

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Л. К. Поліщук

**ДИНАМІКА ВМОНТОВАНОГО
ГІДРОПРИВОДУ КОНВЕЄРІВ
МОБІЛЬНИХ МАШИН**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2018

Замовити цю книгу <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/515>

Видавництво Вінницького національного технічного університету

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog>

УДК 622.64

П50

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 12 від 26.06.2018 р.)

Рецензенти:

В. Б. Струтинський, доктор технічних наук, професор

Л. Г. Козлов, доктор технічних наук, професор

Поліщук, Л. К.

П50 Динаміка вмонтованого гідроприводу конвеєрів мобільних машин : монографія / Л. К. Поліщук. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 240 с.

ISBN 978-966-641-750-6

В монографії подано розв'язок актуальної наукової проблеми: підвищення ефективності роботи привідних систем стрічкових конвеєрів мобільних машин за рахунок зниження динамічних зусиль у пружних ланках шляхом застосування вмонтованого гідроприводу, оснащеного основним і додатковим моторами та засобами гідроавтоматики. Побудовано нелінійні математичні моделі і проведено дослідження динамічних явищ у приводі та у вітках конвеєра. Обґрунтовано параметри засобів гідроавтоматики, які забезпечують ефективну роботу конвеєра в умовах значних коливань експлуатаційних навантажень. Наведено конструкції розроблених вмонтованих приводів. Для науковців, фахівців, інженерно-технічних працівників вузів та науково-дослідних установ, аспірантів та студентів.

УДК 622.64

ISBN 978-966-641-750-6

© Л. Поліщук, 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ДИНАМІКИ КОНВЕЄРІВ	8
1.1 Аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів.....	8
1.2 Розвиток методів аналізу динамічних процесів у привідних системах конвеєрів	20
2 ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ	36
ПРИВІДНИХ СИСТЕМ.....	36
2.1 Обґрунтування схеми і типу приводу конвеєр	36
2.2 Методи і задачі дослідження динаміки привідних систем і тягових органів конвеєрів	43
2.3 Методика проведення експериментальних досліджень гідравлічного вмонтованого приводу, чутливого до зміни навантаження.....	58
3 ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У ПРИВІДНИХ СИСТЕМАХ КОНВЕЄРІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН ІЗ ЗАСОБАМИ ГІДРОАВТОМАТИКИ	76
3.1 Математична модель вмонтованого гідроприводу з пусковим пристроєм.....	76
3.2 Теоретичні та експериментальні дослідження динаміки гідроприводу, чутливого до зміни навантаження.....	84
4 ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У ПРИВІДНИХ СИСТЕМАХ КОНВЕЄРІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН З СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ.....	114
4.1 Математична модель удосконаленої системи керування гідроприводу, чутливого до зміни навантаження.....	114
4.2 Аналіз впливу параметрів системи керування на динамічні процеси у гідроприводі.....	122
4.3 Дослідження впливу пружно-інерційних характеристик механічної системи стрічкового конвеєра на динамічні процеси у гідроприводі.....	132
4.4 Дослідження динамічної стійкості приводу конвеєра	139

5 РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У СТРІЧКОВОМУ КОНВЕЄРІ З УРАХУВАННЯМ РУХОМОСТІ МЕЖ ТРАНСПОРТУВАЛЬНОГО ОРГАНУ	147
5.1 Математична модель механічної системи конвеєра з урахуванням рухомості меж транспортувального органу	147
5.2 Дослідження динаміки конвеєра в період пуску	156
6 ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ І ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНВЕЄРІВ	161
6.1 Обґрунтування раціональної схеми привідної системи конвеєра і розміщення його елементів	161
6.2 Структурно-функціональний аналіз конструкцій вмонтованих приводів	166
6.3 Конструкції вмонтованих приводів та елементів конвеєрів з покращеними техніко-економічними показниками	176
6.4 Конкурентоспроможність вмонтованих приводів стрічкових конвеєрів.....	207
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	219

*Присвячується 50-річчю кафедри
галузевого машинобудування Вінницького
національного технічного університету*

ВСТУП

Транспортувальні механізми широко використовують у багатьох галузях сучасного промислового і сільськогосподарського виробництва, гірничодобувній та металургійній промисловостях, що сприяє механізації та автоматизації технологічних процесів. Найбільше поширення отримали стрічкові конвеєри, які дозволяють перемішувати вантажі з порівняно великими швидкостями як на невеликі, так і на значні відстані. Тому суттєвого значення набуває підвищення їх технічного рівня, надійності та економічності.

Вирішення цієї проблеми вимагає всебічного вивчення динаміки механічної системи конвеєра, а також розробки нових видів приводів, з покращеними експлуатаційними характеристиками.

Основними недоліками роздільного приводу, який використовується в сучасних конвеєрах є великі габаритні розміри, значна металомісткість, а також складність конструкції, що знижує його надійність. Тому в пересувних і переносних конвеєрах, живильниках, транспортувальних машинах, які експлуатуються в умовах обмеженої монтажної зони, доцільно замінити його на вмонтований, який відрізняється компактністю, невеликими вагою та кількістю вузлів.

Мінливість навантаження привідної системи в часі обумовлює виникнення механічних коливань, що створює умови для втомного руйнування стрічки, деталей та вузлів приводів. Це вимагає раціонального розташування приводів конвеєра та автоматичного адаптування їх параметрів до змінних режимів роботи.

Підвищення ефективності функціонування стрічкових конвеєрів на основі удосконалення методів дослідження динамічних явищ, встановлення закономірностей взаємовпливу механічних коливань у зазначених елементах транспортувальної машини, а також обґрунтування параметрів механічної системи, які б забезпечували зниження ди-

намічних зусиль в елементах конструкцій і збільшували ресурс деталей та вузлів, є актуальною науково-технічною проблемою.

Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми для приводу стрічкового конвеєра, що працює із змінними вантажопотоками, є створення компактного приводу, який оснащено пристроєм чи системою керування, що забезпечує безупинний режим роботи транспортувальної машини

В *першому розділі* монографії проведено аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів та типів їх приводів, розрахункових моделей та методів теоретичних досліджень динамічних процесів в привідних системах транспортерів. Доведено необхідність врахування рухомості меж стрічки при виконанні динамічних розрахунків швидкохідних довгомірних стрічкових конвеєрів та сумісного розгляду рівнянь руху і нелінійних рівнянь динамічного стану приводу. Відзначено, що безупинна робота привідної системи можлива за умови використання засобів автоматики та резервування приводу за моментом, а також за їх допомогою досягається реалізація раціональних режимів пуску конвеєрів. Це вимагає удосконалення конструкцій привідних систем конвеєрів.

В *другому розділі* обґрунтовано напрями дослідження та методи розв'язання задач динаміки привідних систем. Показано, що вмонтовані приводи, які відрізняються найменшими габаритами, можуть ефективно вирішувати проблему застосування раціональних схем розміщення приводів в конвеєрах, які влаштовані на стрілових конструкціях мобільних машин. Доведено переваги використання гідравлічного приводу, який має кращі динамічні властивості ніж електромеханічний, для зниження динамічних навантажень в стрічковому конвеєрі мобільної машини. В представленій методиці проведення експериментальних досліджень вмонтованого гідравлічного приводу, чутливого до зміни навантаження, детально описано дослідну установку, реєструючу апаратуру і прилади.

В *третьому розділі* досліджено динамічні процеси в механічній системі конвеєра з використанням в гідроприводі засобів гідроавтоматики. Раціональним способом пуску стрічкового конвеєра, який дозволяє зменшити динамічні навантаження в стрічці, здійснено синтез пристрою керування для вмонтованого гідроприводу і побудовано ма-

тематичну модель динамічних процесів. Наведені співвідношення для конструювання експериментального зразка пускового пристрою.

В *четвертому розділі* досліджено перехідні процеси та динамічну стійкість адаптивного гідравлічного приводу стрічкового конвеєра за допомогою удосконаленої математичної моделі, побудованої з урахуванням фізичних процесів, що відбуваються під час роботи механічної системи конвеєра при зміні експлуатаційного навантаження. Визначено параметри адаптивного приводу, що забезпечують стійку роботу механічної системи в умовах її перевантаженості.

В *п'ятому розділі* подано метод розрахунку перехідних процесів в машинах неперервного транспорту з великими швидкостями і довгомірними ланками, в яких враховано рухомість меж пружних ланок, а також динамічні властивості гідроприводу і хвильові явища в рухомій стрічці.

В *шостому розділі* монографії наведено розроблені методи обґрунтованого вибору раціонального проектування і аналіз чинників щодо ефективної експлуатації вмонтованого гідравлічного приводу. Запропоновано критеріальні оцінки для цілеспрямованого пошуку раціональних схем нових конструкцій приводів з покращеними техніко-економічними характеристиками. На основі принципів системного аналізу виділено структурно-функціональні елементи конструкцій вмонтованих приводів, які отримали своє позначення для складання структурної формули приводу, що забезпечує задані технологічні та конструктивні параметри і полегшує пошук нового технічного вирішення приводу. Ефективність використання розроблених приводів у мобільних машинах підтверджується наведеними економічними розрахунками.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ДИНАМІКИ КОНВЕЄРІВ

1.1 Аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним типом транспортувальних машин, що застосовуються у всіх галузях народного господарства завдяки високій продуктивності (до 30000 т/год за швидкості транспортування 6,3 м/с), великій довжині конвеєрів, високій надійності, простоті конструкції та експлуатації. Вони використовуються для переміщення штучних, насипних і кускових вантажів у горизонтальному і похилому напрямках, а також для міжопераційного транспортування деталей в поточному виробництві. Конвеєр є основним засобом наземного та підземного транспортування вугілля і порід, руди, коксу, будматеріалів, палива на електростанціях, сировини та продуктів виробництва в легкій промисловості, сільському господарстві тощо. Стрічкові конвеєри застосовуються на складах і в портах як елементи навантажувальних та перевантажувальних пристроїв і технологічних машин, а також є складовими частинами розбірних екскаваторів, підіймально-транспортного обладнання для укладання переробленої чи готової сировини у відвали чи кагати.

На тепер стосовно до різноманітних умов експлуатації розроблено багато типів та конструкцій стрічкових конвеєрів, які для зручності проектування класифікуються за такими ознаками [1].

За призначенням – загального призначення стаціонарні, які використовуються, наприклад, на поверхнях шахт, рудників, збагачувальних фабриках тощо; загального призначення пересувні; підземні; стаціонарні та пересувні для кар'єрів; спеціальні (для навантажувальних машин, крутопохилі та ін.).

За видом вантажів – для звичайних насипних вантажів, а також для штучних вантажів.

За розташуванням несівної гілки стрічки – з верхньою несівною гілкою (більшість конвеєрів), з нижньою несівною гілкою, з двома несівними гілками.

За формою поперечного перерізу вантажонесівної гілки стрічки – з плоскою стрічкою, з жолобчастою стрічкою.

За типом стрічки – з гладенькою прогумованою стрічкою, з рифленою прогумованою (для крутопохилих).

За способом розвантаження – з розвантаженням на кінцевому барабані, з проміжним розвантаженням барабанним скидальним візком чи плужковим скидачем.

За числом приводів – однопривідні, багатопривідні.

За типом приводних пристроїв – з одним приводним барабаном, з двома чи трьома приводними барабанами, з проміжними приводними барабанами, з магнітними приводами.

