зазвичай виконується вручну, а також розмірами шківів кінцевих станцій. Канати в основному виготовляються з оцинкованих дротів з межею міцності 1700-1800 МПа.

Термін служби канатів залежить від їхньої якості та умов експлуатації. Неякісні погано звиті канати руйнуються вже після 1500 годин роботи. Основними причинами зносу канатів є:

- поперечна вібрація та поштовхи під час проходження через підтримувальні ролики;

- стирання зовнішніх дротів (особливо в місцях з'єднання канатів) на роликах та ведучих шківах.

На удосконалених конструкціях установок стрічково-канатного типу за наявності футерованих підтримувальних лінійних роликів, а також еластичної футерівки ведучих однообхватних шківів термін служби канатів може бути доведений до 7500-8000 годин. Зокрема, практикою встановлено, що термін служби канатів великого діаметру вище у порівнянні з канатами аналогічної конструкції меншого діаметру. Довжина з'єднання канатів має бути не менше тисячі діаметрів канату.

Тягові канати по довжині поставу підтримуються роликами 3, встановленими на стояках, що розташовані на відстані 5-8 м один від одного. Для збільшення відстані між роликоопорами на верхній і нижній гілках встановлюють подвоєні балансирні ролики 4 (рис. 3.2). Для підтримки вантажонесучої гілки конвеєра ролики монтують на кожній опорі, а на холостій гілці – через одну опору.

Діаметр роликів приймається величиною у 8-9 діаметрів канату.

Для збільшення довговічності тягових канатів ролики футерують змінними кільцями з поліуретану: суцільними (рис. 3.3*а*) або розрізними (рис. 3.3*б*). Товщина кілець – 10-12 мм.

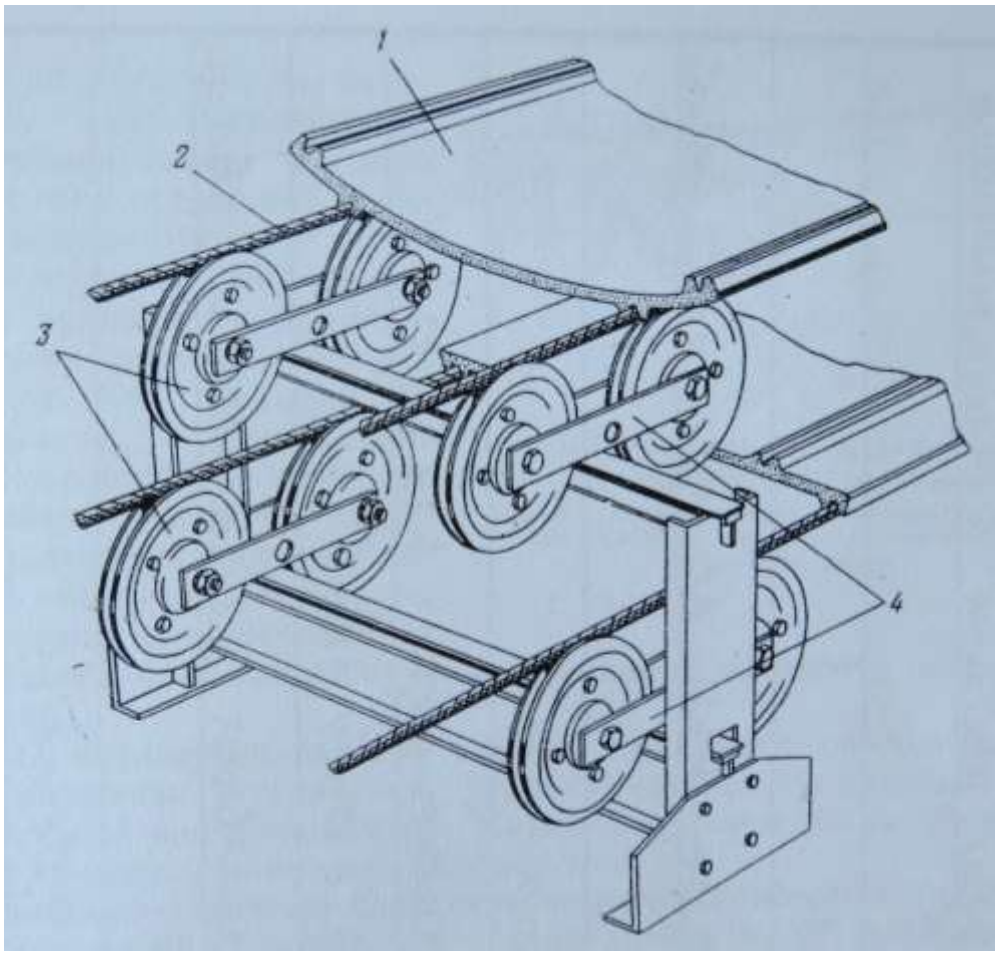



Рисунок 3.2 – Підтримувальна лінійна опора:
1 – стрічка; 2 – тяговий канат; 3 – підтримувальні ролики; 4 – балансирні ролики

Привод стрічково-канатного конвеєра повинен забезпечувати однакову швидкість тягових канатів. На закордонних конструкціях таких установок привод складається з одного або двох електродвигунів та редуктора. Останній має симетричний диференціал, осі якого з'єднані муфтами з канатоведучими шківами. Диференціал забезпечує рівність моментів, а, значить, і швидкостей канатів на обох канатоведучих шківах. Електродвигуни застосовують або з короткозамкненим ротором та регульованою гідромуфтою, або з фазним ротором та рідинним реостатом. Регульовані гідромуфти та рідинний реостат забезпечують плав-

ний пуск конвеєра з прискоренням 0,03-0,04 м/с$^2$. Динамічні зусилля в канатах при цьому не перевищують 40-50% статичних.

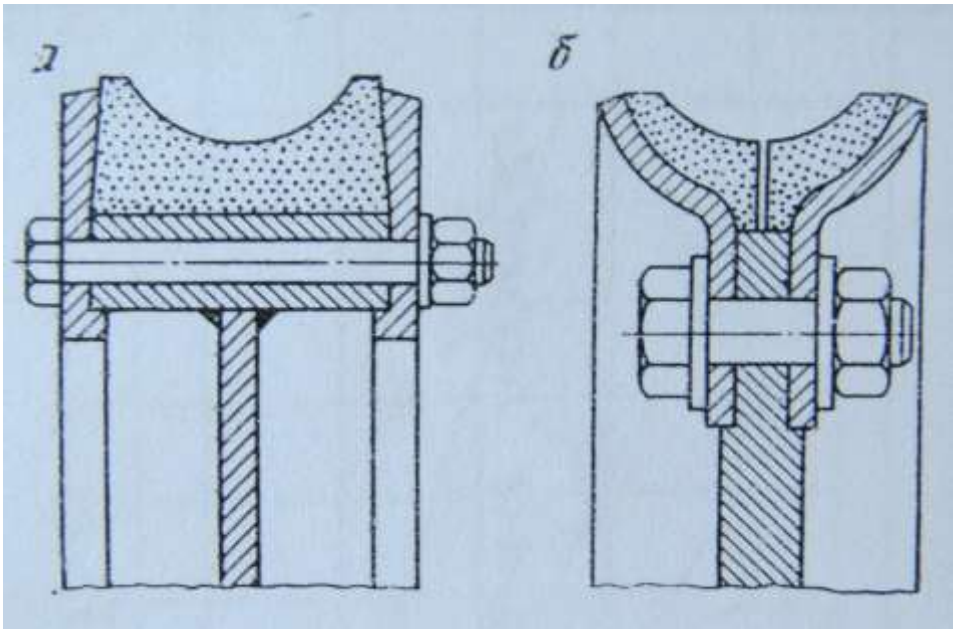



Рисунок 3.3 – Футерувальні ролики для підтримки канатів:
*а* – із суцільною змінною футерівкою; *б* – з розрізною змінною футерівкою

На деяких потужних конструкціях стрічково-канатних конвеєрів, привод яких обладнаний рідинним реостатом, пуск відбувається за певною програмою. У цій схемі застосовується запам'ятовуючий пристрій, що дозволяє здійснювати плавний пуск з урахуванням попереднього натягу канатів в момент останньої зупинки конвеєра. Запам'ятовуючий пристрій представляє собою прилад, який безупинно замірює струм в ланцюзі статора електродвигуна. При відключенні двигунів відбувається запам'ятовування значення струму в ланцюзі і при повтонгму пуску двигунів відпускання гальм здійснюється лише після того, як струм в ланцюзі статора досягне того значення, яке було перед відключенням двигунів.

В стрічково-канатних конвеєрах великої довжини використовують дискові гальма з автоматично змінним гальмівним зусиллям в залежності від швидкості стрічки.

Для проведення ревізії стрічки і канатів, а також інших ремонтних робіт приводну станцію обладнують мікроприводом, який забезпечує швидкість руху стрічки порожнього конвеєра біля 0,5 м/с.

