



THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 6th
International Scientific
and Practical Conference

**CONCEPTS FOR THE DEVELOPMENT OF
SOCIETY'S SCIENTIFIC POTENTIAL**

Prague, Czech Republic
19-20.08.2024

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF+

No 48 [213]
August, 2024

OPEN  ACCESS



Scientific Collection «InterConf+ »

No 48(213)

August, 2024

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 6th International
Scientific and Practical Conference

CONCEPTS FOR THE
DEVELOPMENT OF SOCIETY'S
SCIENTIFIC POTENTIAL

PRAGUE, CZECH REPUBLIC

August 19–20, 2024



PRAGUE
2024

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf+»*, 48(213): with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference «Concepts for the Development of Society's Scientific Potential» (August 19-20, 2024; Prague, Czech Republic) / comp. by LLC SPC «InterConf». Prague: Author-publishers miscellaneous, 2024. 365 p.

ISSN 2709-4685

DOI 10.51582/interconf.19-20.08.2024

EDITOR

Anna Svoboda

Doctoral student
University of Economics;
Czech Republic
annasvobodaprague@yahoo.com

COORDINATOR

Mariia Granko

Coordination Director
LLC Scientific Publishing Center
«InterConf»; Ukraine
info@interconf.center

EDITORIAL BOARD

Temur Narbaev (DSc in Medicine)
Tashkent Pediatric Medical Institute,
Republic of Uzbekistan;
temurl972@inbox.ru

Nataliia Mykhalitska (PhD
in Public Administration)
Lviv State University of
Internal Affairs; Ukraine

Dan Goltsman (Doctoral student)
Riga Stradiņš University;
Republic of Latvia;
goltsman.dan@inbox.lv

Katherine Richard (DSc in Law),
Hasselt University; Kingdom of Belgium
katherine.richard@protonmail.com;

Bashirov Ansar (Doctor of Medicine),
EMIH of Almaty region,
Republic of Kazakhstan

Stanyslav Novak (DSc in Engineering)
University of Warsaw; Poland
novaks657@gmail.com;

Kanako Tanaka (PhD in Engineering),
Japan Science and Technology
Agency; Japan;

Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology)
University of Vienna; Austria
mw6002832@gmail.com;

Davit Tchiotashvili (Doctor of Economics),
Gori State University, Georgia;

Richard Brouillet (LL.B.),
University of Ottawa; Canada;

Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc
in Biology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering)
Mykolayiv National Agrarian University
(MNAU); Ukraine;

Svitlana Lykholat (PhD in Economics),
Lviv Polytechnic National University; Ukraine

Viktor Yanchenko (PhD in Pharm. Sc.),
T.H. Shevchenko National University
«Chernihiv Colehium»; Ukraine

Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy)
Uzbek State University of World Languages;
Republic of Uzbekistan;

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)
Lviv State University of Internal Affairs;
Ukraine

Dr. Albena Yaneva (DSc. in Sociology
and Antropology),
Manchester School of Architecture; UK;

Vera Gorak (PhD in Economics)
Karlovarská Krajská Nemocnice; Czech Republic
veragorak.assist@gmail.com;

Polina Vuitsik (PhD in Economics)
Jagiellonian University; Poland
p.vuitsik.prof@gmail.com;

Alexander Schieler (PhD in Sociology),
Transilvania University of Brasov; Romania
alexanrds.schieler@protonmail.ch

George McGrown (PhD in Finance)
University of Florida; USA
mcgrown.geor@gmail.com;

Vagif Sultanly (DSc in Philology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Larysa Kupriianova (PhD in Medicine)
Humanitas University, Italy

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2024). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf+»*, 48(213), 21-27. <https://doi.org/10.1080/interconf...>

This issue of Scientific Collection «InterConf+» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.

Scientific Collection «InterConf+» and its content are indexed in:

Index Copernicus; Google Scholar; WorldCat; OUCI (Open Ukrainian Citation Index); CrossRef;
Semantic Scholar; Mendeley; Scilit; OpenAIRE (pan-European research information system), etc.

TABLE OF CONTENTS

REGIONAL ECONOMY

	Tchiotashvili D.	CHALLENGES AND PERSPECTIVES OF UNIVERSAL CIRCULAR GREEN ECONOMY IN GEORGIA	7
	Магеррамов Э.М.	КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ И ПОСТУЛАТЫ РАЗВИТИЯ КАРАБАХСКОГО И ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА	16
	Сенченко В.В.	ФОРМУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ІННОВАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД: ІНСТРУМЕНТИ, РЕКОМЕНДАЦІЇ	28

INTERNATIONAL ECONOMICS AND INTERNATIONAL RELATIONS

	Filatov M.	THE SINO-UKRAINIAN ECONOMIC COOPERATION (2014–2019): A CRITICAL EXAMINATION OF THE BILATERAL ECONOMIC RELATIONSHIP DURING THE PRESIDENCY OF PETRO POROSHENKO	47
	Mirzayeva A.	EXTREME TOURISM IN AZERBAIJAN: A THRILLING ADVENTURE DESTINATION	65
	Мехди Ф.З.	ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА	71