За типом постави конвеєра – з жорсткою чи канатною поставою.

За кутом нахилу конвеєра – горизонтальні; похилі (до 18...20°), крутопохилі (спеціальні до 35...45°).

За профілем траси конвеєра – горизонтальні, похилі, комбіновані, похило-горизонтальні та горизонтально-похилі з одним чи кількома згинами і зі складною трасою.

Крім того, конвеєри ще можуть класифікуватися за конструкціями окремих вузлів.

Існує п'ять типів стрічкових конвеєрів. Конвеєри типу Л мають підвищену тягову здатність, призначені для транспортування насипних матеріалів горизонтальними та незначно похилими трасами. Для них характерним є відсутність уловлювачів і, часто, гальм. Конвеєри ЛБ (бремсбергові) та ЛУ (похилі) застосовуються, в основному, на підземних гірничих підприємствах для переміщення корисних копалин та гірських порід, відповідно, зверху-донизу та знизу-доверху з кутами нахилу до 18...20°. Стрічкові конвеєри типу ЛЛ призначені виключно для перевезення працюючого персоналу на підземних гірничих роботах. Стрічкові конвеєри типу ЛТ (стрічкові телескопічні) є спеціальними конвеєрами, які через певний проміжок часу можуть скорочувати свою робочу довжину без укорочення стрічки. Кожний тип стрічкового конвеєра повинен обґрунтовано вибиратися для конкретних умов роботи і експлуатації. Потужні стрічкові конвеєри КЛБ і КЛЮ застосовують на магістральних лініях транспортування корисних копалин і гірських порід на відкритих гірничих роботах.

Слід зазначити, що в 60-х роках минулого сторіччя в Японії запатентовано новий тип стрічкового конвеєра, який отримав назву «Japan Pipe Conveyor». Конструктивною особливістю стрічкового трубчатого конвеєра (СТК) є згортання стрічки в трубу під час транспортування вантажу за рахунок встановлення опорних роликів відповідним чином. При цьому її краї внапусток утворюють у верхній частині труби зону перекриття, величина якої залежить від типу стрічки, насипної

щільності і розмірів кусків транспортованого вантажу та кроку встановлення роликкоопор. Розробкою конструкцій та експлуатацією СТК займались провідні іноземні компанії: «Koch» (ФРН), «Noyes» (Франція), «Nova» (Італія), «Dosco» (Великобританія), «Simplicity» (Індія), «Krupp Robins» (США), «Young Roony» (Корея). По всьому світу наразі експлуатується понад 1000 СТК, які мають загальну протяжність понад 300 км. Спочатку СТК застосовувалися для транспортування цементу, зерна та інших сипких і пилоподібних матеріалів, але останнім часом вони успішно використовуються в гірничодобувній промисловості і навіть в підземних умовах експлуатації.

Стрічковий конвеєр – це спеціальна транспортувальна машина неперервної дії (рис. 1.1), що містить привідний двигун 1, вал якого через муфту 2 з'єднано з швидкохідним валом редуктора 3. Вихідний вал редуктора 3 через муфту 4 передає крутний момент на привідний барабан 5.

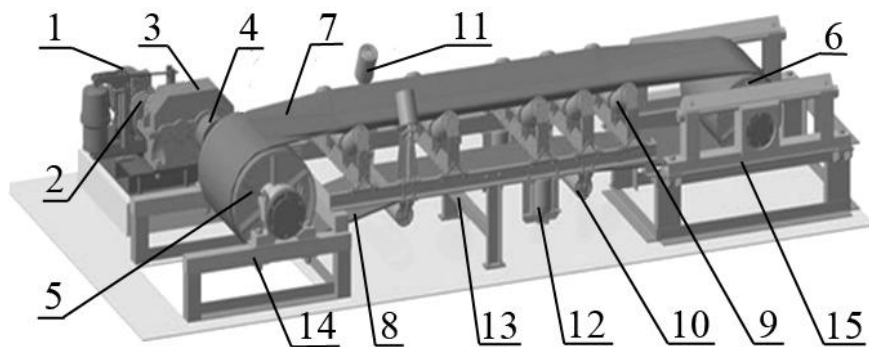


Рисунок 1.1 – Конструкція та основні вузли стрічкового конвеєра

Привідний барабан 5 та кінцевий барабан 6 (як правило, є натяжним), огинається прогумованою вертикально-замкненою стрічкою, що є основним елементом конвеєра. На верхній вантажонесівній (робочій) вітці 7 переміщується транспортований вантаж, а нижня вітка 8 є порожнинною (холостою чи неробочою). По всій довжині траси стрічка підтримується роликкооперами 9 верхньої та 10 нижньої віток, в залежності від конструкції яких стрічка має плоску чи жолобчасту форму. Для забезпечення сходу стрічки використовуються ролики 11 та 12, що встановлюються, відповідно, на робочій 7 та холостій 8 вітках. Роликкоопори монтуються на конвеєрному поставі 13, який скріплено з опорними рамами 14 та 15 привідного 5 та кінцевого 6 барабанів. Вантаж надходить на стрічку через одне чи декілька завантажувальних пристроїв, розвантаження проводиться з кінцевого барабана в прий-

мальний бункер або ж в будь-якому місці вздовж траси конвеєра за допомогою барабанних чи плужкових розвантажувачів. Очищення від частинок вантажу, що налипли на стрічки, здійснюється спеціальними очисними пристроями. На конвеєрах, що мають похилу ділянку, обов'язково встановлюються гальма.

В стрічковому конвеєрі рушійна сила стрічці передається за допомогою сил тертя під час огинання нею привідного барабана чи під час контакту привідної стрічки з вантажонесівною. Приводи стрічкового конвеєра виконуються однобарабанними з одним або ж двома двигунами, двобарабанні з близько розташованими привідними барабанами і з розділеним розташуванням привідних барабанів на обох кінцях конвеєра та трибарабанними з поряд розташованими один біля одного барабанами або ж з розділеним розташування двох привідних барабанів на обох кінцях конвеєра.

Найбільш надійним і конструктивно простим є однобарабанний привід, оскільки він має невеликі габаритні розміри, просту конструкцію, високу надійність, один згин стрічки, але у зв'язку з цим обмежений (до 240°) кут огинання стрічкою барабана і понижений коефіцієнт використання міцності стрічки (рис. 1.2а) [2].

Однобарабанний привід невеликої потужності (до 30...50 кВт) виконують з вмонтованим всередину барабана двигуном та редуктором. Такі приводи отримали назву мотор-барабани та активно використовуються в приводах рухомих і переносних конвеєрів, живильників тощо (рис. 1.2б) [2, 3].

Двобарабанні приводи з близько розташованими привідними барабанами мають різне конструктивне виконання, найбільш поширеним із них є двобарабанний привід з індивідуальними привідними механізмами (рис. 1.2в) [2, 4]. В такому виконанні барабани з'єднані між собою тільки конвеєрною стрічкою (без додаткових кінематичних зв'язків). У двобарабанного приводу кут огинання стрічкою привідного барабана збільшується до 400° , що дозволяє використовувати стрічку меншої міцності та є його основною перевагою. Двобарабанний привід у порівнянні з однобарабанним має низку недоліків: більші габарити, складну конструкцію та меншу надійність. Крім того, багаторазові згини стрічки знижують її довговічність. Використовуються і двобарабанні приводи з розділеним розташуванням привідних барабанів на обох кінцях середньо довгомірного конвеєра (рис. 1.2г). Трибарабанні приводи з близько розташованими барабанами використовують в довгомір-

них конвеєрах (рис. 1.2д) чи з роздільним розташуванням двох привідних барабанів в обох кінцях конвеєра (рис. 1.2е) [2, 4].

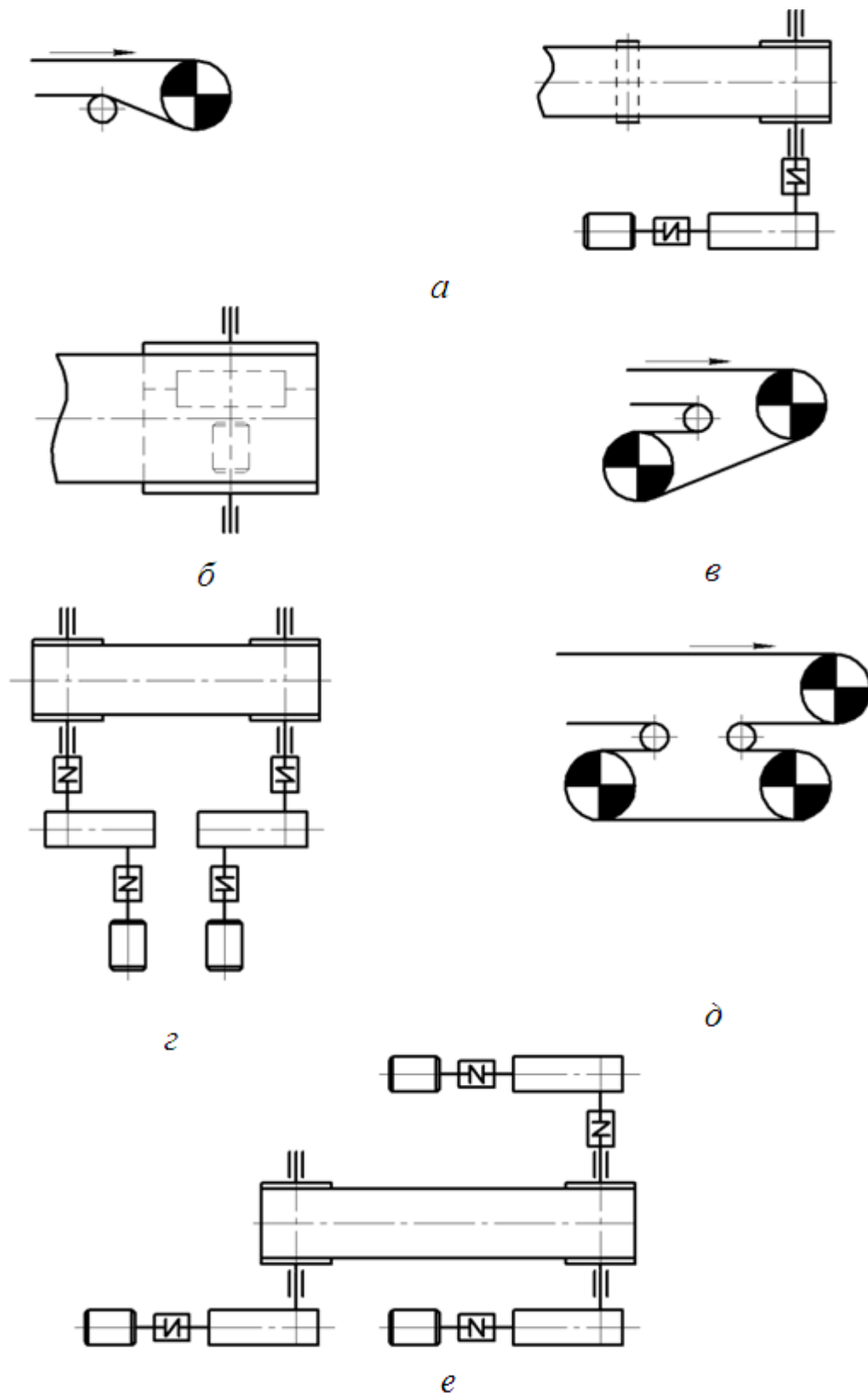


Рисунок 1.2 – Схеми типів приводів стрічкових конвеєрів

Вибір місця розташування (рис. 1.3) та типу (рис. 1.4) приводу залежить від довжини і профілю траси конвеєра, значення коефіцієнта тертя між стрічкою і поверхнею привідного барабана, кута обхвату стрічкою барабана і коефіцієнта використання міцності стрічки [5].