Останнім часом за кордоном і приводах стрічково-канатних конвеєрів використовують лише одножолобчасті шківи, футеровані спеціальними пластиками з підвищеним коефіцієнтом зчеплення з тяговими канатами. Кут обхвату на канатах ведучого шківа, підвищений за допомогою відхиляючого шківа, складає біля 215-220$^{o}$.

В якості футерівки ведучих шківів застосовують набрані уздовж їхнього ободу почергово встановлені сегменти з полівінілхлориду та пластика. Коефіцієнт зчеплення змащених та змочених канатів з футерівкою у цьому випадку складає 0,37-0,46 при тиску 3-5 МПа. Діаметр канатоведучих шківів приймають зазвичай величиною близько 80 діаметрів канату, а натяжних шківів – 60 діаметрів канату.

В конструкціях вітчизняних стрічково-канатних конвеєрів використовується більш простий роздільний привод на кожному з двох канатоведучих шківів з асинхронними двигунами з фазовим ротором, робоче ковзання яких штучно підвищено до 10%. Для забезпечення такого ковзання електродвигунів в ланцюгах їхніх роторів залишають ступень пускового опору, що не відключається. Але це призводить до додаткової витрати електроенергії.

Як показали дослідження, проведені свого часу в МГІ, в стрічково-канатних конвеєрах великої довжини синхронізація швидкостей канатів забезпечується на природних характеристиках двигунів завдяки значній сумарній жорсткості стрічки на перекіс.

Для натягу канатів використовують в основному вантажні натяжні пристрої, що встановлюються біля приводу або у хвостовій частині конвеєра. Натяг стрічки також здійснюється вантажним натяжним пристроєм.

Стрічково-канатні конвеєри можна встановлювати зі зламом траси під різними кутами (до 90$^{o}$ і більше), що особливо важливо для підземних умов експлуатації. На таких конвеєрах стрічка розділена на дві секції при одній секції тягових канатів. На поворотному пристрої (рис. 3.4) здійснюється перевантаження з однієї стрічки на іншу та поворот тягових канатів за допомогою додаткових горизонтальних шківів.

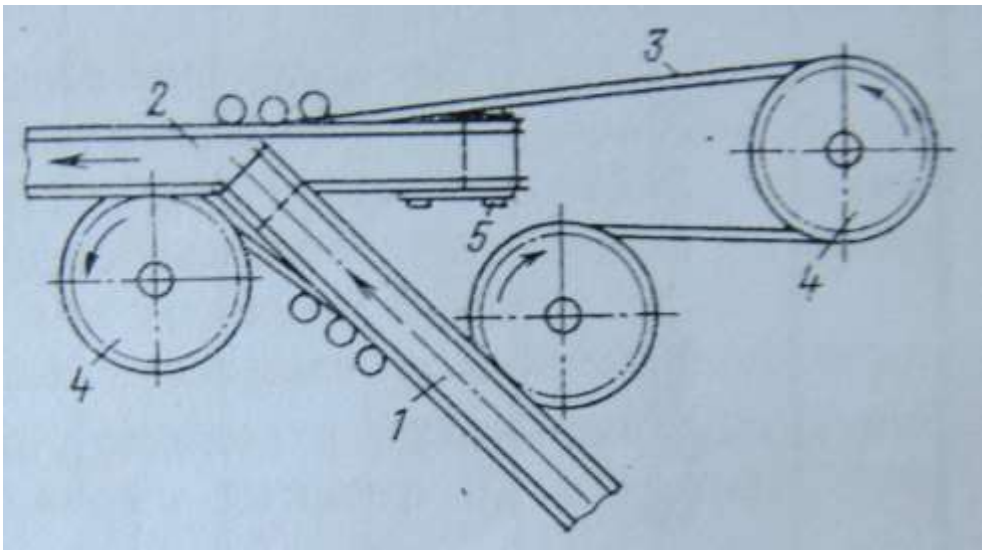



Рисунок 3.4 – Поворотний пристрій стрічково-канатного конвеєра:
1, 2 – секції стрічки; 3 – тяговий канат; 4 – відхиляючі шківи;
5 – натяжний візок для стрічки

### 3.2 Особливості розрахунку стрічково-канатних конвеєрів

Основною конструктивною відзнакою стрічково-канатного конвеєра у порівнянні зі стрічковими можна вважати стрічку з поперечними сталевими ресорами. Для запобігання провалювання завантаженої стрічки між канатами ресори розраховують за максимальним завантаженням стрічки, тобто для випадку, коли насипний вантаж розташовується шаром по трикутнику по усій ширині стрічки між її бічними припливами з кутом природного укосу у стані спокою.

В табл. 3.1 приведені параметри стрічок різної ширини та можлива погонна маса вантажу $q$ (кг/м) для вугілля та руди.

Величину продуктивності стрічково-канатного конвеєра можна визначити за допомогою наступної формули:

$$Q = 3{,}6qv - K_{\text{п}}B^2v\gamma, \text{ т/год.},$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт продуктивності, що враховує форму поперечного перетину завантаженої стрічки (для вугілля – $K_{\text{п}}$ = 270, для руди – $K_{\text{п}}$ = 290); $B$ – ширина стрічки, м; $v$ – швидкість стрічки, м/с; $\gamma$ – питома вага транспортованого вантажу на стрічці, т/м$^3$.

Таблиця 3.1 – Параметри стрічок різної ширини $B$
та можлива погонна маса стрічки $q_с$ і вантажу $q_в$ для вугілля і руди

| Ширина стрічки $B$, м | Сторона перетину квадратної ресори, мм | Погонна маса стрічки $q_с$, кг/м | Погонна маса вантажу $q_в$, кг/м |
|---|---|---|---|
| Для вугілля з питомою вагою 0,8 т/м$^3$ | | | |
| 800 | 5 | 15,3 | 43 |
| 1000 | 6 | 20,5 | 68 |
| 1200 | 7 | 27,0 | 97 |
| 1400 | 8 | 35,1 | 134 |
| Для руди з питомою вагою 2,5 т/м$^3$ | | | |
| 800 | 6 | 18,1 | 130 |
| 1000 | 8 | 29,0 | 204 |
| 1200 | 9 | 34,3 | 290 |
| 1400 | 11 | 47,7 | 400 |

На рис. 3.5 приведені залежності продуктивності стрічково-канатного конвеєра $Q$ від ширини стрічки $B$, її швидкості $v$ та питомої ваги вантажу $\gamma$. Швидкість транспортування на стрічково-канатному конвеєру рекомендується приймати в межах 2-4 м/с.

Величина опорів переміщенню на вантажній та холостій гілках конвеєра в розрахунку на один канат за умови рівного розподілення навантажень між канатами становитиме:

$$W_{\text{вант}} = L\left[\left(\frac{q}{2} + \frac{q_с}{2} + q_к\right)(\omega' \cos\beta \pm \sin\beta) + \frac{q'_р}{2}\omega'\right]g;$$

$$W_{\text{хол}} = L\left[\left(\frac{q_с}{2} + q_к\right)(\omega' \cos\beta \pm \sin\beta) + \frac{q''_р}{2}\omega'\right]g,$$

де $L$ – довжина конвеєра, м; $q_с$, $q_к$, $q'_р$, $q''_р$ – погонне навантаження відповідно від стрічки, канатів, а також роликів вантажної та холостої гілок конвеєра, кг/м; $\beta$ – кут установки конвеєра, град. (+,– – транспортування відповідно на підйом та