MANAGEMENT

	Giguashvili G. Salkhinashvili M. Makasarashvili T. Bidzinashvili D.	FUNDED PENSION SYSTEM OF GEORGIA AND ITS LEGAL REGULATION MECHANISMS	77
---	--	---	----

PEDAGOGY AND EDUCATION

	Добровольська А.М.	ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ДО РОБОТИ З ЕЛЕКТРОННИМИ МЕДИЧНИМИ ДОКУМЕНТАМИ І МЕДИЧНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ: ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ПРОЄКТІВ	91
	Ибрагимов Ф.Н. Иманова А.Б.	ТЕХНОЛОГИЯ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПО УЧЕБНОЙ ЕДИНИЦЕ «МНОГОГРАННИКИ» В X КЛАССАХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ	102
	Максимовська Н.О. Кобзан С.М. Наливайко Т.А. Поморцева О.Є.	ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	119
	Тур О.М. Шабуніна В.В. Кривошопка Д.В.	РОЛЬ ЕФЕКТИВНИХ PR-СТРАТЕГІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТА ФОРМУВАННЯ ІМІДЖУ УНІВЕРСИТЕТУ ТА ЗАЦІКАВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ	129

PSYCHOLOGY AND PSYCHIATRY

	Гордієнко А.В.	ПРОДУКТИВНА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ В ОСВІТНЬОМУ ТА ОСОБИСТОМУ КІБЕРПРОСТОРІ	136
---	----------------	---	-----

PHILOLOGY AND LINGUISTICS

	Barbakadze K.	FOR TYPOLOGICAL ANALYSIS OF GEORGIAN AND FOREIGN HOUSEHOLD FAIRY TALES	150
	Mustafayeva A.I. Mammadova B.	THE IMPACT OF THE PROBLEMS OF THE TIME ON LITERARY CREATION: MIRZA FATALI AKHUNDZADE AND GEORGE ORWELL	156
	Грицюк Ю.І. Дяк Т.П.	ДОСЛІДЖЕННЯ ІДІОЛЕКТУ ПИСЬМЕННИКА: КОРПУСНОБАЗОВАНИЙ ПІДХІД	165

LAW AND INTERNATIONAL LAW

	Salkhinashvili M.	THE ISSUE OF SEVERITY OF LIABILITY IN CASE OF REPEATED ADMINISTRATIVE OFFENSES IN THE UTILITY SECTOR ACCORDING TO LEGISLATION OF GEORGIA	172
---	-------------------	---	-----

BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

	Shevchenko V.V. Bondarenko O.Y.	THE REACTION OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF DIFFERENT RESISTANCE MODERN VARIETIES OF WINTER WHEAT TO THE EFFECT OF MODERATE DROUGHT	182
---	------------------------------------	--	-----

MEDICINE AND PHARMACY

	Dhruv Gandhi	GENETIC AND MOLECULAR PROFILING IN	194
	Aastha N. Raj Saksham Sharma	BONE SARCOMAS: ADVANCING PERSONALIZED TREATMENT APPROACHES	
	Saksham Sharma	EFFICACY OF FLUORESCENCE-GUIDED	211
	Dhruv Gandhi	TECHNIQUES COMPARED TO CONVENTIONAL METHODS: A COMPREHENSIVE REVIEW	
	Arpita Meher		
	Maulik Dhanani		
	Saksham Sharma	UNRAVELLING FRAGILE MINDS: THE	226
	Dhruv Gandhi	PROMISE OF CRISPR AND RNA THERAPY IN	
	Bhoomi Bagadia	FRAGILE X SYNDROME	
	Kevin Lee Boon Chun Jobilal A.		

ENERGETICS

	Білюк І.С. Савченко О.В. Васильєв О.Г. Гуров А.П. Мельниченко О.Ю.	МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА	238
---	--	---	-----

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

	Tsitsishvili V. Amirkhanashvili K.	APPLICATION, STRUCTURE, SALTS AND COMPLEXES OF LIDOCAINE: A REVIEW. PART VIII. STRUCTURE OF BIS(LIDOCAINE) TETRATHIOCYANATOCOBALTATE(II) MONOHYDRATE	251
	Кочкорова З.Б. Шаршенбек А. Мурзубраимов В.М. Болотов Т.Т.	ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОГО НЕРАСТВОРИМОГО ОСТАТКА НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ САНДЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	272
	Мустяца О.Н. Пархоменко Н.Г. Мельник Н.І.	ВПЛИВ ГЕТЕРОПОЛЯРНИХ СПЛУК НА ТРАНСФОРМАЦІЮ ПРИРОДИ ПРОВІДНОСТІ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОВІДНИКІВ У ВІК ЇХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ЗДАТНОСТІ	281

RADIO ENGINEERING, ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

	Deviatkina S. Siryi D. Yaremich T. Molchanova K.	MONITORING OF THE INSULATION RESISTANCE IN THE POWER SUPPLY SYSTEM OF THE AERODROME GROUND LIGHTS	302
---	---	---	-----

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

	Іванова Л.С. Ботвіновська С.І. Золотова А.В. Мостовенко О.В.	СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ АРХІТЕКТОРІВ ТА ІНЖЕНЕРІВ	311
---	---	---	-----

PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

	Pichurin V. Umerenko V.	ON THE APPROPRIATENESS OF PHYSICAL EDUCATION MODELS	322
---	----------------------------	--	-----

MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

	Азаренко О.В. Гончаренко Ю.Ю. Дівізінюк М.М. Мельник В.І. Фаррахов О.В.	МАТЕМАТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ, ЩО ВІДОВРАЖАЄ, МАЛОЇ ПОВІТРЯНОЇ ЦІЛІ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦІЛІ І УМОВ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ	328
	Кічата Н.М. Третьяков О.В.	АНАЛІЗ РИЗИКІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ЗАГРОЗ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	343



Мельніков І.С.	ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОТИДІЇ	350
Крук Б.М.	ПОВІТРЯНИЙ РОЗВІДЦІ РФ: РОЗРОБКА ТА	
Місюра О.М.	ВПРОВАДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Воронін В.В.	БОРОТЬБИ З ВПЛА	
Третяк В.Ф.		
Гурін О.С.		
Рибалка Г.В.		
Беляєв П.В.		
Просяник В.В.		
Воротінцев В.С.		
Мартиненко П.М.		
Оверчук В.В.		
Закіров З.З.		

ENERGETICS

 DOI 10.51582/interconf.19-20.08.2024.021

Модернізація системи керування електропривода стрічкового конвеєра

**Білюк Іван Сергійович¹, Савченко Олег Валерійович²,
Васильєв Олександр Григорович³, Гуров Анатолій Петрович⁴,
Мельниченко Олексій Юрійович⁵**

¹ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

² завідувач лабораторіями кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

³ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁴ кандидат технічних наук, професор;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁵ аспірант;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

Анотація.
В роботі досліджується конвеєр з системою автоматичного керування.

Ключові слова:
системи керування
моделювання
перехідна характеристика
привод
стрічковий конвеєр

ENERGETICS

Мета роботи. Удосконалення електропривода стрічкового конвеєра на основі застосування регульованих асинхронних двигунів (АД). Тому що режим роботи конвеєра характеризується безперервною роботою без зупинок, тривалим режимом роботи, нерівномірністю завантаження, отже, метою даної роботи є забезпечення ефективної роботи стрічкового конвеєра за рахунок частотного регулювання швидкості електропривода.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання дослідження:**

- провести аналіз існуючих засобів та систем керування електродвигунами змінного струму і на базі цього аналізу вибрати найбільш підходящий;
- скласти математичний опис системи керування і розробити її структурну схему;
- по отриманій структурній схемі провести аналіз динамічних властивостей розрахункової системи керування;
- визначити параметри налагодження регулятора швидкості для забезпечення найкращих показників якості перехідного процесу системи керування.

Об'єкт дослідження – процеси, що відбуваються у електроприводі стрічкового конвеєра із застосуванням частотного перетворювача.

Предметом дослідження є електропривод стрічкового конвеєра з можливістю регулювання швидкості руху стрічки конвеєра, динамічні характеристики системи, параметри, що забезпечують підвищення точності системи керування електропривода конвеєра.

Стрічкові конвеєри являються основним типом машин безперервного транспорту, які набули широкого застосування в різних галузях промисловості, завдяки своїм високим експлуатаційним якостям: високій продуктивності, можливість транспортування вантажів на велику відстань, простоти конструкції, високій надійності, відносно невеликій вазі.

Загальна конструкція та основні вузли стрічкового конвеєра наведені на рисунку 1.

Принцип дії стрічкового конвеєра нескладний: гнучка стрічка яка є основною робочою частиною, огинає приводний і натяжний барабан, який приводить в рух електродвигун конвеєра через редуктор, у прольотах між барабанами встановлені роликові опори з певною відстанню на рамі, на які і спирається транспортерна стрічка.

ENERGETICS

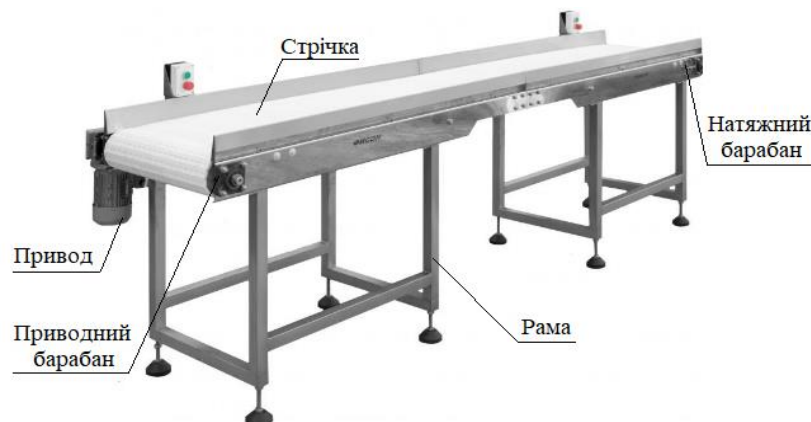


Рисунок 1

На них можуть бути встановлені різні типи стрічок. Залежно від довжини, навантаження і швидкості переміщення конвеєр комплектується необхідною кількістю роликів

Привод конвеєра здійснює передачу тягового зусилля стрічці. Елементи приводу, змонтовані на несучій конструкції, складають приводну станцію. Приводна станція конвеєра складається з рами із встановленими на ній та об'єднаними в єдиний приводний блок: електродвигунами, пусковими й запобіжними муфтами, гальмами, редукторами, приводними та обвідними барабанами, пусковою та регулюючою апаратурою. В приводах знайшли широке застосування пускозапобіжні гідромуфти, які встановлюються між валом електродвигуна і входним валом редуктора, для плавного запуску і запобіганню від недопустимих перевантажень привода стрічкового конвеєра.