Для створення необхідної сили притискання стрічки до привідних барабанів і забезпечення допустимого її провисання між роликками в конвеєрах застосовуються натяжні пристрої або станції. Вони повинні бути простими, міцними, зручними і надійними в роботі. Натяжне устаткування розподіляють на три групи: нерегульовані (жорсткі), регульовані (автоматичні) і комбіновані (напівавтоматичні) [1].

Жорсткі натяжні пристрої, які характеризуються постійним чи періодично змінним положенням натяжного барабана під час роботи конвеєра, поділяються на вантажні (прості, з поліспастиками, з лебідкою для підймання вантажу тощо), механічні (гвинтові, з лебідкою для переміщення барабана тощо), гідравлічні. Перевагами їх є простота і компактність конструкції, нечутливість до забруднення, надійність в роботі. Основним недоліком цих пристроїв є послаблення натягу стрічки під час роботи через її пружні і залишкові деформації, що спричиняє проковзування стрічки на привідному барабані. Тому для уникнення цих негативних явищ натяг стрічки, як правило, завищують.

До переваг автоматичних натяжних пристроїв слід віднести здійснюваний ними раціональний режим натягу стрічки і автоматичну компенсацію пружної і залишкової витяжки. Недоліком є складність і великі розміри конструкції, чутливість до забруднення, необхідність додаткового допоміжного приводу.

До комбінованих відносяться автоматичні натяжні пристрої, які під час пуску діють як слідкуючі, а в період усталеного руху – як стабілізуючі пристрої, чи навпаки.

Натяжні пристрої встановлюються поблизу приводу, переважно в горизонтально довгомірних конвеєрах і в хвостовій частині, причому хвостовий барабан використовується як натяжний.

Конвеєрна стрічка, яка одночасно виконує функції вантажонесного та тягового елемента стрічкового конвеєра, є найбільш вартісним (близько половини загальної вартості конвеєра) та найбільш недовговічним елементом конвеєра.

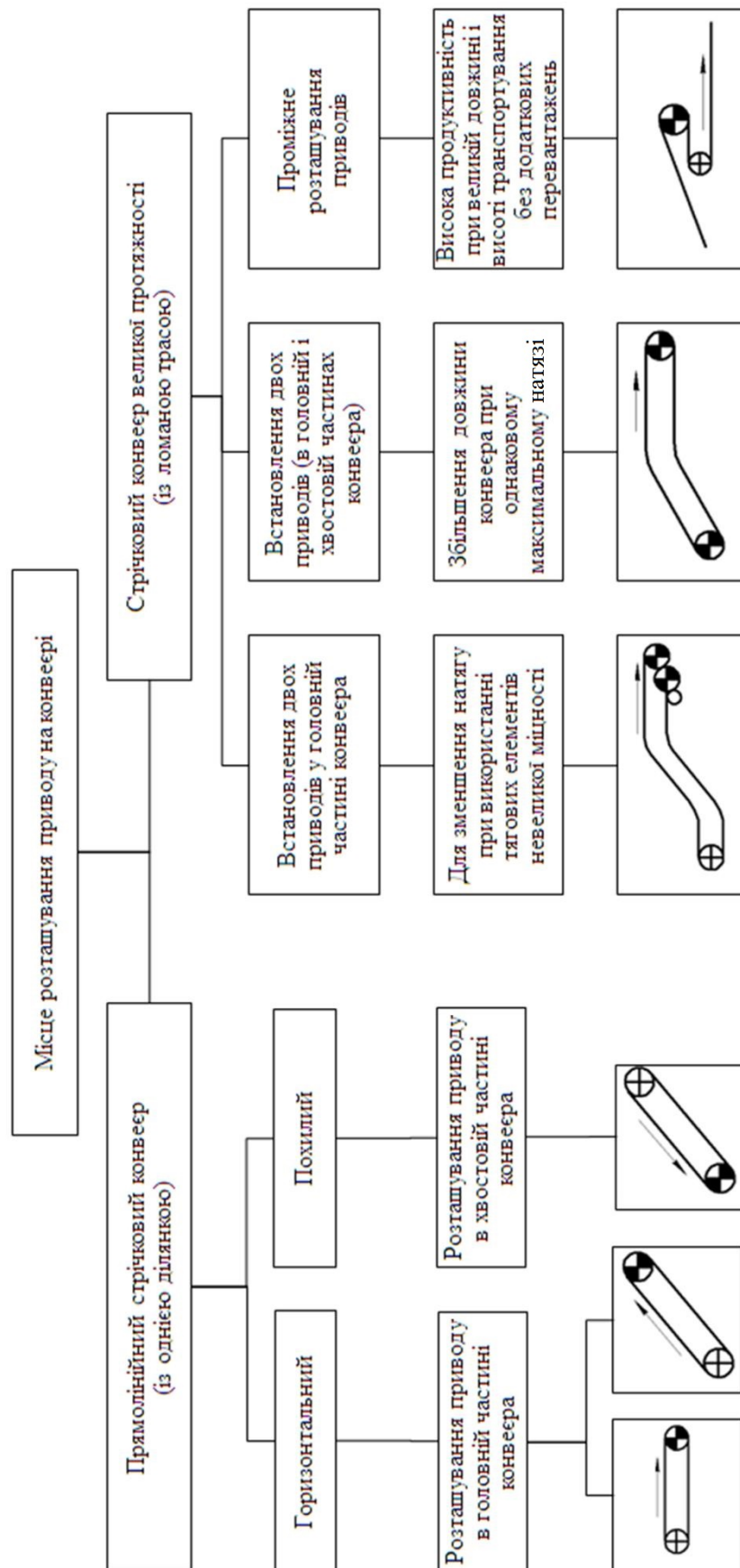


Рисунок 1.3 – Схема для визначення місця розташування приводу стрічкового конвеєра

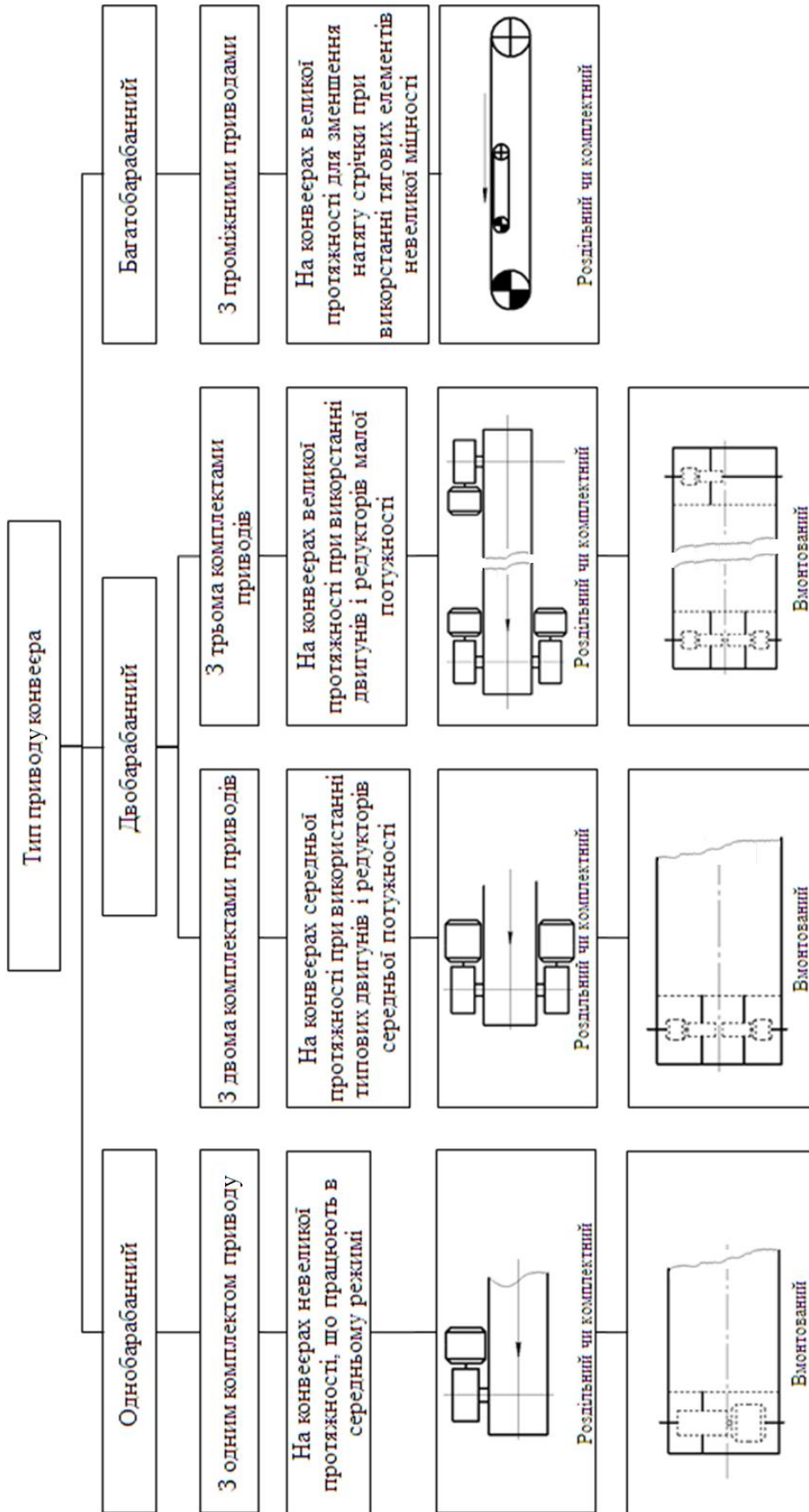


Рисунок 1.4 – Схема для визначення вибору типу приводу стрічкового конвеєра

В конвеєрах застосовуються гумовотканинні, з прокладками із бавовняних та синтетичних матеріалів, та гумовотросові стрічки. Найбільш поширеними є гладкі стрічки. Для підвищення продуктивності роботи конвеєра стрічку оснащено гофрованими бортами, або бортами і виступами, рифленнями робочої поверхні та перегородками.

Важливими розрахунковими параметрами стрічки є ширина, міцність під час розриву, відносне видовження і товщина обкладки. Ширина стрічки визначає кусковатість матеріалу, який транспортується цією стрічкою, а разом із швидкістю – продуктивність конвеєра. Міцність на розрив (максимальне зусилля тривалої дії) визначає максимально можливу довжину конвеєра, встановлену потужність, конструкцію приводу, а з врахування відносного видовження стрічки – конструкцію натяжного пристрою. Міцність стрічки на розрив визначається типом основи і числом прокладок чи тросів в ній. Удосконалення конвеєрних стрічок відбувається в напрямку підвищення їх номінальної міцності під час розриву, зносостійкості, вогнестійкості і зменшення відносного видовження [6].