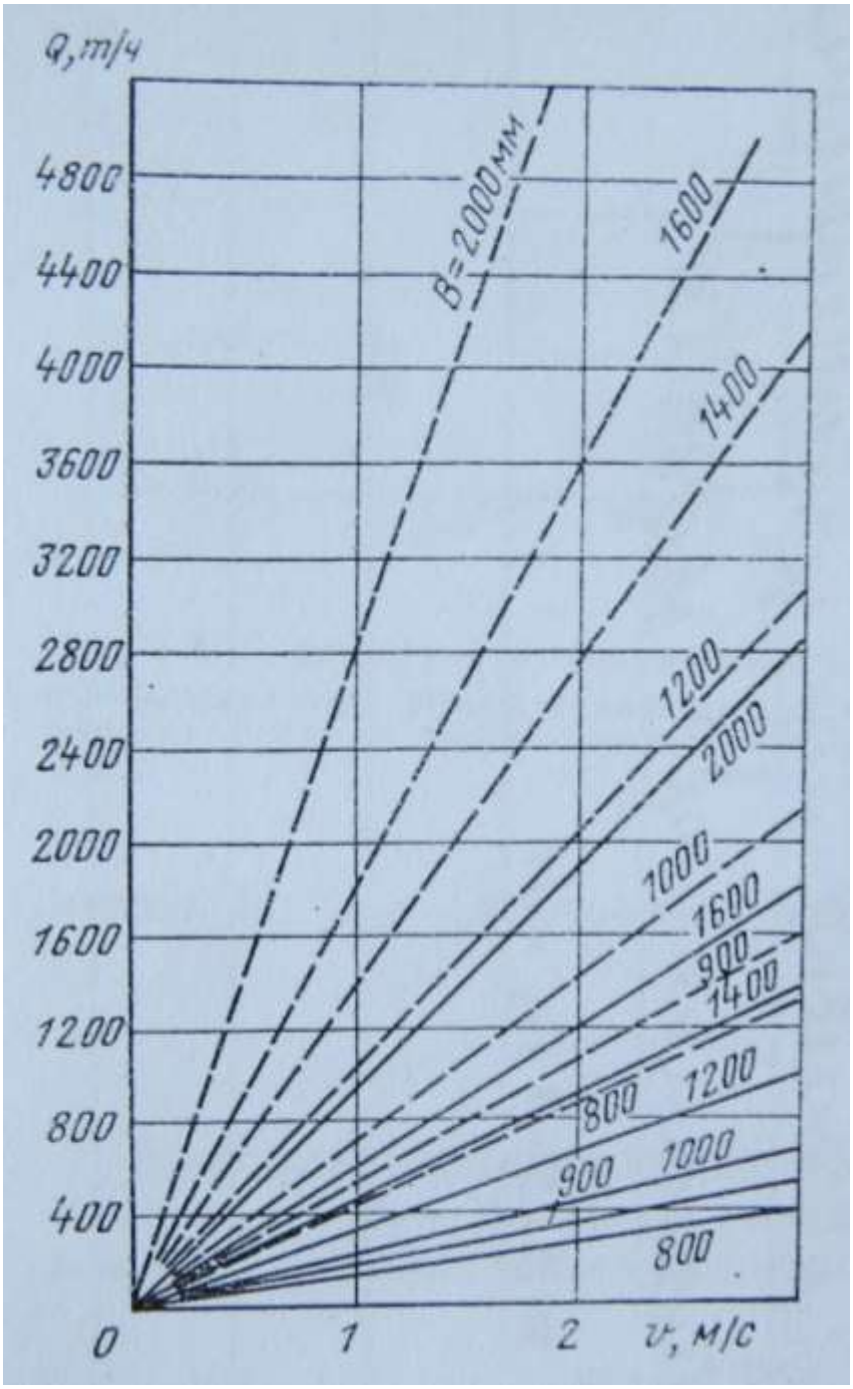



Рисунок 3.5 – Залежності продуктивності стрічково-канатного конвеєра $Q$ від ширини стрічки $B$, її швидкості $v$ та питомої ваги вантажу $\gamma$ (суцільні лінії – для вугілля з $\gamma$ = 0,8 т/м$^3$; пунктирні лінії – для руди з $\gamma$ = 2,5 т/м$^3$)

під ухил); $\omega'$ – коефіцієнт опору переміщенню канатів.

Для розрахунку можна приймати: $q_к$ = 2-3 кг/м. Коефіцієнт опору переміщенню канатів підтримувальними нефутерованими роликами – $\omega'$ = 0,01, футерованими – $\omega'$ = 0,015. За закордонними даними, в разі ретельного виготовлення підшипникових вузлів підтримувальних роликів $\omega'$ = 0,006.

Оскільки максимальні динамічні навантаження в канатах під час пусків конвеєра не перевищують 40-50% статичних, а при контакторному пуску практично досягають 20-30%, діаметр канату вибирається за максимальним статичним навантаженням із запасом міцності, що дорівнює або перевищує 4,5.

Відстані між підтримувальними роликами для верхньої робочої гілки $l'_{\text{р}}$ можна приймати різними по довжині поставу в залежності від натягу канатів $S_{\text{к}}$ у даному прольоті.

Максимальна стріла провисання на верхній вантажній гілці не повинна перевищувати 0,01-0,015 від довжини прольоту між опорами, а для нижньої холостої гілки – 0,2-0,03. Звідси можна отримати величини відстані між опорами:

$$l'_{\text{р}} = \frac{S_{\text{к}}}{(12{,}0 \div 8{,}0)\left(\frac{q}{2} + \frac{q_{\text{с}}}{2} + q_{\text{к}}\right) g}.$$

З огляду на можливості виникнення таких факторів, як нецентральне завантаження стрічки конвеєра, різний діаметр приводних шківів, неповна відповідність механічних характеристик електродвигунів, канати в процесі роботи установки можуть бути завантажені нерівномірно, а це може стати причиною перекосу стрічки та перерозподілення навантажень між канатами. На практиці, завдяки компенсації різниці в натягах канатів за рахунок поперечної жорсткості стрічки, рух канатів на конвеєрі з роздільними приводами відбувається з однаковими зусиллями та швидкостями, але з частково перекошеною стрічкою (рис. 3.6*а*).

Якщо відома величина різниці діаметрів шківів $\delta = D_1 - D_2$, натяг $S$ між канатами можна визначити за допомогою наступної формули:

$$S_{1,2} = S_{\text{р}}\left(0{,}5 \pm \frac{\delta}{4 s_{\text{н}} D_{\text{р}}}\right),$$

де $S_{\text{р}}$ – розрахунковий сумарний натяг обох канатів, Н; $s_{\text{н}}$ – номінальне ковзання електродвигуна; $D_{\text{р}}$ – розрахунковий діаметр шківів, м. Знак мінус відповідає канату, що набігає на шків меншого діаметру.

У зв'язку з тим, що різниця натягів канатів компенсується жорсткість стрічки на перекіс, маємо:

$$S_{1,2} = \frac{S_{\text{р}}}{2} \pm \frac{GL\Delta}{2},$$

де $G$ – коефіцієнт жорсткості під час перекосу стрічки, Н/м·см; $\Delta$ – величина перекосу стрічки, см; $L$ – довжина конвеєра, м.

Максимальний перекіс стрічки становитиме:

$$\Delta_{max} = \frac{P}{C_{\text{пр}}},$$

де $P$ – сила, що викликає поперечну деформацію (перекіс) стрічки, Н; $C_{\text{пр}}$ – поперечна жорсткість стрічки, Н/м:

$$C_{\text{пр}} = \frac{GL}{2}.$$

Максимальна поперечна деформація стрічки $P$ (Н) виникає, коли при значній різниці зусиль в канатах один з них проковзує відносно стрічки, тобто:

$$P > \frac{q+q_{\text{с}}}{2} gL\mu \cos\beta,$$

де $\mu$ – коефіцієнт зчеплення стрічки з канатами.

Звідси маємо:

$$\Delta_{max} = \frac{\frac{q+q_{\text{с}}}{2} L\mu \cos\beta}{\frac{GL}{2}} - \frac{(q+q_{\text{с}})\mu \cos\beta}{G}.$$

Результати проведених експериментальних досліджень свідчать, що збігання стрічки з канатів відбувається при $\Delta_{\text{max}}$ = 40-50 мм. Надійно стрічка лежить на канатах при $\Delta$ = 10-20 мм. Коефіцієнт поперечної жорсткості при перекосі стрічки – $G$ = 100 Н/м·см.

Величина сумарного натягу канатів дорівнює:

$$S_{\text{р}} = \frac{2T_{\text{роз}}}{n_{\text{к}}},$$

де $T_{роз}$ – розривна міцність одного канату, Н; $n_к$ – запас міцності канату.

Виходячи з цього, маємо наступну величину робочого ковзання електродвигунів в залежності від довжини конвеєра при допустимому перекосі стрічки:

$$s_н = \frac{T_{роз}}{n_к} \cdot \frac{\delta}{GL\Delta D_р}.$$

На рис. 3.6*б* зображена залежність величини перекосу стрічки від довжини стрічково-канатного конвеєра. Графік побудований на основі параметрів вітчизняного стрічково-канатного конвеєра КЛК ($T_{роз}$ = 469,50 кН при $d_к$ = 32 мм, $D_р$ = 2500 мм). При допустимому відхиленні діаметрів шківів від розрахункового в межах ±0,1% маємо: $\delta$ = 5 мм; $s_н$ = 0,03. На графіку видно, що при довжині конвеєра більше 500 м перекіс стрічки під час роботи установки знаходиться в допустимих межах. Звідси можна зробити висновок, що робота стрічково-канатного конвеєра довжиною більше 500 м з роздільними приводами на кожний канат відбувається у спокійному режимі і можлива в разі використання електродвигунів з однаково підібраними природними характеристиками.

Наприклад, на конвеєрах КЛК3 і КЛК4 (див. табл. 2.1) під час роботи не помічено істотних перекосів стрічок навіть за умови вимкнення опорів з ланцюгів роторів двигунів. Для конвеєра КЛК4 довжиною 3862 м при різниці зусиль в канатах, яка досягає 20%, зусилля перекосу при вирівнюванні навантажень складає майже 20 Н. Цій величині відповідає перекіс $\Delta$ = 0,052 см.