В роботі розглянутий стрічковий модульний конвеєр переносний типу СМД. Конструкція та основні вузли стрічкового конвеєра типу СМД наведені на рисунку 2.

Стандартний кут підйому конвеєра становить $160-18^\circ$. Спеціальна конструкція рами й опор дозволяє регулювати (змінювати) висоту розвантаження матеріалу. Стрічка рухається по трьохролковим опорам, утворюючи жолоб, холоста гілка якого підтримується нижніми прямими роликами. Від бічних зсувів стрічку охороняють дефлекторні ролики, або центруючі роликові опори. Натяжний барабан змонтований у нижній частині рами конвеєра й постачений натяжним пристроєм, що дозволяє переміщати барабан по напрямних для натягу стрічки й регулювання проти зсуву. В обертання приводний барабан

ENERGETICS

приводиться за допомогою електродвигуна через редуктор і ланцюгову передачу.



Рисунок 2

З метою запобігання від завалу на конвеєрі встановлюється пристрій, який у випадку пробуксовки стрічки відключає подачу матеріалу в лоток.

Конвеєр оснащений тросовими й кнопковими вимикачами, пристроями контролю швидкості стрічки, завдяки чому не тільки виключається її загоряння в результаті тертя, але й не відбувається пересипання продукту.

Технічні характеристики стрічкового конвеєра типу СМД приведені в таблиці 1 [1].

Таблиця 1

Технічні характеристики стрічкового конвеєра типу СМД

Найменування	Значення
Модель-типорозмір	СМД-150А-70
Швидкість руху стрічки	1,6 м/с
Габарити:	
довжина	15700 мм
ширина	2500 мм

ENERGETICS

Продовження табл. 1

Характеристика робочого органу	Стрічка гумо-тросова РТЛО 2500-1600
Діаметр приводного барабана	840 мм
Діаметр натяжного барабана	800 мм
Робоча гілка діаметр роликів довжина	159 мм 600 мм
Холоста гілка діаметр роликів довжина	159 мм 1800 мм
Відстань між центрами барабанів, мм	15000
Електродвигун перемінного струму: Потужність Частота	4 кВт. 1500 об/хв

Схема автоматизації конвеєра забезпечує подачу акустичного сигналу перед пуском; одночасне відключення всіх конвеєрів, що транспортують вантаж на зупинений конвеєр; підготовку до пуску після відключення; видачу інформації про причини зупинки на пульт керування; аварійне відключення конвеєра. Для контролю роботи конвеєра встановлюють ряд датчиків (рис. 3).

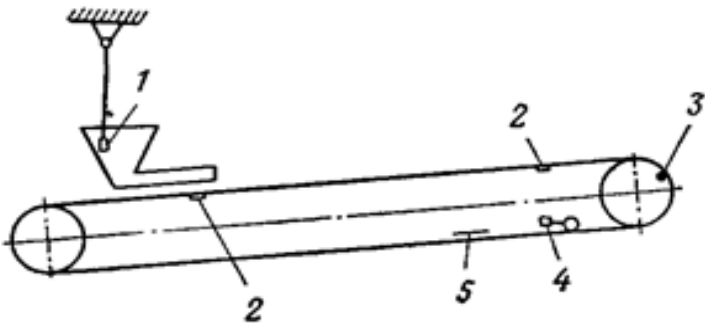


Рисунок 3

Зупинка стрічки, поперечний її розрив і пробуксовка на приводі контролюються датчиком швидкості 4, який встановлюють у приводної головки так, щоб ролик датчика стикався зі стрічкою по її чистій стороні. Датчик являє собою тахогенератор, який служить джерелом сигналу для реле швидкості. Для профілактичного контролю цілості тросів

ENERGETICS

гумово-тросових стрічок є пристрої 5, що дозволяють виявити ділянки ушкодження тросів, визначити часткове або повне порушення їх цілості з видачею команди на відключення привода конвеєра й подачу світлового сигналу при виявленні ушкодження тросів, що перевищує встановлену межу. Датчики контролю сходу стрічки 2 встановлюють по обидва боки стрічки біля приводної і натяжної головок та у середній частині конвеєра. Контактний датчик 1 контролює завал перевантажувального пристрою. Датчик температури приводного барабана 3 міститься безпосередньо в барабані й спрацьовує при $t > 60 - 70^{\circ}C$.

На сьогоднішній день найпоширенішим типом привода стрічкових конвеєрів є нерегульований електропривод змінного струму на основі асинхронних машин переважно з короткозамкненим ротором [2, 3]. Асинхронний електропривод при цьому повинен забезпечувати плавне регулювання швидкості із широким діапазоном, велику частоту включень і реверсів з високою швидкістю в перехідних режимах.