Для підтримання стрічки встановлюють роликоопори чи настил – суцільний (з дерева, сталевий, пластмасовий) або комбінований (почергово настил і роликоопори). В конвеєрі використовуються роликоопори різних типів та конструкцій. За розташуванням на конвеєрі вони поділяються на верхні: прямі (рис. 1.5а), жолобчасті на двох, трьох (див. рис. 1.5б) і п'яти роликах; нижні: прямі однороликові – суцільні циліндричні (див. рис. 1.5в) та дискові (див. рис. 1.5д); дворолікові жолобчасті (див. рис. 1.5е) [7]. Кут нахилу бокових роликів $\alpha_{ж}$ у двороліковій опорі зазвичай береться рівним 15° чи 20° , в трироліковій – 20° і 30° для всіх вантажів і будь-якої ширини стрічки; для легких вантажів і ширині стрічки 400...800 мм допускається збільшення кута нахилу до 45° ... 60° , що дозволяє збільшити площу поперечного перерізу стрічки і продуктивність конвеєра на 15 % за тієї ж ширини стрічки, а також покращити її центрування [4].

За призначенням роликоопори поділяються на рядові (лінійні), які використовуються для підтримування стрічки і надання їй необхідної форми, спеціальні (амортизувальні (див. рис. 1.5в) – для зниження динамічних навантажень; підвісні – гірляндового типу на гнучкій підвісці; центрувальні – для запобігання збіганню стрічки в сторону під час руху та регулювання її положення відносно поздовжньої осі; очисні та перехідні).

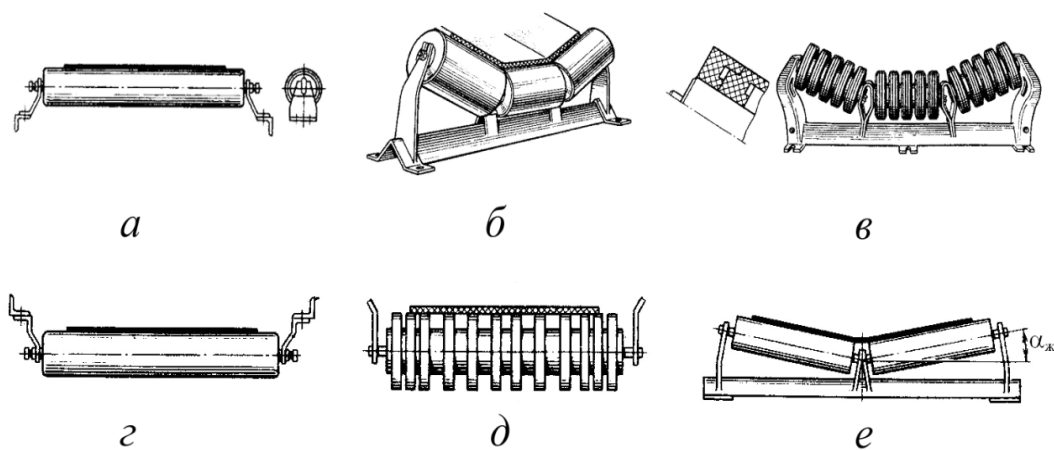


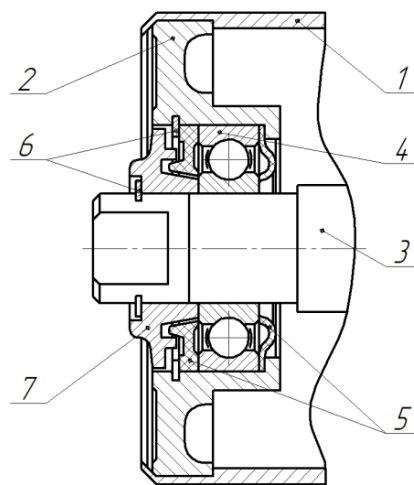
Рисунок 1.5 – Роликоопори стрічкового конвеєра

Основним елементом роликоопори є ролик, що містить обичайку 1, вкладники 2, вісь 3 чи півосі, підшипники кочення 4 та ущільнювальні елементи 5 з стопорними кільцями 6 та кришками 7 (рис. 1.6).

Довговічність роботи ролика залежить не тільки від силових навантажень і частоти його обертання, але й від конструктивного виконання та розташування і способу з'єднання його елементів, а також конструкції ущільнювального вузла.



a



б

Рисунок 1.6 – Ролик: *a* – загальний вигляд ролика; *б* – підшипниковий вузол

Роликоопори монтуються на конвеєрний постав (рис. 1.7*a*), який розміщується між металоконструкціями привідного барабана і розвантажувальної частини та містить головну, хвостову і лінійні секції (кількість яких залежить від довжини конвеєра) з роликооперами верхньої і нижньої гілок стрічки (рис. 1.7*б*). Секції скріплено між собою болтовими з'єднаннями.



a



б

Рисунок 1.7 – Загальний вигляд конвеєрного постапу (а) та секції (б)

Привідні та непривідні барабани конвеєрів виготовляють з прокатної труби або зварюванням з обичайкою з листової сталі (з діаметром більше 1000 мм) чи з чавунної виливки (з діаметром до 500 мм). За формою обичайки барабани поділяються на циліндричні (рис. 1.8*a*) та випуклі (бочкоподібні), поверхні яких гладенькі чи з насічками. Для збільшення зчеплення зі стрічкою поверхню барабана покривають спеціальним матеріалом (футерують) (рис. 1.8*б*), як правило, еластичною гумою, що надає їм підвищені фрикційні можливості. Діаметр привідного барабана обирається з урахуванням конструктивних та фрикційних властивостей стрічки, її міцності. На привідних барабанах додатково встановлюють спеціальні пристрої, які в процесі роботи очищають стрічку і барабан від налиплих матеріалів, які впливають на зношення як стрічки, так і привідного барабана.

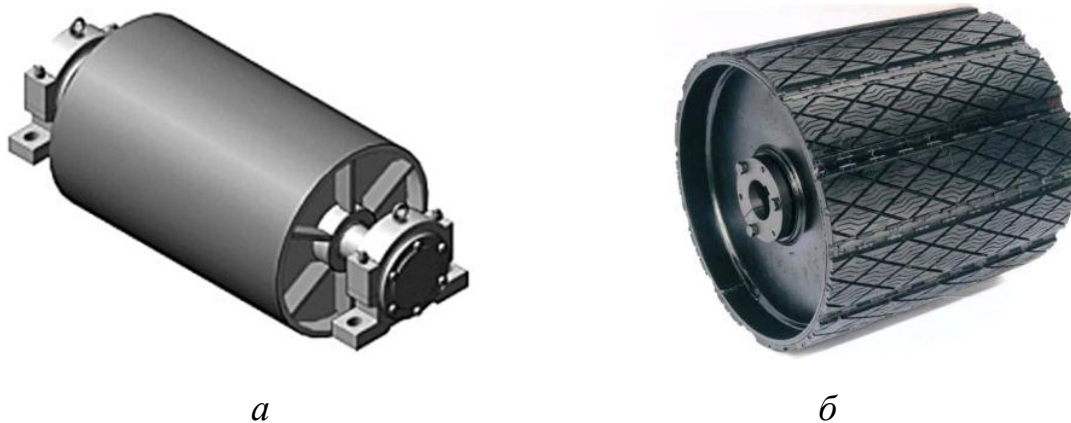


Рисунок 1.8 – Привідні барабани

Завантажувальні пристрої забезпечують необхідну продуктивність конвеєра, термін служби стрічки, величину опору її руху. Їх конструкції залежать від характеристики транспортованого вантажу та способу його подачі на конвеєр. Зазвичай, завантаження виконують біля кінцевого барабана. Для конвеєрів високої продуктивності як завантажувальні пристрої використовуються конвеєри-живильники, які дозволяють наблизити швидкість руху вантажу і швидкість руху стрічки, що збільшує термін служби стрічки.

Розвантаження стрічкового конвеєра проводиться з кінцевого барабана або на його трасі. Для розвантаження застосовуються барабанні чи плужкові розвантажувачі (скидачі). Візок барабанного розвантажувача оснащується розвантажувальною воронкою різного конструктивного виконання, що дозволяє скидати вантаж з стрічки у різних напрямках (на будь-яку одну чи дві сторони або за рухом стрічки). Плужковий скидач є стаціонарним пристроєм для розвантажування насипних та штучних вантажів. В робочому стані він опирається на стрічку і зсуває з неї вантаж в розвантажувальну воронку, а в неробочому стані знаходиться над стрічкою і вільно пропускає під собою вантаж.

Для очищення робочої поверхні стрічки від сухих та вологих, але не липучих вантажів, застосовуються одинарні чи подвійні скребки, а для вологих і липучих – щітки, що обертаються, або барабани з обертальними лопатями.

Крім конвеєрів загальнопромислового призначення застосовують спеціальні стрічкові конвеєри з прогумованою стрічкою, до яких слід віднести пересувні, переносні, магістральні, телескопічні, безроликкові, z-подібні, трубчасті конвеєри, а також конвеєри з безконтактною

опорою стрічки, із збільшеним кутом нахилу, для крупнокускових вантажів. Спеціальні конвеєри зі сталеву стрічкою застосовуються в харчовій промисловості, виробництві бетонних плит, сушильних та холодильних установках тощо. Для транспортування штучних і кускових вантажів через гартувальні, нагрівальні, випалювальні, сушильні печі та в інших подібних випадках використовуються стрічкові конвеєри з дротяною стрічкою. Окремо слід виділити конвеєри, що улаштовані на мобільних машинах, специфіка використання яких вносить конструктивні особливості щодо розміщення схеми та типу приводу і несівної системи.

Таким чином, стрічкові конвеєри за своїм призначенням та конструктивним виконанням характеризуються широкою різноманітністю. Найдорожчим і найменш довговічним елементом його є стрічка, яка визначає основні параметри конвеєра. Від правильного вибору схеми розташування приводу (приводів), його типу та конструкції, натяжного пристрою, конструкції ролюкоопор, завантажувальних та розвантажувальних пристроїв залежить ефективна і довготривала робота конвеєра.