Для забезпечення пуску в режимі усталеного руху на стрічково-канатному конвеєрі без буксування величину тягової спроможності приводу необхідно вибирати, виходячи з наступної умови:

$$e^{fa} \geq \frac{S_{нб} + KS_{нб}}{S_{зб} - KS_{нб}},$$

де $K$ = 0,05 – коефіцієнт перевантаження канату вантажної гілки одного з контурів.

Найбільша величина куту нахилу установки стрічково-канатного конвеєра залежить від коефіцієнту зчеплення стрічки з канатами. Нормальна робота кон-

веєра забезпечується за наступної умови:

$$\mu > \frac{\frac{1+K_{\text{і}}}{g}a \pm sin\,\beta}{cos\,\beta},$$

де $K_{\text{і}}$ – коефіцієнт, що враховує інерцію обертових мас конвеєра.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що при клиноподібній канавці в бічних припливах стрічки з кутом клину $60^{\text{o}}$ коефіцієнт зчеплення змащених канатів однобічного звивання досягає величини $\mu$ = 0,315, що відповідає куту нахилу конвеєра $\beta = 17^{\text{o}}$ при 20% запасі сил тертя.

## 3.3 Аналіз технічного рівня та подальших перспектив розвитку стрічково-канатних конвеєрів

Останнім часом спостерігається підвищена зацікавленість гірничорудних підприємств у впровадженні конвеєрів стрічково-канатного типу. Це пояснюється наступними перевагами подібного обладнання:

- можливість суттєвого збільшення довжини конвеєрної установки в одному поставі до 15 км та підвищення терміну служби канатів до трьох і більше років, що забезпечується зростанням міцності та довговічності тягових канатів. Швидкість руху канатів досягає при цьому 4 м/с;

- малою енергоємність процесу транспортування (на 30-40% менше, ніж на звичайному стрічковому конвеєрі), що важливо в умовах зростаючої енергетичної кризи;

- меншими капітальними та експлуатаційними витратами у порівнянні з іншими видами транспорту (у певних умовах роботи).

Недивно, що таке обладнання здатне забезпечити надзвичайно високі техніко-економічні показники транспортування гірничої маси на багатьох підприємствах з видобутку корисних копалин. Так, наприклад, вказаний вище в табл. 2.1 горизонтальний стрічково-канатний конвеєр довжиною 9910 м забезпечує в умовах кар'єру «Ейзенховер» (США) переміщення дробленої мідної руди з про-

дуктивністю 1800 т/год. (4,5 млн. тонн за рік). Конвеєр має стрічку завширшки 1067 мм, швидкість руху канатів 4 м/с та потужність приводу 2200 кВт. Розрахунки показують, що використання на цій технологічній ділянці стрічково-канатного конвеєра більш ефективно у порівнянні з автомобільним транспортом, підвісною канатною дорогою та звичайним стрічковим конвеєром.

Останнім пунктом в табл. 2.1 вказаний стрічково-канатний конвеєр, спроектований спеціалістами англійської фірми «Кейбл Белт Конвейорс», який має довжину 14923 м і призначений для транспортування вугілля в умовах шахтного комплексу «Селбі» (Англія). Кут нахилу конвеєра приблизно дорівнює $9^{o}$ (перепад висот між кінцевими станціями 990 м), ширина стрічки 1067 м, швидкість транспортування матеріалу 7,6 м/с, продуктивність 2700 т/год., діаметр канатів 57 мм. Приводна станція установки постачена двома електродвигунами потужністю 4375 кВт кожний з частотою обертання 60 об/хв. Тиристорна система регулювання забезпечує постійний момент на валах електродвигунів при змінення частоти обертання від 20 до 60 об/хв.

Таким чином, результати досить широкої світової практики експлуатації стрічково-канатних конвеєрів переконливо свідчать про високий технічний рівень такого транспортного обладнання і показує, що процес переміщення сипких вантажів на великі відстані (10-20 км в одному поставі) з продуктивністю до 2500-3000 т/год. за допомогою конвеєрів стрічково-канатного типу є дуже перспективним та цілком конкурентоспроможним у порівнянні з іншими видами гірничого транспорту.

# 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНВЕЄРА

## 4.1 Основні правила використання установки за призначенням

Особливу увагу під час експлуатації стрічкових конвеєрів усіх без виключення конструктивних типів слід звертати на наступні фактори:

- розташування стрічки відносно опорних елементів та барабанів в процесі її руху;

- натяг стрічки;

- стан обкладинок та стиків стрічки;

- справність гальмівних пристроїв та зупинників, завантажувальних пунктів та приводу, очисних, центрувальних, автоматичних та таких що відключають пристроїв.

Конвеєрну установку потрібно негайно зупинити в разі виявлення наступних несправностей:

- перегрів двигуна та редуктора;

- сторонній шум у редукторі;

- надмірний бічний зсув стрічки. Величина зсуву не повинна перевищувати 40-50 мм;

- пробуксовка стрічки відносно приводного барабану;

- надмірне провисання стрічки між роликоопорами. Величина провисання в середині прольоту між роликоопорами не повинна перевищувати 5% кроку установки останніх;

- зрив футерівки приводного барабану (якщо вона є);

- поздовжній або поперечний розрив стрічки довжиною більше 200 мм та пробоїни розмірами 50х50 мм;

- ушкодження більш ніж на 10% поперечного перетину стрічки;

- наявність 10% і більше роликів, що не обертаються;

- несправність завантажувальних та розвантажувальних пристроїв, що можуть призвести до ушкодження стрічки.

Процес експлуатації стрічкового конвеєра має супроводжуватися постійними профілактичними оглядами обладнання (не рідше одного разу на тиждень) та ремонтами (не рідше одного разу на місяць).

Центрування стрічки на конвеєрах невеликої довжини можна забезпечувати за рахунок повороту кінцевих барабанів не більше, ніж на 2-3$^{o}$, причому центрувальний ефект підвищується за умови футеруванні барабану гумою. На довгих конвеєрах для цього рекомендується встановлювати бічні ролики з нахилом вперед по ходу руху стрічки на 2-3$^{o}$, а нижню гілку спирати на двохроликові V-подібні опори.

Особливої уваги потребують гальма та зупинники похилих конвеєрів. Гальма потрібно перевіряти щомісячно. Слід також постійно спостерігати за роботою автоматичних натяжних пристроїв та своєчасно підтягувати стрічку.

На завантажувальних та розвантажувальних пристроях необхідно встановлювати сигналізатори перевантаження стрічки, за можливості узгоджувати швидкості падаючого вантажу та стрічки, забезпечувати запобіжну подушку на стрічці з дрібного матеріалу.

Можливі несправності механічного обладнання конвеєрів стрічкового типу та способи їхнього усунення приведені в табл. 4.1 [15].

Особливу увагу під час огляду електрообладнання конвеєра звертають на температуру обігріву обмоток роторів та контактних кілець електродвигунів, яка при температурі навколишнього середовища +35$^{o}$ С повинна складати 60-85$^{o}$ С. Контролюють також підшипники двигунів та інших вузлів, при цьому для підшипників ковзання температура не повинна перевищувати 80$^{o}$ С, а кочення – 95$^{o}$. Перевіряють стан щіток, щіткотримачів та контактних кілець електродвигунів, а також контролюють температуру болтових контактних з'єднань, яка не повинна перевищувати 70-120$^{o}$ С під час протікання через них номінального струму.

Перед пуском електродвигуна після тривалої зупинки потрібно ретельно оглянути його, звертаючи увагу на стан пускових пристроїв та величину опору ізоляції обмоток. Відхилення підведеної напруги не повинно перевищувати ±5%. Величину підведеного струму слід контролювати за червоною міткою, нанесе-

ною на амперметрах. Щітки повинні мати дзеркальну-білу поверхню по усій площині контакту з кільцями, у протилежному випадку буде спостерігатися іскрення та підгоряння контактів. Заміняють відпрацьовані щітки виробами тієї ж марки.

### 4.2 Деякі правила безпеки під час експлуатації стрічкових конвеєрів

Пуск конвеєрів має супроводжуватися подачею попереджувальних сигналів. Приводна і натяжна станції повинні бути огороджені, а струмонавантажені елементи приводу надійно заземлені. На панелях щита або пульта керування необхідно нанести чіткі надписи, а реле і прилади силової апаратури запломбувати. Робітники, що обслуговують електрообладнання, повинні пройти спеціальне навчання та отримати кваліфікаційну групу з техніки безпеки.

Для огляду роботи конвеєрної лінії необхідно обладнати спеціальні оглядові майданчики та перехідні мостики.

Категорично забороняється:

- здійснювати дрібний ремонт обертових частин конструкцій пр працюючому конвеєрі;

- видаляти сторонні предмети, застряглі у завантажувальних пристроях на контакті зі стрічкою, при працюючому конвеєрі;

- транспортувати пасажирів технологічними конвеєрами.

Ремонтувати конвеєр можна лише після його відключення за умови абсолютної гарантії неможливості вмикання.

Конструкція конвеєра повинна містити вузли, що забезпечують його безпечну роботу, а саме:

- уловлювачі стрічки на випадок її обриву;

- гальма на випадок мимовільної зупинки працюючого конвеєра під завантаженням;

- автомати відключення приводу в разі активного проковзування стрічки на приводному барабані.