Для плавного пуску й регулювання швидкості доцільно застосовувати частотне керування, яке дає максимальний ефект енергозбереження й забезпечує щадний, ресурсозаощаджуючий режим експлуатації як технологічного, так і електричного обладнання при значно знижених навантаженнях і динамічних впливах, які у свою чергу, сприяють підвищенню в кілька разів ресурсу роботи й зниженню експлуатаційних витрат на ремонт [4].

Застосування керованих перетворювачів частоти дозволяє створювати установки з високими динамічними властивостями й мінімальними додатковими втратами [5].

Велику роль в економії електроенергії й збільшенні ресурсу двигуна має правильний вибір режиму керування двигуном, що сильно залежить від типу навантаження. Залежність між швидкістю обертання й моментом опору неоднакова. Багато навантажень мають постійний момент у всьому діапазоні швидкості обертання. У деяких споживана потужність залежить від швидкості обертання і теоретично зниження швидкості обертання на 10% приносить економію 30% від вихідної споживаної потужності.

Для реалізації поставленої задачі, скористаємося готовим електроприводом, що серійно випускається, VFD-C2000 [6]. Даний електропривод структурно і функціонально рекомендований

ENERGETICS

для використання асинхронного електродвигуна. Перетворювачі частоти *Delta Electronics* серії *VFD-C2000* є на сьогодні однією із самих досконалих і перспективних лінійок універсальних частотних перетворювачів для електродвигунів і не мають аналогів у номенклатурі більшості інших іменитих виробників.

Перетворювачі частоти даної серії оснащені широким спектром функцій і режимів керування, що дозволяє їх з успіхом використовувати не тільки як частотні перетворювачі для асинхронних двигунів, але й у якості частотних перетворювачів синхронних двигунів. Така універсальність роботи перетворювача частоти *VFD-C* для керування різними типами двигунів і вбудований режим позиціонування дозволяють створювати економічні за ціною системи під різні вимоги до точності переміщення.

Комплектний електропривод *VFD-C* [6] має штатні складові, а тому розрахунку та вибору основних елементів не потребує. Але коригуюча ланка заводом-виробником не передбачується, бо вона розраховується під конкретний двигун. Окрім того, при налагодженні привода потрібно встановити значення регулюючих параметрів, які забезпечують необхідні динамічні якості системи. Це потребує проведення аналізу динаміки системи на основі її математичної моделі. При дослідженні перехідних процесів у трифазних асинхронних електродвигунах доцільно прийняти припущення, які дозволяють в доступній математичній формі відобразити співвідношення основних параметрів та координат: сили обмоток двигуна розподілені синусоїдально вздовж кола повітряного зазору; втрати у сталі статора і ротора відсутні; обмотки статора і ротора строго симетричні зі зміщенням осей обмоток на 120° ; насичення магнітного кола відсутнє.

При розгляданні перехідних процесів досліджується ідеалізований асинхронний двигун, у якому магнітна рушійна сила (МРС) і індукція розподілені по окружності синусоїдально, втрати в сталі відсутні, ланцюг, що намагнічує, є лінійним. Диференційні рівняння ідеалізованого асинхронного двигуна у системі координат $x - y$, що обертається з синхронною швидкістю ω_0 :

Стійкість і динамічні показники якості регулювання швидкості АД визначаються вибором параметрів пропорційної та інтегральної складових передавальних функцій регуляторів

ENERGETICS

швидкості і струму. Вихідні дані для розрахунку перехідних процесів зведені в таблицю 2.

Таблиця 2

Вихідні дані для розрахунку перехідних процесів

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Модуль жорсткості лінеаризованої механічної характеристики	$\frac{H \cdot м}{с^{-1}}$	$\beta = 7,75$
Постійна часу регулятора швидкості	с	$T_{PII} = T_M = 0,002$
Постійна часу перетворювача	с	$T_{ПЧ} = 0,005$
Постійна часу регулятора струму	с	$T_{PC} = 0,015$
Коефіцієнт підсилення (передачі) перетворювача	-	$k_{ПЧ} = 0,005$
Коефіцієнт підсилення регулятора швидкості	-	$k_{PII} = 10$
Коефіцієнт підсилення регулятора струму	-	$k_{PC} = 10$
Передатний коефіцієнт по швидкості	В·с	$k_{3.3.ш} = 0,007$
Передатний коефіцієнт по струму	$\frac{В \cdot А}{H \cdot м}$	$k_{3.3.с} = 0,19$
Електромагнітна постійна часу	с	$T_E = 0,001$
Електромеханічна постійна часу	с	$T_M = 0,002$

Дослідження і порівняння характеру перехідних процесів системи керування виконується зі зміною законів регулювання при розрахункових параметрах, які представлені в таблиці 2 з метою отримання заданих показників якості перехідних процесів.

Для цього проведена заміна ПІ-регулятора швидкості на П-регулятор швидкості, а також розглянутий варіант встановлення фільтра на вхід системи керування з ПІ-регулятором швидкості.

Схеми моделей системи керування представлено на рисунках 4, 5, 6. Моделі системи побудовані в математичній програмі Simulink пакету Matlab [7, 8].