1.2 Розвиток методів аналізу динамічних процесів у привідних системах конвеєрів

Дослідженням динаміки механізмів і машин, що експлуатуються в різних галузях виробництва, приділяється велика увага, оскільки наукові результати дозволяють сформулювати теоретичну базу їх оптимального проектування. Ці дослідження спрямовані здебільшого, на зменшення динамічних навантажень у привідних механізмах та несівних конструкціях, зменшення механічних коливань в механічній системі, прогнозування ресурсу деталей та вузлів, забезпечення стійкості експлуатаційних режимів, вдосконалення систем керування машинних агрегатів. Вагомий внесок у розвиток теорії механічних коливань, яка є базовою для досліджень динамічних процесів різних машин, зроблено у фундаментальних працях А. П. Бессонова, М. В. Василенка, Й. І. Вульфсона, Д. П. Волков, В. Л. Вейца, А. Н. Голубенцева, О. О. Горошка, Дж. П. Ден-Гартога, А. П. Зінковського, С. А. Казака, Г. Каудерера, Р. Клафа, А. Є. Кобринського, С. М. Кожевнікова, О. Є. Кочури, М. З. Коловського, М. С. Комарова, В. О. Кононенка, В. В. Матвеєва, С. А. Панкратова, В. А. Светлицького, В. Б. Струтин-

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шахмейстер Л. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / В. Г. Дмитриев, Л. Г. Шахмейстер. – М. : Машиностроение, 1978. – 392 с.
2. Пертен Ю. А. Конвейеры : справочник / под ред. Ю. А. Пертена. – Л. : Машиностроение, 1984. – 367 с.
3. Поліщук Л. К. Системне проектування гідравлічних мотор-барabanів транспортних пристроїв / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Наукові нотатки. – Луцьк. – Випуск (серпень 2006). – С. 292–302.
4. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М. : Машиностроение, 1987. – 432 с.
5. Кузьмин А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 350 с.
6. Спиваковский А. О. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров / А. О. Спиваковский, В. Г. Дмитриев. – М. : Наука, 1977. – 154 с.
7. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций / А. А. Вайнсон. – М. : Машиностроение, 1976. – 152 с.
8. Панкратов С. А. Динамика машин для открытых горных и земляных работ / С. А. Панкратов. – М. : Машиностроение, 1967. – 448 с.
9. Волков Д. П. Динамика и прочность многоковшовых экскаваторов и отвалообразователей / Д. П. Волков, В. А. Черкасов. – М. : Машиностроение, 1969. – 408 с.
10. Бессонов А. П. Основы динамики механизмов с переменной массой звеньев / А. П. Бессонов. – М. : Наука, 1967. – 279 с.
11. Василенко М. В. Теория колебаний / М. В. Василенко. – К. : Вища школа, 1992. – 430 с.
12. Вейц В. Л. Динамика управляемых машинных агрегатов / В. Л. Вейц, М. З. Коловский, А. Е. Кочура. – М. : Наука, 1984. – 352 с.
13. Вульфсон Й. И. Динамические расчеты цикловых механизмов / Й. И. Вульфсон. – Л. : Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1976. – 328 с.

14. Вульфсон Й. И. Колебания машин с механизмами циклового действия / Й. И. Вульфсон. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, – 1990. – 309 с.
15. Голубенцев А. Н. Интегральные методы в динамике / А. Н. Голубенцев. – К. : Техника, 1967. – 350 с.
16. Горошко О. О. Введение в механику деформируемых одномерных тел переменной длины / О. О. Горошко, Г. Н. Савин. – Киев: Наук. думка, 1971. – 224 с.
17. Ден-Гартог Дж. П. Механические колебания / Дж. П. Ден-Гартог. – М. : Физматгиз, 1960. – 574 с.
18. Динник А. Н. Устойчивость упругих систем / А. Н. Динник. – М. ; Л. : ОНТИ НКТП СССР, 1935. – 183 с.
19. Зиньковский А. П. Моделирование и анализ колебаний элементов энергетических машин с неоднородностями / А. П. Зиньковский, В. А. Круц // *Energia w nauce i technice* 2012. – Bialystoc – Kleosin : Oficyna Wydawnicza Politechnici Bialostockiej, – 2012. – S. 160–176
20. Зиньковский А. П. Влияние рассеяния энергии в материале на колебания лопаток с неоднородностями / А. П. Зиньковский, И. Г. Токарь, В. А. Круц, Я. Д. Круглий // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2012. – № 9(96). – С. 132–137.
21. Казак С. А. Динамика мостовых кранов / А. С. Круц. – М. : Машиностроение, 1968. – 331 с.
22. Каудерер Г. Нелинейная механика / Г. Каудерер. – М. : Изд-во иностр. лит., 1961. – 778 с.
23. Клаф Р. Динамика сооружений / Р. Клаф, Дж. Пензиен. – М. : Стройиздат, 1979. – 320 с.
24. Кобринский А. Е. Механизмы с упругими связями. Динамика и устойчивость / А. Е. Кобринский. – М. : Наука, 1964. – 392 с.
25. Кожевников С. М. Динамика нестационарных процессов в машинах / С. М. Кожевников. – К., 1986. – 288 с.
26. Коловский М. З. Автоматическое управление виброзащитными системами / М. З. Коловский. – М. : Наука, 1976. – 319 с.
27. Комаров М. С. Динамика грузоподъемных машин / М. С. Комаров. – М. ; К. : Машгиз, 1962. – 267 с.
28. Комаров М. С. Динамика механизмов и машин / М. С. Комаров. – М. : Машиностроение, 1969. – 296 с.

29. Кононенко В. О. Нелинейные колебания механических систем. Избранные труды / В. О. Кононенко, Ин-т механики АН УССР. – К. : Наук. думка, 1980. – 382 с.
30. Круц В. А. Влияние трещин усталости на колебания простейшей регулярной упругости системы / В. А. Круц, А. П. Зиньковский, Е. А. Синенко // Проблемы прочности. – 2013. – № 3. – С. 37–85
31. Матвеев В. В. О границах применимости моделей парных форм при исследовании колебаний поворотно-симметричных систем / В. В. Матвеев, А. П. Зиньковский, М. В. Смерток // Проблемы прочности. – 1990. – № 5. – С. 106 – 109
32. Струтинський В. Б. Статистична динаміка шпindelьних вузлів на гідростатичних опорах : монографія / В. Б. Струтинський, Д. Ю. Федориненко. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 464 с.
33. Светлицкий В. А. Механика стержней. Ч. 2 / В. А. Светлицкий. – М. : Высшая школа, – 1987. – 304 с.
34. Харченко Е. В. Динамические процессы буровых установок / Е. В. Харченко. – Львов : Свит, 1991. – 176 с.
35. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер. – М. : Машиностроение, 1985. – 472 с.
36. Терских В. П. Крутильные колебания валопроводов силовых установок. Исследование и методы расчета : в 4 т. / В. П. Терских. – Л. : Судостроение, 1969.
37. Вікович І. А. Конструкції і динаміка штангових оприскувачів : монографія / І. А. Вікович. – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2003. – 460 с.
38. Дмитриченко М. Ф. Динаміка мобільних машин з начіпними функціональними елементами : монографія / М. Ф. Дмитриченко, І. А. Вікович. – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2008. – 496 с.
39. Лобас Л. Г. Механика многосвязных систем с качением / Л. Г. Лобас, НАН України, Ін-т механіки ім. С. П. Тимошенка. – К. : Наукова думка, – 2000. – 269 с.
40. Плахтиенко Н. П. Моделирующий осциллятор А. Ю. Ишлинского в задаче М. В. Келдыша о шимми / Н. П. Плахтиенко, Б. М. Шифрин // Прикладная математика и механика. – 2016. – Т.80, № 2. – С. 176–182.

41. Н. П. Плахтиенко. Одностепенная модель колебаний опоры шасси самолета / Н. П. Плахтиенко, Б. М. Шифрин // Техническая механика. – 2016. – № 1(2). – С. 176–182.

42. Шифрин Б. М. Неканонические шимми и защита от него / Б. М. Шифрин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6/7(54). – С. 58–60

43. Шифрин Б. М. Влияние конструктивных параметров на устойчивость шасси самолета при значительных скольжениях колес / Б. М. Шифрин // Авіаційно-космічна техніка і технологія : зб. наук. пр./ М-во освіти і науки України, Нац. аерокосмічний ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – Х., – 2009. – № 8(65). – С. 12–17.

44. Шифрин Б. М. Об одной аналитической модели качения пневматической шины / Б. М. Шифрин // Прикладная механика. – 2006. – № 4(42). – С. 128–135

45. Динамика управляемого электромеханического привода с асинхронными двигателями / В. Л. Вейц, П. Ф. Вербовий, А. Е. Кочура и др. – Киев : Наук. думка, 1988. – 352 с.

46. Вейц В. Л. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания / В. Л. Вейц, А. Е. Кочура. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд., 1976. – 383 с.

47. Иванченко Ф. К. Механика приводов технологических машин / Ф. К. Иванченко. – К. : Вища школа, 1986. – 152 с.

48. Кадымов Я. Б. Переходные процессы в системах с распределенными параметрами / Я. Б. Кадымов. – М. : Машиностроение, 1979. – 262 с.

49. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода / В. И. Ключев. – М. : Энергия, 1971. – 320 с.

50. Митропольский Ю. А. Проблемы асимптотической теории нестационарных колебаний / Ю. А. Митропольский. – М. : Наука, – 1964. – 432 с.

51. Филер З. Е. Исследование колебательной системы с учетом переходных процессов в асинхронном приводе / З. Е. Филер, Л. Г. Хухлович // Динамика и прочность тяжелых машин : межвуз. темат. сб. научн. тр. – Днепропетровск, 1980. – Вып. 5. – С. 187–192

52. Филиппов А. П. Колебания деформируемых систем / А. П. Филиппов. – М. : Машиностроение, 1970. – 736 с.

53. Цехнович Л. И. Неустановившиеся процессы в крутильно-колебательной электромеханической системе и её моделирование / Л. И. Цехнович // Динамика машин : сб. научно. тр. / под ред. С. Н. Кожевникова. – М., 1960. – С. 222–234

54. Шульженко Н. Г. Переходные колебания пространственной стержневой конструкции при внезапном нагружении / Н. Г. Шульженко, В. П. Билетченко // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1991. – № 1. – С. 27–32

55. Кравченко А. И. Конвейеризация подземного транспорта на шахтах Карагандинского бассейна / А. И. Краченко, Р. В. Мерцалов, В. А. Шемякин // Уголь. – 1973. – № 6. – С. 47–51.

56. Спиваковский А. О. Теория ленточных конвейеров / А. О. Спиваковский, В. Г. Дмитриев. – М. : Наука, 1982. – 191 с.

57. Андреев А. В. Исследование и расчет конвейерных лент и приводов / А. В. Андреев. – М. : Углетехиздат, 1959. – 100 с.

58. Андреев А. В. Исследование конвейера с повышенной скоростью движения ленты / А. В. Андреев, А. В. Евневич // Горные машины. – М. : Углетехиздат. – 1958. – № 4. – С. 12–24.

59. Биличенко Н. Я. Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров / Н. Я. Биличенко, Е. М. Высочин, Е. Х. Завгородний. – К. : Гостехиздат, 1964. – 134 с.

60. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В. И. Галкин, В. Г. Дмитриев, В. П. Дьяченко и др. – М. : МГГУ, 2005. – 543 с.

61. Новиков Е. Е. Теория ленточных конвейеров для крупнокусковых горных пород / Е. Е. Новиков, В. К. Смирнов. – К. : Наукова думка, 1983. – 184 с.

62. Монастырский В. Ф. Обоснование критериев выбора параметров крутонаклонных конвейеров / В. Ф. Монастырский, Р. В. Кирия, Д. А. Номеровский и др. // Геотехнічна механіка. – 2014. – № 114. – С. 35–45.

63. Иванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини : [підручник для студентів техн. вузів] / Ф. К. Іванченко. – К. : Вища шк., 1993. – 413 с.

64. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник [та ін.]. – К. : Вища шк., 2009. – 734 с.