## 4.3 Загальні положення системи технічного обслуговування та ремонту стрічкових конвеєрів

Невпинно зростаючий рівень механізації та автоматизації гірничих робіт вимагає підвищення значення енергомеханічних служб гірничих підприємств, адже в сучасних умовах від раціональної організації та характеру побудови операцій технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту (ТОР) обладнання залежить ефективність виробничої діяльності шахти або кар'єру в цілому. На багатьох гірничих підприємствах енергомеханічна служба, що призвана забезпечити безвідмовну роботи техніки, стала важливим структурним підрозділом. Одночасно з розвитком цієї служби відбувається удосконалення самої системи технічного обслуговування і ремонту.

Система ТОР згідно з ДСТУ 18322 представляє собою комплекс взаємопов'язаних положень та норм, що визначають організацію та проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту виробів для заданих умов експлуатації з метою забезпечення показників якості, передбачених нормативною документацією [16].

Види робіт з ТОР залежать від типів обладнання та умов його використання. Наприклад, для обладнання підземних підприємств вугільної галузі передбачені наступні заходи:

- щозмінне технічне обслуговування (ТО-1), що виконується черговими електрослюсарями, машиністами обладнання та робітниками відповідних виробничих процесів;

- щодобове технічне обслуговування (ТО-2), що виконується ремонтними електрослюсарями, постійно закріпленими за даним видом устаткування, машиністами обладнання та робітниками відповідних виробничих процесів;

- щотижневе технічне обслуговування (ТО-3), що виконується ремонтними електрослюсарями, постійно закріпленими за даним видом устаткування, електрослюсарями енергомеханічних служб шахт, машиністами обладнання та робітниками відповідних виробничих процесів;

- технічне обслуговування ТО-4, що виконується один раз на два тижні для окремих видів стаціонарного обладнання, для яких цей тип обслуговування встановлений галузевими нормами;

- щомісячне ремонтне обслуговування (РО), що виконується ремонтними електрослюсарями, постійно закріпленими за даним видом устаткування, електрослюсарями енергомеханічних служб шахт, машиністами обладнання, робітниками відповідних виробничих процесів та спеціалізованими бригадами ремонтних слюсарів;

- поточні ремонти ($T_1$ і $T_2$) з періодичністю 3 і 6 місяців, що виконуються силами, вказаними для РО, а також силами спеціалізованих ремонтних, налагоджувальних, монтажних підприємств виробничих об'єднань та місцевих підрозділів технічного обслуговування заводів-виготовлювачів відповідної техніки;

- допускається використання додаткових видів поточних ремонтів ($T_3$, $T_4$, …, $T_n$), виконуваних тим самим персоналом, що й $T_1$, $T_2$ з періодичністю відповідно 9, 12 і так далі місяців.

Різні види робіт, передбачені ТОР на основі відповідних нормативних документів, утворюють ремонтний цикл.

На гірничорудних шахтах системи технічного обслуговування транспортних машин розділяються на три групи в залежності від конструктивної складності техніки. Стрічкові конвеєри відносяться до другої групи і для них встановлені наступні заходи технічного обслуговування [15]:

- щозмінний візуальний огляд технічного стану – О;

- періодичне технічне обслуговування машини, що виконується після встановленого періоду її роботи і включає періодичний огляд ТО та профілактичні заходи ТО-1. Останній вид може бути розділений на два заходи: ТО-1 і ТО-2, кожен з яких відрізняється обсягом та складом робіт в залежності від складності того чи іншого вузла.

Планові ремонти проводять у заздалегідь визначені терміни з метою відновлення нормального технічного стану машини та попередження несподіваних відмов в роботі вузлів і деталей. Вони представляють собою сукупність організа-

ційних та технічних заходів з догляду, нагляду за правильною експлуатацією і ремонтом машин, спрямованих на забезпечення працездатності машини протягом заданого часу при мінімальних витратах праці.

Для конвеєрів стрічкового типу особливий інтерес представляють ремонтні заходи, що передбачаються для підтримки працездатності конвеєрних стрічок. Для них здійснюються наступні види поточних ремонтів:

- ремонт місцевих ушкоджень обкладинок стрічки;
- ремонт наскрізних ушкоджень стрічки;
- ремонт бортів та розшарованих кромок каркасу стрічки.

Такі види ремонту виконуються безпосередньо на конвеєрі методами холодної або гарячої вулканізації. Незалежно від вибору методу перед ремонтом потрібні місця стрічки очищують від бруду і пилу, промивають і за необхідності просушують вулканізаційними плитами, феном або інфрачервоними лампами.

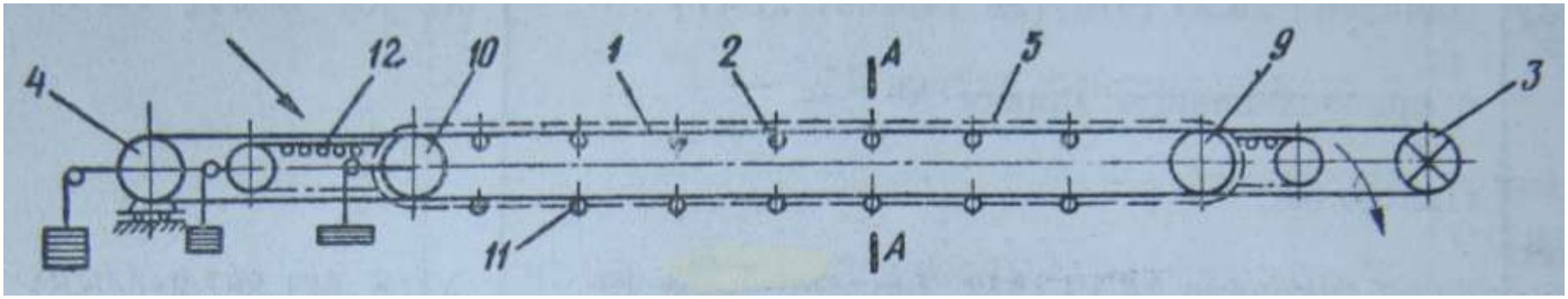
# ВИСНОВКИ

В роботі виконано обґрунтування та проаналізовано конструктивні особивості різновиду стрічкових конвеєрів – стрічково-канатної установки, яка відрізняється від традиційних пристроїв розділенням функцій тягового та несучого органу: перша виконується за допомогою сталевих канатів, а друга залишається за стрічкою, яка звільняється від тягової функції і не потребує у цьому випадку високої поздовжньої міцності. Такий підхід забезпечує можливість суттєвого збільшення довжини конвеєрної установки в одному поставі за рахунок використання тягового органу високої міцності. Крім того, стрічково-канатні установки демонструють меншу на 30-40% у порівнянні зі звичайними стрічковими конвеєрами енергоємність процесу транспортування вантажів і потребують менших капітальних та експлуатаційних витрат.

Проведений аналіз конструкції стрічково-канатного конвеєру та результатів світової практики експлуатації установок подібного роду показав, що вони мають високий технічний рівень, а процес переміщення сипких вантажів на великі відстані (10-20 км в одному поставі) з продуктивністю до 2500-3000 т/год. за допомогою таких конвеєрів стрічково-канатного типу є дуже перспективним та цілком конкурентоспроможним у порівнянні з іншими видами гірничого транспорту.

Таблиця 2.1 – Відомі конструкції стрічково-канатних конвеєрів

| Тип конвеєра, місце установки | Ширина стрічки, мм | Продук-тивність, т/год. | Довжина, м | Середній кут установки | Діаметр канатів, мм | Швидкість стрічки, м/с | Потужність приводу, кВт | Транспор-тована гірнича маса |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| КЛК3, Алтин-Топканський комбінат (СРСР) | 900 | 700 | 3048 | –2°42’ | 32 | 2,1 | 400 | руда |
| КЛК4, Алтин-Топканський комбінат (СРСР) | 900 | 770 | 3862 | –2°12’ | 32 | 2,1 | 500 | –//– |
| КЛК2, Норільський ГМК (СРСР) | 900 | 650 | 800 | 8°30’ | 32 | 2,1 | 200 | –//– |
| Шахта «Луїзенталь» (Німеччина) | 760 | 500 | 5620 | 7°30’ | 50,8 | 2,5 | 1600 | вугілля |
| Шахта «Лонганет» (Англія) | 914 | 720 | 8850 | 2° | 40,6 | 3,8 | 1470 | –//– |
| Поверхня (США) | 1067 | 1200 | 8100 | 0° | 38 | 3,3 | 880 | –//– |
| Рудник «Каза де Педра» (Бразилія) | 760 | 1000 | 4400 | – | 44,5 | 2,3 | 750 | руда |
| Поверхня (США) | 1120 | 1340 | 14400 | 0° | 38 | 4,0 | 1260 | вугілля |
| Кар’єр «Ейзенховер» (США) | 1067 | 1800 | 9910 | 0° | 41 | 4,0 | 2200 | руда |
| Шахтний комплекс «Селбі» (Англія) | 1067 | 2700 | 14923 | 9° | 57 | 7,6 | 8750 | вугілля |