ENERGETICS

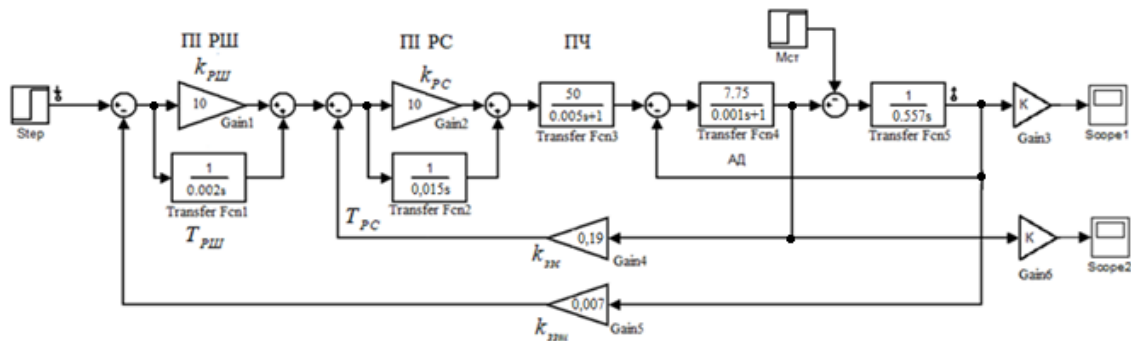


Рисунок 4

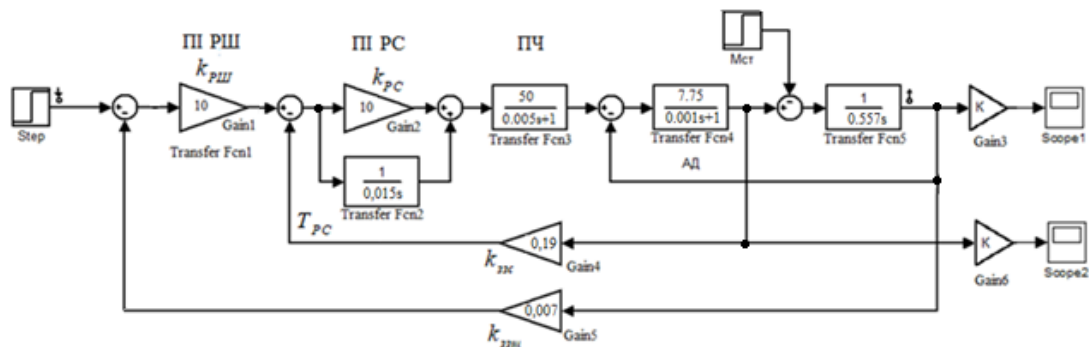


Рисунок 5

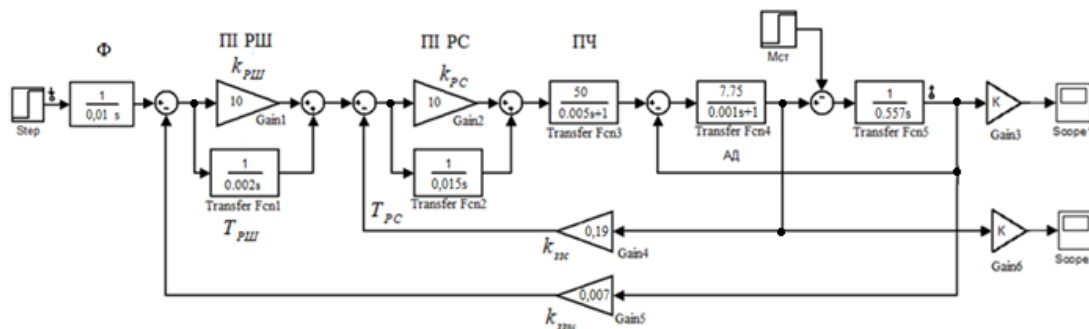


Рисунок 6

На схемах зображено:
«Step» – джерело східчастого впливу величиною 10 В;
«Gain1» та «Gain2» – реалізують пропорційну складову
ПІ-регуляторів швидкості та струму відповідно;
«Transfer Fcn1» та «Transfer Fcn2» – реалізують
інтегральну складову ПІ-регуляторів швидкості та струму

ENERGETICS

відповідно.

«Transfer Fcn3» – реалізує передатну функцію частотного перетворювача;

«Transfer Fcn4» та «Transfer Fcn5» – реалізують лінеаризовану модель двигуна; «Gain4» та «Gain5» – датчики струму та швидкості відповідно;

За допомогою блоків «Gain3» та «Gain6» виконується перерахування отриманих даних у відносні одиниці (для спрощення подальшого порівняння).

«Score1» та «Score2» – використовуються для отримання графіку перехідного процесу за швидкістю та струмом відповідно.

На рисунках 7 і 8 показані перехідні процеси на виході контуру струму та контуру швидкості для трьох моделей систем: з ПІ-регулятором, з П-регулятором та з ПІ-регулятором і фільтром на вході.