65. Спиваковский А. О. Транспортирующие машины : учеб. пособие для машиностроительных вузов / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – [3-е изд., перераб.]. – М. : Машиностроение, 1983. – 487 с.
66. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособие / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М. : Машиностроение, 1978. – 432 с.
67. Cramer H. Stationary and related stochastic process / H. Cramer, M. Ross Leadbetter. – John Wiley, N. J., 1967. – 348 p.
68. Calculating the Flexure Resistance of Bulk Solids Transported on Belt Conveyors Authors Craig / A. Wheeler, Alan W. Roberts, Mark G. Jones Volume 21, Issue 4 November – 2004. – P. 340–347
69. Dusan Ilic. Investigation of bulk solid and conveyor belt interactions DEM 6 / I. Dusan, C. Wheeler.
70. Yan Lu. Investigation on influence of speed on rolling resistance of belt conveyor based on viscoelastic properties / Yan Lu, Fu-Yan Lin, Yu-Chao Wang // Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia. – 2015. – № 3(45). – P. 53–68.
71. Belt conveyors for bulk materials / Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA), 2007. – 600 p.
72. Запенин И. В. Моделирование переходных процессов ленточных конвейеров / И. В. Запенин, В. Е. Бельфор, Ю. А. Селищев. – М. : Недра, 1969. – 56 с.
73. Лескевич П. А. Исследование динамики ленточных конвейеров : дис. канд. техн. наук / П. А. Лескевич. – Днепропетровск : АН УССР, филиал института механики, 1964.
74. Лескевич П. А. О пробуксовке при пуске ленточных конвейеров / П. А. Лескевич // Вопросы рудного транспорта. – 1985. – № 9. – С. 48–54.
75. Гладких М. А. Исследования пусковых процессов в мощных ленточных конвейерах со сложным профилем для горной промышленности и установления параметров переходных кривых трассы : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук / М. А. Гладких. – М. : МГИ, 1976. – 16 с.
76. Кравец Н. Ф. Установление рациональных параметров приводов для ленточных конвейеров горной промышленности : автореферат

дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук / Н. Ф. Кравец. – Могилёв, 1983. – 19 с.

77. Поліщук Л. К. Динамічна навантаженість механічної системи стрічкового конвеєра із вбудованим приводом : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 01.02.06 «Динаміка, міцність машин, приладів і апаратури» / Л. К. Поліщук. – Львів, 1994. – 19 с.

78. Адлер О. О. Вмонтований гідравлічний привод конвеєра, чутливий до навантаження : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.02.02 «Машинознавство» / О. О. Адлер. – Вінниця, 2009. – 20 с.

79. Червоненко А. Г. Динамика протяженных горных транспортных машин / А. Г. Червоненко, А. Г. Раздольский, Ю. В. Заболотный, АН УССР, Ин-т геотехн. механики. – К. : Наук. думка, 1983. – 192 с.

80. Никитин С. В. Динамическая модель ленточного конвейера / С. В. Никитин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2014. – № 1(176). – С. 156–166.

81. Кузнецов Б. А. Динамика пуска длинных ленточных конвейеров / Б. А. Кузнецов // в кн.: Транспорт шахт и карьеров. – М. : Недра, 1971. – С. 27–41.

82. Заболотный Ю. В. Исследование режимов пуска мощных ленточных конвейеров : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук / Ю. В. Заболотный. – Днепропетровск, 1972. – 21 с.

83. Механические свойства конвейерных лент из синтетического волокна / В. И. Лескевич, В. К. Смирнов, В. П. Крот [и др.] // Вопросы рудничного транспорта : сб. научных трудов. – 1970. – № 11. – С. 117–123.

84. Солод Г. Н. Электронное моделирование нестационарных процессов в электромеханической системе ленточных конвейеров при контактном пуске / Г. Н. Солод, И. В. Запенин // Горнорудные машины и автоматика : сб. науч. Трудов. – 1967. – № 3. – С. 243–269.

85. Штокман И. Г. Динамика тяговых цепей рудничных конвейеров / И. Г. Штокман. – М. : Углетехиздат, 1959. – 290 с.

86. Дмитриева В. В. Моделирование пуско-тормозных режимов ленточного конвейера / В. В. Дмитриева // Горные науки и технологии. – 2014. – № 3. – С. 50–56.

87. Кононенко В. О. Колебательные системы с ограниченным возбуждением / В. О. Кононенко. – М. : Наука, 1964. – 254 с.

88. Хорольский И. Н. Исследование динамических явлений в горизонтально-замкнутых пульсирующих конвейерах : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук / И. Н. Хорольский. – Львов, 1973. – 24 с.

89. Харченко Є. В. Розрахунок перехідних процесів у стрічковому конвеєрі з урахуванням рухомості меж транспортувального органу / Є. В. Харченко, Л. К. Поліщук, С. Собковські. // Технічні вісті (Українське інженерне товариство у Львові). – 2001. – № 1/2 (12/13). – С. 102–106.

90. Штокман И. Г. Прочность и долговечность тяговых органов / И. Г. Штокман, Л. И. Эппель. – М. : Недра, 1967. – 231с.

91. Назаренко В. М. Режимы работы автоматизированных ленточных конвейеров рудоподготовительного производства : автореф. дис. на соиск. науч. степ. докт. техн. наук / В. М. Назаренко. – Днепропетровск, 1990. – 20 с.

92. Weigang Song. Simulation Research on Dynamics of Belt Conveyor System / Weigang Song, Bangchun Wen and Huijuan Liu.

93. Analysis of Electro-hydraulic Proportional Speed Control System on Conveyer / L. Rong, L. Jing, S. Chun-geng, L. Sen // Procedia Engineering. – 2012. – № 31. – P. 1185–1193.

94. Мяченков В. И. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов / В. И. Мяченков. – Ж Справочник, 1989. – 520с

95. Ним А. Д. Динамические воздействия ленточных конвейеров на несущие строительные конструкции : автореф. дис. на соиск. науч. степ. докт. техн. наук : 05.23.17 «Строительная механика» / А. Д. Ним. – Екатеринбург, 2002. – 17 с.

96. Седов Л. И. Механика сплошной среды / Л. И. Седов. – [4-е изд.], т.1. – М. : Наука, 1983. – 528 с.

97. Асташев В. К. Динамика машин и управление машинами : справочник / В. К. Асташев, Бабицкий, И. И. Вульфсон ; под ред. Г. В. Крейнина. – М. : Машиностроение, 1988. – 240 с.

98. Иванченко Ф. К. Прикладные задачи динамики машин / Ф. К. Иванченко. – К. : Вища школа, 1983. – 200 с.

99. Красношапка В. А. Динамика машинного агрегата с учетом динамической характеристики электродвигателя и нелинейного характера сил трения / В. А. Красношапка // *Машиноведение*, 1973. – № 4. – С. 36–41.

100. Бочаров Ю. А. Гидропривод кузнечно-прессовых машин : учеб. пособие для машиностроительных вузов / Ю. А. Бочаров, В. И. Прокофьев. – М. : Высш. Школа, 1969. – 248 с.

101. Динамика гидропривода / под ред. В. Н. Прокофьева. – М. : Машиностроение, 1972. – 281 с.

102. Калинин С. Г. Динамика несущих конструкций буровых установок / С. Г. Калинин, Е. В. Харченко. – Львов : Вища школа, изд-во при Львовском ун-те, 1988. – 144 с.

103. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 184 с.

104. Харченко Є. В. Розрахунок процесу пуску насосного агрегату бурової установки з фрикційною оперативною муфтою / Є. В. Харченко, Р. А. Ковальчук // *Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2006. – № 556. – С. 69–78.

105. Рыжикова А. Г. Обоснование способов обеспечения устойчивой работы двухбарабанного привода мощных ленточных конвейеров для горной промышленности : автореф. дис. кандидата техн. наук: 05.05.06 «Горные машины» / А. Г. Рыжикова. – М., 1985. – 18 с.

106. Гринько П. А. Исследование динамики привода ленточных конвейеров с целью повышения срока службы ленты / П. А. Гринько // *Захист металургійних машин від поломок : зб. наук. пр.* – Маріуполь, – 2003. – № 7. – С. 152–156.

107. Влияние неравномерности загрузки ленточного конвейера на нагруженность приводных двигателей и энергозатраты на транспортирование / А. К. Семенченко, И. И. Стадник, П. В. Белицкий, [и др.] // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2016. – Т. 4, № 1 (82). – С. 42–51

108. Гончаров К. А. Обоснование выбора системы приводов протяженных ленточных конвейеров со сложной трассой : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук : спец. 05.05.04 «Дорожные,

строительные и подъемно-транспортные машины» / К. А. Гончаров. – Брянск, 2011. – 17 с.

109. Поліщук Л. К. Гідрофікація транспортних засобів буртоукладальних машин / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський // Вібрації в техніці і технологіях. – 2003. – № 5 (31). – С. 28–30.

110. Шахмейстер Л. Г. Динамика грузопотоков и регулирование скорости ленточных конвейеров / Л. Г. Шахмейстер, В. Г. Дмитриев, А. К. Лобачева. – М. : Недра, 1972. – 173 с.

111. Малиновский А. К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников : уч. для вузов / А. К. Малиновский. – М. : Недра, 1987. – 277 с.

112. Дмитриева В. В. Разработка и исследование системы автоматической стабилизации погонной нагрузки магистрального конвейера : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук : 05.13.06 / В. В. Дмитриева. – М., 2005. – 162 с.

113. Полунин В. Т. Эффективность регулирования скорости шахтных конвейеров / В. Т. Полунин // Научные труды МГИ. – 1968. – № 53. – С. 87–95

114. Смирнова Н. В. Динамічні характеристики стрічкового конвеєра та методи їх оцінки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.06 / Н. В. Смирнова. – Дніпропетровськ, 2000. – 17 с.

115. Заика В. Т. Влияние регулируемого привода на грузопотоки и энергоэффективность системы шахтного конвейерного транспорта / В. Т. Заика, Ю. Т. Разумный, В. Н. Прокуда // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. – 2015. – № 3. – С. 82–88

116. Lauhoff, H. “Speed Control on Belt Conveyors – Does it Really Save Energy?” / H. Lauhoff // Bulk Solids Handling. – 2005. – № .25(6). – P. 368–377.

117. Башта О. С. Використання регульованого електропривода в задачах підвищення енергоефективності технологічних процесів / О. С. Башта // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2012. – №. 4. – С. 98–107.

118. Wheeler, C. A. Evolutionary Belt Conveyor Design — Optimizing Coasts / C. A. Wheeler. // Bulk Material Handling by Conveyor Belt. – Littleton, Colorado, 2008. – 108 p.

119. Pump valves coordinate control of the independent metering system for mobile machinery / X. Bing, D. Ruqi, Z. Junhui, C. Min, S. Tong // *Automation in Construction*. – 2015. – P. 98–111.

120. Ставицкий В. Н. Алгоритм идентификации транспортной задержки конвейера / В. Н. Ставицкий // *Сборник научных трудов ДОННТУ. Серия: Вычислительная техника и автоматизация*. – 2011. – № 37. – С. 59–66.

121. Forental V. Investigation of Dynamic Characteristics of the Hydraulic Drive with Proportional Control / V. Forental, M. Forental, F. Nazarov // *Procedia Engineering. International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2015)*. – 2015. – № 129. – P. 695–701.

122. Котлобай А. Я. Гидравлические агрегаты систем приводов ходового оборудования дорожно-строительных машин / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело. // *Наука и Техника*. – 2016. – №. 15 (1). – С. 69–77.