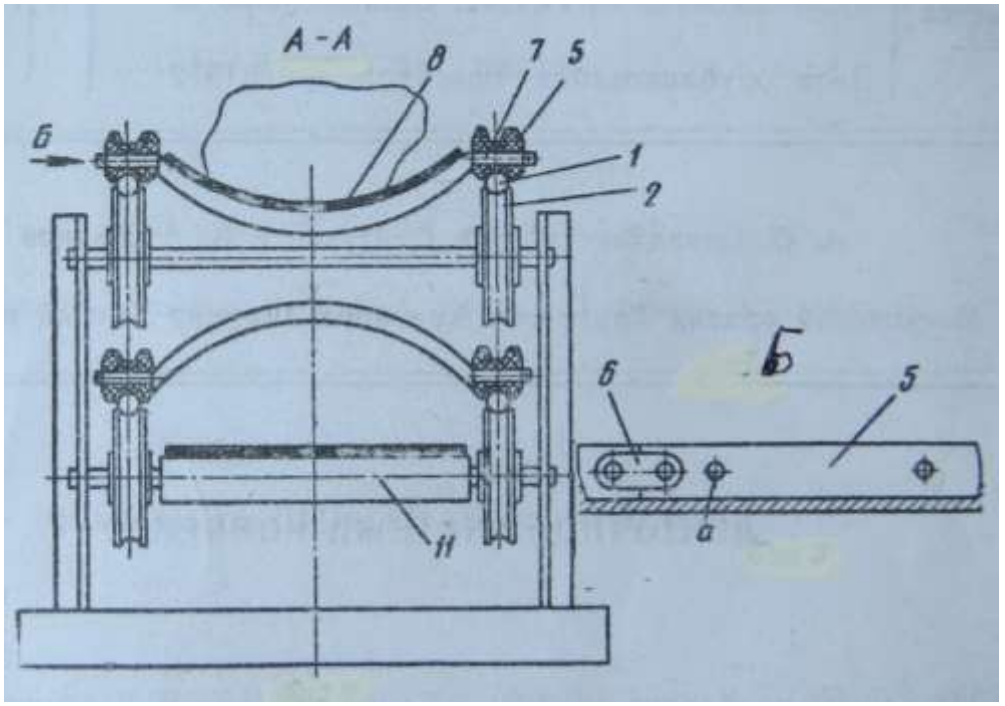




Рисунок 2.2 – Технічне рішення за а.с. № 341722:
1 – тяговий канат; 2 – блок; 3 – приводний шків; 4 – натяжний пристрій; 5 – еластичний гумовий пас; 6 – накладка; 7 – траверса; 8 – вантажонесуча стрічка; 9, 10 – неприводні шківи; 11 – підтримувальний ролик; 12 – амортизаційний ролик

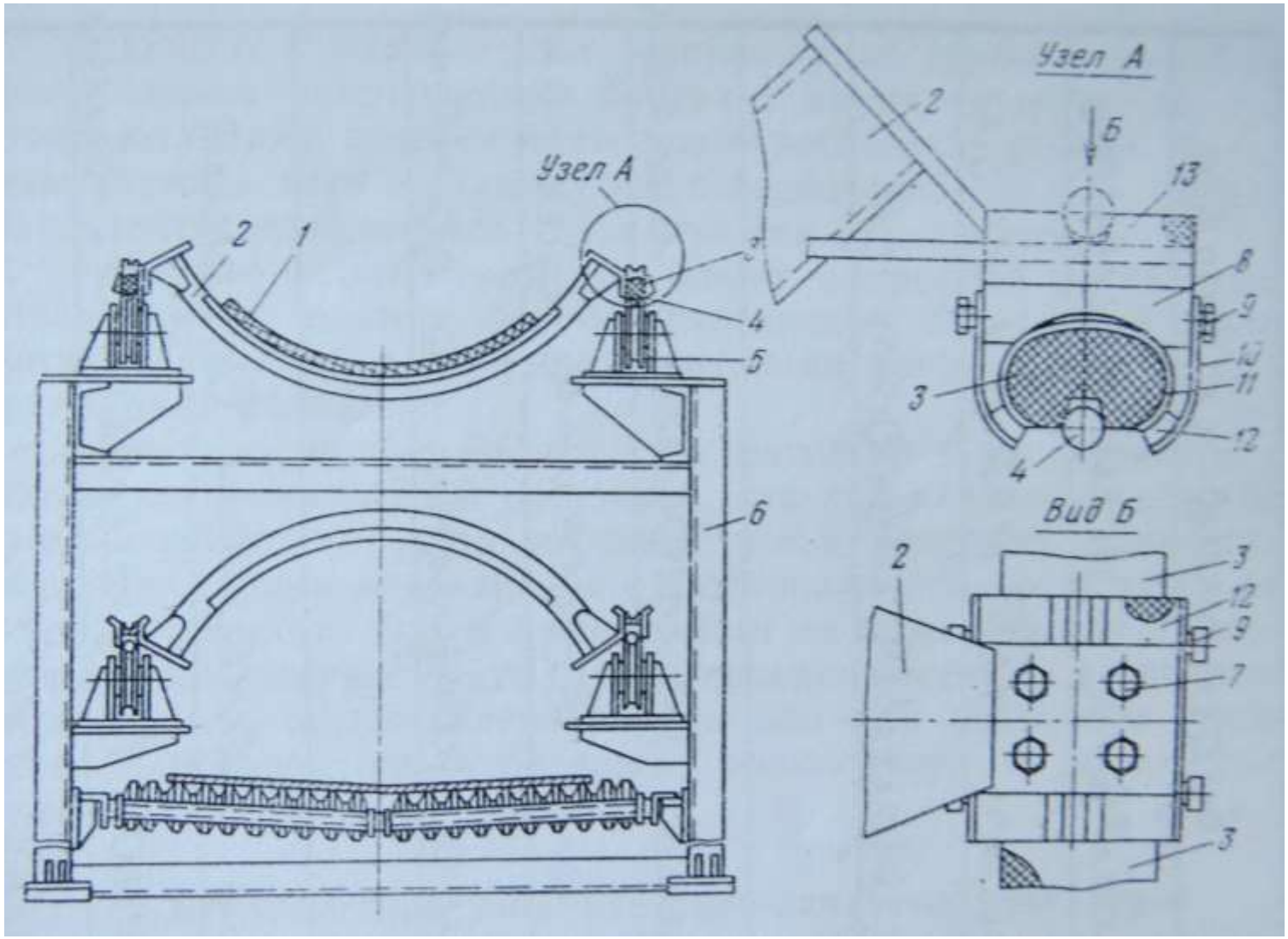
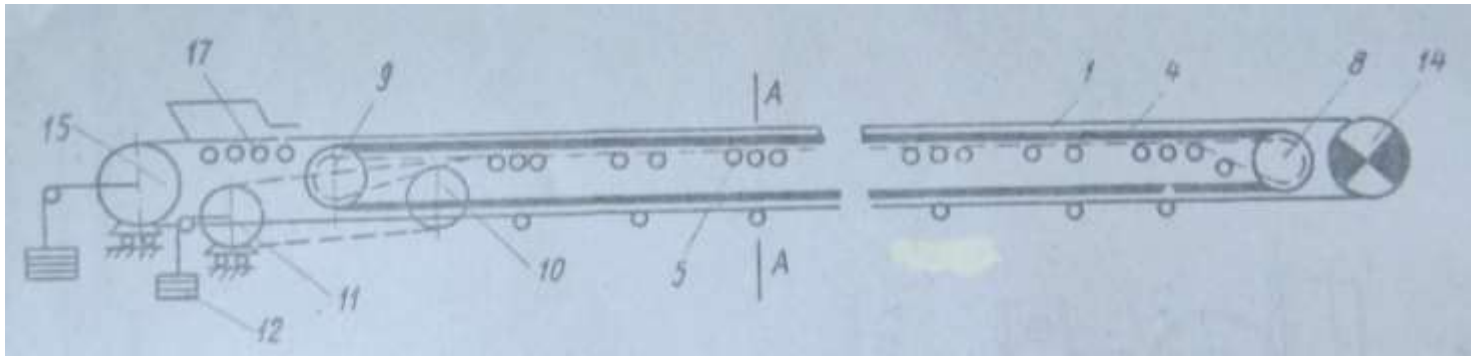



Рисунок 2.3 – Додаткова схема до технічного рішення за а.с. № 341722:
1 – стрічка; 2 – траверса; 3 – еластичний борт; 4 – неприводний канат; 5 – блок; 6 – стояк; 7, 9 – гвинти; 8 – опорна пластина; 10 – фігурна скоба; 11 – пружнодеформований елемент; 12 – металевий вкладиш; 13 – гумовий елемент