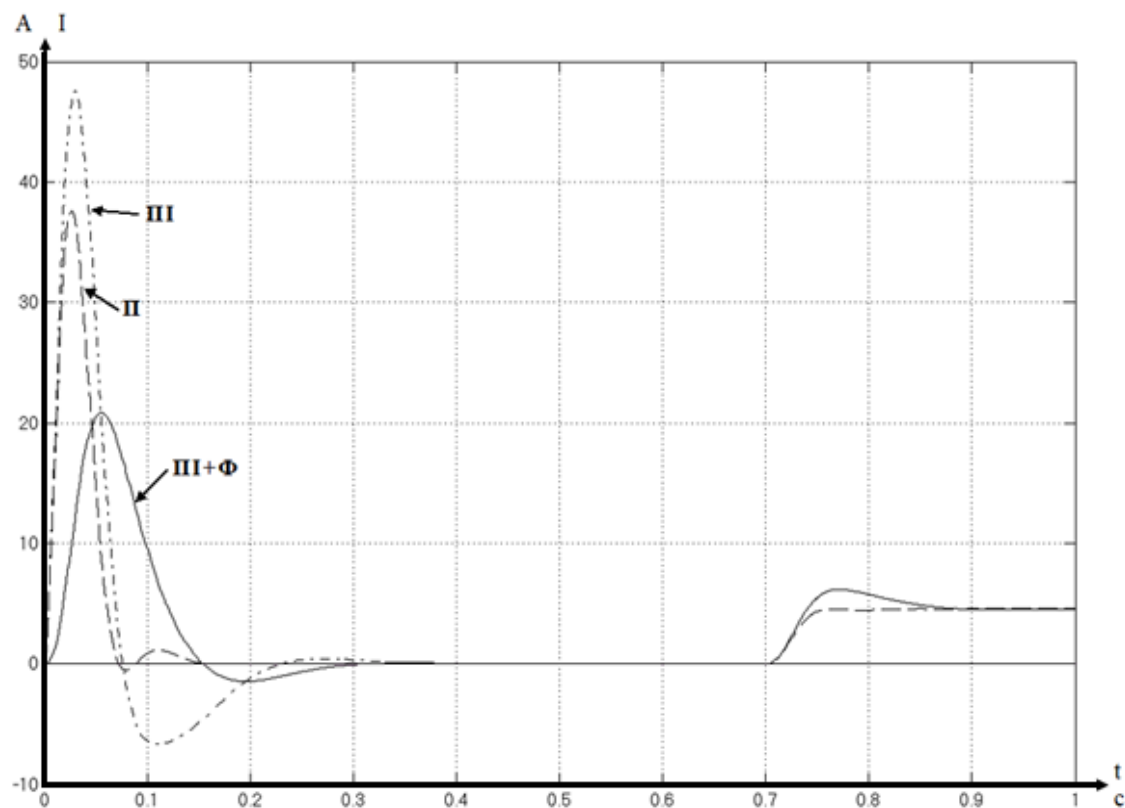
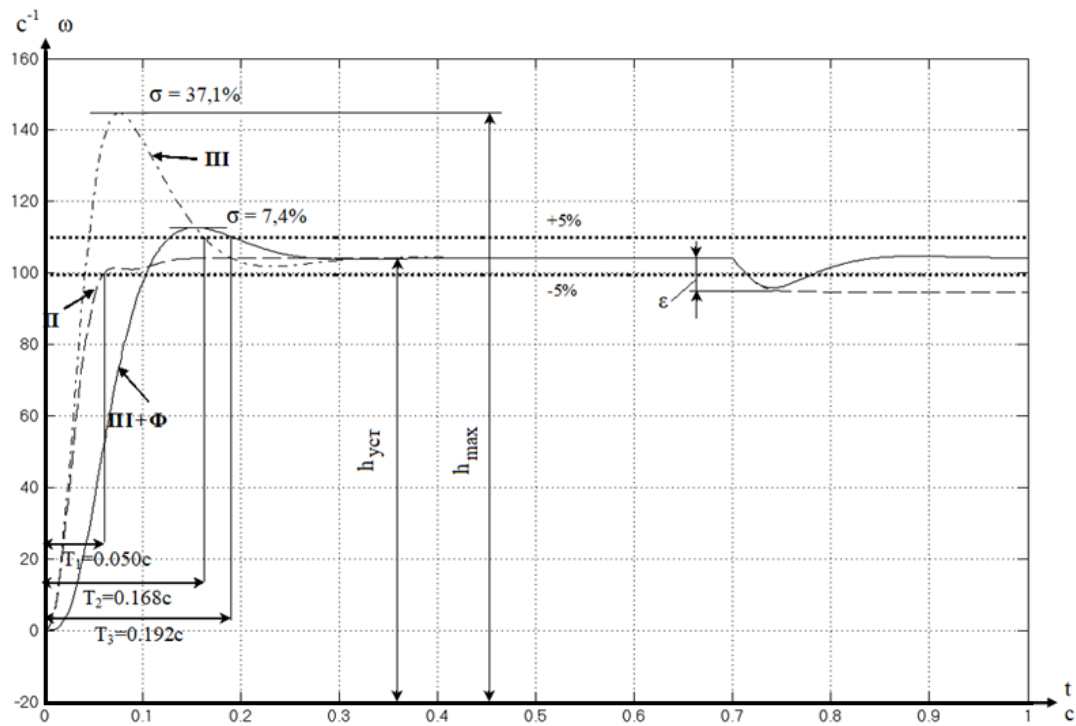


Рисунок 7

ENERGETICS



Основні показники якості регулювання зведені в таблицю 3.