123. Cheng G. Adaptive sliding mode control of electro-hydraulic system with nonlinear unknown parameters / G. Cheng, P. Shuangxia // *Control Engineering Practice*. – 2008. – P. 1275–1284.

124. Стадник Н. И. О возможности применения тиристорного привода для плавного пуска ленточного конвейера / Н. И. Стадник, К. П. Бочаров // *Уголь Украины*. – 2001. – № 1. – С. 34–37.

125. Соседка В. Л. Моделирование устройств регулирования пуска ленточных конвейеров / В. Л. Соседка, Д. Н. Фабричный // *Гірнична електромеханіка та автоматика : наук.-техн. зб.* – 2005. – № 74.

126. Фабричный Д. Н. Анализ электромеханических систем пуска ленточных конвейеров / Д. Н. Фабричный // *Гірнична електромеханіка та автоматика : наук.-техн. зб.* – 2003. – № 70.

127. Ляшенко Н. И. Некоторые результаты эксплуатации аппарата АПМ управления пуском электропривода ленточного конвейера / Н. И. Ляшенко, А. В. Панасенко, В. Н. Зеленецкий // *Уголь Украины*. – 1997. – № 12. – С. 35.

128. Новый электропривод ленточных конвейеров для шахт / А. Т. Семенченко [и др.] // *Уголь Украины*, – 2000. – № 10. – С. 40.

129. Schneider Electric. Устройства плавного пуска и торможения Altistart48. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.schneider-electric.com>.

130. Siemens. SIRIUS 3RW. Устройства плавного пуска. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mall.industry.siemens.com>.

131. Маренич К. М. Квазічастотне управління асинхронним двигуном як засіб підвищення ефективності функції «Kick-start» / К. М. Маренич // Взрывозащищённое электрооборудование : сб. науч. трудов УкрНИИВЭ. – Донецк, 2013. – С. 118–124.

132. А. с. 874518, СССР МКИ³ В 65 G 23/08. Способ пуска ленточного конвейера // Ю. А. Заболотный, В. И. Ищук, А. И. Пуха, М. Н. Голубев (СССР). – № 3026278/27-03 ; заявл. 16.01.80 ; опубл. 28.10.81, Бюл. № 39

133. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник [та ін.]. – К. : Вища шк., 2009. – 734 с.

134. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини : підручник / Ф. К. Іванченко. – К. : Вища шк., 1993. – 413с.

135. Александров М. П. Подъёмно-транспортные машины : уч. для вузов / М. П. Александров. – [6-е изд.; перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1985. – 558 с.

136. Заблонский К. И. Встроенные редукторы / К. И. Заблонский, Л. Е. Шустер. – К. : Техніка, 1969. – 176 с.

137. А. с. 543576 СССР МКИ² В 65 23/08. Мотор-барабан / Каварма И. И., Парховник Р. Б. – № 2153293/03 ; заявлено 07.07.875 ; опубл. 25.01.77

138. Екерт Б. Осевые и центробежные компрессоры / Б. Екерт. – М. : Машгиз, 1959. – 307 с.

139. Пат США 3532208, МКИ В 65 23/08, 13/06 – т. 84, № 1, 1970.

140. Winch drives MOBILEX GFT-W for mobile applications / Rexroth. Bosh Group. – 2016. – 20 p. – Режим доступа: <https://www.boschrexroth.com>.

141. Новиков Е. Е. О применении гидродвигателей в приводах транспортирующих устройств / Е. Е. Новиков, А. Ф. Пономарчук, Л. К. Полищук // Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – 1987. – № 23. – С. 119–122.

142. Иринг Ю. Проектирование гидравлических и пневматических систем / Ю. Иринг. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд., 1983. – 363 с.

143. А. с. 1474035 СССР МКИ⁴ В 65 23/08. Мотор-барабан / Пономарчук А. Ф., Новиков Е. Е., Полищук Л. К., Олейник М. П., Кияшко О. И. – № 4114385/27-03 ; заявлено 03.06.86 ; опубл. 23.04.89
144. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела / Ю. Н. Работнов. – М. : Наука, 1979. – 744 с.
145. Расчет и конструирование горных транспортных машин и комплексов / под ред. И. Г. Штокмана. – М. : Недра, 1975. – 464 с.
146. Иванченко Ф. К. Динамика металлургических машин / Ф. К. Иванченко, В. А. Красношапка. – М. : Metallurgiya, 1983. – 295 с.
147. Поліщук Л. К. Математична модель гідравлічного мотор-барабана стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Наукові нотатки. – 2005. – № 17. – С. 273–282.
148. Поліщук Л. К. Математична модель нестационарних режимів роботи стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, Р. П. Коцюбівський, В. М. Керничний // Сборник научных трудов SWorld. Материалы Международной научно-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2012» (РИНЦ). Т. 2 : Технические науки. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2013. – Вып. 1. – С. 61–69
149. Коваленко Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. И. Коваленко, А. А. Филиппова. – М. : Высшая школа, 1982. – 252 с.
150. Левшина Е. С. Электрические измерения физических величин / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий // Измерительные преобразователи : учеб. пособ. для вузов. – Л. : Электроатомиздат, 1983. – 320 с.
151. Клоков Н. П. Тензодатчики для экспериментальных исследований / Н. П. Клоков, В. Ф. Лукашин, Л. М. Воробьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 17 с.
152. Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний : ГОСТ 20245-74. – М. : Издательство стандартов, 1975. – 67 с.
153. Полищук Л. К. Исследование переходных процессов гидропривода транспортирующих устройств сельхоз машин / Л. К. Полищук // Гидроаппаратура и гидроприводы сельскохозяйственных машин. – 1993. – С. 42.
154. Пат. 22017 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Пурдик В. П., Адлер О. О. ; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № u200611864 ; заявл. 10.11.06 ; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 4.

155. Хорин В. Н. Объемный гидропривод забойного оборудования / В. Н. Хорин. – М. : Недра, 1980. – 415 с.

156. Гевондян Т. А. Приборы для измерения и регистрации колебаний / Т. А. Гевондян, Л. Т. Киселев. – М. : Машгиз, 1962. – 467 с.

157. Поліщук Л. К. Синтез системи пуску гідравлічного привода стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, А. О. Малярчук, Р. П. Коцюбівський // Промислова гідравліка і пневматика. – 2010. – № 4(30). – С. 81–83.

158. Пат. 68717 України, МПК⁸ В65G 23/04 Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Малярчук А. О., Коцюбівський Р. П., Кислиця Д. В. ; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет – № u 2011 10888 ; заявл. 12.09.2011 ; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7/

159. Поліщук Л. К. Вмонтований гідравлічний привод конвеєра з пусковим пристроєм / Л. К. Поліщук, А. О. Малярчук, Р. П. Коцюбівський // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. – № 1(35). – С. 70–72.

160. Іскович-Лотоцький Р. Д. Математичне моделювання динаміки пуску гідроприводу конвеєра з об'ємним регулюванням швидкості / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Л. К. Поліщук, Р. П. Коцюбівський // ПГ і П. – 2009. – № 3(25). – С. 88–91.

161. Данилов Ю. А. Аппаратура объемных гидроприводов / Ю. А. Данилов, Ю. Л. Кирилловский, Ю. Г. Колпаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.

162. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода : справочник / Е. И. Абрамов, К. А. Колисниченко. – К. : Техніка, 1977. – 320 с.

163. Пат. 22801 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Пурдик В. П., Обертюх Р. Р., Адлер О. О. ; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № u200613735 ; заявл. 25.12.06 ; опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5.

164. Поліщук Л. К. Керуючий пристрій для гідроприводу зі змінним навантаженням на робочому органі / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, А. Л. Штурма // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2007. – № 3(109). – С. 195–200

165. Поліщук Л. К. Керований гідравлічний привод конвеєра / Л. К. Поліщук, В. П. Пурдик, О. О. Адлер // Промислова гідравліка і пневматика. – 2007. – № 3(17). – С. 51–55

166. Гидроприводы сельскохозяйственных машин / И. А. Немировский В. Ф. Маркин, Л. П. Середя [и др.]. – К. : Техника, 1979. – 139 с.
167. Пронин Б. А. Экспериментальное исследование упругих характеристик клинового ремня вариатора / Б. А. Пронин, В. П. Пурдик. – М. : Машиностроение, 1986. – № 2. – С. 59 – 61.
168. Пурдик В. П. Динамика системы дистанционного управления клиноременным вариатором молотильного барабана зерноуборочного комбайна в режиме регулирования : автореф. дис. на соиск. науч. ст. канд. техн. наук : 05.02.02. / В. П. Пурдик. – М., 1986. – 208 с.
169. Поліщук Л. К. Динаміка пристрою керування гідроприводу чутливого до навантаження / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Машинознавство. – 2007. – № 6 (120). – С. 33–37.
170. Вибір керуючого пристрою для вмонтованого гідравлічного приводу із змінним навантаженням / Л. К. Поліщук, В. П. Пурдик, Р. Р. Обертюх, О. О. Адлер // Збірник праць XIII міжнародної науково-технічної конференції в м. Севастополь 17–22 вересня 2007 р. В 5 т. – Донецьк : ДонНТУ, 2007. – Т. 3. – С. 191–194.
171. Поліщук Л. К. Експериментальне дослідження вмонтованого гідроприводу конвеєра з пристроєм керування / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, А. Л. Штурма // ПГ і П. – 2009. – № 2 (24). – С. 74–79
172. Поліщук Л. К. Вплив характеристик зміни навантаження на динаміку роботи вмонтованого гідравлічного приводу / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, А. О. Малярчук // Машинознавство. – 2009. – № 11. – С. 31–35.
173. Давыдов Б. Л. Статика и динамика машин / Б. Л. Давыдов, Б. А. Скородумов. – М. : Машиностроение, 1967. – 426 с.
174. Расстригин Л. А. Введение в идентификацию объектов управления / Л. А. Расстригин, Н. Е. Моджаров. – М. : Энергия, 1977. – 215 с.
175. Поліщук Л. К. Дослідження динаміки привода конвеєра із змінним навантаженням / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Вібрації в техніці та технолог. – 2009. – № 3(55). – С. 35–38.
176. Поліщук Л. К. Вибір параметрів гідравлічного привода з пристроєм керування / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, М. Салех // Машинознавство. – 2010. – № 6 – С. 36–40.
177. Поліщук Л. К. Вмонтований привод з автоматичним вмиканням паралельно встановлених гідродвигунів / Л. К. Поліщук,

Є. В. Харченко, О. О. Адлер // *Машинознавство*. – 2009. – № 1. – С. 32–36

178. Іскович-Лотоцький Р. Д. Експериментальні дослідження режимів роботи вібростанини із клапанним генератором імпульсів тиску / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук // *Промислова гідроліка і пневматика*. – 2005. – № 1(7). – С. 83–88.

179. Обертюх Р. Р. Разработка методики проектного расчета и создание новой конструкции вибропресса для прессования металлопорошковых заготовок в капсулах при возвратно винтовом движении вибростолы : автореф. дис. на соиск. науч. ст. канд. техн. наук : 05.03.05 / Р. Р. Обертюх. – М., 1986. – 313 с.

180. Іскович-Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук. – Вінниця, 2008. – 171 с.

181. Polishchuk L. Mathematical modeling of dynamic processes of control device of hydraulic drive of belt conveyor with variable load / L. Polishchuk, O. Koval // *Tehnomus. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies*. – 2015. – № 1. – P. 141–147.