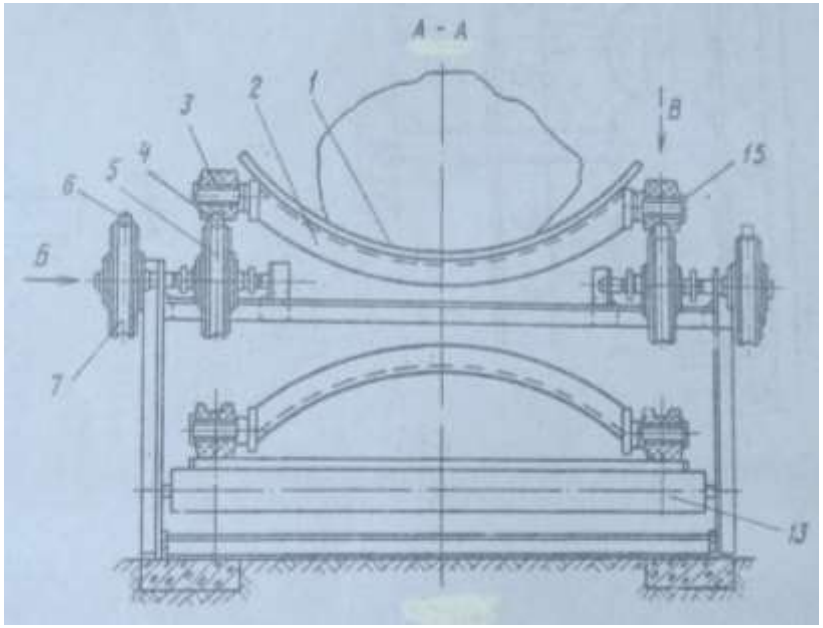




Рисунок 2.4 – Технічне рішення за а.с. № 488759:
1 – стрічка; 2 – дугоподібна траверса; 3 – еластичний нескінченний борт; 4, 6 – відповідно робоча та холоста гілки тягових канатів; 5 – підтримувальний борт; 7 – підтримувальний блок; 8 – приводний шків; 9, 10, 11 – відповідно натяжний, похилий та натяжний роздільний шківи; 12, 15 – натяжні пристрої; 13 – підтримувальний ролик; 14 – барабанний привод; 16 – штир; 17 – амортизаційна опора

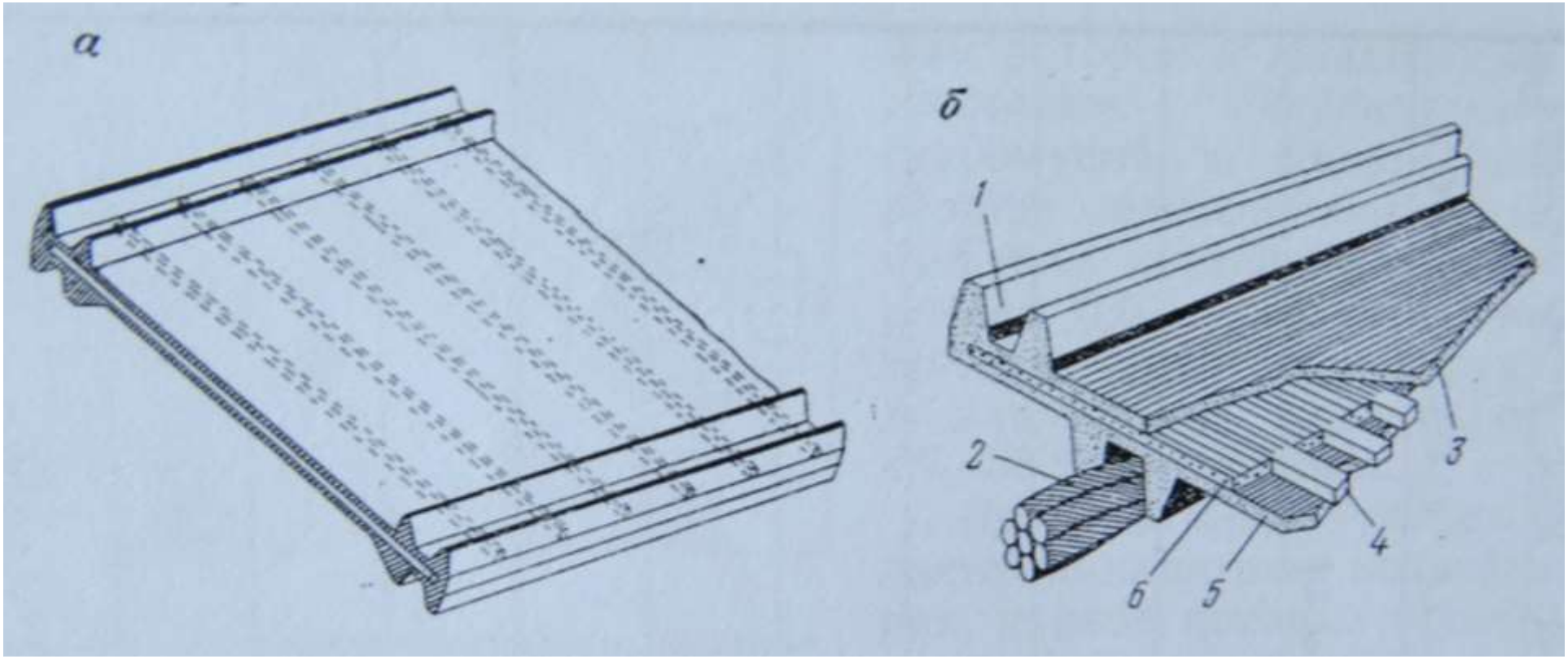



Рисунок 3.1 – Стрічка стрічково-канатного конвеєра:
*а* – звичайного типу; *б* – зі зміщеними бічними припливами;
1 – бічний приплив; 2 – канат; 3 – верхня обкладинка; 4 – ресора; 5 – нижня обкладинка; 6 – тканинна прокладка

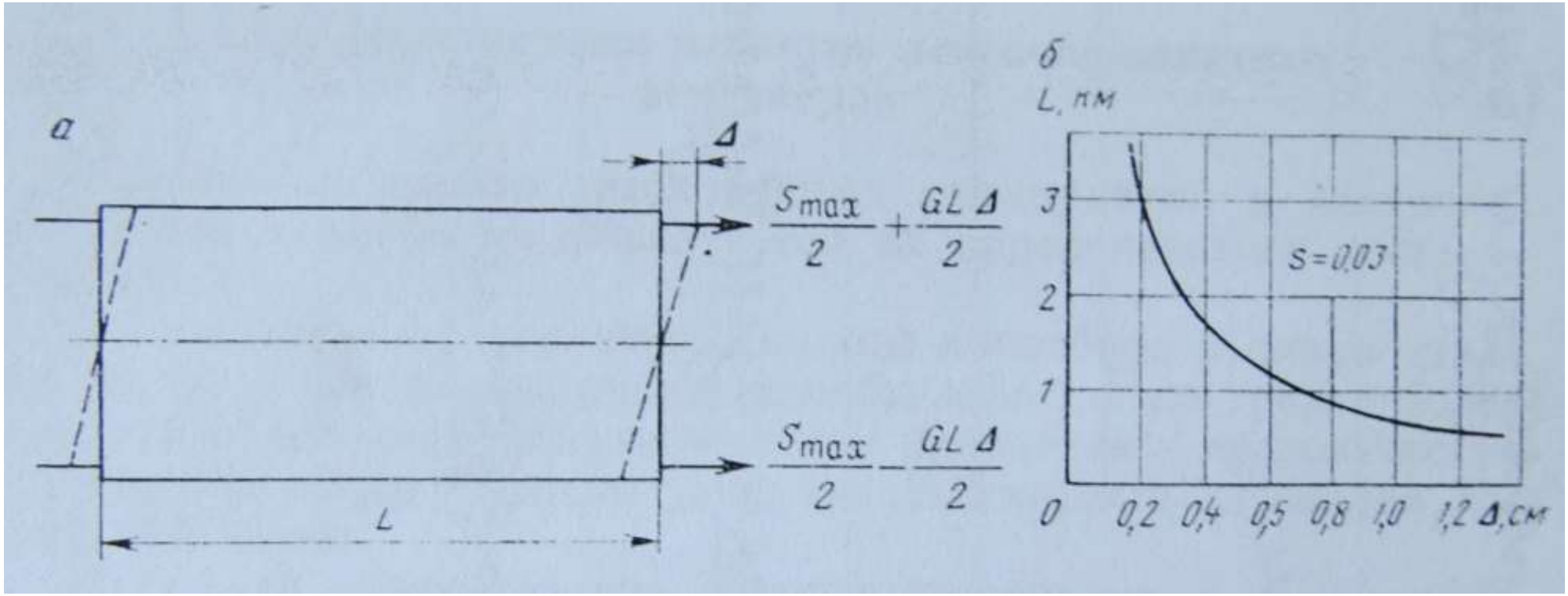



Рисунок 3.6 – До розрахунку стрічково-канатного конвеєра з роздільними приводами:
*а* – розподілення зусиль в канатах під час перекосу стрічки;
*б* – залежність величини перекосу стрічки $\Delta$ від довжини конвеєра $L$ при роботі двигунів на природних характеристиках