Таблиця 3

Основні показники якості регулювання

Тип регулятора	$h_{уст}, c^{-1}$	h_{max}, c^{-1}	$\sigma, \%$	T_{max}, c	$\epsilon_{ст}, \%$	N
ПІ-регулятор	104,8	144,8	37,1	0,168	0	1
П-регулятор	104,8	104,8	0	0,05	11,5	0
ПІ-регулятор з фільтром на вході	104,8	112,1	7,4	0,192	0	1

Висновок.

Для вдосконалення динаміки системи проведена побудова й розрахунок математичних моделей системи керування асинхронним двигуном та проведений аналіз її динамічних властивостей при зміні законів керування [9, 10].

Отримані наступні результати дослідження:

ENERGETICS

- при застосуванні пропорційно-інтегрального закону регулювання (ПІ-регулятор) перерегулювання склало

$\sigma_{\max} = 37,1 \%$, час перехідного процесу (по входу кривої в п'ятивідсоткову зону щодо значення, що встановилося,)

$T_{\max} = 0,168 \text{ с};$

- при застосуванні пропорційного закону регулювання (П-регулятор) перерегулювання відсутнє, час перехідного

процесу зменшився до $T_{\max} = 0,05 \text{ с}$, але при цьому виникла

статична похибка $\varepsilon_{\text{ст}} = 11,5 \%$;

- при введенні аперіодичної ланки (у якості фільтра) на вхід системи керування з ПІ-регулятором, перерегулювання

склало $\sigma = 7,4 \%$, час перехідного процесу $T_{\max} = 0,192 \text{ с}$,

коливальність $N = 1$, статична похибка відсутня $\varepsilon_{\text{ст}} = 0$. При такій структурі системи керування максимальні відхилення струму не перевищують максимально допустимих значень.

В результаті аналізу отриманих даних прийнята система керування із застосуванням ПІ-регулятора швидкості і фільтра на вході в систему.

Таким чином, можна зробити висновок, що дана модернізація покращила динамічні характеристики системи. Отримані результати підтверджують вирішення задач по вдосконаленню динамічних якостей системи керування стрічкового конвеєра. Таким чином, основна мета роботи виконана.

References:

- [1] Стрічкові модульні конвеєри переносні типу СМД. Опис та інструкція з експлуатації.
- [2] Білюк, І. С., Шарейко, Д. Ю., Фоменко, А. М., & Савченко, О. В. (2018). Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи.
- [3] Белов М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М. : Изд. центр «Академия», 2004. – 576 с.
- [4] Соколовский Г. Г., Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. 272с.
- [5] Григоров О. В. Рациональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів : монографія / О.В. Григоров,

ENERGETICS

- В.В. Стрижак, Н.О. Петренко та ін.; за ред. Григорова О.В. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – 352 с..
- [6] Преобразователи частоты для двигателей переменного тока Delta VFD-C2000. Каталог продукции. [Электронный ресурс] : Режим доступа: http://www.rts.ua/catalog/delta/pdf4/c2000_70.pdf.
- [7] Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Корона принт, 2001. – 320с.
- [8] Білюк, І. С., Гуров, А. П., Савченко, О. В., Майборода, О. В., & Прокопенко, О. А. (2022). АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІЗКА КОЗЛОВОГО КРАНА. *EDITORIAL BOARD*, 285.
- [9] Biliuk, I., Shareyko, D., Savchenko, O., Havrylov, S., Mardziavko, V., & Fomenko, A. (2022, October). Increasing of the Elevator Noria Efficiency. In *2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (pp. 1-5). IEEE.
- [10] Biluk, I., Shareyko, D., Fomenko, A., Havrylov, S., Savchenko, O., & Stavinskiy, R. (2019, September). Construction and Adjustment of a Vibration Machine Based on a Complete Electric Drive. In *2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)* (pp. 114-117). IEEE.

SCIENTIFIC EDITION

SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF»

№ 48(213) | August, 2024

The issue contains:

Proceedings of the 6th International
Scientific and Practical Conference

**CONCEPTS FOR THE DEVELOPMENT
OF SOCIETY'S SCIENTIFIC POTENTIAL**

Prague, Czech Republic
19–20.08.2024

All materials are reviewed.

The editorial office did not always agree with the position of authors.

Journal's frequency: monthly

Signed for online publication: August 20, 2024.

Printed: September 19, 2024. Circulation: 200 copies. Format 60×84/8.

Batang & Courier New typefaces. Offset paper 100gsm. Digital color printing.

Contacts of the editorial office:

LLC Scientific Publishing Center «InterConf»

✉ info@interconf.center

🌐 <https://www.interconf.center>

✔ Certificate on the entry of publishing business subject in the State Register of Publishers,
Manufacturers and Distributors of Publishing Products of Ukraine: ДК № 7882 of 10.07.2023.