182. Поліщук Л. К. Аналіз впливу параметрів системи керування на динамічні процеси гідроприводу стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, О. В. Піонткевич, О. О. Коваль // *Промислова гідроліка і пневматика*, – 2016.– № 2 (52). – С. 37 – 47.

183. Поліщук Л. К. Дослідження динамічних процесів в системі керування гідроприводу стрічкових конвеєрів із змінними вантажопотоками / Л. К. Поліщук, Є. В. Харченко, О. В. Піонткевич, О. О. Коваль // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Технологии машиностроения*. – 2016. – № 2/8(80). – С. 22–29

184. Поліщук Л. К. Система керування гідроприводу стрічкового конвеєра зі змінним навантаженням / Л. К. Поліщук, О. О. Коваль. – *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2015. – № 2 (191). – С. 131–136.

185. Попов Д. Н. Учебник для студентов вузов по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика» / Д. Н. Попов. – М. : Машиностроение. 1991. – 384 с.

186. Skjong S. Model-based control designs for offshore hydraulic winch systems / S. Skjong, E. Pedersen // *Ocean Engineering*. – 2016. – T. 121. – C. 224–238.

187. Chentouf B. Stability analysis and numerical simulations of a one dimensional open channel hydraulic system / B. Chentouf, N. Smaoui // *Applied Mathematics and Computation*. – 2018. – T. 321. – C. 498–511.

188. 1-D dynamic stability analysis of mixed-spectrum supercritical water reactor core / Liu P. [et al.] // *Annals of Nuclear Energy*. – 2017. – T. 101. – C. 278–292.

189. Halanay A., Safta C. A., Ursu F., & Ursu I. Stability analysis for a nonlinear model of a hydraulic servomechanism in a servoeelastic framework. / Halanay A., Safta C. A., Ursu F., Ursu I. // *Nonlinear Analysis : Real World Applications*. – 2009. – No. 10(2). – P. 1197–1209.

190. Saleh A. I. The Mikhailov Stability Criterion Revisited / A. I. Saleh, M. M. Hasan, N. M. M. Darwish // *Journal of Engineering Sciences*, Published by Faculty of Engineering-Assiut University-Egypt. – 2010. – T. 38, № 1. – C. 195–207.

191. Busłowicz M. Stability analysis of linear continuous-time fractional systems of commensurate order / M. Busłowicz // *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*. – 2009. – T. 3. – C. 12–17.

192. Lakatos B. G. Stability and dynamics of isothermal CMSMPR crystallizers / B. G. Lakatos, T. J. Sapundzhiev, J. Garside // *Chemical Engineering Science*. – 2007. – T. 62, № 16. – C. 4348–4364.

193. Nonlinear modeling and stability analysis of hydro-turbine governing system with sloping ceiling tailrace tunnel under load disturbance / W. Guo et al. // *Energy Conversion and Management*. – 2015. – T. 106. – C. 127–138.

194. Numerical simulation and rotor dynamic stability analysis on a large hydraulic turbine / R. Z. Gong et al. // *Computers & Fluids*. – 2013. – T. 88. – C. 11–18.

195. Wang L. A hydraulic circuit for single rod cylinders / L. Wang, W. J. Book, J. D. Huggins // *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*. – 2012. – T. 134. – № 1. – C. 011019.

196. Experimental investigation into the impact of density wave oscillations on flow boiling system dynamic behavior and stability / L. E. O'Neill et al. // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2018. – T. 120. – C. 144–166.

197. Chang S., Meng Q., Liang Y. Experimental study of hydraulic stability for variable water volume air conditioning System / S. Chang, Q. Meng, Y. Liang // *Procedia Engineering*. – 2017. – Т. 205. – С. 1072–1078.

198. Polishchuk L. K. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L. K. Polishchuk, O. V. Piontkevych // In 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», 19 May 2017. – Kaunas : University of Technology, 2017. – P. 307–311.

199. Исследование сложных непрерывно-дискретных систем / К. Я. Кухта, А. Г. Бойко, И. З. Гармаш и др. – Киев : Наукова думка, 1981. – 154 с.

200. Kharchenko Ye. The finite element of rod which performs longitudinal oscillations in immovable coordinate system / Ye. Kharchenko // *International Conference on Modeling & Simulation: Proceedings*. – Lviv (Ukraine) : Lviv Polytechnic National University, 2001. – P. 248–249.

201. Алюшин Ю. А. Механика твердого тела и переменных Лагранжа : учебное пособие для вузов / Ю. А. Алюшин. – М. : Машиностроение, 2012. – 192 с.

202. Зенкевич О. Конечные элементы и аппроксимация / О. Зенкевич, К. Морган. – М. : Мир, 1986. – 318 с.

203. Поліщук Л. К. Вибір раціональної схеми приводу конвеєра за критеріальними оцінками / Л. К. Поліщук, Р. П. Коцюбівський, С. А. Барабанов // *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки*. – 2012. – № 10(59). – С. 149–154

204. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження : монографія / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 184 с.

205. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1979. – 672 с.

206. Тищенко Н. М. Введение в проектирование систем управления / Н. М. Тищенко. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.

207. Пат. 34120 України, МПК⁸ В65G 23/00. Мотор-барабан / Поліщук Л. К., Адлер О. О., Федчишин В. В. заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № u 200803594 ; заявл. 21.03.2008 ; опубл. 25.07.2008, Бюл. № 14

208. Пат. 36107 України, МПК⁸ В65G 23/00 Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Харченко Є. В., Адлер О. О., Мамчур А. С., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 200806894 ; заявл. 19.05.2008 ; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19.

209. Поліщук Л. К. Вмонтований гідравлічний привід приймально-го конвеєра буртоукладника / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, О. О. Коваль // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 156. – С. 375–384.

210. Пат. 107491 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Коваль О. О., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201601464 ; заявл. 18.02.2016 ; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 15.

211. Пат. 109082 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Коваль О. О., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201512091 ; заявл. 01.12.2015 ; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11.

212. Пат. 68816 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Обертюх Р. Р., Харченко Є. В., Адлер О. О., Кислиця Д. В., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201111872 ; заявл. 10.10.2011 ; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7.

213. Пат. 24968 України, МПК⁸ В65G 23/00. Мотор-барабан / Поліщук Л. К., Іскович-Лотоцький Р. Д., Харченко Є. В., Адлер О. О., Коцюбівський Р. П., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 20701202 ; заявл. 05.02.2007 ; опубл. 25.07.2007, Бюл. № 11.

214. Поліщук Л. К. Гідрофікація приводу транспортера стріли буртоукладальної машини / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський // ПГ і П. – 2007. – № 4(18). – С. 106–108.

215. Поліщук Л. К. Гідравлічний мотор-барабан стрічкового конвеєра стріли відвалоутворювача / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Промислова гідравліка і пневматика. – 2007. – № 2(16). – С. 61–64.

216. Пат. 97816 України, МПК⁸ В65G 23/00. Мотор-барабан / Поліщук Л. К., Кухар І. В., Коваль О. О., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201410287 ; заявл. 19.09.2014 ; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 7.

217. Пат. 105601 України, МПК⁸ В65G 23/00. Мотор-барабан / Поліщук Л. К., Коваль О. О., Бичик І. А., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201509506 ; заявл. 02.10.2015 ; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

218. Пат.57045 України, МПК⁸ В65G 23/00. Керований гідравлічний мотор-барабан / Поліщук Л. К., Адлер О. О., Колот О. В., Кислиця Д. В., заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № у 201008382 ; заявл. 05.07.2010 ; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3.

219. Привід транспортера для видалення стружки з токарного верстата / Л. К. Поліщук, Д. В. Кислиця, Д. В. Бурденюк, Я. Г. Гуровський // Промислова гідравліка і пневматика. – 2011. – № 3(33). – С. 108–110.

220. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз : навчальний посібник / І. М. Боярко, Л. Л. Гриценко. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 400 с.

221. Інвестування : підручник / В. М. Гриньова, В. О. Коюда, Т. І. Лепейко, О. П. Коюда. – К. : Знання, 2012. – 458 с.

222. Дука А. П. Теорія та практика інвестиційної діяльності. Інвестування : навчальний посібник / А. П. Дука. – К. : Каравела, 2012. – 432 с.

223. Майорова Т. В. Інвестиційна діяльність : підручник / Т. В. Майорова. – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 472 с.

224. Гайко Г. І. Історія гірництва : підручник / Г. І. Гайко. – Київ ; Алчевськ : Києво-Могилянська академія, «ЛАДО» ДонДТУ, 2013. – 542 с.

225. Білецький В. С. Мала гірнича енциклопедія / В. С. Білецький. – Донецьк : Донбас, 2004.

226. Gavin W. T. Monetary policy, taxes, and the business cycle / W. T. Gavin, F. E. Kydland, M. R. Pакко // Journal of Monetary Economics. – 2007. – № 54, Issue 6. – P. 1587–1611.

227. Моссаковский Я. В. Экономическая оценка инвестиций в горной промышленности : учебник / Я. В. Моссаковский. – М. : МГГУ, 2004. – 323 с.

228. Моссаковский Я. В. Оценка экономической эффективности внедрения новой техники на горнодобывающих предприятиях : уч. пос. / Я. В. Моссаковский, И. М. Богданова, Я. И. Лозовская. – 3-е изд. – М. : МГГУ, 2002. – 150 с.

229. Моссаковский Я. В. Экономика горной промышленности : учебник / Я. В. Моссаковский. – М. : МГУ, 2004. – 525 с.

230. Monterisi A. Regional innovation strategies: the Apulian experience and the role of ARTI / A. Monterisi. – Brussels, 2009. – 18 p. – Available at: http://www.arti.puglia.it/fileadmin/user_files/download/OD_Puglia_7oct09_ilo.pdf.

231. Atkinson R. D. Innovation economics: the race for global advantage / R. D. Atkinson, S. J. Ezell. – Yale University Press, New Haven and London, 2012. – 262 p.

232. Sachs J. Fundamental Sources of Long Run Growth / J. Sachs, A. Warner // *The American Economic Review*. – 2007. – № 87, Issue 2. – P. 184–188.

233. Поліщук Л. К. Конкурентні переваги вмонтованих приводів конвеєрів підіймально-транспортувальних машин / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, О. О. Коваль // Дванадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові : тези доповідей. – Львів : Кінпатрі ЛТД, 2015. – С. 186–187.

234. Поліщук Л. К. Аналіз економічної ефективності впровадження нового обладнання на кар'єрах відкритого видобування корисних копалин / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Технологии машиностроения*. – 2015. – № 5/1 (77). – С. 5–11.

Наукове видання

Поліщук Леонід Клавдійович

**ДИНАМІКА ВМОНТОВАНОГО ГІДРОПРИВОДУ
КОНВЕЄРІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено Л. Поліщуком

Підписано до друку 20.11.2018 р.

Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman.

Друк різнографічний. Ум. др. арк. 13,86.

Наклад 300 (1-й запуск 1–75) пр. Зам № В2018-23

Вінницький національний технічний університет,

ІРВЦ ВНТУ,

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Тел. (0432) 65-18-06.

press.vntu.edu.ua; *email*: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.

21021, м. Вінниця, вул. Порика, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.