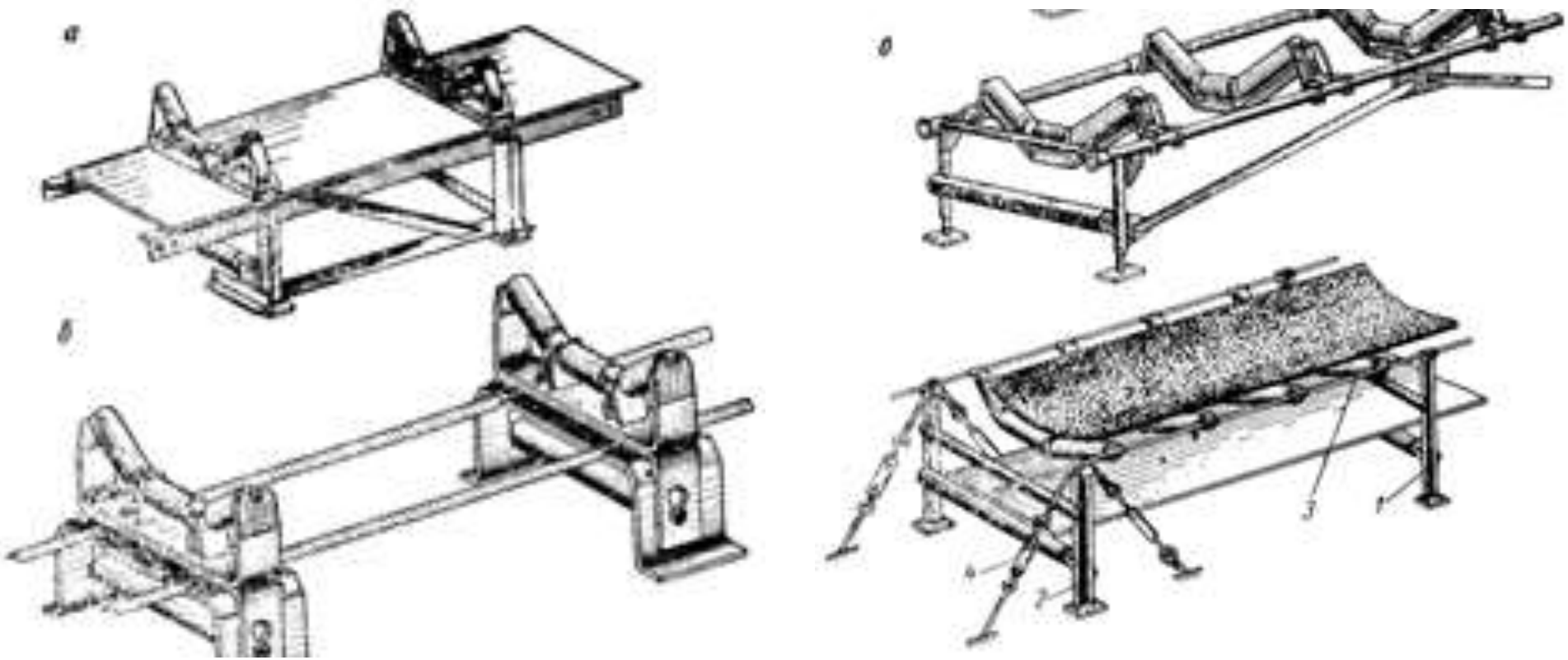


Рисунок 1.5 – Постави стрічкових конвеєрів:
*а* – стаціонарний жорсткий; *б* – переносний жорсткий; *в* – комбінований жорсткий;
*г* – канатний (1 – лінійна опора; 2 – анкерна опора; 3 – канат; 4 – муфта для натягу канату)

Таблиця 4.1 – Можливі несправності конвеєрів стрічкового типу та способи їхнього усунення

| Несправність | Причина несправності | Спосіб усунення несправності |
|---|---|---|
| Стрічка буксує на барабанах | Недостатній натяг стрічки | Натягнути стрічку до розрахункової величини |
| | На барабан або на неробочу поверхню стрічки потрапляє масло | Усунути витоки масла і видалити його, протерти барабани насухо |
| | Конвеєр перевантажений | Зменшити завантаження конвеєра |
| Спостерігається бічний зсув стрічки | Неправильна стиковка стрічки | Перестикувати стрічку |
| | Перекіс відхиляючих барабанів | Усунути перекіс барабанів |
| | Серпоподібність стрічки | Замінити дільницю стрічки |
| | Викривлення поставу конвеєра або роликоопор | Усунути викривлення |
| | Бічне (нецентральне) завантаження стрічки | Забезпечити центральне завантаження стрічки |
| | Налипання матеріалу на поверхні барабанів і роликів | Очистити барабан і ролики, усунути можливість потрапляння на них вантажу |
| | Висока жорсткість стрічки | Замінити стрічку на іншу з меншим числом прокладок |
| | Непрямолінійність окремих шматків стрічки | Створити підвищений натяг стрічки і прокрутити її в холостому режимі. Замінити відрізок стрічки |
| Підвищений знос робочої обкладинки стрічки | Значне розходження у швидкостях стрічки та падаючого вантажу | Зрівняти швидкість шляхом установки додаткового живлення або лотка |
| | Забруднення та заклинення холостих роликоопор | Очистити або замінити роликоопори |
| | Неправильна конструкція ущільнювальних елементів завантажувального лотка | Ущільнювач встановити перпендикулярно до площини стрічки у місці контакту. Матеріал |

Продовження таблиці 4.1

| | | |
|---|---|---|
| | | ущільнювача – гума без прокладок. Зазор між стрічкою та ущільнювачем має бути мінімальним |
| | Значне провисання стрічки між холостими роликоопорами | Підвищити натяг стрічки або зменшити відстань між холостими роликоопорами |
| | Заштибований холостий барабан | Очистити барабан |
| | Стрічка проковзує на приводному барабані | Підвищити натяг стрічки, встановити футерівку барабану або збільшити кут обхвату барабану стрічкою |
| Підвищений знос неробочої обкладинки стрічки | Не обертаються ролики вантажної гілки конвеєра | Замінити ролики |
| | Кут нахилу роликів вантажної гілки у бік руху стрічки перевищує 2-3$^{o}$ | Встановити кут нахилу бічних роликів в межах 2-3$^{o}$ |
| | Просип матеріалу на нижню гілку стрічки | Усунути просип, встановити перекриття для запобігання потрапляння матеріалу на нижню гілку стрічки |
| | Бічний зсув стрічки | Усунути причину бічного сходу стрічки |
| Знос кромок стрічки | Стрічка контактує з металевими конструкціями поставу конвеєра або завантажувальних чи розвантажувальних пристроїв | Виявити місце контакту та усунути його |
| Підвищений нагрів двигуна | Перевантаження двигуна | Привести навантаження до розрахункового |
| | Забруднене або відсутнє мастило в підшипнику | Замінити мастило |

Продовження таблиці 4.1

| | | |
|---|---|---|
| | Ушкодження підшипника | Замінити підшипник |
| Вібрація двигуна | Порушене центрування ротора | Відцентрувати ротор |
| | Ушкоджені підшипники двигуна | Замінити підшипник |
| Колодкове гальмо не тримає | Потрапляння мастила на гальмівний шків | Усунути витоки масла, протерти шків насухо |
| | Надмірний знос обкладинок | Замінити обкладинки |
| | Послаблена або зламалася пружина | Підтиснути та застопорити пружину або замінити |
| | Заїдання в шарнірах важільної системи | Усунути заїдання і змастити усі шарніри |
| Колодкове гальмо не розмикається | Надмірно затягнута пружина | Послабити пружину |
| | Несправний електромагніт | Усунути несправність |
| Запах горілого і диму біля колодок гальма | Нерівномірно або недостатньо відходить колодка | Відрегулювати відходження колодки |
| Нагрів підшипників в натяжному барабані | Перекіс валу | Відрегулювати установку валу |
| | Забруднене або відсутнє мастило в підшипнику | Замінити мастило |
| | Ушкодження підшипників | Замінити ушкоджені підшипники |
| Не обертаються ролики роликоопор | Ролики заштибовані | Очистити ролики |
| | Перекіс осі ролика | Усунути перекіс, замінити мастило |
| | Мастило ролика забруднене пилом | Промити підшипниковий вузол, закласти нове мастило |

| Инв № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

КНУ.РБ.133.26.123с.13

Лист

## Лист регистрации изменений

| Изм | новых | | | | Всего листов (страниц) в | № документа | Входящий номер сопроводительного документа и дата | Подпись | Дата |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | измененных | замененных | новых | изъятых | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | |