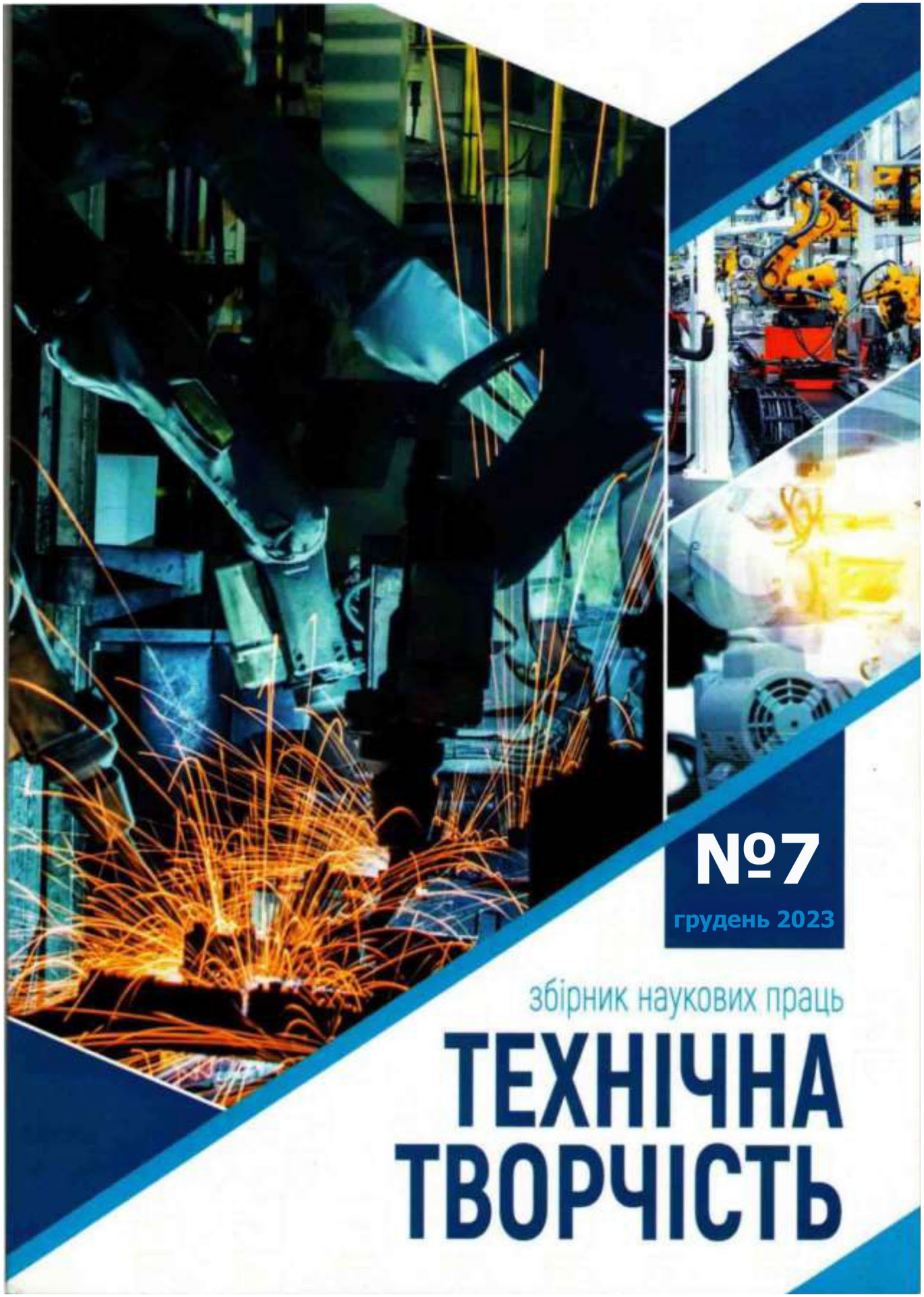


№7

грудень 2023

збірник наукових праць

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

№7 грудень 2023 р.

№7 грудень 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник наукових праць «Технічна творчість»

Засновано в жовтні 2015р. **Виходить 2 рази на рік**

Хмельницький 2023, №7

Технічна творчість: Збірник наукових праць./ Укл.: Скиба М.Є., Поліщук О.С., Романець Т.П. - Хмельницький: ХНУ, 2023. – № 7 - 191 с.

Редакційна колегія:

Голова: **Скиба М. Є. -** д.т.н., проф. член-кореспондент НАПНУ
Співголова: **Радкевич В.О.** - д.п.н., проф., член-кореспондент НАПНУ
Заступник голови: **Поліщук О.С.** – д.т.н., проф.
Відповідальний секретар: **Романець Т.П.** – к.т.н., доц.
Технічні редактори: **Горященко С.Л.** –к.т.н., доц.
Лісевич С.П. – старший викладач

Члени редакційної колегії:
Бонек М. д.т.н. (Польща), Бромберек Ф. д.т.н. (Польща), Бурмістенков О.П. д.т.н., Гергель М. д.т.н. (Польща), Гордєєв А.І. д.т.н., Диха О.В. д.т.н., Драпак Г.М. к.т.н., Защепкіна Н.М. д.т.н., Злотенко Б.М. д.т.н., Калда Г.С. д.т.н., Мазуркевич А. д.т.н. (Польща), Майдан П.С. к.т.н., Мартинюк А.В. к.т.н., Матушевський М. д.т.н. (Польща), Мілих В.І. д.т.н., Місяць В.П. д.т.н., Мусял Я. д.т.н. (Польща), Неймак В.С. к.т.н., Олександренко В.П. д.т.н., Орловський Б.В. д.т.н., Панасюк І.В. д.т.н., Пуць В.С. к.т.н., Синюк О.М. д.т.н., Смутко С.В. к.т.н., Снядковський М. д.т.н. (Польща), Танські Т. д.т.н. (Польща), Ткачук В.П. к.т.н., Троціковський Т. д.т.н. Польща, Чорний О.П. д.т.н.

Рекомендовано до друку Рішенням Науково-технічної Ради
Хмельницького національного університету
Протокол № 15 від 18.12.2023 р.

Наукові праці друкуються у авторській редакції
За достовірність фактів, назв та посилань на літературні джерела
відповідальність несуть автори

Адреса редакції Збірника наукових праць «Технічна творчість»:
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 5, м. Хмельницький, Україна, 29016
кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
https://maees.khmnu.edu.ua
e-mail: maees1969@gmail.com

© Хмельницький національний університет 2023
© Редакція Збірника наукових праць «Технічна творчість» 2023

ЗМІСТ

1.	М. Бартков, А. Кармаліта. НЕОБХІДНІСТЬ ОСНАШЕНЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ СЕНСОРНИМИ ЗАХВАТАМИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ……	8
2.	В. Зелінський, А. Поліщук, М. Скиба. МАЛОГАБАРИТНИЙ ФРЕЗЕРУВАЛЬНО-ГРАВІЮВАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ ……	9
3.	В. Король, О. Поліщук, М. Рубанка, Є. Гарбар. ПРИСТРІЙ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ ПЕРФОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ……	11
4.	Р. Арутюнян, М. Скиба. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ГАРАЖНИХ ВОРІТ ……..	14
5.	Y. Kovalev, K. Bilashov, M. Misyats. EXISTING GRIPPER DEVICES OF ROBOTICS DEVICES ……	15
6.	С.Пундик, В. Гедз. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ТАБЛО З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ ……	17
7.	Є. Горбатюк, О. Воляник.ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ В МЕЖАХ КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0 ……	19
8.	A.Makatora, M.Kobryn, D.Makatora. USE OF A PAIR OF KNIVES IN MECHANISMS FOR CUTTING ROOT FOLDS IN BOOK BLOCKS ……	22
9.	V.Herasymchuk, T.Vakaliuk. VISUAL NAVIGATION USING OPTICAL MARKERS FOR AUTONOMOUS LANDING OF THE UAV ……	24
10.	С.Плешко, Ю.Ковальов. ВИЗНАЧЕННЯ ПОДАТЛИВОСТІ СИСТЕМ ГОЛКА (ПЛАТИНА)-КЛИН МЕХАНІЗМУ В’ЯЗАННЯ ……	26
11.	О. Вишинська, О. Поліщук, С. Денисюк. СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННИХ КОНДЕНСАТОРНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ……	28
12.	С.Касянчук, В.Неймак., Т.Романець. П.РОЗРОБКА ПОБУТОВОГО МИЮЧОГО ПИЛОСОСА ……	31
13.	М.Косіюк, В.Кравчук, М.Мельник.ОБОРОТНІ МАШИНИ ОБ’ЄМНОЇ ДІЇ ……	32
14.	А.Яворщук., В.Неймак, Т.Романець. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА КОМПРЕСІЙНОГО ПОБУТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА ……	34
15.	В.Камінський, А.Гордєєв. УСТАНОВКА ДЛЯ ГІДРОДРОБОСТРУМЕНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН ……	35
16.	В.Мачульський, В.Горобець, О.Манойленко. МЕХАНІЗМ ПЕТЕЛЬНИКА ШВЕЙНОЇ МАШИНИ З П-ПОДІБНОЮ ПЛАТФОРМОЮ ……	39
17.	В.Дацков, В.Неймак, Т.Романець. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОРІДИННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРАННЯ ……	41
18.	М. Тимощук, О. Поліщук, С. Лісевич. ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ФРИКЦІЙНОГО ПРИВОДУ ШВЕЙНИХ МАШИН ……	42
19.	А. Туз, О. Поліщук, М. Рубанка. УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ЛЮВЕРСІВ У ВИРОБАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ……	43
20.	О. Стаднічук, О. Поліщук, А. Поліщук. РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА ДЕРЕВИНИ ……	45
21	Є. Гладишев, М. Рубанка, В. Дворжак. РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ……	47
22	О. Нємий, М. Скиба, О. Поліщук. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ	

	АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИШИВАННЯ ЕТИКЕТОК ТА ЗАСТІБОК НА МАШИНАХ ЦИКЛІЧНОГО ШИТТЯ ……	50
23	М. Красій, О. Поліщук, С. Лісевич. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ПРИВОДУ ЛАЗЕРНОЇ ГОЛОВКИ ШВЕЙНОЇ МАШИНИ ЦИКЛІЧНОГО ШИТТЯ ……	51
24	Б. Попитченко, Г. Драпак, С. Лісевич П., Е.Манзюк. МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ НАПІВАВТОМАТУ ДЛЯ ПРИШИВАННЯ ФУРНІТУРИ ……	53
25	О. Коротич, М. Харчук. ВИБІР КОНСТРУКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ РОБОЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ КУХОННОГО ЕЛЕКТРОМІКСЕРА ……	56
26	М. Лучинський, О. Поліщук. ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ЛІНІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ДВИГУНА І МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ КЛЕЙМУВАННЯ ТА МАРКУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ	58
27	Р. Артемович, М. Скиба, С. Лісевич, А. Поліщук, О. Поліщук. РОЗРОБКА ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ……	60
28	В. Каменєв. ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ 3D-ДРУКУ ……..	63
29	Д. Керничний, С. Горященко. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕНННЯ ПОЛІМЕРУ НА ПОВЕРХНЮ ……	65
30	С. Пундик, П. Маціборa. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ПОБУТОВОГО ПИЛОСОСА ……	68
31	С. Пундик, Я. Мицак. РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ ……	70
32	С. Пундик, Д. Канділовський. УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛОСКОШОВНОЇ МАШИНИ	72
33	Р. Пірог, О. Поліщук, А. Поліщук. УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ……	74
34	І. Гей, С. Смутко, С. Лісевич. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ МИЮЧОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ПРАННЯ В ПРАЛЬНІЙ МАШИНІ …	76
35	В. Лонський, А. Кармаліта. МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ПУХУ В ДЕТАЛЯХ ОДЯГУ ПЕРЕД ОПЕРАЦІЄЮ СТІБАННЯ ……	78
36	О. Дзяворук, А. Кармаліта. РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОРІЄНТОВАНОЇ ПОДАЧІ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ НА ОБРОБКУ ……	79
37	В. Сєргєєв, А. Кармаліта. ПЕРЕВАГА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРО-ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ВИРУБНИХ ПРЕСІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ……	81
38	В. Сухоставський, О. Поліщук С., С. Лісевич. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОБУТОВИХ КОНДИЦІОНЕРІВ ……	83
39	Д. Гопало, П. Майдан. ПРОБЛЕМАТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРЯДІННЯ ……	87
40	О. Романішина, А. Євпак. АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗМІЩЕННЯ ОДИНИЧНОГО ВИСТУПУ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД РІЗНИХ ФАКТОРІВ ……	89
41	О. Мороз, А. Гордєєв. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ ……	91
42	В. Муляр, А. Гордєєв. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ШТОК АВ 404 ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ОБКОЧУВАННЯ ……	94

43	М. Кашпуренко, А. Гордєєв. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОРПУС ПРИВОДУ 421-001» З РОЗРОБЛЕННЯМ ПРОГРАМ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ СИЛИ ЗАТИСКУ ТА МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЇВ ……	97
44	В. Янчук, А. Сельський, Ю. Соколан. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИМ СКЛАДОМ ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКЦІЇ ……	100
45	Р. Тимчик, А. Сельський. ПРОБЛЕМАТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ ……	102
46	О. Євдокимов, І. Форкун. ПРОБЛЕМАТИКА ПЕРЕМІЩЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА АВТОМАТИЗОВАНОМУ СКЛАДІ ……	104
47	О. Татаревська, А. Сельський. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ ТОВАРНОГО БЕНЗИНУ ……	106
48	Д. Ковбасюк, Г. Радельчук. ВИБІР СПОСОБУ РЕГУЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ……	108
49	О. Кунцов, О. Синюк. ОСОБЛИВОСТІ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ НИЗУ ВЗУТТЯ …	109
50	O. Kravchenko. SELECTION AND JUSTIFICATION OF ARCHITECTURE FOR A WEB-BASED SYSTEM FOR MILITARY TRAINING COURSES ……	112
51	А. Поліщук, М. Скиба, О. Поліщук. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ШНЕКОВОГО ЕКСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS FLOW SIMULATION ……	114
52	V. Lavrenchuk. CUTTING-EDGE TECHNOLOGIES FOR ENHANCED EMPLOYMENT INTERACTIONS ……	116
53	В. Мица, А. Мовчанюк. ПЕРЕВАГИ 3D МОДЕЛЮВАННЯ У СТВОРЕННІ ПРОДУКТУ ……	117
54	A. Zhurbey, R. Savitsky. SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS ……	119
55	Ж. Жлалі, М. Рубанка, В. Дворжак, О. Поліщук. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ AUTODESK INVENTOR ТА ОСНОВНІ ЇЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ……	121
56	V. Lavrenchuk. IMPLEMENTATION OF A RECOMMENDATION SYSTEM FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT ……	123
57	A. Hlobina. SYMBIOSIS OF PROGRAMMING AND CYBERSECURITY: PATH TO A RESILIENT AND SECURE DIGITAL WORLD ……	125
58	R. Tsmokh. INTERACTIVE ELECTRONIC SYSTEMS FOR LEARNING THE FUNDAMENTALS OF PROGRAMMING IN THE CONTEXT OF VISUAL PROGRAMMING ……	127
59	D. Lymar, O. Vlasenko. THE NEED TO SPEED UP THE IDENTIFICATION OF DISEASES ……	129
60	D. Lymar, O. Vlasenko. MEDICAL DATA ANALYSIS SYSTEM ……	130
61	Е. Федоренко. СТВОРЕННЯ ВЕБ-САЙТУ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ З АНАЛІЗОМ РИНКОВОГО ПОШУКУ ……	131
62	Б. Тимченко, С. Горященко. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОНТАКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЛЕ В ПП SOLID WORKS ……	132
63	О. Великоборець. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ……	134
64	М. Колиско, В. Павленко, М. Поліщук. МОЖЛИВОСТІ УДОСОКНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ВІРТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ	

	СЕРЕДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ БЛОКЧЕЙНУ ……	136
65	А. Гальчин, О. Чижмотря. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ В БЛОКЧЕЙНІ ..	138
66	O. Kravchenko. SUBJECT AREA RESEARCH FOR COMPETITOR ANALYSIS …	139
67	А. Гальчин, О. Чижмотря. ПРИВАТНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА В БЛОКЧЕЙНІ ……	141
68	М. Колиско, В. Павленко, В. Тарасенко. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО БАЧЕННЯ В АГЕНЦІЯХ НЕРУХОМОСТІ ……	142
69	В. Миколюк. PYTHON І БІБЛІОТЕКА STOCKER: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ТРЕНДІВ ……	144
70	В. Миколюк. РИЗИКИ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ……	145
71	А. Поліщук, О. Поліщук. РОЗРАХУНОК ШНЕКУ ЕКСТРУДЕРА ПРИСТРОЮ ТРИВИМІРНОГО ДРУКУ НА МІЦНІСТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА SOLIDWORKS SIMULATION ……	147
72	О. Жук, В. Неймак, Т. Романець. РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПРИРОДНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ……	153
73	О. Поліщук, А. Поліщук, М. Скиба. ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ……	154
74	В. Безсмертний, П. Майдан. ПРОБЛЕМАТИКА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ СТАНЦІЄЮ ……	156
75	O. Polishchuk, A. Polishchuk, A. Tolstiuk. USE OF CHOPPER WOOD WASTE AS A FILLER OF A COMPOSITE MIXTURE FOR 3D PRINTING ……	159
76	A. Zhurbey, R. Savitsky. CURRENT PROBLEMS IN THE ENERGY INDUSTRY	161
77	А. Єрій, М. Скиба, О. Поліщук, Т. Романець РОЗРОБКА ОЧИСНОЇ ЩІТКИ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ, ЩО ПРОКЛАДАЮТЬСЯ НА ПОЛОТНІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ……	162
78	І. Марчук, О. Тимощук. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ……	165
79	А. Єрій, М. Скиба, О. Поліщук, Т. Романець. РОЗРАХУНОК ПРОГНОЗОВАНОЇ КІЛЬКОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ОБ'ЄКТОМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ, ПОБУДОВАНИМ НА КОЛІЯХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ ……	166
80	Є. Неймак, О. Поліщук. РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ДВИГУНОМ СТІРЛІНГА ……	169
81	Д. Боровик, С. Горященко. ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НІКЕЛЬ-ЦИНКОВИХ БАТАРЕЙ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ЕНЕРГЕТИЦІ ……	170
82	В. Пасатюк, О. Поліщук. ПЕРСПЕКТИВИ МЕХАНІЧНОГО РОЗВОЛОКНЕННЯ ВІДХОДІВ РОЗКРОЮ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН ……	173
83	Я. Самчук, О. Тимощук. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГЕЛІОУСТАНОВКИ ……	175
84	Т. Гузаїров, П. Майдан. ПРОБЛЕМАТИКА РОЗТАШУВАННЯ КОЛЕКТОРІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ ……	177
85	Ю. Хоманець, О. Поліщук, С. Лісевич. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПОБУТОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ……	180
86	Н. Боровик, Д. Боровик. ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ……	182

87	Р. Зелений, С. Горященко. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ …….……	185
88	Д. Барановський, О. Тимощук. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКІВ ……	187
89	В. Павленко, І. Пономаренко. НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ …….……	188
90	D. Moskvin, T. Vakaliuk. ENERGY-EFFICIENT PROCESSORS BASED ON THE 3-NANOMETRE TECHNOLOGY PROCESS: PROSPECTS AND CHALLENGES ……	190
91	R. Tsmokh. IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON STUDENT ENGAGEMENT IN THE LEARNING PROCESS …….……	194
92	І. Довгалюк. КРОС-ДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ	196

УДК 621.9 Механотроніка і робототехніка

НЕОБХІДНІСТЬ ОСНАШЕНЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ СЕНСОРНИМИ ЗАХВАТАМИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

М.С. Бартков, А.К. Кармаліта
Хмельницький національний університет

Все більшу частку в технічному оснащенні підприємств легкої промисловості займають промислові роботи . Більша частина з них це не адаптивні програмні роботи, які працюють по жорсткій програмі. Менша частина це адаптивні роботи, які мають сенсорні захвати. Якщо для програмних роботів необхідне обов'язкове впорядкування середовища об'єктів обробки то для адаптивних потрібні сенсорні захвати, які будуть розпізнавати положення тих же об'єктів. Як в першому так і в другому випадку необхідно створити системи для контролю положення об'єктів роботизації. На відміну від приладобудівної та машинобудівної про-мисловості, де орієнтування та контроль положення в основному виконується по геомет-ричних ознаках об'єкта, в легкій промисловості потрібно виконувати додатковий вид кон-тролю положення – по властивостях поверхонь, тому що деталі одягу та взуття з шкіряних матеріалів мають лицьову та бахтарм"яну поверхні, а деталі із штучних матеріалів та тка-нин мають лицьову та виворотну сторони, які мають різні властивості.

Задачі орієнтування включають в себе елементи проблеми розпізнавання об'єктів, а саме розпізнавання положення об'єктів по відношенню до робочих органів технологічних машин чи захватів промислових роботів. Признаками для розпізнавання є властивості асиметрії деталей: форми, фізичних властивостей, положення центра мас, властивостей поверхонь. Деталі з асиметрією форми поділяються на ті, що мають асиметрію зовнішньої поверхні (виступи на торцях, пази на циліндричних поверхнях та ін.) і на ті, що мають асиметрію внутрішніх поверхонь. Деталі з асиметрією фізичних властивостей мають асиметрію магнітних, електричних, пружних та інших властивостей. Деталі, що мають асиметрію центра мас, діляться на деталі, в яких центр мас співпадає з геометричним центром деталі і в яких центр мас не співпадає з геометричним центром деталі. Деталі з асиметрією властивостей поверхонь поділяються на тих, що мають асиметрію твердості, шорсткості, пружності, щільності, електропровідності, кольору, коефіцієнта тертя та інших властивостей. В залежності від характеристик, для кожного конкретного об'єкта можна вибрати один із відомих методів контролю його положення. Контроль положення деталі на позиції орієнтування може бути пасивним (калібри для контролю розмірних характеристик) чи активним (з використанням датчиків для подачі управляючих сигналів на виконавчі механізми).

Таким чином, для активної взаємодії промислового робота як програмного так і адап-тивного з реальним навколишнім середовищем, необхідна інформація про властивості і стан цього середовища в робочій зоні. Співставлення цієї інформації з аналізом «стану» самого робота, його виконавчих органів відносно об'єктів ціле направлено формують оп-тимальні дії промислового робота. Основні параметри стану робота (положення і швидкість переміщення його елементів, зусилля в ланках та інші) і середовища (положення і орієнтація предметів, їх форма, параметри збудження які поступають на робот в процесі його роботи) визначаються сенсорними пристроями

робота, які складають основу інформаційної системи його сприйняття Розрізняють сенсорні пристрої внутрішньої і зовнішньої інформації. Це в більшості випадків перетворювачі механічних параметрів (перемщень, обертань, зусиль, тисків, крутних моментів) в електричні сигнали, що застосовуються в системах управління об'єктами. Сенсорні пристрої зовнішньої інформації призначені для отримання відомостей про стан зовнішнього середовища. Інформація збирається з допомогою тактильних, оптичних, ультразвукових, пневматичних та інших датчиків. Ін-телектуальні роботи, завдяки оснащенню мікропроцесорною технікою, можуть самостійно координувати свої дії із сприйманням форм, розмірів, стану і положення об'єктів. Характерна їх властивість це можливість адаптивного перепрограмування.

Різні аспекти застосування промислових роботів в легкій промисловості розглядаються, як правило, в рамках типових проектів промислового виробництва: виходячи з наявних вимог, вибирається оптимальний варіант, в якому конкретизований необхідний для даної задачі тип роботів, їх кількість, необхідна інформаційна система, а також вирішуються питання інфраструктури живлення (силові підводки, подача охолоджуючої рідини – у разі використання рідинного охолодження елементів оснащення) та інтеграції у виробничий процес (забезпечення заготовками/напівфабрикатами і повернення готового продукту в автоматичну лінію для передачі наступній технологічної операції).

Перелік посилань

1. Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник./ Я.І. Проць — Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. — 232 с.

УДК 621.452.3 Механотроніка і робототехніка

МАЛОГАБАРИТНИЙ ФРЕЗЕРУВАЛЬНО-ГРАВІЮВАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ

В. Зелінський, А. Поліщук, М. Скиба
Хмельницький національний університет

Розробка фрезерно-гравіювальних верстатів є важливою та актуальною з кількох причин. Першою є технологічна гнучкість. Фрезерно-гравіювальні верстати дозволяють виконувати широкий спектр робіт - від точного гравіювання до складного фрезерування. Це робить їх незамінними у виробництвах, які потребують високої адаптивності до змінних вимог та малих серій виробів. Другою є висока точність та якість: Сучасні фрезерно-гравіювальні верстати забезпечують високий рівень точності обробки, що критично для виробництва складних компонентів, таких як деталі механізмів, ювелірні вироби та елементи точної механіки. Третя - ефективність та продуктивність: Автоматизація робочих процесів значно підвищує продуктивність, зменшує час обробки та знижує витрати на виробництво. Четвертою є широкий спектр застосування. Фрезерно-гравіювальні верстати використовуються у багатьох галузях - від реклами, меблевого виробництва до авіаційної промисловості та автомобілебудування, що робить їх затребуваними на ринку. Також до причин можна віднести можливість кастомізації та розвиток цифрових технологій. Верстати можуть бути налаштовані під конкретні потреби користувача, що забезпечує додаткову вартість та гнучкість у вирішенні унікальних завдань. Інтеграція з сучасними програмними рішеннями для ЧПУ, 3D-моделювання та

автоматизації процесів робить фрезерно-гравіювальні верстати актуальними в контексті цифровізації виробництва.

У сукупності ці фактори роблять фрезерно-гравіювальні верстати ключовим елементом у багатьох сучасних виробничих процесах, а їх розвиток та удосконалення - актуальним напрямком у сфері виробничих технологій [1].

Гравіювально-фрезерні верстати, які активно застосовуються в сучасному виробництві - від виготовлення ювелірних виробів до форм для лиття та іншого оснащення, є високотехнологічним обладнанням, управлінням якого займається комп'ютер. Ці верстати, оснащені мікрокроковими двигунами для переміщення шпинделя з різальним інструментом, знайшли своє застосування у виробництві меблів, рекламних та декоративних виробів для інтер'єрів. Вони також ефективні для обробки багатошарових пластиків, композитів, оргскла, деревини, штучного каменю, кольорових металів, у виготовленні кліше, ювелірних виробів, моделей, прототипів та багато чого іншого.

Сучасний ринок насичений різноманітними варіантами настільних ЧПУ верстатів, які покликані підвищити ефективність та якість виробництва в галузі декоративно-прикладного мистецтва [2]. Виробники цих верстатів акцентують увагу на інноваційності та надійності своїх продуктів, що базуються на передових технологіях. Верстати особливо ефективні при обробці складних тривимірних поверхонь.

Фрезерний верстат може виконувати не тільки прямі, але й криволінійні розрізи, дозволяючи створювати об'ємні рельєфи методом 3D-фрезерування.

3D-фрезерування – це процедура вирізання об'ємних форм із матеріалу за допомогою спеціалізованого фрезерного обладнання.

Використання ЧПУ фрезерного верстата дозволяє швидко та точно створити складні форми з різних матеріалів. Ця технологія широко використовується в меблевій промисловості, виготовленні технологічного оснащення, створенні макетів та прототипів.

Для створення 3D-поверхонь був зібраний гравіювально-фрезерний верстат, що складається з каркасу, робочого столу, крокових двигунів, шпинделя, рейок для переміщення двигунів та шпинделя, фрези. Верстат було підключено до комп'ютера з встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням. Загальний вигляд цієї установки, призначеної для виготовлення 3D-виробів методом фрезерування, представлено на рисунку 1.

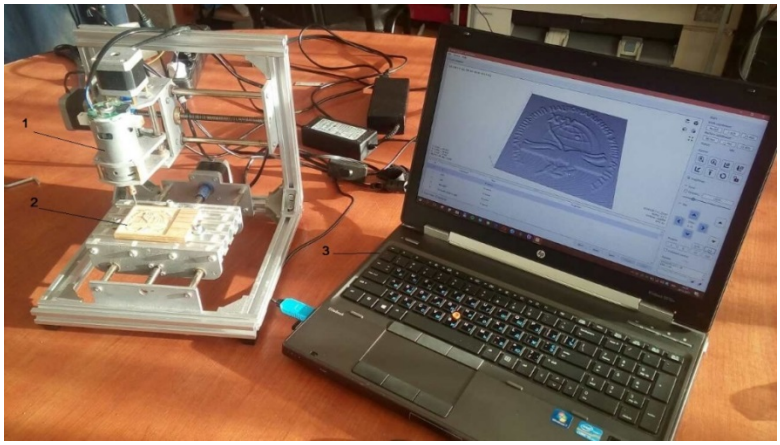


Рис. 1. Загальний вигляд установки для виготовлення виробів методом 3D-фрезерування: 1 – малогабаритний фрезерний верстат; 2 - дерев’яна заготовка; 3 - комп’ютер з програмним середовищем

Для тестування функціональності зібраного фрезерного верстату була виконана операція 3D-фрезерування. Обрано для цього jpg-зображення логотипу Хмельницького національного університету як зразок. Була відібрана дерев'яна заготовка відповідних розмірів для фрезерування.

В програмному середовищі була розроблена програма для виробництва логотипу, що складалася з декількох кроків: завантаження та редагування зображення, створення тривимірної візуалізації та генерація 3D-траєкторії руху фрези.

Результати фрезерування та загальний вигляд готового виробу представлено на рисунку 2.

Рис. 2. Загальний вигляд готового виробу

Розроблений фрезерний верстат має значну практичну цінність у виробничій сфері, побутовому використанні, а також у навчальному процесі для підготовки спеціалістів у галузі "Галузеве машинобудування".

Перелік посилань

1. Фрезерно-гравірувальні верстати з ЧПУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://prostocnc.com/frezerno-gravirovalnye/.

2. Фрезерно-гравірувальний верстат з ЧПК [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mirtels.com.ua/ua/statti/frezerno-hraviruvalni-verstaty-z-chpu/.

УДК 687 Механотроніка і робототехніка

ПРИСТРІЙ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ ПЕРФОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

В. Король, О. Поліщук, Є.Гарбар
Хмельницький національний університет
М. Рубанка
Київський національний університет технологій та дизайну

Створення обладнання для перфорування деталей у легкій промисловості є вкрай актуальним з кількох причин. По-перше, цей процес дозволяє створювати унікальні дизайни та покращувати функціональні властивості матеріалів, зокрема, в текстильній, взуттєвій та шкіргалантерейній галузях. Перфоровані матеріали не тільки мають

привабливий зовнішній вигляд, але й підвищують комфорт використання продукції завдяки забезпеченню кращої вентиляції. По-друге, автоматизоване обладнання для перфорування забезпечує високу точність та однорідність виробів, що важливо для підтримання стандартів якості. Воно також дозволяє знизити витрати праці та збільшити продуктивність, оскільки автоматизація мінімізує потребу в ручній роботі та знижує ризик людської помилки. Третім важливим аспектом є гнучкість виробництва. Сучасні технології дозволяють швидко змінювати параметри перфорування, що надає виробникам можливість швидко адаптуватися до змін у модних тенденціях та потребах ринку, а також ефективно використовувати ресурси матеріалів. Наостанок, інновації в області перфорування сприяють сталому розвитку легкої промисловості. Використання точних та ефективних методів обробки матеріалів дозволяє зменшити відходи виробництва та оптимізувати використання сировини. Враховуючи все це, розробка та удосконалення обладнання для перфорування деталей в легкій промисловості відкриває широкі перспективи для підвищення конкурентоспроможності продукції на міжнародному рівні.

Огляд обладнання для перфорування деталей у легкій промисловості показав, що існує кілька ключових типів машин, які використовуються для створення перфорованих деталей у текстильній, взуттєвій, шкіргалантерейній промисловості та інших сферах: лазерні; з механічним приводом; з пневматичним приводом; ультразвукові; роторні; плотери з ЧПК для перфорування [1]. Лазерні пристрої використовують лазерну технологію для точного перфорування матеріалів. Вони ідеально підходять для складних дизайнів та високої точності. Вони можуть ефективно працювати з широким спектром матеріалів, включаючи текстиль, шкіру, гуму та пластмаси. Преса з механічним приводом використовують набори голок або штампів для створення перфорування в матеріалі. Механічне перфорування забезпечує високу швидкість обробки та ефективність для великих об’ємів виробництва. Обладнання з механічним приводом часто використовується для перфорування текстилю, взуття та шкіргалантерейних виробів. Машини з ультразвуковим перфоруванням застосовують високочастотні звукові хвилі для створення дрібних отворів у матеріалі. Цей метод є особливо ефективним для синтетичних матеріалів, оскільки ультразвук може одночасно перфорувати та запаювати краї матеріалу. Преса з пневматичним приводом використовують стиснене повітря для швидкого та ефективного перфорування матеріалів. Вони ідеально підходять для виробництва, де потрібні великі об’єми та висока швидкість обробки. Роторні машини застосовують барабани, що обертаються з перфоруючими елементами для нанесення перфорації на матеріал. Вони ефективні для обробки великих рулонів матеріалу і часто використовуються в текстильній промисловості. Плотери з ЧПК для перфорування використовують систему комп'ютерного числового керування для точного управління перфорацією. Вони дозволяють створювати складні малюнки та узори з високою точністю. Вони є найбільш перспективними для застосування на підприємствах легкої промисловості.

Кожен з цих типів машин має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного обладнання залежить від специфіки виробництва, матеріалів, які обробляються, і вимог до якості готової продукції. Правильний вибір обладнання для перфорування може значно підвищити продуктивність, знизити витрати та покращити якість продукції в легкій промисловості. Плотери з комп'ютерним числовим керуванням для перфорування деталей у легкій промисловості є високоточними та ефективними інструментами. Вони здатні

виконувати складні задачі перфорування з високою точністю та швидкістю, що робить їх ідеальними для виробництва текстильних виробів, взуття, шкіргалантерейних виробів, та інших деталей. Для розробки такого плотера потрібно врахувати наступні аспекти: повинна бути міцна та стабільна рама, яка забезпечить точність перфорування; робочий стіл має бути розрахований на розміри та вагу оброблюваного матеріалу; вибір інструменту для перфорування (наприклад, лазерний промінь, фреза, голка) в залежності від матеріалу та вимог до перфорації.

Система ЧПУ повинна складатися з: комп'ютерного програмного забезпечення для проектування малюнків перфорації та керування робочим процесом. Зазвичай використовуються CAD/CAM програми, які призначені для створення малюнків та конвертації їх у програми для ЧПК; контролера ЧПК, що відповідає за точне керування рухами інструменту згідно з програмою; інтерфейсу користувача, який повинен бути зручний та інтуїтивно зрозумілий для оператора. Двигуни та приводи системи повинні включати в себе: крокові двигуни або сервомотори, які забезпечать точне позиціонування інструменту; системи переміщення у яку можуть входити: напрямні, швидкісні паси, гвинти кульові або роликові. Плотери повинні вміщувати систему охолодження та захисту. Охолодження особливо є важливим для лазерних та фрезерних інструментів. Захист від пилу та розбрискувань повинен забезпечити безпеку обладнання та оператора. Також обладнання повинно мати системи безпеки у яку повинні входити аварійні вимикачі, захисні кожухи.

Розробка такого обладнання вимагає інтеграції механічних, електричних та програмних компонентів для створення продуктивного, точного та надійного інструменту для перфорування. Розуміння потреб ринку та вимог клієнтів також важливе для успішного проектування.

На рис. 1 приведено структурну схему запропонованого пристрою для перфорування деталей, оснащеної двовимірною координатною системою переміщення для виконання перфорування деталей.

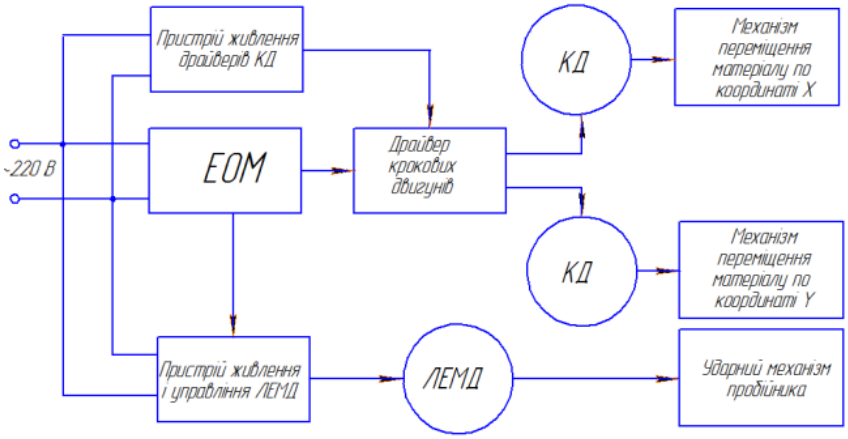


Рис.1 Структурна схема машини з двох координатним переміщення для перфорування деталей

Структурна схема машини включає в себе наступні елементи: систему для переміщення деталей, що складається з двох механізмів для переміщення вздовж координат X і Y; два крокові двигуни; драйвер для крокових двигунів; блок живлення для драйверів крокових двигунів; лінійний електромагнітний двигун (ЛЕМД) з ударним

механізмом; блок живлення та управління лінійним електромагнітним двигуном; електронно-обчислювальний пристрій (ЕОМ).

Перелік посилань

1. О.С. Поліщук, О.П. Бурмістенков, А.К. Кармаліта. Методи і засоби, що визначають використання пресового обладнання в легкій промисловості. Вісник Хмельницького національного університету. №3. 2013. – С.215-225.

УДК 621.771 Механотроніка і робототехніка

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ГАРАЖНИХ ВОРІТ

Р. Арутюнян, М. Скиба

Хмельницький національний університет

Гаражні ворота є невід'ємною частиною будь-якої приватної власності, що забезпечує безпеку, зручність і естетичний вигляд. Вони бувають різних типів і конструкцій, кожен з яких має свої переваги та особливості. Цей огляд присвячений дослідженню різних видів гаражних воріт, їх функціональності, дизайну та вимогам до установки.

Гаражні ворота поділяються на декілька типів, зокрема: секційні, розпашні, ролетні, відкатні та підйомно-поворотні. Секційні ворота - це найпопулярніший тип, який складається з окремих панелей, що згинаються і переміщуються вверх під час відкриття, займаючи мінімум простору.

Розпашні ворота - традиційний тип, який відкривається назовні чи всередину. Це досить проста конструкція, але вимагає вільного простору для відкриття.

Ролетні ворота - конструкція, схожа на жалюзі, яка складається з гнучких секцій, що згортаються в рулон. Цей тип ефективно економить простір.

Відкатні ворота - це система, яка відкривається шляхом зсуву воріт убік вздовж огорожі. Ідеально підходять для обмеженого простору.

Підйомно-поворотні ворота - це одночастинна конструкція, яка піднімається вгору і повертається всередину гаража.

Матеріали для виготовлення гаражних воріт включають метал, дерево, вініл та скловолокно. Кожен матеріал має свої характеристики щодо міцності, довговічності, теплоізоляції та естетичного вигляду. Металеві ворота є найбільш міцними та довговічними, дерев'яні - екологічними та естетичними, вінілові і скловолоконні - стійкі до корозії та легкі в обслуговуванні.

Установка гаражних воріт є складним процесом, який вимагає професійного підходу. Неправильне встановлення може привести до поганої роботи, зниження безпеки і терміну служби воріт. Обслуговування включає регулярну перевірку, змащення рухомих частин і перевірку систем безпеки.

Вибір типу гаражних воріт залежить від індивідуальних потреб, доступного простору, бюджету та естетичних уподобань. Сучасні технології та матеріали забезпечують широкий спектр можливостей для вибору оптимальної конструкції гаражних воріт.

Сучасні гаражні ворота оснащені різними системами безпеки, включаючи автоматичне зупинення при перешкоді, системи блокування та аварійного відкриття [1, 2].

Автоматизовані системи для гаражних воріт значно підвищують зручність та безпеку користування, перетворюючи звичайні ворота на сучасне, високотехнологічне рішення. Вони використовують електроприводи, які забезпечують плавне відкривання та закривання воріт. Це особливо зручно в поганих погодних умовах або коли водію необхідно залишатися в автомобілі. Системи можуть бути оснащені пультами дистанційного керування або мобільними додатками, які дозволяють відкривати та закривати ворота без фізичного контакту.

Автоматизовані ворота забезпечені системами безпеки, які запобігають випадковому защемленню або травмам. Датчики відчувають перешкоди та автоматично зупиняють рух воріт. Сучасні автоматизовані системи можуть інтегруватися з розумними домашніми системами, дозволяючи керувати воротами через смартфон або голосові команди.

Більшість сучасних автоматизованих систем мінімізують споживання енергії, що є важливим для екологічної стійкості. Вони дозволяють налаштування різних параметрів, таких як швидкість відкривання/закривання, час затримки закриття тощо. Автоматизовані ворота часто мають додаткові замки та системи безпеки, що ускладнює несанкціонований доступ. Додаткові опції освітлення не тільки підвищують безпеку, але й додають естетики. Деякі системи оснащені сенсорами, які реагують на зміни погоди, автоматично закриваючи ворота у випадку дощу чи снігу.

Використання автоматизованих систем до гаражних воріт є важливим кроком до створення більш комфортного, безпечного та сучасного домашнього простору.

Перелік посилань

1. Автоматика до гаражних воріт [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://vorota24.com.ua/ua/products/category/avtomatika-dlya-garazhnykh-vorot-kiev/

2. Автоматика для гаражних воріт [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://stankor.com.ua/category_product/dlia-harazhnykh/.

UDC 677.055 Механотроніка і робототехніка

EXISTING GRIPPER DEVICES OF ROBOTICS DEVICES

Y. A. Kovalev, K. Y. Bilashov, M. V. Misyats

Kyiv National University of Technology and Design

The successful operation of a modern light industry enterprise includes movement of a large number of various cargoes. Due to this fact, main part of the equipment of these enterprises is robotic devices, which are widely used in the mechanization and automation of production processes. Industrial robots and manipulators equipped with various types of gripping devices have become widely used [1, 2, 3]. In addition to the functions of capture and transportation, they must ensure: reliable retention of products in a certain position; base stability; inadmissibility of damage or destruction of objects [1].

With a wide variety of existing grabbers, those that combine the ability to separate, grab and transport products during technological operations are considered effective [2].

To capture and transport products that are easily damaged, it is necessary to: capture the product; to ensure exclusion of the gripper contact with the base surfaces of the product; carry out orientation and final movement of the captured object [8]. Non-contact methods of capturing

and products transportation make it possible to avoid pressure on the captured surface, and unlike mechanical methods, protect objects from damage and destruction.

The analysis of literary sources [7, 8, 13, 14] makes it possible to distinguish the following methods on which capturing of the objects of manipulation is based: electromagnetic, electrostatic, optical principle, principle based on standing wave, principle based on air cushion and Bernoulli's principle.

Objects capturing by using magnetic grippers occurs under the action of magnetic forces created by permanent magnets or electromagnets [9]. Magnetic grabbers capture products, even if they are not oriented and lie in a heap (for example, in bunkers, trays, stores). In case of simultaneous capturing of several products, it is necessary to equip the grabber with a special device - pusher [11].

The electrostatic method is quite successfully used to capture very thin plates, for example, thin glass panels. Also, it can be used in the transportation of thicker wafers, in particular silicon wafers in semiconductor production [8].

The optical method implies that material particles can be freely suspended and accelerated by the forces of beam pressure from visible laser light. Worth mentioning that this principle leads to a gripping force that barely reaches 0.1...1 nN, and is appropriate for small spherical particles up to 50 μm.

The method of capturing on the basis of a standing wave is acceptable only for those products whose size is less than one-eighth of the wavelength [12].

Systems based on an air cushion and the Bernoulli method involve usage of compressed air jet pressure on the workpiece, and unlike mechanical systems, practically exclude the possibility of damage to products that are easily deformed [13].

Possibility of non-contact capturing and holding of manipulation objects made of different materials, with different mechanical characteristics, surface layer structure and temperature, makes them extremely effective and practical [14].

The operational principle of jet grabbers consists in the emergence of an aerodynamic attraction effect when the jet of air flowing from the nozzle interacts with the flat surface of the workpiece. Upon reaching sonic velocity at the entrance of the flow into the radial gap, the aerodynamic effect involves the formation of rarefaction zones between ends of the grabber and the workpiece. An increase in the cross-sectional area of the supersonic flow leads to an increase of its speed with a simultaneous decrease of static pressure in the gap. At the r_{sf} radius value, the supersonic flow abruptly changes to the subsonic flow. As a result of further expansion, the speed of the subsonic flow decreases, and the static pressure in the gap gradually increases to the atmospheric pressure p_a.

Conclusions.

The following conclusions can be made from the analysis of the current state and practice of creating devices of automatically loading of easily deformed objects:

– jet gripping devices have fundamentally new properties - absence of parts wear, high accuracy of parts centering, high dynamic characteristics, controlled loading capacity, possibility of damping parts shocks;

– jet gripping devices ensure high product quality due to the absence of traces of contact, contamination and damage on the surface of products, which cannot be avoided when using traditional devices for products capturing.

So, jet gripping devices have a number of advantages, however, the analysis of scientific publications and patents shows that almost no attention was paid to the issue of improving their design in order to ensure high technical characteristics. Therefore, research on improving the design of jet grippers of automated loading devices has practical interest and is relevant in this direction.

References

1. Ivanchenko F.K. Lifting and transport machines: Textbook / F.K. Ivanchenko. - K.: Vyshcha Shk., 1993. - 413 p.: illustrations.
2. Leshchynsky O.L. Econometrics: educational manual for higher education students / O.L. Leshchynskyi, V.V. Ryazantseva, O.O. Yunkova - K: MAUP, 2003. - 208 p.: illustrations.
3. Melnichuk S.I. Offset printing. In 2 books / S.I. Melnichuk, S.M. Yarema / Book 1. Technology and equipment of pre-printing processes. - K.: UkrNDISVD, KhaGar, 2000. - 467 p.
4. The official site of the Encyclopedia [Electronic resource] – Access mode: http://www.metodolog.ru/01346/01346.html.
5. Official website of the Automation Distribution Incorporated company [Electronic resource] – Access mode: http://www.smcpneumaticsdistributor.com/smc-product/xt-2074.html.
6. Official site of the Bosch Rexroth company [Electronic resource] - Access mode: http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog.
7. Official website of the BP and Technology company [Electronic resource] – Access mode: http://www.bp.com.
8. Official website of the Schmalz Media Center company [Electronic resource] – Access mode: http://www.schmalz.com.
9. Official website of SMC Pneumatics Australia company [Electronic resource]. Access mode: http://www.smcaus.com.au/index.
10. E.V. Pashkov Transport-accumulating and loading systems in assembly production / E.V. Pashkov, V.Y. Kopp, A.H. Karlov. - Kyiv: NMK VO, 1992. - 520 p.
11. Y. Prots. Belt material feeding mechanisms in sheet-stamping production / Y. Prots, V. Savkiv, O. Fendyo. // Bulletin of TDTU. - 2007. - Volume 12. - No. 4. - pp. 47-58.
12. Y. Prots. Study of consumption and dynamic characteristics of jet grabbers of automatic loading devices / Y. Prots, V. Savkiv, O. Danylyuk // Bulletin of Ternopil Ivan Pulyuy State Technical University. – 2000. – volume 5, No. 4. – pp. 42–49.
13. Y. I. Prots Capturing devices of industrial robots: a study guide / Y.I. Prots - Ternopil: Ternopil Ivan Pulyu State Technical University, 2008. - 232p.
14. Savkiv V.B. Jet capturing devices of objects of the "flange" type / V.B. Savkiv, Y.I. Prots // Bulletin of Ternopil Ivan Pulyuy State Technical University. - 1998. - Volume 3, No. 4. - Pages 120-124.

УДК 659 Мехатроніка і робототехніка

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ТАБЛО З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

Пундик С. І., Гедз В. В.
Хмельницький національний університет

Розвиток електроніки набирає обертів з кожним днем. Використання нових технологій дає можливість створювати електронні пристрої з постійним функціоналом. Важливу роль в житті сучасного суспільства займають пристрої виведення інформації, розробка і модернізація яких є актуальним завданням, так як існуючі пропозиції на ринку рекламних носіїв даного типу в більшості своїй мають набір однакових функцій, і мають високу вартість.

Електронне табло - це пристрій для відображення інформації, зображення на якому формується електронним способом, за допомогою світлових індикаторів. Найцікавішими

є пристрої, що дозволяють швидко змінювати зображення. В даний час, у зв'язку з технологічним проривом у виробництві світлодіодів, доступністю високопродуктивних електронних компонентів, активно розвивається виробництво яскравих, економічно вигідних і динамічних світлодіодних інформаційних табло. У наш час табло у вигляді набору з семи сегментарних індикаторів, які використовуються, наприклад, в якості годинника, або термометрів та інших інформаційно-рекламних засобів, зустрічається рідко, хоча їх актуальність поки не втрачена. Зниження обсягів виробництва пристроїв цього типу обумовлено їх невиправдано високою ціною, при відносно невисокій вартості. Використовуючи сучасні доступні конструкторські та технологічні рішення, є можливість значно знизити вартість пристрою без втрати його функціональності.

Щоб зробити пристрій простим, потрібно використовувати загальні вузли та деталі для його створення. Це стане запорукою ремонтопридатності, адже наявність важкодоступних запчастин створить певні труднощі в ремонті.

Після аналізу технічного завдання та існуючих рішень, а також умов, описаних вище, були обрані наступні схемотехнічні рішення:

- розробити два типи плат. Перший тип - це плата управління, яка буде виконувати функцію прийому і обробки інформації для управління другими, другорядними типами плат, які будуть виконувати роль локального декодера і ретранслятора. Перший тип буде виконаний в одному екземплярі, а плата буде встановлена в блоці управління. Другий тип буде встановлюватися безпосередньо в лайтбокси;

- використати блок живлення стаціонарного комп'ютера, як потужне джерело живлення в модулі керування.

На рисунку 1 показана структурна схема пристрою.

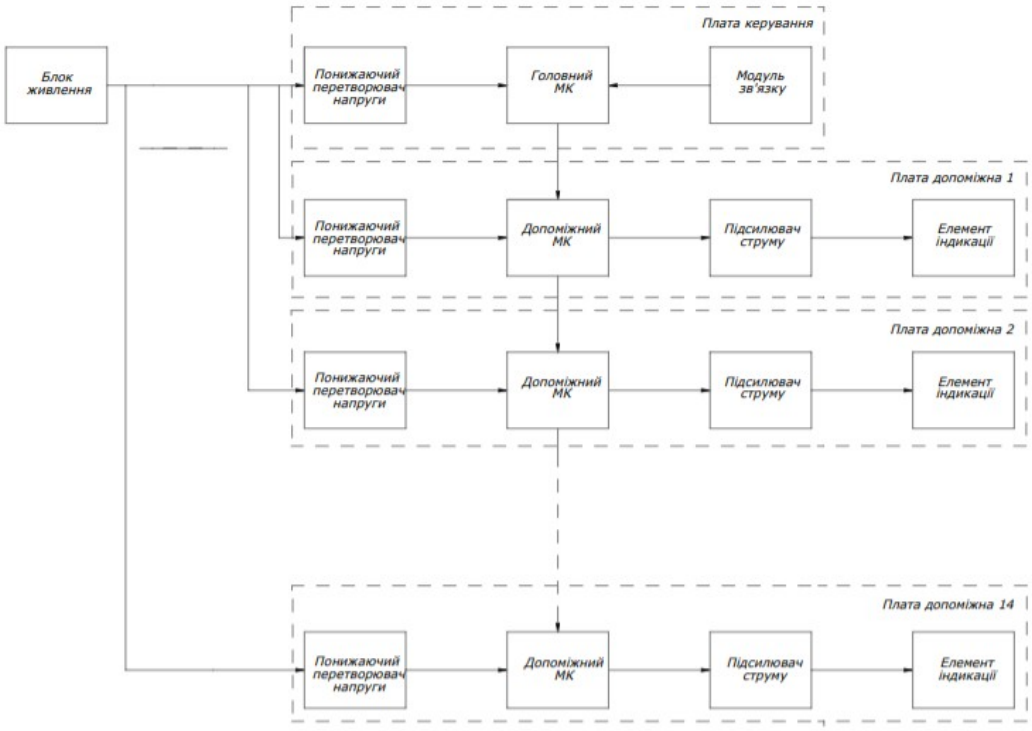


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

Основним блоком на схемі є головний мікроконтролер, який призначений для обробки команд управління, і подальшої передачі інформаційних пакетів на допоміжний мікроконтролер. Для простоти розробки і виготовлення електронного модуля було прийнято рішення використовувати вже існуючі платформи для мікроконтролерів, адже в цьому випадку не потрібно було б розробляти програматор, а також інші необхідні речі, наприклад, стабілізатор напруги для мікроконтролера. Слід зазначити, що при вузькій

спеціалізації розроблюваного пристрою є певний недолік не використовування всі функції і можливості, адже це по суті додаткові витрати на непотрібні деталі. Для масового виробництва доцільно сконструювати плати меншого розміру, без зайвих елементів. Однак у випадку з одиничним виробництвом це не суттєво.

Керуючі команди на головний мікроконтролер надходять від блоку модуля зв'язку, який буде виконувати функцію прийому і попередньої обробки даних.

Так як блок живлення має вихід 36В і 20А, а мікроконтролери мають відносно низькі вхідні характеристики, було прийнято рішення передбачити в схемі понижуючі перетворювачі напруги, з можливістю регулювання їх характеристик, для забезпечення необхідної напруги живлення мікроконтролерів.

Також для освітлювальних елементів передбачений підсилювач струму. Даний модуль призначений для посилення сигналів допоміжного мікроконтролера.

Проаналізувавши аналогічні пристрої, визначили їх наступні переваги і недоліки. Мінусом часто є незбагненно висока ціна, ще одним мінусом є відсутність універсального та зручного пульта дистанційного керування. Перевагами аналогів є наявність системи «день-ніч», а деякі з них мають радіоканал, що працює на відстані до 30 м.

Так як пристрій призначений для разового виробництва, було прийнято рішення використовувати готові електронні блоки і модулі. Таке рішення забезпечило низьку вартість основних систем пристрою. Управління пристроєм буде здійснюватися за допомогою смартфона.

В якості технології бездротового управління була обрана технологія Bluetooth. В результаті аналізу електронного табло і аналогів було прийнято рішення, що прилад буде складатися з двох функціональних блоків блоку управління і набору лайтбоксів, які розміщені і згруповані таким чином, щоб виглядати як семисегментний індикатор, і закріплені на рамці, яка також сконструйована. Кожен такий лайтбокс має світлодіодну RGB стрічку в якості освітлювального елемента.

Для системи пристрою розроблено два типи плат: плата управління, яка виконує функцію прийому і обробки інформації, згідно з внутрішнім алгоритмом, і плата легкого сегмента, яка встановлюється в кожному світловому коробі і виконує функцію локального декодера команд, що надходять від головного мікроконтролера. Рішення про використання даної конфігурації системи було прийнято в результаті аналогового аналізу і спрямоване на захист даних від зовнішніх перешкод і зниження спотворення сигналів управління інформацією.

УДК 658.5 Мехатроніка і робототехніка

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ В МЕЖАХ КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0

Горбатюк Є. М., Воляник О. Ю.
Київський національний університет технологій та дизайну

Для реалізації заходів концепції Індустрії 4.0 в сучасних промислових виробництвах можуть бути використані різні технології або методи. За даними досліджень [1], Індустрія 4.0 включає ряд технологій, що підтримують реалізацію цієї концепції в промисловому контексті: сучасні технології виробництва, промисловий інтернет речей, адитивне виробництво, доповнена реальність, дизайн-проєктування, горизонтальна/вертикальна інтеграція процесів, хмарні технології, блокчейн та кібербезпека, великі дані та аналітика.

Інтернет речей (Internet of Things). Термін IoT сьогодні означає надійний зв'язок між цифровим і фізичним світом, але як основу технологію IoT застосували до унікально ідентифікованих інтероперабельних підключених об'єктів, що використовують технологію радіочастотної ідентифікації RFID (Radio Frequency IDentification) [2].

Підключивши RFID-зчитувач до Інтернету, зчитувач може автоматично і однозначно ідентифікувати і відстежувати об'єкти, прикріплені до нього мітками, в режимі реального часу. Пізніше технологія IoT була використана з іншими технологіями, такими як датчики, виконавчі механізми, глобальна система позиціонування (GPS) і мобільні пристрої, які працюють через Wi-Fi, Bluetooth, стільникові мережі або зв'язок NFC (Near Field Communication). Іншими важливими ключовими технологіями для IoT є штрих-коди, смартфони, послуги на основі визначення місцезнаходження, сервісно-орієнтована архітектура (SOA), короткохвильовий зв'язок ближнього радіусу дії та інтегровані промислові комп'ютерні мережі.

Системи технічного спостереження. Ця технологія не часто згадується, та її використання стає дедалі ширшим, зокрема в роботизованих виробничих системах. Використання систем технічного спостереження для керування процесами використовується в робототехніці не є новинкою. Одним з перших застосувань була система технічного спостереження, що інтегрована з програмним забезпеченням, яке надає маніпулятору робота точні координати компонентів для автоматичного збирання компонентів, пізніше її було розширено можливістю розпізнавання різних компонентів, що значно підвищило продуктивність [3]. Сучасним варіантом є використання систем технічного спостереження для керування виробничими процесами за допомогою технології захоплення руху (MOCAP) та штучного інтелекту. Оптична MOCAP на основі маркерів використовує активні або пасивні маркери, які закріплені або переміщуються, використовуючи технологію Інтернету речей.

Віртуальне комп'ютерне дизайн-проєктування є основною частиною виробництва. Важливою властивістю систем проєктування є проста інтеграція з фізичними мережами об'єктів та пристроїв. Система керування виробничими процесами утворена та забезпечується смарт-пристроями, які здатні інтегрувати обладнання, організаційні та інформаційні системи для спільного використання та обміну даними, моніторингу в реальному часі та використання засобів зв'язку контролю та передачі даних.

Хмарні обчислення. Величезна кількість даних (великих даних, т.зв. Big Data), що генеруються цими системами керування об'єктами, є надзвичайно важливими та найбільш перспективними. Хмарні обчислення – це обчислювальна технологія, яка пропонує високу продуктивність і низьку вартість. Великий обсяг даних може бути завантажений у хмарний обчислювальний центр для зберігання та обробки, що полегшує облуговування операторами та знижує виробничі витрати. Хмарне виробництво є технологією, що розвивається і може зробити значний внесок у реалізацію концепції Індустрії 4.0.

Кіберфізична система, є технологічною основою Індустрії 4.0. У кіберфізичних системах фізичні та програмні компоненти тісно переплетені, кожен з них працює в різних просторових і часових масштабах і взаємодіє один з одним багатьох способів, які динамічно змінюються.

Блокчейн забезпечує базову структуру бази даних за допомогою комбінації блоків даних і хеш-ланцюжків. Блокчейн характеризується протоколом синхронізації, який полегшує постійне його оновлення. Коли до блоку ланцюжка додається нова транзакція даних, всі копії даних, що знаходяться в інших розподілених вузлах, повинні оновлюватися синхронно. Залежно від конкретного застосування блокчейну, можуть бути обрані різні протоколи синхронізації, що відповідають вимогам безпеки та ефективності. Блокчейн має високі властивості захисту інформації, використовуючи математичні принципи асиметричної криптографії, що дозволяє користувачам укладати угоди з партнерами, навіть якщо вони не знають один одного. Блокчейн можна інтегрувати з програмованими смарт-контрактами, що гарантує, що завантажена програма може достовірно і автоматично виконувати задану логіку завдяки безпечному шифруванню.

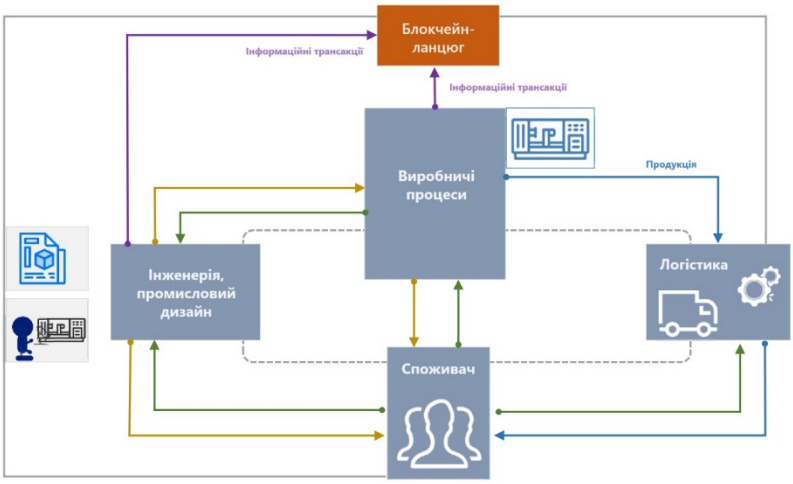


Рис. 1. Робочий процес глобальної виробничої екосистеми на основі блокчейну

З точки зору виробничої системи, блокчейн може бути розроблений як інструмент для управління існуючими виробничими інформаційними системами. З точки зору менеджменту, блокчейн може стати інструментом спільного управління життєвим циклом продукту для створення єдиної бази даних для обміну інформацією.

В багатьох існуючих промислових виробництвах інформаційно-комунікаційна технологічна інфраструктура не повністю готова до цифрової трансформації Індустрії 4.0, зокрема в інтегративному аспекті процесів – горизонтальній, вертикальній та наскрізній інтеграції. Крім того, IoT – це складна гетерогенна мережа, яка включає в себе зв'язок між різними типами мереж за допомогою різний комунікаційний технологій, що може бути причиною великих матеріальних витрат.

Нові цифрові технології Індустрії 4.0 дозволяють підвищити продуктивність, ефективність і різноманітність поточних ліній масового виробництва. Вони полегшують виробництво різноманітних продуктів на одній і тій же складальній системі. Роботи і віртуальна реальність, а також адитивне виробництво і 3D-друк підвищують продуктивність праці, та заощаджують значну кількість робочої сили. Існує імовірність, що ці технології трансформують спеціалізовані складальні системи у віртуально-керовану штучним інтелектом виробничі об’єкти. З часом все більше ручних операцій автоматизується. Однак потреба в спеціалістах-інженерах для обслуговування та експлуатації промислових виробництв зростає і буде зростати в майбутньому. Водночас зростатимуть вимоги до кваліфікації інженерів, що, в свою чергу, призведе до попиту на сучасну інженерну освіту.

Перелік посилань

1. Rüßmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, Harnisch M (2015) Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries.

2. Ghobakhloo M (2018) The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0.

3. Rosati G, Faccio M, Carli A, Rossi A (2013) Fully flexible assembly systems (F-FAS): a new concept in flexible automation.

UDK 686.12.056 Equipment, machines and devices

USE OF A PAIR OF KNIVES IN MECHANISMS FOR CUTTING ROOT FOLDS IN BOOK BLOCKS

Makatora A.V., Kobryn M.M., Makatora D.A.
National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The activities of enterprises in the printing industry are closely related to the most urgent and important problem today - energy saving. Reducing energy costs for manufacturing processes has a positive effect not only on the economic performance of any enterprise, but is also reflected in competitiveness, profitability, and improvement of quality and output. Therefore, the main task of printing enterprises is a complex of energy-saving measures, such as modernization of equipment, for example, equipment for cutting root folds in book blocks, as one of the energy-consuming ones.

Increasing the strength of book and magazine products (hereinafter referred to as BMP), which is fastened with a non-sewing adhesive method, depends on the technological process of processing BMP, namely on the process of its cutting, which contributes to increasing their service life [1].

This issue was outlined in a number of scientific works by prominent scientists of the country, specially in work [2], the authors suggested processing the root with cutters attached to a chain, but this method involves applying slots in one direction, which reduces the contact area of the glue with the root. The authors of the work [3] suggest cutting the root folds with disk knives, and processing with cutters fixed on the pulley, the obvious disadvantage of this method is the use of a cyclic mechanism in the drive of cutting tools.

In works [4-5], the authors presented a mechanism for root processing using a knife that moves along a closed trajectory, but the disadvantage of these mechanisms is multi-linking (many links), which affects their cost, as well as the consistency of their work.

In work [6], a mechanism for root processing using a knife moving along a closed trajectory was presented, namely; an ellipse, a combination of several ellipses - with the possibility of adjusting their amplitudes, as well as the movement of the knife along a straight path in the direction of the supply of the BMP and in the perpendicular direction. The disadvantage of this mechanism is the consistency of the links of the mechanism, in addition, its cost.

However, a general drawback of the proposed designs of the mechanisms in works [2-6] is the use of only one knife blade in the process of cutting root folds in BMP.

The authors of the paper [7] proposed a design of the mechanism containing a pair of knives 1, 2 installed in a pair of guides 3 (Fig. 1). Rocker arm 4, which contains three arms and is installed in support 5 (Fig. 1), two of which 6, 7 are kinematically connected to a pair of knives 1, 2 with the help of connecting rods 8 and 9, and the other arm 10 is connected to the driving link 11, which in turn is fixed on the drive shaft 12, which is installed in the supports 13.

The execution of the driving link 11 can involve several options: the first option is made in the form of a cam (see Fig. 1); the second option is made in the form of an eccentric, and the shoulder 10 of the rocker arm 4 is in the form of a curtain (Fig. 2);

The mechanism works as follows. When the BMP is captured and fed to the blades of the knives 1, 2, the cutting of the root folds in the book blocks takes place in a plane perpendicular to

the feeding plane, while the blades of the knives 1, 2 make a rectilinear reciprocating movement due to the rotation of the driving link 11, which transmits the oscillating movements of the shoulder 10 rocker arm 4, relative to support 5. Oscillating movement of rocker arm 4 is converted into reciprocating movements of knife blades 1, 2 by means of kinematic connection of them with shoulders 6, 7 of rocker arm 4 using a pair of connecting rods 8 and 9.

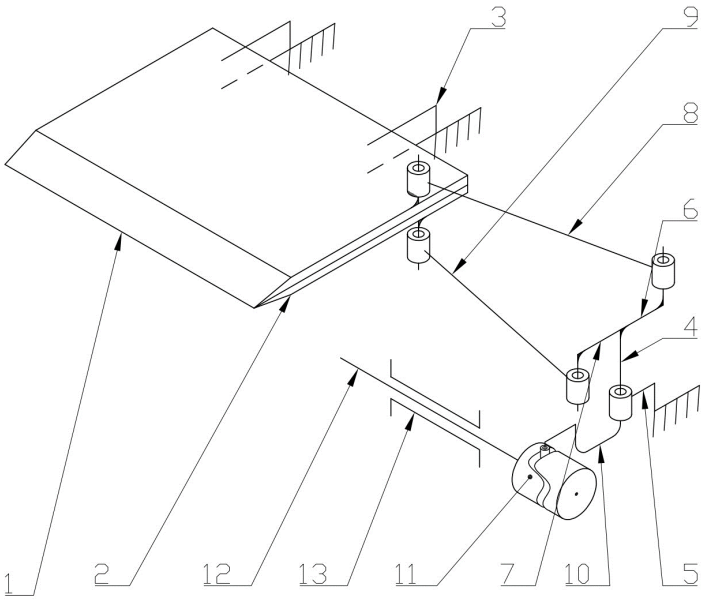


Fig. 1 Kinematic scheme (Option 1)

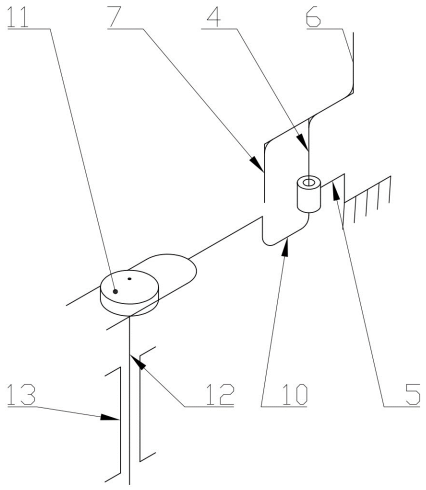


Fig. 2 Kinematic scheme (Option 2)

Longitudinal cutting of root folds with knife blades 1, 2 takes place in mutually opposite planes, during which the fibers of the material are destroyed in opposite directions, thereby reducing the kinematic angle of cutting, which in turn will reduce the energy costs of the technological process of processing BMP.

The proposed design of the mechanism allows to reduce the number of moving links and the presence of one leading link, allows to coordinate the movement of the knives, which improves the reliability of the mechanism.

References

1. Gavenko S. F. Normalization of the technology of non-sewing adhesive binding of books: theoretical and practical aspects: monogr. / S. F. Havenko. – Lviv: Kamenyar, 2002. – 319 p.

2. Kolomiets A. Development of a device based on knife tapes for processing book blocks /A. Kolomiets, O. Knysh, Yu. Mandzii // Collection. of science works "Qualilogy of the book". - Lviv. – 2005. – Issue 8. - P. 162-169.

3. A. Ivanko Cutting book and magazine blocks with disc knives having a crank-slider drive / A. Ivanko // Collection. of science works "Technology and technique of printing". – 2010. – No. 2(28). - P. 66-70. - Access mode: http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/56082

4. Makatora A. The mechanism of moving a knife that moves along a closed trajectory / A. Makatora // Resource-saving technologies of the light, textile and food industry: a collection of abstracts of reports of the International Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Students, 22 November 2023 - Khmelnytskyi: KhNU, 2023. - P. 76-77. - Access mode : https://tksv.khmnu.edu.ua/inetconf/2023/khnu2023.pdf

5. Makatora A. The mechanism of cutting the roots of a book block /A. Makatora, D. Makatora // Mechatronic systems: innovations and engineering: abstracts of the reports of the VII International Science-Practice. conf. / Kyiv: KNUTD, 2023. – P. 48-49. - Access mode: https://zenodo.org/records/10202155

6. Makatora, A. The mechanism of moving a knife that moves along a closed trajectory / A. Makatora, D. Makatora, M. Zenkin // Complex quality assurance of technological processes and systems (KZYATPS - 2023): materials of abstracts of reports of the XIII International Scientific and Practical Conference (Chernihiv, May 25–26, 2023): in 2 volumes / Chernihiv Polytechnic National University [etc.] ; – Chernihiv: Chernihiv Polytechnic University, 2023. – Vol. 1. – P. 216-217. - Access mode : https://conference-chernihiv-polytechnik.com/wp-content/uploads/2023/06/Tezy-2023-Part-1.pdf

7. Patent No. 44080 Ukraine, IPC A 43 D 8/00. The machine for leveling the details of the bottom of shoes by thickness / D. Makatora, C. Muzychyshyn; applicant and patent holder Kyiv National University of Technology and Design. – No. u200903137; statement 04/03/2009; published 10.09.2009, Bull. No. 17.

UDC 004.4 Equipment, machines and devices

VISUAL NAVIGATION USING OPTICAL MARKERS FOR AUTONOMOUS LANDING OF THE UAV

Herasymchuk V.V., Vakaliuk T.A.
Zhytomyr Polytechnic State University

The growing popularity of UAVs has led to their widespread use in various industries, including photography, agriculture, delivery, and surveillance. One of the most important challenges faced by quadcopters is landing them safely and efficiently, especially in difficult conditions. Traditional landing systems rely on manual control or GPS, which can be inaccurate and unreliable in adverse weather conditions or in areas with a weak GPS signal.

Manual landing requires high operator skill and experience, and can be dangerous in difficult conditions such as high winds or tight spaces. GPS navigation is more reliable, but it can be inaccurate or not work at all in areas with a weak GPS signal, such as forests or urban areas.

In this regard, the development of new landing systems for UAVs is an important scientific and engineering challenge. Such systems must be safe, efficient and reliable in a wide range of conditions.

One of the promising areas of UAV landing systems development is the use of visual navigation. Visual landing systems use cameras to monitor the environment and determine the position of the UAV. This allows them to avoid obstacles and make precise landings even in difficult conditions.

The concept of optical markers is an innovative method in drone navigation systems defined by the use of specially designed visual points or objects. These visual markers function as important landmarks that the drone can perceive and analyze to determine its exact position, particularly during complex landing operations. Instead of traditional methods such as GPS or manual control, this approach leverages the power of visual navigation and image analysis to ensure high accuracy and autonomy during drone landing tasks.

Ground markers are placed at the locations where the UAV is to land. The drone, equipped with cameras, captures images of the environment in real time. The drone's operating system uses this data to detect and identify the optical markers. Once the markers are detected, the system determines the exact position of the drone in space, taking into account the unique features and location of these markers. Based on this information, the system automatically corrects the drone's trajectory during landing, ensuring accurate and stable landing even in difficult conditions [1].

Optical markers can have different shapes and sizes. They can be made of different materials such as plastic, metal, or paper. However, for optical markers to be effective, they must be highly visible to the drone's cameras, even in difficult lighting conditions or on different surfaces. They must also be resistant to external influences such as wind, rain, or UV radiation.

Additionally, algorithms for detecting and identifying optical markers need to be developed. They should be able to detect markers in different lighting conditions and on different surfaces. They must also be able to distinguish markers from other objects in the environment. To develop such algorithms, it is necessary to use advanced image processing techniques such as machine learning and artificial intelligence.

As part of the concept of optical markers for UAV landing, mathematical formulas can be used to perform calculations related to determining the position and correcting the drone's trajectory. Additionally, you can calculate the accuracy of determining the position of the drone in specific conditions. For example, you can calculate the accuracy of determining the drone's position in low visibility conditions or in the presence of other obstacles, or the effectiveness of correcting the drone's trajectory in strong winds or in the presence of other external factors:

$$P = f(m, a, e, I, S, W, O)$$

where:

P - the landing accuracy (the probability that the drone will land in a given location); m is the size of the markers; a - accuracy of algorithms; e - trajectory correction efficiency; I – illumination; S – surface; W – wind; O - other obstacles;

This formula can be represented as the following equation:

$$P = 1 - (1 - a) * (1 - e) * F(I, S, W, O)$$

where:

F(I, S, W, O) is a function that takes into account the impact of lighting, surface, wind, and other obstacles on landing accuracy.

For example, the function F(I, S, W, O) can be represented as the following equation:

$$F(I, S, W, O) = 1 - exp(-k1 * I\hat{}2 - k2 * S\hat{}2 - k3 * W\hat{}2 - k4 * O\hat{}2)$$

where:

k1, k2, k3, k4 - coefficients that are determined experimentally.

This function shows that the fit accuracy decreases with increasing influence of each factor [2].

Using of acoustic and lidar navigation in conjunction with this approach can help to significantly increase its effectiveness.Acoustic navigation for drones is based on the use of sound signals to determine position and navigate in space. Sensors or microphones onboard the drone receive acoustic signals that can be generated by special acoustic beacons or other sound sources on the ground.That is, the drone receives the acoustic signals and determines their position relative to itself. This information can be used to adjust the drone's trajectory during landing. It is important to consider the arrival time of sound waves and their intensity to accurately determine the distance to the sound source.

Another type of navigation is lidar navigation, which uses laser beams to measure distances and create a three-dimensional map of the surrounding space.The lidar on board the drone emits a laser beam that reflects off objects around it. The lidar system records the time the laser beam returns and determines the distance to the objects. Through repeated measurements, the lidar creates an accurate three-dimensional map that can be used for navigation and obstacle avoidance. This information can also be used for precise landing of the drone [3].

Thus, the concept of optical markers for UAV landing represents an innovative approach that uses visual navigation to achieve precise and autonomous landings even in difficult conditions. The use of optical markers allows drones to accurately determine their position and adjust their trajectory during landing.

To realize this concept, several aspects need to be taken into account, such as the development of optical markers, detection and identification algorithms, as well as determining the position of the drone and correcting its trajectory. The mathematical calculations introduced in the analysis provide a data-driven methodology for determining the size of the markers, the accuracy of the algorithms, and the effectiveness of the trajectory correction.

References

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) [Electronic resource] – Resource access mode: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90__ua_dynamics_brochure_.pdf.

2. Mu L, Li Q, Wang B, Zhang Y, Feng N, Xue X, Sun W. A Vision-Based Autonomous Landing Guidance Strategy for a Micro-UAV by the Modified Camera View. Drones. 2023; 7(6):400. https://doi.org/10.3390/drones7060400

3. Arafat MY, Alam MM, Moh S. Vision-Based Navigation Techniques for Unmanned Aerial Vehicles: Review and Challenges. Drones. 2023; 7(2):89. https://doi.org/10.3390/drones7020089.

УДК 677.055 Устаткування, машини і апарати

ВИЗНАЧЕННЯ ПОДАТЛИВОСТІ СИСТЕМ ГОЛКА (ПЛАТИНА)-КЛИН МЕХАНІЗМУ В'ЯЗАННЯ

Плешко С.А., Ковальов Ю.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

Одним з найважливіших питань в дослідженні навантажень у механізмі в'язання, що виникають при ударі голково-платинових виробів об клини замків, є визначення жорсткості або податливості (величина зворотна жорсткості) системи голка (платина) - клин в зоні удару. Розглянемо методику визначення статичної податливості системи голка-клин круглов'язальної машини.

Як показує аналіз взаємодії голки з клином в період удару, деформація системи голка-клин визначається, з умови:

$$\delta = \delta_x tg\alpha + \delta_y, \quad (1)$$

де δ – сумарна деформація системи голка-клин;

δ_x – деформація системи відповідно уздовж осі *X* і *У*;

α – кут зустрічі п'яти голки з клином в зоні удару.

Аналізуючи умови роботи голки в'язальної машини, приходимо до висновку, що податливість системи голка-клин визначається в основному наступними видами деформації системи: вигином і скручуванням п'ятки; вигином штеги; зминанням матеріалу голки, клину і штег в зоні їх контактної взаємодії в період удару.

Враховуючи вищенаведене, статична деформація системи голка-клин уздовж осі X може бути визначена з умови:

$$\delta_x = \delta_{1x} + \delta_{2x} + \delta_{3x} + \delta_{4x} + \delta_{5x}, \quad (2)$$

де δ_{1x} – деформація зминання п'ятки голки і клину;

δ_{2x} – деформація вигину п'ятки;

δ_{3x} – деформація зминання тіла голки і штег;

δ_{4x} – деформація вигину штег;

δ_{5x} – деформація скручування п’ятки.

Використовуючи теорію контактної міцності і згину [1], можна отримати:

$$\delta_{1x} = 1{,}16\frac{P}{l_1 E(1+\mu ctg\alpha)sin^2\alpha}; \quad (3)$$

$$\delta_{2x} = P\frac{a^3}{3E_1 J_{1x}}; \quad (4)$$

$$\delta_{3x} = 1{,}16\frac{P}{b^2 E'}\left[\frac{a^2}{l_2} + \frac{(a+b)^2}{l_3}\right]; \quad (5)$$

$$\delta_{4x} = P\frac{(a+b)l^3}{3bE_2 J_{2x}}; \quad (6)$$

де P – складова сили удару, що діє уздовж осі X (горизонтальна складова);

l_1, l_2, l_3 – довжина ліній контакту відповідно п'ятки голки з клином, голки зі штегою в зоні контакту спинки голки зі штегою і голками зі штегою в зоні контакту голки з виступаючою гранню штеги;

E, E' – приведені модулі пружності відповідно матеріалів пар голка-клин і голка-штега;

E_1, E_2 – модулі пружності матеріалів голки і штеги;

α – кут зустрічі голки з клином в зоні удару;

μ – коефіцієнт тертя матеріалів голки і клину

a – плече сили удару P;

J_{1x}, J_{2x} – моменти інерції перетину п’ятки голки і штеги.

Величина деформації скручування п’ятки голки, визначається з умови:

$$\delta_{5x} = 0{,}5h \cdot tg\varphi, \quad (7)$$

де h – ширина п’яти;

φ – кут скручування п’ятки у момент удару.

Оскільки φ мало, можемо прийняти:

$$\delta_{5x} = 0{,}5h\varphi. \quad (8)$$

Як відомо:

$$\varphi = \frac{M_k \alpha}{GJ_p}, \quad (9)$$

де M_k – момент, що крутить, виникає при ударі п’яти голки об клин;

G – модуль пружності матеріалу голки при зрушенні;

J_p – полярний момент інерції перетину п’яти.

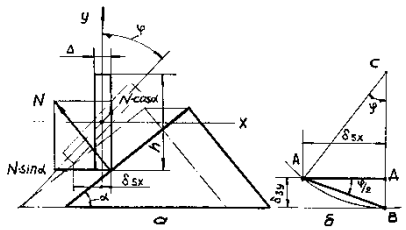


Рис. 1. Розрахункова схема до визначення деформації скручування п'ятки голки

З умови рівноваги голки (рис. 1, а) маємо:

$$M_k = 0{,}5Nh\left(1 - \frac{\Delta}{h}ctg\alpha\right)sin\alpha,$$

або, враховуючи, що $P = N\,sin\alpha$:

$$M_k = 0{,}5P(h - \Delta ctg\alpha), \qquad (10)$$

де Δ – товщина п'ятки.

Оскільки для штампованих голок зазвичай $h/\Delta \geq 4$, згідно [2]:

$$J_p = \frac{(h/\Delta - 0{,}63)\Delta^4}{3}.$$

Враховуючи (9), (10), рівняння (8) приймає вигляд:

$$\delta_{5x} = 0{,}25P\frac{(h - \Delta ctg\alpha)h\alpha}{GJ_p}. \qquad (11)$$

Деформація системи голка-клин уздовж осі *У* може бути визначена з умови:

$$\delta_y = \delta_{1y} + \delta_{2y} + \delta_{3y}, \qquad (12)$$

де δ_{1y} – деформація уздовж осі *У*, обумовлена зминанням голки і клину;

δ_{2y} – деформація вигину п'ятки уздовж осі *У*;

δ_{3y} – деформація скручування п'ятки.

Перелік посилань

1. Деталі машин, теорія механізмів і основи взаємозамінності : курс лекцій для студентів технічних спеціальностей / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 252 с

2. Волощенко В. П., Піпа Б. Ф., Шипуков С. Т. Експлуатаційна надійність машин трикотажного виробництва. – Київ : Техніка, 1977. – 136 с.

УДК 621.771 Устаткування, машини і апарати

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННИХ КОНДЕНСАТОРНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

О. Вишинська, О. Поліщук, С. Денисюк
Хмельницький національний університет

Перспективи розвитку електричних двигунів на сучасному етапі є дуже обнадійливими і різноманітними, оскільки вони посідають ключове місце в багатьох галузях техніки та індустрії. Основні напрямки розвитку та частка електричних двигунів у машинах, пристроях та системах можуть бути описані наступним чином: широке

використання та домінування на ринку; енергоефективність; інтеграція з цифровими технологіями; мініатюризація та спеціалізація; інноваційні матеріали.

Електричні двигуни складають значну частку всіх двигунів, що використовуються в промисловості, транспорті, побутових приладах та інших системах [1]. Їх частка постійно зростає, особливо у сферах, де актуальними є питання енергоефективності та екологічності. Новітні розробки у галузі електричних двигунів спрямовані на підвищення їх енергоефективності. Це важливо не тільки для зниження витрат на енергію, але й для скорочення викидів вуглекислого газу. Сучасні електричні двигуни все частіше комплектуються розумними системами управління та датчиками, що дозволяє оптимізувати їх роботу, підвищити надійність та спростити обслуговування. Постійне зменшення розмірів двигунів без втрати їх потужності та ефективності є ще одним напрямком розвитку. Це особливо актуально для мікроелектромеханічних систем (MEMS), медичних пристроїв, робототехніки тощо. Розвиток нових матеріалів, таких як високоефективні магнітні матеріали, сприяє підвищенню продуктивності та зниженню ваги електричних двигунів.

У цілому, перспективи розвитку електричних двигунів обумовлені постійним прагненням до збільшення ефективності, зниження впливу на довкілля, інтеграції з новітніми технологіями та задоволення зростаючих потреб сучасних галузей та ринку.

Огляд стендів для дослідження асинхронних електродвигунів включає в себе аналіз основних типів та конструкцій, їх функціональних можливостей та застосування в різних галузях.

Розглянемо два типи стендів для дослідження електродвигунів: дослідницькі та спеціалізовані.

Дослідницькі стенди використовуються для вивчення основних параметрів асинхронного електродвигуна, таких як крутний момент, швидкість обертання, потужність, коефіцієнт корисної дії та інші. Спеціалізовані стенди розроблені для конкретних цілей, наприклад, для випробувань електродвигунів під навантаженням, аналізу вібрації, шуму, теплового режиму, тощо.

Стенди для дослідження асинхронних електродвигунів продовжують розвиватися, пропонуючи все більш точні, багатофункціональні та автоматизовані рішення для широкого спектра застосувань у промисловості, науці та освіті.

Актуальність розробки стенду для дослідження асинхронних конденсаторних електродвигунів з трифазною обмоткою полягає у наступному: збільшення ефективності експлуатації; виявлення та аналіз несправностей; оптимізація конструкції двигунів; навчальний потенціал та енергозбереження та екологічність.

Асинхронні конденсаторні електродвигуни широко застосовуються у різних сферах промисловості. Вони відіграють ключову роль у роботі багатьох машин і механізмів. Стенд дозволяє здійснити глибоке дослідження роботи цих двигунів, що сприяє підвищенню їхньої ефективності та надійності.

Завдяки розробці такого стенду можна швидко і точно виявляти типові та потенційні несправності у двигунах, що дозволить вчасно проводити профілактичні та ремонтні роботи.

Дослідження дозволять краще зрозуміти принципи роботи асинхронних конденсаторних електродвигунів і внести конструктивні поліпшення для підвищення їхньої продуктивності та енергоефективності.

Стенд може використовуватися у навчальних цілях для підготовки студентів і інженерів, надаючи практичні знання про роботу і обслуговування асинхронних конденсаторних електродвигунів.

Поліпшення ефективності роботи асинхронних електродвигунів також сприятиме зниженню енергоспоживання і відповідно, зменшенню впливу на довкілля.

У цілому, розробка стенду для дослідження асинхронних конденсаторних електродвигунів має велике значення як для промисловості, так і для наукових досліджень, і є актуальною задачею в сучасних умовах.

Для дослідження асинхронного конденсаторного двигуна в різних режимах використовують трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором загальнопромислового призначення потужністю не більше 600 Вт. Це доцільно по-перше, тому що на практиці зазвичай виникає потреба застосування трифазного двигуна в однофазному чи конденсаторному режимах такої самої потужності, по-друге при невеликій потужності двигуна ємність робочого конденсатора невелика і зазвичай складає 5-20 мкФ (залежно від потужності двигуна і напруги живлення) і, нарешті, по-третє, при такій потужності двигуна схема з’єднань не ускладнюється вимірювальними трансформаторами струму.

Розроблений стенд (рисунок 1) забезпечує дослідження робочих та механічних характеристик та основних параметрів асинхронних конденсаторних двигунів. До складу стенда входять такі складові: двигун керування, електромагнітне гальмо, електронний тахометр, батарея конденсаторів, амперметр, вольтметр та ватметр. Усі прилади, на даному пристрої є широко доступними і не дороговартісними.

Даний стенд призначений для проведення дослідження асинхронних двигунів різної потужності. Він дозволяє проводити: вимірювання струму, рівномірності споживання струму по фазах, вимірювання напруги живлення на обмотках, вимірювання опору ізоляції обмоток та активного опору обмоток, споживану потужність, температуру обмоток; визначення стану підшипників електродвигуна, короткозамкнених витків, коефіцієнта трансформації, випробовування на електричну міцність; дослідження холостого ходу, роботи з навантаженням та короткого замикання.

Рис.1. Стенд для дослідження асинхронного конденсаторного двигуна з трифазною обмоткою

Перелік посилань

1. Електричні машини змінного струму [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://danube.pto.org.ua/index.php/component/k2/item/191-tema-7-4-elektrichni-mashini-zminnogo-strumu-adkr-adfr

УДК 662.997 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ПОБУТОВОГО МИЮЧОГО ПИЛОСОСА

Касянчук С.В., Неймак В. С., Романець Т.П.
Хмельницький національний університет

Побутові пилососи в нашому житті мають велике значення, бо заощаджують наш час та значно полегшують прибирання приміщень, покращують санітарно-гігієнічний стан житла. Поділяються на:

- побутові електропилососи "сухого" чищення призначені для прибирання приміщень, чищення одягу, килимів і м'яких меблів, а також для інших робіт, пов'язаних з використанням розрядження і руху повітря. Вони займають великий відсоток в продажі пилососів.

- пилососи "мокрого" прибирання мають значні переваги і призначені для вологого прибирання кафельних і кам'яних полів, килимових і ПВХ-покриттів будь-яких пластикових панелей, а також матраців, м'яких меблів, гардин. Деякі моделі дозволяють зміною насадки помити вікна, сантехніку, облицьовані плиткою стіни і навіть прочистити забруднену раковину. Тобто генеральне прибирання по повній програмі.

- парові пилососи - зручні, компактні, легкі у використанні і відзначаються своєю універсальністю, почистять вікна, штучні матеріали, кераміку, хром, мармур, душові кабіни, ванни, раковини, унітази, арматуру, зливні отвори і дзеркала. Потужний потік пара глибоко очищає та видаляє плями з м'яких меблів, килимів, паласів і килимових покриттів. Обробляючи меблі з дерева і шкіри паром, значно покращуються їх зовнішній вигляд і продовжуються строки їх використання. Пароочисники в два рази скорочують час прибирання і дозволяють економити на синтетичних миючих засобах, які застосовують у водних пилососах.

Зараз виготовляються і промислові пилососи які успішно прибирають: абразивний і промисловий пил, дрібне будівельне сміття, дрібну стружку, окалину, пролиті рідини, бите скло і скляний пил, порошкові полімерні барвники і інші дрібнодисперсні порошки, шерсть тварин та інше.

Аналіз стану виробництва в Україні показує:

- позитивну динаміку за період 1970-1990 років - високі темпи зростання виробництва, випуск пилососів збільшився в понад 3 рази;
- негативну динаміку за період 1990-2007 років - високі темпи зниження виробництва, обсяг випуску пилососів зменшився в понад 10 разів.

Різке зниження обсягів виробництва в основному пояснюється низьким рівнем купівельної спроможності населення, невисокою конкурентоспроможністю вітчизняної побутової техніки порівняно з аналогічною імпортною продукцією.

Проведено аналіз конструкцій пилососів, що використовуються у господарстві, в результаті якого зроблено висновок, що розробка вітчизняної конструкції миючого пилососа є актуальною.

Розроблено конструкцію миючого пилососа, зокрема його будову, електричну схему. Також розроблено рекомендації для його експлуатації.

Проведено аналіз основних технологічних параметрів миючого пилососа. Проведено розрахунок повітродувного двигуна. Проведено розрахунок аеродинамічного

тракту пилососа Розраховано всі необхідні параметри миючого пилососа, зокрема середньорічне напрацювання, витрату повітря.

Перелік посилань

1. Історія створення пилососів [Електронний ресурс] // Все для пилососів. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://filtermdp.com/uk/kb-uk/історія-створення-пилососів.

2. Попович М. Г. Електричні машини та електропривод побутової техніки: Підручник / М. Г. Попович, Л. Ф. Артеменко. – Київ: Либідь, 2004. – 352 с.

УДК 621.514 Устаткування, машини і апарати

ОБОРОТНІ МАШИНИ ОБ'ЄМНОЇ ДІЇ

Косіюк М.М., Кравчук В.С., Мельник М.В.
Хмельницький національний університет

Машини об'ємної дії (МОД) найшли широке використання в різних галузях машинобудування. Вони містять щонайменше одну робочу камеру, витісняючий орган, наприклад, поршень (плунжер), або діафрагму (мембрану), виконаний з можливістю прямолінійного зворотно-поступального руху, і перетворювач напрямку руху (ПНР), здатний сприймати прямолінійний зворотно-поступальний рух з перетворенням його в обертання валу і навпаки. Підвищення ефективності МОД, їх надійності і довговічності, зменшення ваги і габаритів, поліпшення екологічних показників, зниження витрати палива тощо є надзвичайно актуальним науково-технічним напрямком .

Відомо, що ПНР для поршневих МОД зазвичай служать кривошипно-шатунні механізми (КШМ). які перетворюють зворотно-поступальний рух поршнів в обертальний рух і навпаки. Практика показала, що ці механізми мають суттєві недоліки, подолати які неможливо в принципі. Мається на увазі принципова неможливість врівноваження шатуна і створення шатуном радіальної складової сили інерції, яка, до того ж, постійно змінює свій напрямок на протилежний. Існують перетворювачі руху, які відмінні від КШМ і мають кращі масогабаритні показники: механізми з плоскою і просторовою обертовими шайбами, механізм з хитною шайбою, механізм "Жіродін", кривошипно-карданний перетворюючий механізм тощо [1].

Відома МОД на основі ПНР в якому геометричні осі обертання всіх ланок перетинаються в одній центральній точці [2]. Його недоліком є те, що він може ефективно працювати лише в таких МОД, в яких кінематичні ланки ПНР постійно занурені в рідке текуче середовище або рідке робоче тіло, як в мастило, що знижує втрати енергії на тертя і знос. Однак навіть в таких машинах не вдається надійно ущільнити робочі органи. Крім того, його практично неможливо вмонтувати в поршневі (плунжерні) або діафрагмові (мембранні) оборотні МОД.

Авторами проведені теоретичні та експериментальні досліджень з розроблення МОД, перетворювач руху якої надійно і з високим ККД перетворював би обертальний рух у коливальний чи навпаки, сприяв би створенню МОД з поліпшеними експлуатаційними якостями, зручною компоновкою, кращими властивостями щодо вібрації, врівноваженості, частотного спектра і розширеними функціональними можливостями. На рис. 1 зображено блок-схему оборотної МОД [3]. Вона має модульну структуру і містить

двигун або пристрій відбору потужності, наприклад, електричний генератор 1, з'єднаний з оборотним ПНР 2, кінематично поєднаного з модулями об'ємної дії 3. Синхронізація роботи всіх взаємодіючих органів МОД здійснюється блоком керування 4, який має кінематичний зв'язок з ПНР 2.

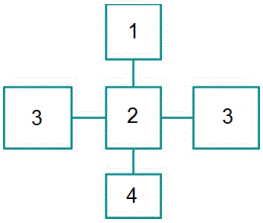


Рис.1. Блок-схема МОД

Оборотний ПНР (рис.2), виконаний на основі сферичного кривошипно-повзунного механізму (корпус і маховик не показані), має вал 5, встановлений у підшипниках 6, рознімний кривошип 7, жорстко зв'язаний з валом 5 у його середній частині і оснащений посадочним місцем для внутрішнього кільця підшипника 8, площина симетрії якого нахилена до геометричної осі вала 5 під кутом, що перевищує 0°, але менший 90°, повзун 9, виконаний на основі зовнішнього кільця підшипника 8, щонайменше один стрижневий проміжний елемент 10 кінематичного зв'язку повзуна 9 з обоймою 11, що з безперервним зазором вільно його охоплює, і жорстко зв'язану з двома співвісними напіввалами 12, установленими на підшипниках 13. При обертанні вала 5 з кривошипом 7, напіввали 12 здійснюють зворотно-обертальний рух і навпаки.

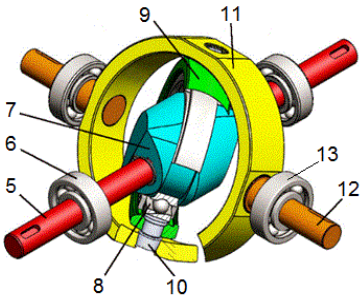


Рис.2. Просторова схема оборотного ПНР

Унікальність сферичного кривошипно-повзунного механізму оборотного ПНР полягає в тому, що осі симетрії всіх деталей, які обертаються і рухаються, перетинаються лише в одній «центральній» точці, при цьому немає потреби у балансуванні інерційних мас, відсутня вібрація, досягаються високі характеристики з надійності та ресурсу роботи.

Проведені дослідження, оборотного ПНР показали, що кутові прискорення робочого органу (обойми) в крайніх положеннях малі. Така властивість є надзвичайно позитивною. Обойма плавно підходить до упору і різко розганяється в місцях, близьких до середнього положення обойми, де виникає максимальна кутова швидкість. Такий режим коливання робочого органу (обойми) не вимагає установки гальм (демпферів).Тому оборотний ПНР на основі такого механізму істотно надійніший і має високий ККД.

Модульна структура оборотних МОД дозволяє використовувати лопатеві, аксіально-рухомі, наприклад, зубчасто-рейкові або радіально-рухомі (тангенціальні), наприклад, шарнірно-важільні механізми для забезпечення надійного і ефективного кінематичного зв'язку з поршневими (плунжерними) або діафрагмовими (мембранними) витісняючими органами МОД. Запропоновані оборотні МОД можуть працювати як двигуни внутрішнього згоряння, насоси, компресори, пневмо- і гідродвигуни. Крім того, вони здатні працювати як двигуни зовнішнього згоряння із замкнутим циклом робочого тіла по циклу Стірлінга і можуть використовуватися для автономного вироблення теплової та електричної енергії в когенераційних установках малої потужності.

Оборотні МОД можна виготовляти з використанням відомих у промисловості матеріалів, устаткування та інструментів. Прийняті технічні рішення є прогресивними і дозволяють створити за одною схемою уніфікований ряд модульних конструкцій оборотних МОД, суттєво знизити їх вартість і отримати значний економічний ефект.

Перелік посилань

1. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія [Текст]: Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П.Марченка. - Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 488 с.

2. WO 96/31684 A1, МПК F01C 9/00, F04C 9/00. Обратимый преобразователь направления движения и машина объемного вытеснения на его основе / Бельдий Н.Н., Бельдий В.Н. – № PCT/UA 96/00005; заявл. 07.03.1996; опубл. 10.10.1996.

3. Патент 143170 Україна, МПК F01C 9/00, F04C 9/00. Оборотна машина об'ємного витіснення з коливальним рухом робочих органів / Косіюк М.М., Косіюк А.М., Кравчук В.С. – № u202001307; заявл. 27.02.2020; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13.

УДК 662.997 Устаткування, машини і апарати

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА КОМПРЕСІЙНОГО ПОБУТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

Яворщук А.М., Неймак В. С., Романець Т.П.
Хмельницький національний університет

Висока експлуатаційна надійність і довговічність домашніх холодильників не виключає потреби технічно кваліфікованого ремонту холодильників.

Розрізняють два види технічного обслуговування і ремонту: гарантійний, тобто той, що виконується безкоштовно в гарантійний термін, і післягарантійний — платний.

Техніка гарантійного ремонту відрізняється від післягарантійного. Так, при гарантійному ремонті зламані окремі частини, включно холодильний агрегат в цілому, заміняють на нові, в той час як при післягарантійному ремонті їх ремонтують і залишають для роботи. Перше диктується міркуванням відновлення працездатності холодильника зі зберіганням його повноцінних товарних показників, відповідних новому виробу. Друге диктується технічною доцільністю подальшого використання зламаної окремої частини шляхом її відновлення, а також економічної вигоди такого ремонту для власника холодильника. Це особливо відноситься до ремонту холодильного агрегату, котрий немає роз'ємних сполучень є знімною частиною холодильника в цілому.

Заміна такої коштовної знімної частини при платному ремонті на нову може бути технічно оправдано і економічно вигідно лише в крайніх випадках, коли в зламаному

холодильному агрегаті стан кількох окремих дорогих вузлів двигун, компресор, випаровувач все одно потребує заміни.

Ремонт холодильників по своїй складності, а також умовам виконання потребує розділити на три види: ремонт доступний в умовах експлуатації. ремонт в майстерні-ательє, ремонт в майстерні капітального ремонту [8]. Якісний ремонт холодильних агрегатів в майстерні в значній мірі визначається наявністю в ній необхідного обладнання, пристосувань, приладів і інструментів, а також забезпечення запасних матеріалів..

Враховуючи відносно невеликі виробничі потужності ремонтних майстерень, а також велике різноманіття моделей холодильних агрегатів, які ремонтуються, обладнання майстерень може істотно відрізнятися по своїй конструкції і продуктивності від обладнання, яке використовується на підприємствах, виробляючих холодильні агрегати. Однак, це не знижує вимог до технічних операцій, які виконуються, на цьому обладнанні.

Як і будь-який інший електроприлад, холодильник корисно захистити і від значних відхилень напруги мережі від номінальних 220 В. Велика кількість публікацій на цю тему свідчить про актуальність проблеми як в сільських районах, так і у великих містах.

Пропонований блок управління виконує наступні функції:

1) включаючи і вимикаючи компресор, підтримує в холодильній камері задану температуру, замінюючи штатний терморегулятор, причому є можливість регулювати гістерезис — різницю температури включення і виключення компресора;

2) примусово вимикає компресор при значному відхиленні напруги в мережі від норми;

3) не допускає повторного включення компресора раніше 5 хв після виключення з будь-якої причини, у тому числі після викликаної відхиленням мережевої напруги від норми або ініційованого терморегулятором.

Також розроблено систему керування, регулювання температури удосконаленого терморегулятора та розраховано основні вузли холодильника із удосконаленим терморегулятором, зокрема, проведено розрахунок холодопродуктивності холодильного агрегату, проведено тепловий розрахунок холодильної машини, розраховано конденсатор та випаровувач.

Перелік посилань

1. Холодильна техніка і технологія: Підручник під ред. А.В.Руцкого.-М.:ІНФРА-М,2000.-286 с.
2. Dmitriyev V.I., Pisarenko V.E. Determination of optimum refrigerant charge for domestic refrigerator unit. // International J.Refrig.-1984.-№7.-P.178-180.

УДК 621.09 Устаткування, машини і апарати

УСТАНОВКА ДЛЯ ГІДРОДРОБОСТРУМЕНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Камінський В. П., Гордєєв А.І
Хмельницький національний університет

В умовах високих швидкостей відносного переміщення і навантажень поверхонь, що контактують все більше зростають вимоги до зносостійкості, антифрикційним властивостям, опору ударним навантаженням і втомній міцності деталей, що в більшості

випадків забезпечується наданню їх поверхневому шару необхідних фізико-механічних властивостей. Роботами таких вчених, як Кудрявцев И. В., Серенсен С. В., Папшев Д. Д., Степнов М. Н., Дрозд М. С., Петросов В. В. та ін. доведено, що в зв'язку з нерівномірним розподіленням напружень по перерізу деталей, а також в силу того, що зовнішній шар є ослаблений, через те, що несе велику кількість різних дефектів механічного і металургійного походження, втомне руйнування деталей в більшості випадків починається з поверхневого шару [1]. Поверхневий шар деталі або інструменту в умовах експлуатації сприймає найбільш сильну механічну, теплову, магнітно-електричну, світлову та ін. дії. Втрата деталлю або інструментом свого службового призначення та їх руйнування в більшості випадків починається з поверхневого шару, наприклад, виникнення і розвиток тріщини від втоми, корозії, ерозії, зносу і т. ін.

Застосування поверхнево пластичного деформування (ППД) з низькочастотною вібрацією забезпечує на поверхні деталі регулярний мікрорельєф, підвищує несучу і опорну здатність поверхневого шару. Важливе значення в практиці машинобудування мають різноманітні покриття, підвищення якості яких також є актуальною задачею. Досвід свідчить, що і тут можна ефективно застосовувати ППД. Метою ППД є утворення визначеної макро- і мікрогеометричної форми (поверхневе пластичне формоутворення), зменшення параметра шорсткості поверхні (згладжування), зміна розмірів до допустимих (калібруюче ППД), зміна структури матеріалу без його повної рекристалізації (поверхневий наклеп), створення визначеного напруженого стану (напружений поверхневий наклеп) і зміцнення поверхневим наклепом, що є необхідним для виготовлення деталей та різального інструменту [1].

Метою роботи є дослідження динаміки віброприводу устаткування для зміцнення інструментів і деталей машин з розробкою конструкції вібраційного устаткування та програмного продукту для визначення його головних параметрів.

Диференційне рівняння коливального руху рідини в устаткуванні для утворення пульсуючого рідинного потоку можна скласти виходячи з енергетичного балансу руху рідини [2]. На поверхню рідини в камері пульсації діє змінне зусилля, що відноситься до площини камери пульсації та змінюється по періодичному закону $\Delta p \cdot \sin\omega \cdot t$. Під дією збуджуючого зусилля рідина переміщується на деяку величину x. Робота, що утворюється збуджуючим зусиллям, йде на зміну кінетичної та потенціальної енергії рідини і на подолання гідравлічних опорів. Тоді отримаємо рівняння, що описує зміну тиску в робочому органі від параметрів приводу: амплітуди та частоти коливань:

$$\frac{F_H}{g}\gamma\frac{L}{F_k}\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{F_H\,\omega x^{max}}{2g}\frac{\gamma}{F_k}\psi\frac{dx}{dt}+\gamma\frac{F_H}{F_k}x=\Delta p\,\sin\omega\,t, \qquad (1)$$

де $F_н$ - площина перерізу насадка;

g - прискорення вільного падіння;

γ - питома вага рідини;

L - довжина камери пульсації;

F_k - площина перерізу камери пульсації;

ω - кутова частота пульсацій;

x^{max} - максимальна амплітуда пульсацій;

$\psi = \zeta + \lambda \frac{l_н}{d_н}$ - гідравлічні характеристики насадка;

λ - коефіцієнт гідравлічного опору насадка;

Δp - перепад тиску в камері пульсації.

Складена програма призначена для проведення розрахунків сили гідродинамічного тиску від зміни параметрів приводу гідродробоструменевого обладнання за ф.1. Основною метою складення даної програми була - автоматизація проведення розрахунків з допомогою ЕОМ, що значно полегшує і прискорює сам процес розрахунків, і дає можливість більш докладно дослідити від яких параметрів залежить сили гідродинамічного тиску.

Перевагою даної програми є також те, що вона розроблена в середовищі програмування Delphi і має досить простий, і зручний для користувачів інтерфейс. Програма складається з трьох закладок (вікон). Перше вікно програми призначено для введення даних, потрібних для проведення розрахунку, вікно показано на рис. 1.

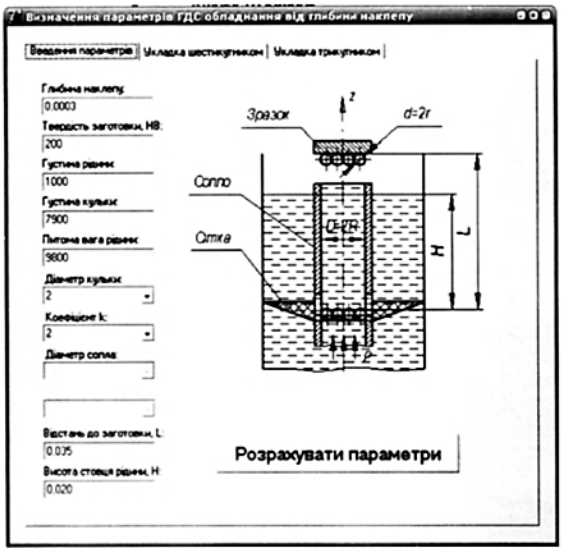


Рисунок 1 - Вікно програми для введення даних

Конструкція установки (рис. 2) складається з рами 1, на якій закріплено вібратор 2, з'єднаний з мембраною 3. Камера 4 утворює з мембраною 3 гідропульсатор з насадком 5, в якому існують отвори 6 для засмоктування рідини. На насадку 5 встановлена сітка 7 за допомогою гайки 8, та сопло 9, на якому розташована трубка 10 з отворами. На трубці 10 встановлено кільце 11 з розподільчою сіткою 12. На корпусі 4, при допомозі насадка 5, закріплена ванна 13 і закрита кришкою 14. Оброблюваний виріб 15 встановлений у шпиндель 16, який зв'язаний з двигуном-редуктором 17, який закріплено на кришці 14. Кульки 18 знаходяться на розподільчий сітці 12.

Робота установки відбувається наступним чином: На розподільчу сітку 12 засипається дріб 18. В ванну 13 заливається робоча рідина. У шпиндель 16 встановлюється оброблюваний виріб 15. Вмикання вібратора 2 викликає зворотно-поступальний рух мембрани 3. При ході мембрани 3 вниз рідина засмоктується крізь сітку 7 та отвори 6 у камеру 4. Дріб 18 потрапляє у сопло 9. При ході мембрани уверх виникає

надлишковий тиск рідини, що утворює струмінь завдяки якому дріб виштовхується крізь трубку 10 на виріб 15.

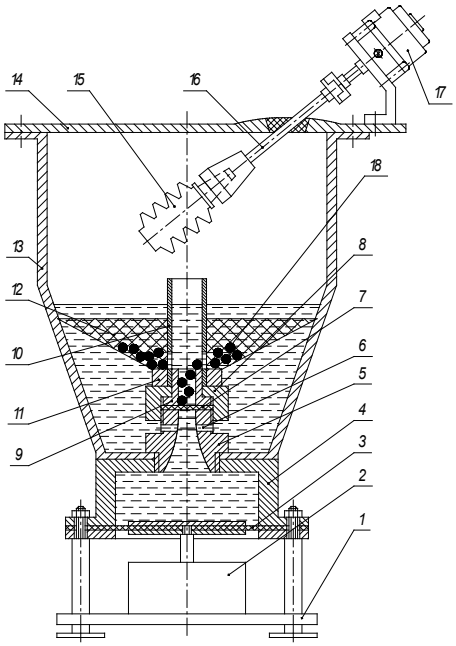


Рисунок 2 – Установка для гідродробоструменевого зміцнення інструментів та деталей машин: 1 – рама; 2 – вібратор; 3 – мембрана; 4 – камера; 5 – насадок; 6 – отвір; 7 – сітка; 8 – гайка; 9 – сопло; 10 – трубка 10; 11 – кільце; 12 – розподільча сітка; 13 – ванна; 14 – кришка; 15 – виріб; 16 – шпиндель; 17 – двигун-редуктор; 18 – кульки

Робота установки відбувається наступним чином: На розподільчу сітку 12 засипається дріб 18. В ванну 13 заливається робоча рідина. У шпиндель 16 встановлюється оброблюваний виріб 15. Вмикання вібратора 2 викликає зворотно-поступальний рух мембрани 3. При ході мембрани 3 вниз рідина засмоктується крізь сітку 7 та отвори 6 у камеру 4. Дріб 18 потрапляє у сопло 9. При ході мембрани уверх виникає надлишковий тиск рідини, що утворює струмінь завдяки якому дріб виштовхується крізь трубку 10 на виріб 15.

При подальшій роботі вібратора 2 цикл повторюється і таким чином здійснюється поверхневе зміцнення виробу 15. Завдяки періодичності викиду порцій дробу зменшується розсіювання енергії при співударі дробинок між собою. Завдяки повільному обертанню шпинделя відбувається рівномірна обробка всієї поверхні виробу.

Висновок: запропоновано конструкцію вібраційної машини для гідродробозміцнення та автоматизацію проведення розрахунків параметрів приводу машини за допомогою програми на ЕОМ.

Перелік посилань

1. Петросов В. В. Гидродробеструйное упрочнение деталей машин и инструмента. .: Машиностроение, 1977. 166 с.

2. Силин Р. И., Гордеев А. И., Савицкий Ю. В. Аналитическое исследование гидропульсационного устройства для мойки // Тези конференції «ТУП в системі реформування освітньої та наукової діяльності подільського регіону». Хмельницький, 1995. С. 311.

УДК 687.053.1 Устаткування, машини і апарати

МЕХАНІЗМ ПЕТЕЛЬНИКА ШВЕЙНОЇ МАШИНИ З П-ПОДІБНОЮ ПЛАТФОРМОЮ

Мачульський В.Б., Горобець В.А., Манойленко О.П.
Київський національний університет технологій та дизайну

Швейні машини з П-подібною платформою призначені для сточування деталей одягу циліндричної форми та для розпошивання краєобметувальних швів на трикотажних виробах плоским ланцюговим стібком і, навіть, для розпошивання швів потайним однонитковим стібком.

Особливістю цих машин є необхідність передачі на значну відстань складного еліпсоподібного руху петельників, за умови жорстких об'ємних обмежень в консолі платформи машини.

Відомі механізми петельників [1] містять розгалужений кінематичний ланцюг зі значними розмірами та масою ланок, що негативно впливає на динамічні характеристики механізмів, а, з урахуванням того, що дані механізми знаходяться в консольній частині платформи невеликого діаметру, - це негативно впливає на ергономічні показники машини та її довговічність. Одночасно з цим, в цих механізмах не передбачено регулювання поздовжнього ходу петельників, що звужує діапазон технологічних можливостей машини в цілому.

На кафедрі механічної інженерії КНУТД розроблено новий механізм петельників, який вільний від вищеперерахованих недоліків (рис.1).

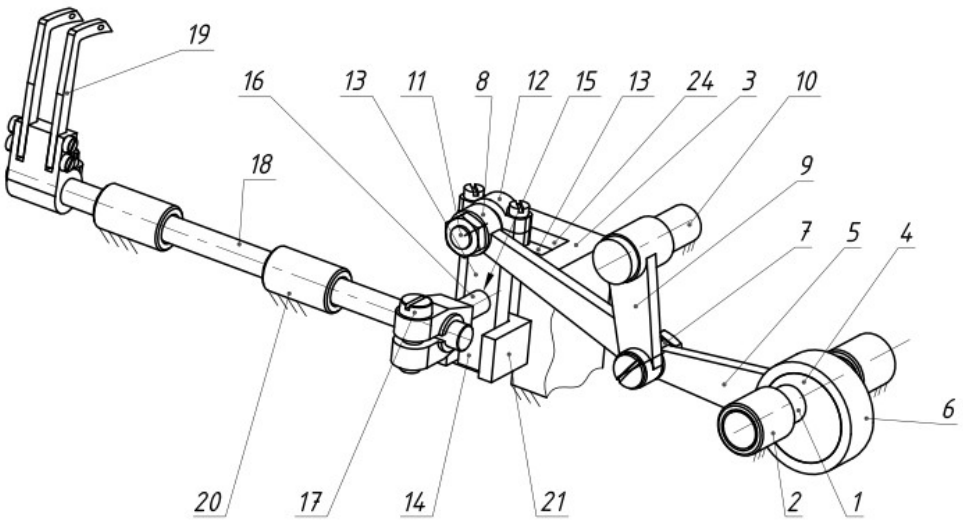


Рис. 1. Механізм петельника швейної машини з П-подібною платформою

Механізм петельника містить приводний вал 1, встановлений в підшипниках 2 корпусу машини 3, з закріпленим на ньому кривошипом 4. Шатун 5 виконаний з трьома головками (відповідно перша – 6, друга – 7, третя – 8). Перша головка 6 з'єднана обертальною кінематичною парою з кривошипом 4, друга головка 7 такою ж кінематичною парою з'єднана з коромислом 9. Інший кінець коромисла 9 з'єднаний обертальною кінематичною парою з корпусом машини 3 за допомогою осі 10. В третій

головці 8 шатуна 5 закріплений сферичний палець 11, який утворює сферичну кінематичну пару з верхньою головкою 12 з'єднувальної ланки 13. Нижня головка 14 з'єднувальної ланки 13 виконана у формі паралелепіпеда та має циліндричний отвір 15, який рухомо з'єднаний з кінцем другого коромисла 16, утворюючи з нею циліндричну кінематичну пару. Друге коромисло 16 клемовим з'єднанням закріплене гвинтом 17 на валу 18 з встановленими на ньому петельниками 19. Вал 18 вільно встановлений у втулках 20 корпусу машини 3. Зовнішня поверхня нижньої головки 14 з'єднувальної ланки 13 вільно охоплена коромислом-кулісою 21, вісь якої утворює обертальну кінематичну пару з каменем-повзуном 22 (рис. 2), який з можливістю регулювання закріплений гвинтом 23 в пазу 24 в корпусі машини 3.

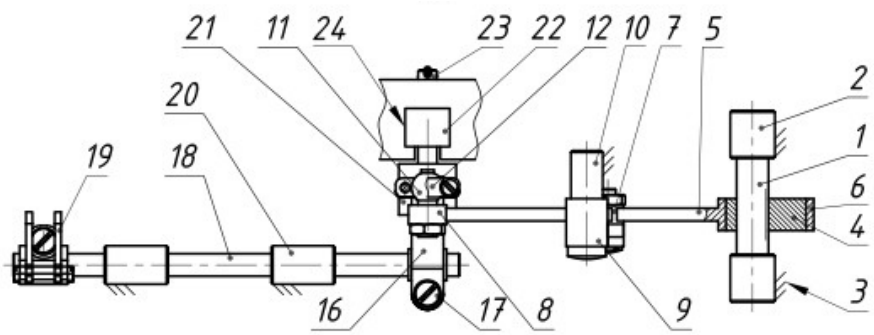


Рис. 2. Механізм петельника швейної машини з П-подібною платформою (вид зверху)

Механізм працює наступним чином.

Обертальний рух приводного вала 1 разом з кривошипом 4 відносно підшипників 2 та корпусу 3 за допомогою коромисла 9 перетворюється в плоско-паралельний рух шатуна 5. Геометричний центр третьої головки 8 шатуна 5 має траєкторію плоскої шатунної кривої близької до кола. За допомогою коромисла-куліси 21 і другого коромисла 16 з'єднувальна ланка 13 здійснює просторовий рух. При цьому в кожний момент часу з'єднувальна ланка 13 має миттєвий центр швидкостей в точці навпроти осі коромисла-куліси 21. За рахунок цього друге коромисло 16 разом з валом 18 отримує, крім поворотних, ще й поздовжні переміщення відносно втулок 20. Такі ж переміщення отримують і петельники 19, носики яких описують еліпсоподібну траєкторію.

Регулювання величини поперечних переміщень петельників 19 здійснюється поворотом другого коромисла 16 на валу 18 після відгвинчування гвинта 17.

Величина поздовжніх переміщень петельників 19 здійснюється зміною положення осі коромисла-куліси 21 разом з каменем-повзуном 22 в пазу 24 після відгвинчування гвинта 23.

Розроблена конструкція механізму, за рахунок введеного регулювання, розширює технологічні можливості машини, оскільки з'являється можливість взаємодії петельників з різними за діаметром голками, а, значить, є можливість зшивати різні товщини матеріалів. Крім того, спрощення конструкції механізму порівняно з існуючими дозволяє покращити динамічні характеристики механізму петельників та швейної машини в цілому.

Конструкція даного механізму може бути реалізована на відомому швейному обладнанні, за відомими технологіями та з використанням звичайних матеріалів.

Перелік посилань

1.Мачульський В.Б. Розроблення механізмів петельників швейних машин з П-подібною платформою / В.Б. Мачульський, В.А. Горобець, О.П. Манойленко // Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості / Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів. – Хмельницький. – 2023. – С. 74 – 75.

УДК 662.997 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОРІДИННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРАННЯ

Дацков В.С., Неймак В. С., Романець Т.П.
Хмельницький національний університет

Побутові пилососи в нашому житті мають велике значення, бо заощаджують наш час та значно полегшують прибирання приміщень, покращують санітарно-гігієнічний стан житла. Поділяються на:

- побутові електропилососи "сухого" чищення призначені для прибирання приміщень, чищення одягу, килимів і м’яких меблів, а також для інших робіт, пов’язаних з використанням розрядження і руху повітря. Вони займають великий відсоток в продажі пилососів.

- пилососи "мокрого" прибирання мають значні переваги і призначені для вологого прибирання кафельних і кам’яних полів, килимових і ПВХ-покриттів будь-яких пластикових панелей, а також матраців, м’яких меблів, гардин. Деякі моделі дозволяють зміною насадки помити вікна, сантехніку, облицьовані плиткою стіни і навіть прочистити забруднену раковину. Тобто генеральне прибирання по повній програмі.

- парові пилососи - зручні, компактні, легкі у використанні і відзначаються своєю універсальністю, почистять вікна, штучні матеріали, кераміку, хром, мармур, душові кабіни, ванни, раковини, унітази, арматуру, зливні отвори і дзеркала. Потужний потік пара глибоко очищає та видаляє плями з м’яких меблів, килимів, паласів і килимових покриттів. Обробляючи меблі з дерева і шкіри паром, значно покращуються їх зовнішній вигляд і продовжуються строки їх використання. Пароочисники в два рази скорочують час прибирання і дозволяють економити на синтетичних миючих засобах, які застосовують у водних пилососах.

Зараз виготовляються і промислові пилососи які успішно прибирають: абразивний і промисловий пил, дрібне будівельне сміття, дрібну стружку, окалину, пролиті рідини, бите скло і скляний пил, порошкові полімерні барвники і інші дрібнодисперсні порошки, шерсть тварин та інше.

Аналіз стану виробництва в Україні показує:

- позитивну динаміку за період 1970-1990 років - високі темпи зростання виробництва, випуск пилососів збільшився в понад 3 рази;
- негативну динаміку за період 1990-2007 років - високі темпи зниження виробництва, обсяг випуску пилососів зменшився в понад 10 разів.

Різке зниження обсягів виробництва в основному пояснюється низьким рівнем купівельної спроможності населення, невисокою конкурентоспроможністю вітчизняної побутової техніки порівняно з аналогічною імпортною продукцією.

Проведено аналіз конструкцій пилососів, що використовуються у господарстві, в

результаті якого зроблено висновок, що розробка вітчизняної конструкції миючого пилососа є актуальною.

Розроблено конструкцію миючого пилососа, зокрема його будову, електричну схему. Також розроблено рекомендації для його експлуатації.

Проведено аналіз основних технологічних параметрів миючого пилососа. Проведено розрахунок повітродувного двигуна. Проведено розрахунок аеродинамічного тракту пилососа Розраховано всі необхідні параметри миючого пилососа, зокрема середньорічне напрацювання, витрату повітря.

Перелік посилань

1. Історія створення пилососів [Електронний ресурс] // Все для пилососів. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://filtermdp.com/uk/kb-uk/історія-створення-пилососів.

2. Попович М. Г. Електричні машини та електропривод побутової техніки: Підручник / М. Г. Попович, Л. Ф. Артеменко. – Київ: Либідь, 2004. – 352 с.

УДК 621 Устаткування, машини і апарати

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ФРИКЦІЙНОГО ПРИВОДУ ШВЕЙНИХ МАШИН

М. Тимощук, О. Поліщук, С. Лісевич

Хмельницький національний університет

Сучасна швейна промисловість вимагає високої точності та ефективності роботи обладнання. Розробка стенду для дослідження приводів швейних машин дозволить вивчати і оптимізувати робочі параметри приводів, що підвищить якість швейної продукції та продуктивність роботи. Ефективність приводів безпосередньо впливає на загальне споживання енергії швейними машинами. Вдосконалення та оптимізація приводів можуть значно знизити енергетичні витрати, що є важливим у контексті зростаючих цін на енергоресурси та потреби в екологічній сталості.

Дослідження роботи приводів дає можливість виявлення та усунення потенційних дефектів у їх конструкції та роботі, що сприяє підвищенню надійності та тривалості служби швейних машин. Стенд стане ефективним інструментом для навчання студентів та фахівців, що займаються ремонтом та обслуговуванням швейного обладнання, дозволяючи їм глибше зрозуміти принципи роботи сучасних приводів.

Швейна промисловість є динамічною та швидко адаптується до змін на ринку та вимог споживачів. Створення стенду дозволить швидко реагувати на нові тенденції, впроваджуючи інноваційні рішення в області приводних технологій та може стимулювати інноваційний розвиток не тільки в швейній промисловості, а й в суміжних галузях, де використовуються подібні приводи.

Електромеханічний фрикційний привод, що використовується в швейних машинах, є важливим компонентом, що визначає ефективність і якість шиття. Він базується на взаємодії між електромотором і фрикційним механізмом. Електродвигун генерує обертовий рух, який через фрикційні елементи передається на робочі частини швейної машини. Цей механізм може включати фрикційні диски, що забезпечують необхідний крутний момент для роботи машини. Через тертя між дисками передається енергія від мотора до робочих елементів.

Однією з ключових особливостей фрикційних приводів є можливість регулювання швидкості обертання, що забезпечується зміною тиску між фрикційними дисками. Це дозволяє оператору точно контролювати швидкість шиття.

Сучасні електромеханічні фрикційні приводи часто оснащені електронними системами управління, які підвищують енергоефективність і дають кращий контроль над процесом шиття. Електромеханічні фрикційні приводи зазвичай характеризуються високою надійністю і тривалим терміном служби, оскільки вони мають відносно просту конструкцію і не вимагають частих технічних обслуговувань. Такі приводи можна зустріти в різних типах швейних машин, від простих побутових до складних промислових моделей, оскільки вони ефективно адаптуються до різних умов роботи [1, 2]. Розробка і впровадження електромеханічних фрикційних приводів у швейні машини значно підвищила ефективність швейного виробництва, забезпечуючи високу точність, гнучкість і якість шиття.

Враховуючи вищезазначене можна констатувати, розробка стенду для дослідження приводів швейних машин є важливою та актуальною задачею, що сприятиме технічному прогресу, економічній ефективності та якості виробництва в швейній індустрії.

Перелік посилань

1. Двигуни для промислових швейних машин [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://overlock.com.ua/ua/category/komplektuyushchie/servoprivody/.

2. Електроприводи для швейної машини [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://sweika.com.ua/ua/260-dvigateli-dlya-shveynyh-mashin

УДК 687.053.9 Устаткування, машини і апарати

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ЛЮВЕРСІВ У ВИРОБАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

А. Туз, О. Поліщук
Хмельницький національний університет
М. Рубанка
Київський національний університет технологій та дизайну

У недавні роки якість та різноманітність одягу, взуття та шкіргалантереї, вироблених в Україні, значно покращилися, завдяки дотриманню ряду стандартів. Металева фурнітура вирішально впливає на довговічність і безпеку продукції легкої промисловості, але при використанні неякісної фурнітури термін служби виробів може скоротитися до декількох днів. В Україні майже немає підприємств, що виробляють фурнітуру, більшість існуючих перетворені на малі майстерні або закриті, що веде до дефіциту фурнітури і інструментів для її встановлення на ринку, таких як пробійники, пуансони та матриці.

Якість фурнітури і відповідних інструментів безпосередньо впливає на дефекти готових виробів. Одним із ключових аспектів якості є точність пробивання отворів для металевої фурнітури. Підприємства, що виготовляють одяг, взуття та шкіргалантерейні вироби, стикаються з проблемою формування отворів для металевої фурнітури, що здійснюється за допомогою фізичних і механічних методів, таких як свердління, вирубування пробійником або пропалювання паяльником.

Різні методи вирубування, від ручних до механічних, часто призводять до травм на виробництві та зниження якості продукції. Вони також сповільнюють виробничий процес, спричиняючи витрати енергії, брак матеріалів та зниження продуктивності та ефективності роботи.

На сьогодні є актуальним питання створення установки для дослідження процесу встановлення металевих люверсів у виробах легкої промисловості [1]. Актуальність створення стенду зумовлена наступними факторами: підвищенням якості виробів; стандартизацією процесу; оптимізацією виробничих процесів; розвитком нових технологій тощо. Встановлення металевих люверсів є важливим етапом у виробництві виробів легкої промисловості, таких як одяг, взуття, сумки, кемпінгове обладнання тощо. Надійність кріплення люверсів безпосередньо впливає на довговічність та естетичний вигляд продукції. Створення установки для дослідження дозволить стандартизувати процес встановлення люверсів, що забезпечить однорідність якості у всій лінійці продукції. Установка допоможе у виявленні оптимальних параметрів та методик встановлення люверсів, що призведе до зниження витрат часу та ресурсів у виробництві. Дослідження може сприяти розробці нових технологій та устаткування для автоматизації процесу встановлення люверсів, що підвищить ефективність виробництва. Установка може бути використана для навчальних цілей у вищих навчальних закладах, які готують спеціалістів для легкої промисловості, забезпечуючи студентам практичні навички та глибше розуміння процесів. Оптимізація процесу встановлення люверсів може зменшити відходи виробництва та сприяти екологічній стійкості в галузі.

Таким чином, створення такої установки відповідає потребам сучасного ринку та відкриває шлях для подальших інновацій у легкій промисловості.

Для дослідження зусиль, необхідних для пробивання матеріалу та переміщення робочих органів, був створений експериментальний стенд на базі простого ручного механічного пресу, модифікованого з використанням пневматичного приводу. Основою для стенду послужив ручний механічний прес марки «Presmak» (рис.1).

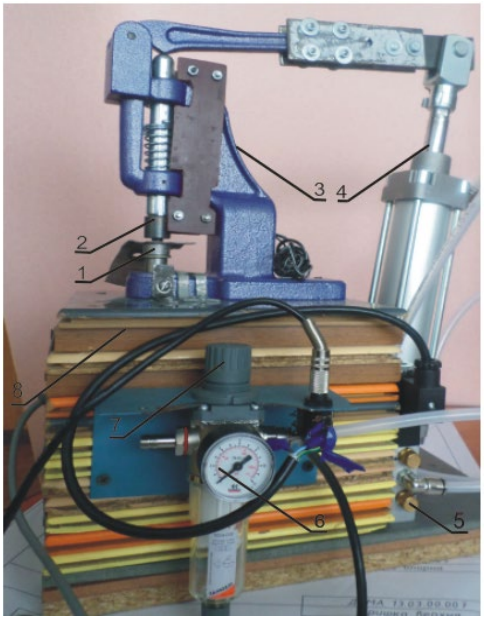


Рис.1. Установка для дослідження процесу встановлення металевих люверсів у виробах легкої промисловості: 1-матриця; 2- пуансон; 3- ручний механічний прес;4- пневматичний циліндр; 5- пневматичний розподільник; 6 – манометр, 7- регулятор тиску; 8- основа

Для забезпечення необхідного зусилля під час пробивання та встановлення металевих люверсів було використано пневматичний привод. Пневматичний привід має переваги, такі як надійність, швидкість реакції, простота використання та економічність. Однак слід зазначити, що пневматичний привід може створювати ударні навантаження через здатність повітря акумулювати енергію при стисненні, яка може перетворюватись на кінетичну енергію рухомих частин. Такий недолік вимагає використання спеціальних засобів для забезпечення плавності і точності руху робочих елементів обладнання.

Установка для дослідження встановлення металевих люверсів складається з наступних елементів: матриці і пуансона для пробивання отворів і встановлення фурнітури в матеріалі, пневмоциліндра, пневморозподільника, манометра-регулятора тиску, корпусу механічного пресу, педалі управління, блоку живлення, компресора, силовимірювального датчика Tedea 619-2T від Vishay, змінного тензорезистора, комп'ютерної вимірювальної системи.

Матриця і пуансон служать для вирубування отворів та встановлення фурнітури. Пневмопривод працює від компресора з робочим тиском 0,4-1,0 МПа. Перед роботою активується компресор і приєднується педаль для керування процесом. Після включення блоку живлення і подачі стисненого повітря, натиснення на педаль спричиняє переключення пневморозподільника і подачу повітря в пневмоциліндр. Манометр та регулятор тиску дозволяють контролювати тиск.

Пневмоциліндр, шарнірно закріплений до корпусу пресу, активує важіль, що рухає шток з пуансоном. Важливо слідкувати за правильним розміщенням робочих інструментів, щоб уникнути зазорів або зміщення, які можуть призвести до браку. Блочка люверса фіксується на щупальцях пуансона, а фіксуюче кільце розміщується на торцевому пазу матриці.

Використовується пневмоциліндр серії 40N2L050AO150 від "Camozzi", Італія, з особливостями, такими як демпфери на кінці ходу, пластикові шайби для безшумної зупинки поршня і напрямну бронзову втулку в передній кришці для ковзання штока.

Розроблена установка має практичну цінність та буде використана в навчальному процесі Хмельницького національного університету, зокрема при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Устаткування для виготовлення виробів».

Перелік посилань

1. Поліщук О.С. Електромеханічне пресове обладнання на підприємствах легкої промисловості: монографія / О.С. Поліщук. – Хмельницький: Видавництво PolyLux, 2018. – 285с.

УДК 621 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА ДЕРЕВИНИ

О. Стаднічук, О. Поліщук, А. Поліщук
Хмельницький національний університет

Актуальність розробки подрібнювача деревини заснована на низці ключових чинників, що відіграють значну роль у сучасних виробничих і екологічних умовах, а саме: потреба у ресурсоощадженні; екологічна стійкість; виготовлення альтернативного палива тощо.

У сучасному світі, де питання ефективного використання природних ресурсів набуває все більшого значення, подрібнювачі деревини дозволяють ефективно переробляти деревинні відходи, знижуючи витрати на утилізацію та забезпечуючи повторне використання цінного ресурсу. Використання подрібнювачів деревини дозволяє зменшити обсяг відходів, що потребують звалищ або спалювання, тим самим знижуючи екологічний вплив. Подрібнена деревина може бути використана як біомаса для виробництва теплової енергії, що є важливим аспектом у переході до відновлюваних джерел енергії. Подрібнювачі деревини важливі для переробки обрізків та відходів, що виникають у меблевій промисловості та будівництві, тим самим оптимізуючи виробничий процес. Подрібнена деревина широко використовується для мульчування в ландшафтному дизайні, а також для очищення територій від гілок і деревини після обрізки дерев. Зменшення об'єму деревинних відходів за допомогою подрібнення сприяє більш ефективному їх транспортуванню та зберіганню. Розробка і впровадження новітніх технологій у конструкцію подрібнювачів дозволить збільшити продуктивність та ефективність утилізації деревинних відходів. Зростаючий попит на продукцію з переробленої деревини, таку як пелети, ДВП, ДСП, вимагає відповідної технічної підтримки у вигляді надійних подрібнювачів.

Враховуючи ці аспекти, розробка ефективних, екологічно безпечних і технологічно передових подрібнювачів деревини є актуальною та важливою задачею, спрямованою на підвищення ефективності ресурсовикористання та зменшення екологічного навантаження.

На ринку представлено широкий асортимент подрібнювачів деревини, які відповідають різним виробничим вимогам [1]. Ці машини можуть бути стаціонарними, мобільними, оснащеними конвеєрними системами, дизельними або електричними двигунами, пропонуючи гнучкість використання без втрати якості продукції. Такі установки можуть працювати від одного електродвигуна чи дизельного двигуна, що знижує енергоспоживання, але забезпечує високу продуктивність та енергоефективність.

Подрібнювачі деревини поділяються на наступні групи [2]:

1. Залежно від типу робочого органу:

- дискові подрібнювачі, робочий орган яких виконаний у вигляді плоского або профільного (гелікоїдального) диска з ножами на ньому;

- барабанні подрібнювачі, робочий орган яких виконаний у вигляді барабана з ножами на зовнішній поверхні:

- рубальні машини з робочим органом у вигляді циліндра;

- рубальні машини з робочим органом як конуса;

- дереводробарки з робочим органом у вигляді двох конусів, розташованих на одній осі і з’єднаних один з одним вершинами;

2. За мобільністю:

- пересувні подрібнювачі деревини; (причіпні, напівпричіпні, змонтовані на рамі базового трактора)

- стаціонарні щеподробилки;

3. За способом завантаження деревини:

- рубальні машини з горизонтально розташованим завантажувальним бункером, деревину в який подають вручну, ланцюговим або стрічковим транспортером, рольгангом або шнеками;

- рубальні машини із завантажувальним бункером, нахиленим у вертикальній площині, деревина в якому переміщається за рахунок гравітаційних сил;
- рубальні машини з комбінованим завантаженням.

4. За способом видалення тріски з машини:
- видалення тріски вгору тріскачом за допомогою повітряного потоку;
- видалення тріски вниз на транспортер;
- "ненаголошене" видалення тріски, що відбувається приблизно в напрямку подачі сировини в машину.

Використовуючи програмне середовище SolidWorks було розроблено конструкцію подрібнювача деревини. Дане устаткування представлено на рис.1.

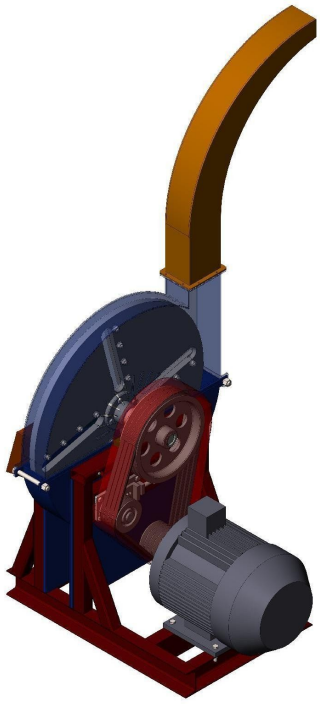


Рис.1. Загальний вигляд подрібнювача деревини

Перелік посилань

1. Типи та застосування подрібнювачів деревини [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ua.biopelletline.com/info/types-and-uses-of-wood-shredders-70362531.html.

2. Дробарки деревини в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dlight.com.ua/ua/articles/drobarki-derevini.

УДК 677.055 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Є. Гладишев, М. Рубанка, В. Дворжак

Київський національний університет технологій та дизайну

На сьогоднішній день легку промисловість слід вважати однією з найважливіших галузей з виробництва товарів народного споживання, що активно розвивається та поступово збільшує свої потужності [1-3].

Найпоширенішим та найбільш перспективним видом технологічного обладнання легкої промисловості й надалі лишається в'язальне обладнання, яке за кількістю ланок, механізмів та робочих органів можна віднести до найбільш складного обладнання галузі. Першочерговим завданням підприємства є виготовлення продукції належної якості при якомога менших витратах часу та матеріальних ресурсів. При цьому обладнання, що задіяне в технологічних процесах, має бути ефективним, довговічним та надійним. Це дозволить знизити непродуктивні витрати часу пов'язані з обслуговуванням машин, їх налагодженням та ремонтом [4, 5].

Однією із основних причин зниження надійності та довговічності роботи технологічного обладнання легкої промисловості, зокрема в'язальних машин, є значні динамічні навантаження, що виникають в період несталих режимів роботи (пуск, гальмування, перемикання механізмів тощо) [6-8].

Варто зазначити, що існуючі конструкції пристроїв зниження динамічних навантажень (пружні муфти, фрикційні муфти тощо) [9, 10] не завжди можуть бути використані в приводах технологічного обладнання легкої промисловості, зокрема в'язальних машин. Підвищення ефективності роботи технологічного обладнання легкої промисловості, зокрема в'язальних машин, й надалі лишається актуальним питанням. Саме тому, при проектуванні цього обладнання першочергово варто приділити увагу зниженню динамічних навантажень в приводі, що дозволить підвищити ефективність роботи та зменшити кількість аварійних зупинень. Вирішення цієї проблеми без удосконалення пристроїв зниження динамічних навантажень в контексті використання в приводах технологічного обладнання легкої промисловості, зокрема в'язальних машин, апріорі неможливе.

Авторами пропонується нова конструкція пристрою зниження динамічних навантажень у вигляді пружної муфти в двох варіантах виконання (рис. 1, 2), що може бути інтегровано в привод технологічного обладнання легкої промисловості, зокрема в'язальних машин.

Запропонована конструкція пружної муфти вирізняється універсальністю використання, ефективністю роботи, простотою монтажу, подальшого обслуговування та порівняно невисокою вартістю виготовлення. Пружність елементів запропонованої муфти в повній мірі дозволяє виконувати функції демпферного пристрою зниження динамічних навантажень в період несталих режимів роботи.

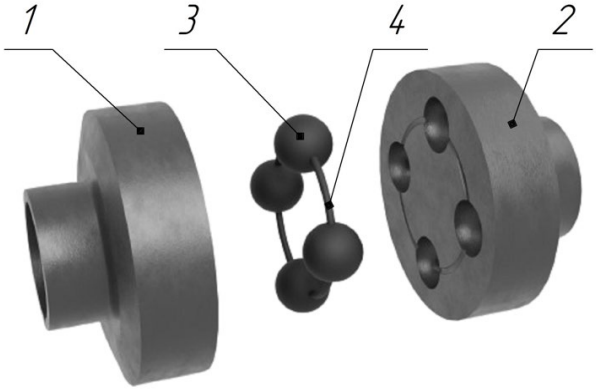


Рис. 1. 3D модель пружної запобіжної муфти (варіант виконання I):
1, 2 – напівмуфти; 3 – пружний елемент сферичної форми; 4 – з'єднувальний елемент

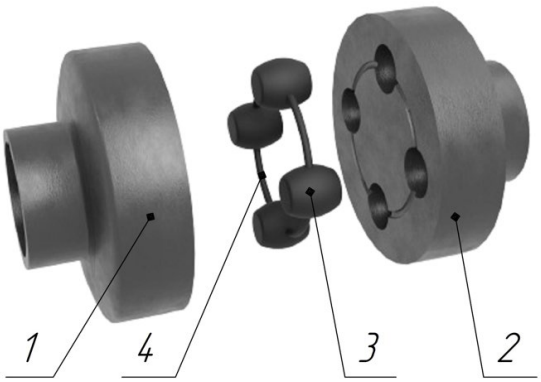


Рис. 2. 3D модель пружної запобіжної муфти (варіант виконання II):
1, 2 – напівмуфти; 3 – пружний елемент бочкоподібної форми; 4 – з'єднувальний елемент

Слід відмітити, що запропонована муфта окрім пружних властивостей, виконує функції запобіжної муфти. Тобто, при перевищенні максимально допустимого обертального моменту, що передається між валами технологічної машини, відбувається руйнація пружних елементів (зникає фізичний зв'язок між напівмуфтами) та аварійне зупинення виконавчих (робочих) механізмів без їхнього подальшого виходу з ладу. Враховуючи порівняно велику кількість ланок, механізмів та робочих органів, ремонт цього обладнання потребує величезних витрат часу, матеріальних та людських ресурсів. Також не варто забувати про якість продукції, що виготовляється, обсяги виробництва, збільшення кількості розбракованих товарів. Всі ці елементи технологічного процесу виготовлення продукції в повній мірі залежать від ефективності, надійності та довговічності задіяного обладнання.

Перелік посилань

1. Легка промисловість України: реалії та перспективи розвитку [Текст] : експертно-аналітична доповідь / [І. М. Грищенко, Т. Л. Ізовіт, А. В. Курганський та ін.]. — К. : КНУТД, 2015. — 80 с.

2. Фаріон Н. О. Сучасний стан легкої промисловості України: проблеми та шляхи їх вирішення / Н. О. Фаріон // Ефективна економіка. – 2015. – № 10. – С. 1-7.

3. Іщук С. О. Проблеми та особливості розвитку легкої промисловості в Україні: статистичний порівняльний аналіз із країнами Євросоюзу / С. О. Іщук, Л. Й. Созанський // Статистика України. – 2020. – № 1. – С. 42-50.

4. Гладишев Є. В. Розроблення конструкцій пристроїв зниження динамічних навантажень приводів в'язальних машин / Є. В. Гладишев, М. М. Рубанка, В. М. Дворжак // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 23 листопада 2023 року. – Київ : КНУТД, 2023. – С. 109-110.

5. Чабан В.В. Приводи в'язальних машин (нові розробки та елементи розрахунків): монографія / В. В. Чабан, Б. Ф. Піпа, О. В. Чабан. – К.: КНУТД, 2016. – 451 с.

6. Піпа Б.Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К.: КНУТД, 2005. – 294 с.

7. Чабан В.В. Динаміка основов'язальних машин / В.В. Чабан, Л.А. Бакан, Б.Ф. Піпа. – К.: КНУТД, 2012 - 287 с.

8. Піпа Б.Ф. Приводи круглов'язальних машин (нові розробки та елементи розрахунку) / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, А.І. Марченко. – К. : КНУТД, 2007. – 400 с.

9. Піпа Б. Ф. Нові конструкції деталей, вузлів та механізмів машин / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, А. І. Марченко. – К. : КНУТД, 2006. – 322 с.

10. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків : навч. посіб. / В.О. Малащенко. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. - 208 с.

УДК 621 Устаткування, машини і апарати

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИШИВАННЯ ЕТИКЕТОК ТА ЗАСТІБОК НА МАШИНАХ ЦИКЛІЧНОГО ШИТТЯ

О. Нємий, М. Скиба, О. Поліщук
Хмельницький національний університет

Автоматизація швейних машин сприяє значному підвищенню продуктивності швейного виробництва. Завдяки автоматизованим системам, машини можуть працювати швидше і ефективніше, одночасно виконуючи різноманітні швейні операції без прямої участі оператора. Вонадозволяє знизити витрати на ручну працю, оскільки одна машина може виконувати завдання, які раніше потребували декількох працівників. Це також знижує витрати на навчання та менеджмент персоналу.

Автоматизовані швейні машини забезпечують високу точність і однорідність швів, що позитивно впливає на якість готової продукції. Це особливо важливо для виробництва високоякісного одягу та текстилю. Такі сучасні швейні машини можуть бути швидко переналаштовані для виконання різноманітних завдань, що забезпечує велику гнучкість у виробництві. Вони можуть адаптуватися до змін у модельних лінійках, тканинах та дизайнах.

Автоматизація швейних машин інтегрується з різними цифровими технологіями, включаючи комп'ютерне моделювання, CAD/CAM-системи та IoT (Інтернет речей), що відкриває нові можливості для інновацій та оптимізації виробничих процесів. Вона знижує фізичне навантаження на працівників та зменшує ризик виробничих травм, оскільки більшість повторюваних та важких завдань виконуються машиною. Автоматизація може сприяти екологічній стійкості виробництва завдяки оптимізації використання матеріалів, зменшенню відходів та ефективному управлінню ресурсами. Вона є ключовим фактором в підвищенні ефективності та конкурентоспроможності в галузі текстилю та одягу. Вона відповідає сучасним вимогам ринку, підвищуючи якість та гнучкість виробництва, а також сприяє створенню більш безпечного та екологічно чистого виробничого середовища.

Технологічні операції пришивання етикеток та застібок на швейних виробах є важливими компонентами у процесі виробництва одягу. Ці процеси можна описати наступним чином:

- етикетки на одязі часто містять важливу інформацію про виріб, включаючи бренд, розмір, склад матеріалу, інструкції по догляду та країну виробництва. Технологічна операція пришивання етикеток вимагає точності та акуратності, оскільки це впливає на зовнішній вигляд та якість кінцевого продукту. Етикетки можуть бути пришиті в різні частини виробу: на комірець, бічний шов, внутрішню частину виробу тощо;

- застібки можуть включати кнопки, блискавки, гачки, пряжки тощо. Ці компоненти відіграють ключову роль у функціональності та дизайні одягу. Пришивання застібок також вимагає точності, адже неправильно пришита застібка може зіпсувати зовнішній вигляд виробу та його практичність. Наприклад, неправильно пришита кнопка або блискавка може ускладнити процес одягання та зняття одягу.

Обидві ці операції вимагають уважності та високої якості виконання, оскільки вони безпосередньо впливають на зовнішній вигляд, комфорт використання та загальну якість готового одягу. У сучасному виробництві існує потреба в автоматизації цих процесів для підвищення ефективності та скорочення виробничих витрат.

Розробка пристрою для автоматизації процесу пришивання етикеток та застібок на машинах циклічного шиття є важливою задачею в сучасному швейному виробництві [1]. Автоматизація цього процесу може значно підвищити продуктивність, оскільки вона знижує час, необхідний для виконання цих робіт, що є особливо важливим при масовому виробництві. Автоматизація пришивання етикеток та застібок знижує залежність від ручної праці, що дозволяє зекономити кошти на оплаті праці. Також це може зменшити помилки, які часто виникають при ручній роботі, та підвищити загальну якість продукції. Автоматизоване пришивання етикеток та застібок дозволяє досягти високої точності та однорідності швів. Це сприяє поліпшенню якості готової продукції, що є важливим фактором у конкурентній боротьбі на ринку текстилю та одягу. Автоматизовані системи легко адаптуються до змін у дизайні або типі продукції, що дозволяє швидко реагувати на модні тенденції та зміни попиту на ринку. Автоматизація може також сприяти більш екологічному виробництву, оскільки зменшує відходи матеріалів та використання ресурсів.

Враховуючи ці фактори, розробка автоматизованого пристрою для пришивання етикеток та застібок є актуальною та важливою для підвищення конкурентоспроможності виробників у текстильній галузі.

Перелік посилань

1. Провідні виробники швейного обладнання [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://sm-ua.com/brands/.

УДК 621 Устаткування, машини і апарати

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ПРИВОДУ ЛАЗЕРНОЇ ГОЛОВКИ ШВЕЙНОЇ МАШИНИ ЦИКЛІЧНОГО ШИТТЯ

М. Красій, О. Поліщук, С. Лісевич
Хмельницький національний університет

Швейні машини циклічного шиття займають важливе місце у виробництві одягу, особливо коли йдеться про масове виробництво однотипних елементів або деталей одягу. Ці машини працюють за принципом повторення одного і того ж швейного процесу, цикл за циклом, що дозволяє автоматизувати та значно прискорити процес шиття.

Використання машин циклічного шиття є ефективним для виконання таких операцій, як пришивання ґудзиків, петель, кишень та інших стандартних елементів. Машини можуть бути програмовані для виконання певного набору дій, що забезпечує високу точність та однорідність кінцевого продукту. Це також зменшує необхідність участі оператора та знижує ймовірність людської помилки.

Автоматизовані машини циклічного шиття часто оснащені сенсорами та іншими системами відстеження, які контролюють якість шва та вчасно виявляють помилки або несправності у роботі обладнання. Такий підхід дозволяє швидко реагувати на будь-які проблеми та підтримувати неперервний та ефективний процес виробництва.

Швейні машини циклічного шиття ідеально підходять для промислових швейних підприємств, де потрібно швидко та якісно виготовляти великі обсяги продукції. Їх застосування допомагає значно знизити виробничі витрати та підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку.

Швейні машини циклічного шиття випускаються багатьма провідними світовими виробниками, серед яких можна виділити такі відомі бренди:

- Juki Corporation - японська компанія, відома своїми інноваційними швейними машинами для промислового та домашнього використання;

- Brother Industries - ще один відомий японський виробник, який пропонує широкий асортимент швейних машин, включаючи ті, що призначені для спеціалізованих циклічних операцій;

- Singer Corporation - історичний бренд зі Сполучених Штатів, який також має в своєму асортименті промислові швейні машини циклічного шиття;

- Pfaff - німецька компанія з довгою історією, вона пропонує широкий спектр швейних машин, від домашніх до промислових моделей;

- Bernina International - швейцарський виробник, який спеціалізується на виробництві високоякісних швейних машин для домашнього та промислового використання;

- Durkopp Adler - німецька компанія, відома своїми промисловими швейними машинами, включаючи ті, що призначені для автоматизованого циклічного шиття.

- Jack Sewing Machine Co.LTD – китайська компанія, яка випускає швейне устаткування під торговою маркою «Bruce» [1].

Ці компанії відомі своєю надійністю, інноваційними технологіями та здатністю задовольняти потреби як невеликих ательє, так і великих виробничих підприємств. Вони не тільки виготовляють швейні машини, але й забезпечують післяпродажне обслуговування та підтримку, а також розробляють спеціалізоване обладнання для конкретних застосувань у швейній промисловості.

Bruce - це торгова марка, яка зарекомендувала себе на ринку швейного обладнання. Компанія пропонує широкий спектр швейних машин, включаючи ті, що призначені для циклічного шиття. Вироби марки Bruce відомі своєю високою якістю, надійністю та здатністю витримувати інтенсивне використання в промислових умовах [1].

Bruce виготовляє як універсальні, так і спеціалізовані швейні машини, здатні задовольняти потреби різних сегментів ринку, від виробництва одягу та взуття до обробки спеціалізованих матеріалів, як-от технічні текстилі. Крім того, компанія надає підтримку та сервісне обслуговування, що робить її вибором для багатьох підприємств, які шукають комплексні рішення для своїх швейних потреб.

Одним із удосконалень машин циклічного шиття може бути їх укомплектування лазерною головкою для прорізання матеріалу. Тому актуальним питанням є розробка приводу для даного вузла. Наявність такої головки дозволить:

1. Підвищити точність та швидкість шиття. Використання лазерної головки в машинах циклічного шиття значно підвищує точність швів та дозволяє працювати з більш високою швидкістю, що є критично важливим для промислового виробництва одягу та текстильних виробів.

2. Автоматизувати процес шиття. Інтеграція лазерної головки з програмним забезпеченням та механізмами управління дозволяє автоматизувати процес шиття, знижуючи залежність від ручної праці та збільшуючи виробничу ефективність.

3. Розширити функціональні можливості машин. Лазерні головки забезпечують додаткові можливості, як-от гравірування, різання та маркування на тканині, розширюючи спектр дизайнерських та виробничих можливостей.

4. Зменшити відходи матеріалу. Точне керування роботою лазерної головки дозволяє оптимізувати використання матеріалу, зменшуючи обсяги відходів, що є особливо важливим в контексті сталого розвитку та екологічної відповідальності.

5. Покращити якість продукції. Використання лазерної техніки дозволяє досягти високої якості обробки країв та швів, що підвищує загальну якість готових виробів.

6. Поліпшити інноваційний розвиток швейної промисловості. Інтеграція новітніх технологій, таких як лазерні головки, сприяє інноваційному розвитку швейної галузі, забезпечуючи конкурентоспроможність на міжнародному ринку.

Розробка приводу лазерної головки для машин циклічного шиття відповідає сучасним тенденціям індустріалізації, автоматизації та цифровізації виробничих процесів, що робить її важливою та актуальною для сучасного виробництва.

Перелік посилань

1. Промислові машини Bruce [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://sm-ua.com/bruce/.

УДК 641 Устаткування, машини і апарати

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ НАПІВАВТОМАТУ ДЛЯ ПРИШИВАННЯ ФУРНІТУРИ

Попитченко Б.В., Драпак Г.М., Лісевич С.П., Манзюк Е.А.
Хмельницький національний університет

В даний час, в нашій легкій промисловості, широке використання знайшли швейні машин автоматичної на напівавтоматичної дії. Ці машини містять у собі багато різних технологічних функцій, засобів механізації та автоматизації для забезпечення виконання технологічних операцій з виготовлення одягу.

Аналізуючи існуючий парку швейного обладнання, ми можемо зробити висновок, що не всі швейних машин оснащені такими приводами голководіїв, що забезпечують безпечні умови праці. Завданням нашого проектування є дослідження приводу швейного напівавтомату для пришивання фурнітури.

Зробивши аналіз роботи даного напівавтомату зробимо висновок, що він недостатньо надійний в роботі, має інтенсивний знос кінематичних пар кривошип-шатун, втулка-коливний вал, немає механізму відключення голки, коли вона стикається з твердим тілом, зокрема з ґудзиком. А це може привести до псування виробу, швейної машини та її механізмів та травматизму оператора.

Тому потрібно зробити аналіз існуючих приводів голководіїв швейних машин та їх основі розробити необхідний механізм для відключення голки та встановити його на базову машину-напівавтомат для пришивання фурнітури, а також розробити ряд ремонтних заходів для забезпечення тривалої роботи механізмів швейної машини-напівавтомату для пришивання фурнітури.

При виконанні технологічного процесу зшивання виробів на даній машині можливе потрапляння голки на ґудзик або інше тверде тіло. Внаслідок чого може зламатись голка, бути пробитий ґудзик, можлива поломка голководія. Тому пропонується встановити у

механізмі голководія пристрій для відключення голководія від привода швейної машини при потраплянні голки на тверду поверхню.

Для встановлення в механізм відключення в якості відключаючого елемента використана сферична та сегментна модель.

Розрахунок сферичної моделі механізму відключення голки. Розглянемо одне із запропонованих технічних рішень механізму голкового запобіжника. Конструкція голкового запобіжника є досить простою. Однак, голковий запобіжник виконує своє функціональне призначення та не вносить суттєвих змін у конструкцію швейної машини. Запобіжник розташований у ланцюгу механізму приводу голки. Він знаходиться у хомутику 1 (рис. 2.11), який приєднаний до голководія 2 та шатуна (на рисунку не зображено). Механізм містить робочий елемент – кулю 3. Куля притискується пружиною 4 до заглибини 5, поверхня якої еквідістантна поверхні кулі, що розташована на голковідієві. Якщо виникає ситуація, коли зусилля проколювання перевищує граничні значення, куля витискається із заглибини на поверхні голководія та створюються умови при яких голководій переміщується відносно хомутика. Використання такої конструкцій механізму запобіжника дозволяє відключити голку від механізму її привода. Проектування механізму потребує розрахунку зусилля при якому відбувається спрацювання системи.

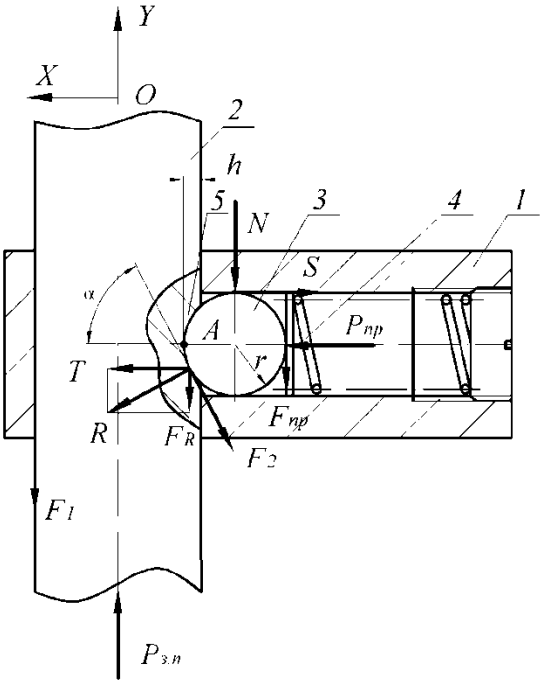


Рисунок 1 - Розрахункова модель механізму голкового запобіжника з робочим елементом кулею

Механізм голкового запобіжника приводиться в дію при виникненні зусилля проколювання більше гранично допустимого. Суть методики полягає у визначення цієї сили. Для оцінки нормальної роботи механізму голководія нам необхідно також знати зусилля проколювання голки $P_{п.с}$. Для забезпечення нормальної роботи механізму зусилля $P_{п.с} < P_{кр}$. При $P_{п.с} \geq P_{кр}$ можливий небезпечний поздовжній прогин голки, а також поломка голки.

Гранично допустиме зусилля проколювання знайдемо з умови стійкості голки.

$$[P_{п.с}] = \frac{P_{кр}}{\eta_{ст}}, \quad (1)$$

де $\eta_{ст}$ - коефіцієнт запасу стійкості, $\eta_{ст}$ = 1,5…3,0.

Критичне зусилля проколювання

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 E J_{\min}}{(\mu l)^2}, \quad (2)$$

де E - модуль пружності, $E = 2 \cdot 10^4$ кгс/мм2; $J_{\min} = 0{,}003 d^4$ - момент інерції послабленого поперечного перерізу голки; d - діаметр голки, d = 2 мм; μ - приведений коефіцієнт довжини голки, μ = 2; l - довжина голки, l = 22 мм.

$$P_{кр} = \frac{3{,}14^2 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 0{,}003 \cdot 2{,}5}{(2 \cdot 20)^2} = 0{,}98 \text{ Н.}$$

При $P_{п.с} < P_{кр}$, то приймаємо $P_{п.с}$=0,9 Н.

Визначимо необхідне зусилля пружини у випадку, коли використовується куля як робочий елемент.

З умови рівноваги голководія складемо рівняння суми проекцій усіх сил на вісь Oy.

$$\Sigma(P)_y = P_{з.п} - F_1 - F_2 \sin\alpha - F_R, \quad (3)$$

де $P_{з.п}$ – зусилля проколювання; F_1, F_2 – сили тертя відповідно між хомутиком і голководієм та кулею і голководієм; F_R - сила реакції на сили тертя у сферичному елементі.

$$F_1 = Tf_1 = Rf_1 \sin\alpha;$$

$$F_2 = Rf_2; \quad (4)$$

$$F_R = R\cos\alpha,$$

де R – поперечна сила дії кулі на голководій; f_1, f_2 – відповідні коефіцієнти тертя; Т – поздовжня сила дії кулі на голковід.

$$R = \frac{P_{з.п}}{(f_1 + f_2)\sin\alpha + \cos\alpha}. \quad (5)$$

З умови рівноваги кулі складемо рівняння суми проекцій всіх сил на вісь Ox.

$$\Sigma(P)_x = P_{пр} - S - R_1 \sin\alpha - F_2 \cos\alpha, \quad (6)$$

де S – контактна сила.

$$S = f_4 N. \quad (7)$$

Рівняння моментів сил, які діють на кулю відносно точки А.

$$\Sigma(M)_A = R_1 r \cos\alpha - N \cdot r - S \cdot r - F_{пр} 2 \cdot r - F_2 \cdot r(1 - \sin\alpha), \quad (8)$$

де R_1 – сила дії голководія на кулю; Fпр – сила пружності; r – радіус кульового елемента.

Нормальна сила з боку кулі.

$$N = \frac{R_1 r\cos\alpha - P_{пр} f_3 2r - R_1 f_2 r(1-\sin\alpha)}{r(1+f_4)} \quad (9)$$

Визначимо зусилля пружини запобіжника за формулою:

$$P_{пр} = \frac{P_{з.п}\left(\frac{f_4}{1+f_4}(\cos\alpha - f_2(1-\sin\alpha)) + \sin\alpha + f_2\cos\alpha\right)}{((f_1+f_2)\sin\alpha + \cos\alpha)\left(1+\frac{2f_3 f_4}{1+f_4}\right)} \quad (10)$$

Аналіз виразів 2.6, 2.7 та 2.10 дозволяє спростити розрахунки, що припустимо для інженерного способу, оскільки похибка розрахунку є незначною.

$$S = \frac{f_4}{1+f_4} R_1 \cos\alpha \quad (11)$$

Зусилля пружини визначається за формулою:

$$P_{пр} = \frac{P_{з.п}\left(\left(f_2 + \frac{f_4}{1+f_4}\right)\cos\alpha + \sin\alpha\right)}{(f_1+f_2)\sin\alpha + \cos\alpha} \quad (12)$$

Перелік посилань

1. В.О. Пищиков, Б.В. Орловський. Проектування швейних машин: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів за спеціальністю «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування». - К.: Видавничо-поліграфічний дім «Формат». – 2007. – 320 с. іл. 154.
2. Капустенський П.Г. Манзюк Е.А., Лісевич С.П. Розробка інженерних способів проектування механізмів голкових запобіжників. Вісник ХНУ. №1. 2007 р.
3. Механічна технологія та устаткування швейних виробів: лабораторний практикум для студентів спеціальностей «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування», «Технологія швейних виробів. Ч.2./ П.Г. Капустенський, Е.А. Манзюк, О.С. Поліщук, О.М. Лісевич. - Хмельницький: ХНУ. 2009. – 104 с.
4. Патент № 35945. 2008 р. Привід голковода швейної машини. Авторів: Капустенський П.Г. Манзюк Е.А., Лісевич С.П.

УДК 621.7 Устаткування, машини і апарати

ВИБІР КОНСТРУКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ РОБОЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ КУХОННОГО ЕЛЕКТРОМІКСЕРА

О. О. Коротич, М. В. Харчук
Хмельницький національний університет

Міксером називають пристрій для змішування інгредієнтів до створення однорідної маси. Кухонний електроміксер може змішувати як тверді, так і рідкі продукти. Ним можна збивати яйця та вершки, замішувати пишне тісто, готувати коктейлі, омлети, пюре.

Стандартні моделі побутових електроміксерів (рис. 1, 2) складаються з пластикового корпусу, всередині якого розміщується електричний двигун. При запуску двигуна редуктор приводить в дію два вінчика-збивача, які швидко змішують будь-які інгредієнти. Однорідність отримуваної маси забезпечується за рахунок особливого розміщення вінчиків, лопаті яких під час обертання переміщаються по пересічних напрямах.

Зазвичай разом з приладами постачаються вінчики та гачки для замішування тіста, але окремі моделі оснащуються допоміжними насадками (рис. 1, 2), які дозволяють не просто збивати рідкі інгредієнти, але і працювати з сипучими продуктами. Бувають міксери з подрібнювачем, чашею, блендерною ніжкою.

Комплектація електроміксера:

- 2 універсальні турбовінчики з нержавіючої сталі для змішування та збивання;
- 2 гаки віготовлені з хромованої, або з нержавіючої сталі для вимішування тіста;
- 1 великий вінчик з 16 дротів з нержавіючої сталі для збивання;
- 1 стрижневий змішувач для коктейлів, соусів, салатних заправок;
- чаша для збивання чи пермішування харчового продукту.

Чаша може бути виготовлена з пластику, металу, або скла.

Рисунок 1 – Міксер Kitchen Aid 5KHM9212.

Рисунок 2 – Планетарний міксер

Пластик – недорогий, легкий, різноманітний за кольором, але не такий міцний як інші матеріали.

Метал – міцний, надає солідний вигляд міксеру, але вартість таких пристроїв значно вище. Також металева чаша непрозора, тому не дозволяє стежити за процесом роботи.

Скло (для чаші) – екологічний, міцний матеріал. Займає середню позицію за вартістю між пластиком і металом. Найбільш практичний матеріал для виготовлення чаші міксера, проте варто пам'ятати про його крихкість.

Насадки. Вінчики – дві насадки для збивання крему, яєць, вершків та інших рідких продуктів. Вінчики представлені в двох видах: каркаса з дроту (в малопотужних пристроях) або конструкції з металевими лопатями (в потужних моделях). Практика показує, що другий різновид характеризується більшою функціональністю. Блендерна насадка – спеціальна насадка з нержавіючими ножами, захищена ковпаком для уникнення розбризкування, дуже зручна для приготування соусів і овочевих пюре.

При виборі конструктивних матеріалів робочих інструментів електроміксера необхідно суворо виконувати вимоги до матеріалів, що контактують з харчовими продуктами з метою запобігання вживання людиною можливих перехідних небезпечних речовин та їх впливу на смакові якості і хімічний склад продуктів після тривалої взаємодії.

Згідно загальних вимог до предметів та матеріалів [1, 2 Ст. 3], що контактують з харчовими продуктами, вони повинні виготовлятися за такою технологією, щоб за будь-

яких умов використання, їх компоненти не потрапляли в харчові продукти в кількості, що може [2, Розд. II. Ст. 6]: - 1) бути небезпечною для здоров'я людини, або - 2) спричинити неприпустимі зміни в складі харчового продукту, або - 3) погіршити органолептичні властивості харчового продукту. У компонентах активних та інтелектуальних предметів та матеріалів можуть використовуватися лише речовини, включені до Державного реєстру речовин, дозволених для використання у виробництві предметів та матеріалів [2, Ст. 6].

Для виробництва різних типів харчового обладнання та тари необхідно використовувати спеціальні харчові нержавіючі сплави. При контакті з продуктами харчування вони не вступають у реакцію, не містять токсичних елементів, тому не може відбуватися жодних хімічних процесів.

Для виготовлення всіх видів насадок міксера доцільно обрати марку з нержавіючих харчових сплавів AISI 316, AISI 904, 03Х17Н14М3, 10Х17Н13М2 - стійких до агресивних кислотних і лужних середовищ [3].

Для виготовлення чаші міксера доцільно обрати марку з нержавіючих харчових сплавів AISI 304, AISI 321, 08Х18Н10, 12Х18Н10Т – їм протаманна хороша зварюваність, високі експлуатаційні якості, оптимальна ціна [3].

Чашу міксера можна виготовити зі скла або з харчового пластика 5 (ПП, PP), який має термостійкість і міцність і тому не виділяє ніяких шкідливих речовин, а також не плавиться в мікрохвильовій печі [4]. Пластик 5 - це жорсткий та міцний кристалічний термопластичний полімер, стійкий до дії грибка, мікробів, бактерій, а також до розтягування. На даний момент один з найдешевших і доступних видів пластмас [4].

Висновок: конструктивні матеріали робочих інструментів кухонного електроміксера відповідають вимогам Закону України про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами, забезпечують безпечну і надійну експлуатацію побутового електроміксера.

Перелік посилань

1. ЗАКОН УКРАЇНИ. Про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/t222718?an=1&ed=2023_10_01
2. ЗАКОН УКРАЇНИ. Про вимоги до предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/NT1668\
3. Марки харчової нержавійки та їхні аналоги. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://armashop.ua/ua/tekhnicheskiy-spravochnik/marki-pishchevoy-nerzhaveyki-i-ikh-analogi/.
4. Пластик 5 (ПП, PP) характеристики та застосування. Термопластичний полімер з пластмаси та поліпропілену. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metall.biz.ua/ua/index.php?route=extension/blog/blog&blog_id=219

662.997 Устаткування, машини і апарати

ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ЛІНІЙНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ДВИГУНА І МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ КЛЕЙМУВАННЯ ТА МАРКУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

М. Лучинський, О. Поліщук
Хмельницький національний університет

Електромагнітні двигуни з лінійним поступальним механізмом, відрізняються від інших типів лінійних електричних двигунів великою різновидністю конструкцій, габаритними розмірами, споживанням енергії, видом тягових характеристик, а також діапазоном створюваних зусиль і переміщень. В основному їх класифікують за

наступними видами: в залежності від конструктивного виконання, способу живлення, напрямку магнітного потоку.

У роботі [1] наведена класифікація лінійних електромагнітних двигунів (таблиця1).

Таблиця 1 – Класифікація лінійних електромагнітних двигунів

Основні ознаки	Види струму			
	Постійний	Змінний	Трифазний	Пульсуючий
Вид магнітної системи	Циліндричний	Плоский		
Характер зміни тягового зусилля	Зростає до кінця ходу	Постійне	Знижується до кінця ходу	
Спосіб здійснення робочого ходу	Однією обмоткою	Декількома обмотками	За рахунок сили ваги рухомих частин	За рахунок енергії пружини

На основі даної класифікації дослідження відомих конструкцій ЛЕМД для приводу пресового обладнання, їх характеристик, питомих показників окреслюють основні класифікаційні ознаки. По роду струму ЛЕМД розділені на чотири групи. Кращі техніко-економічні показники мають ЛЕМД постійного і пульсуючого (випрямленого) струму, що і обумовило їх переважне використання. За видом електромагнітної системи ЛЕМД найбільш ефективні прості і технологічні конструкції з масивним циліндричним магнітопроводом.

Використання плоских шихтованих магнітних систем дозволяє знизити втрати на вихрові струми, однак приводить до складності конструкції магнітопроводу, направляючих, вузла для передачі електромагнітного зусилля двигуна середовищу, що обробляється.

Регулювання основних параметрів здійснюється конструктивними і електричними шляхами. В першому випадку регулювання здійснюється за рахунок зміни величини початкового і кінцевого робочих повітряних зазорів, конфігурації магнітного ланцюга.

Однак введення регулюючих елементів в конструкцію ЛЕМД приводить, як правило, до її ускладнення, зниження надійності. Тому ефективніше здійснювати регулювання параметрів пресового обладнання зі сторони пристрою живлення та управління.

За способом охолодження ЛЕМД діляться на двигуни з повітряним і рідинним охолодженням. Найбільш прості ЛЕМД з повітряним охолодженням без примусового обдуву. При збільшенні потужності даних двигунів, і частоти ходів можна використовувати примусове повітряне, рідинне (масляне і водяне) охолодження.

При обґрунтуванні вибору конструкції обладнання для операцій маркування та клеймування з ЛЕМД в якості приводу призначеного для виконання даної технологічної операції в першу чергу необхідно вибрати його оптимальну магнітну систему, підібрати найбільш ефективний тип ЛЕМД.

Однією з найважливіших характеристик операції являється необхідне технологічне зусилля $F_{т\,ехн}$, яке потрібне для її виконання, а також характер його зміни. В літературі [2] приводиться характер зміни технологічного зусилля при зануренні робочого органу в матеріал при виконанні операцій клеймування та маркування деталей. Даний графік представлений на рисунку 2.

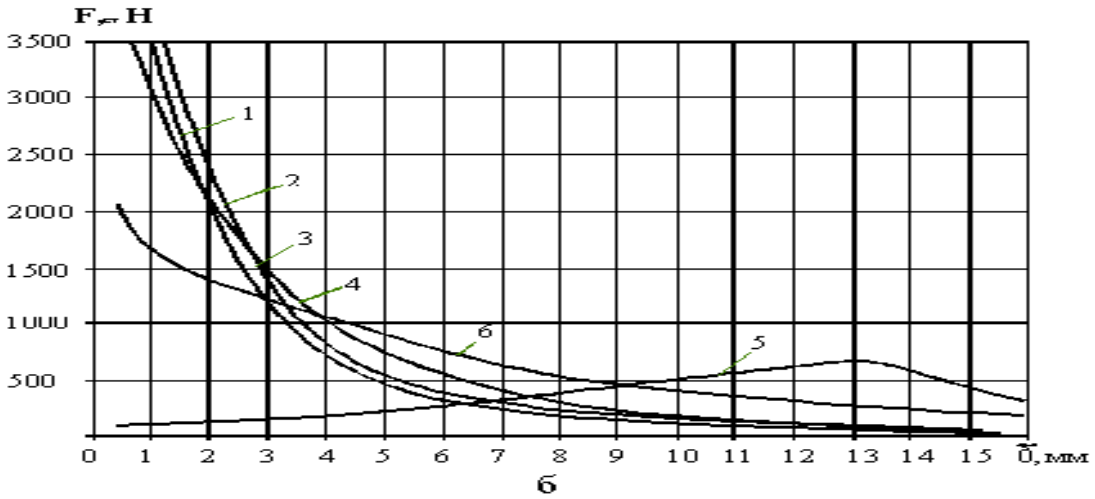


Рисунок 2 - Характер зміни технологічного зусилля при зануренні робочого органу в матеріал при виконанні операцій клеймування та маркування деталей

Існують різні конструкції магнітних систем лінійних електромагнітних двигунів: з плоским якорем, що притягується, з комбінованим якорем без стопа, із комбінованим якорем і стопом , зі стопом і з комбінованим якорем, що має кільцеподібний виступ, поперечним магнітним полем і кільцеподібним якорем, з поздовжньо-поперечним магнітним полем і конусно-зрізаним полюсом і якорем.

Перші 4 мають високі техніко-економічні показники. Для операцій маркування і клеймування ударним методом вибрана магнітна система з комбінованим якорем і стопом, вона задовольняє вимоги маркування ударним методом: максимальне зусилля в кінці робочого ходу і високі показники інтегральної роботи.

Для приводу пристрою при квазістатичному методі маркування раціонально використати механічний трансформатор зусиль, причому сила тяги ЛЕМД на початку руху повинна бути співставимо зі значенням сили в кінці робочого ходу. Прагнення мати характеристики ЛЕМД з крутим початковим фронтом імпульсу сили привело до ідеї суміщення магнітної системи з поздовжнім магнітним полем і магнітної системи з поперечним магнітним полем. В результаті розроблена нова магнітна система лінійного електромагнітного двигуна поздовжньо-поперечного поля з конусно-зрізаним полюсом і якорем, що дозволяє отримувати підвищені початкові тягові зусилля. В даному типі магнітної системи ЛЕМД за рахунок зміни величини кута конусності можна сформувати необхідну тягову характеристику двигуна.

Перелік посилань

1. Кармаліта А. К. Високоефективне пресове обладнання в легкій промисловості: монографія / А. К. Кармаліта. – Хмельницький: ХНУ, 2008. – 162с.

2. Поліщук О.С. Електромеханічне пресове обладнання на підприємствах легкої промисловості: монографія / О.С. Поліщук. – Хмельницький: Видавництво PolyLux. 2018. – 285с.

УДК 64.1 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Артемович Р.В., Скиба М.Є., Лісевич С.П., Поліщук А.О., Поліщук О.С.
Хмельницький національний університет

Зварювання полімерних матеріалів має велике значення у багатьох галузях, таких як промисловість, медицина, автомобільна промисловість, електротехніка та інші.

Важливість зварювання полімерів полягає в тому, що цей процес дозволяє об'єднувати окремі частини полімерних виробів в єдину конструкцію.

Зварювання полімерних матеріалів є важливим етапом в виробництві, оскільки воно дозволяє створювати міцні, надійні і ефективні з'єднання між частинами виробів. Це особливо важливо у випадку виробництва складних конструкцій, де необхідно забезпечити не тільки міцність, але і герметичність з'єднань.

Зварювання має велике значення в машинобудуванні, легкій промисловості та інших галузях. Це зварювання труб, плит, фольги та окремих частини з полімерів.

Під час зварювання утворюється нерозривний зв'язок однорідних частин полімеру шляхом взаємопроникнення (дифузії) частинок поверхні в розплавленому стані під постійним тиском преса.

Тому зварювальні нагрівачі виготовляються таким чином, що потужність можна регулювати в широкому діапазоні.

Якщо температура зварювання занадто висока, це спричинить екструзію матеріалу, погіршення якості матеріалу, що зварюється, підвищення тиску, тобто деформацію матеріалу. Між температурою зварювання і тиском преса існує залежність. Оптимальне значення підбирається дослідним шляхом. Недостатній тиск можна компенсувати підвищенням температури і навпаки.

Існують різні процеси зварювання, їх методи та необхідне обладнання. Такі процеси зварювання, як гарячий газ, контактне нагрівання, теплові імпульси, радіочастота та ультразвук, набувають промислового значення. Вибір методу залежить від типу матеріалу, конструкції деталей, що зварюються, вимог до зварного з’єднання, умов експлуатації виробу та необхідної продуктивності.

Машинобудування для легкої промисловості спрямоване на забезпечення виробництва машин, механізмів і автоматичних ліній, впровадження яких у виробництво значно підвищує продуктивність праці, покращує якість і вдосконалює технологічні процеси, знижуються витрати. Техніка повинна бути більш довговічною і надійною, естетично правильною, оснащеною засобами охорони праці та навколишнього середовища.

Зварювання полімерних матеріалів — це технологічний процес об'єднання двох або більше частин полімерів за допомогою тепла або тиску. Цей процес може використовувати різні методи, залежно від конкретних властивостей матеріалу і вимог до з'єднання.

Установка складається з наступних механізмів: механізму переміщення полімерного матеріалу; механізму подачі гарячого повітря. Дана установка представлена на рисунку 1. Механізм переміщення полімерних матеріалів складається з: електродвигуна 26, черв’ячного редуктора, зубчатого колеса 16, рейки 3, направляючих, Г-подібних пластинок 8, пластини 9. Механізм подачі гарячого повітря складається з: електродвигуна 25, равликоподібного корпуса 2, шлангу 13, камери 5, кришки 15, штуцера 14, нагрівального елементу 12, сопла 6.

Принцип роботи механізму переміщення полімерних матеріалів. Приведення в дію механізму здійснюється електродвигуном, що з’єднаний з черв’ячним редуктором 27 за допомогою якого здійснюється зменшення кількості обертів задля досягнення необхідної швидкості переміщення полімерних матеріалів. Швидкість переміщення полімерних матеріалів регулюється зміною напруги на лабораторному автотрансформаторі від якого визначена напруга подасться до електродвигуна 25 задаючи необхідну кількість обертів.

Вихідний вал черв’ячного редуктора з’єднаний з зубчатим колесом 16 яке входить в зачеплення з зубчатою рейкою 3 надаючи їй зворотно-поступального руху.

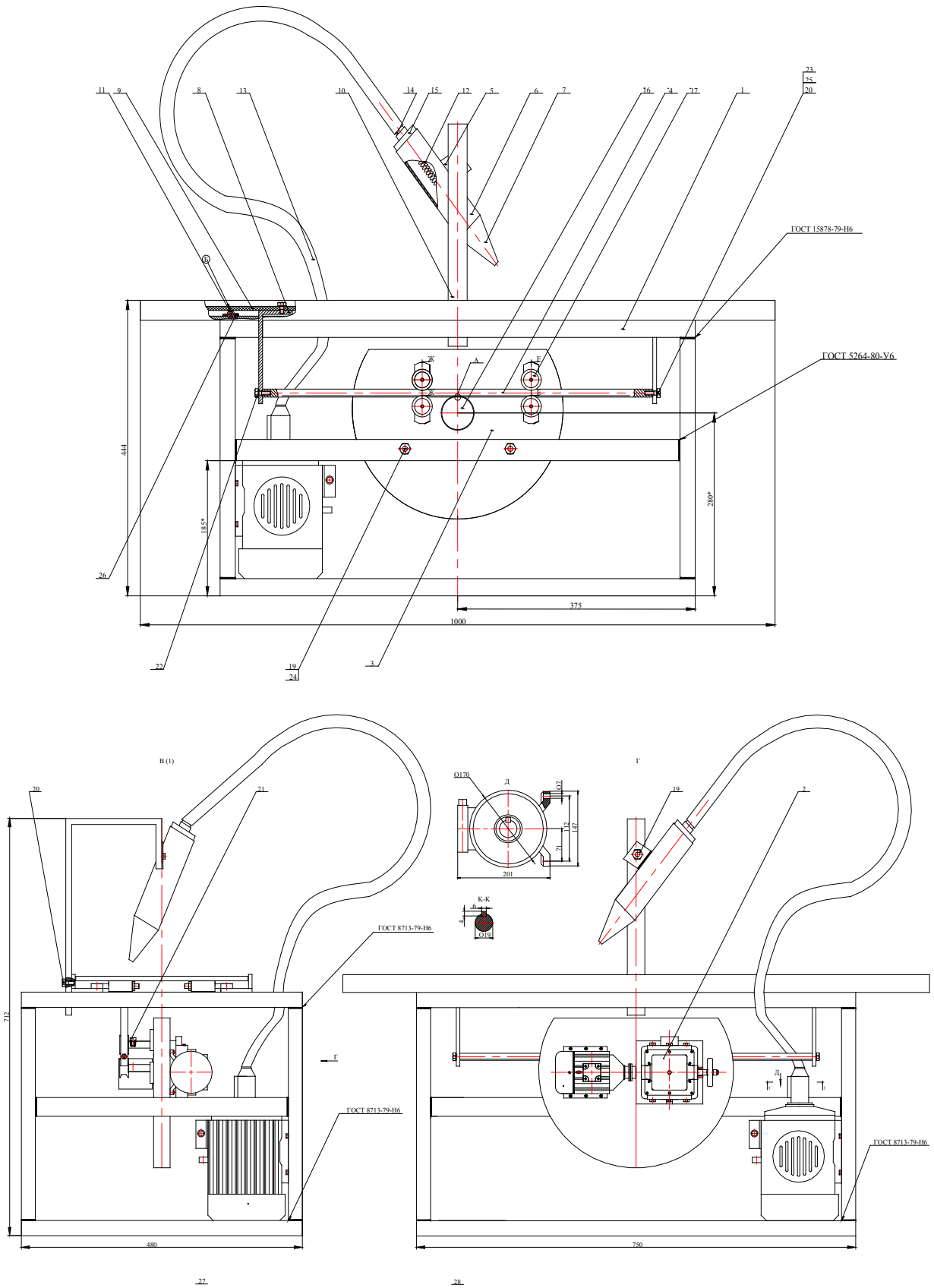


Рисунок 1 - Установка для зварювання полімерних матеріалів.

Рейка, знаходячись в направляючих 7, кріпиться до нижніх частин Г-подібних пластинок 8 за допомогою болтів, які вкручуються в поздовжні отвори, що знаходяться по краям рейки. Верхні частини пластинок 8 за допомогою болтів кріпляться до пластини 14

на якій знаходиться полімерний матеріал. Одержуючи зворотно-поступальний рух пластина 14 рухаючись по направляючим 7 переміщує полімерний матеріал відносно нерухомого зафіксованого у визначеному положенні сопла.

Принцип дії механізму подачі гарячого повітря. Механізм приводиться в дію електродвигуном 26. швидкість якого регулюється. Електродвигуном 26 з'єднаний з вентилятором, який знаходиться в равликоподібному корпусі 2. Корпус електродвигуна болтами з'єднаний з равликоподібним корпусом 2 вентилятора, вентилятор одержуючи рух від електродвигуна нагнітає повітря по гофрованому шлангу 13, один кінець якого прикріплений до равликообразного корпусу, а інший до кришки 15 камери 5. Виходячи із шлангу повітря потрапляє в камеру де знаходиться нагрівальний елемент 12 потужність якого регулюється шляхом зміни напруги на блоці живлення. Проходячи через нагрівальний елемент повітря нагрівається до необхідної температури і потрапляє в сопло 6. Виходячи із сопла гарячий струмінь повітря потрапляє на зварюємий полімер.

Перелік посилань

1. Авраменко В. Л. Ш-91 Технологія виробництва та переробки полімерів медико-біологічного призначення : навч. посіб. / В. Л. Авраменко, Л. П. Підгорна, Г. М. Черкашина, О. В. Близнюк. – Харків: Видавництво та друкарня «Технологічний Центр», 2018. - 356 с.
2. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1 - Структура і механічні властивості конструкційних полімерів та пластмас. [Текст]: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с.
3. Юрженко М.В. Зварювання високотехнлогічних пластмас. Монографія. 2023. – 319 с.

УДК 678.08 Устаткування, машини і апарати

ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ 3D-ДРУКУ

Каменєв В.В.
Хмельницький національний університет

Ключові слова: 3D - друк, переробка полімерних відходів, подрібнення, різання, шредер.

Розвиток людства сформував еволюцію інформаційних технологій. Останнім часом еволюція стрімко перетворюється на революцію. Виникають принципово нові засоби виробництва, які докорінно змінюють наше суспільство та способи господарювання. Це неможливо без застосування не лише нових технологій, а і нових матеріалів, серед яких полімери складають досить вагому частку завдяки своїм унікальним властивостям. Збільшення потреб людства викликає зростання обсягів використання полімерних матеріалів. У зв'язку з цим виникає проблема - пошук ефективних способів переробки полімерів та їх відходів. Актуальність вирішення цієї задачі пов'язана з такими основними чинниками, як збереження навколишнього середовища, дефіцит полімерної сировини та зменшення фінансових витрат.

Однією із галузей, де виникає велика кількість відходів - є 3D друк. Невдалий друк, залишки мононитки, підтримки (плоти), допоміжні деталі, які залишаються після завершення друку, утворюють велику купу вторинної сировини. І поява нових методів, засобів та матеріалів у виробництві тільки збільшує кількість таких відходів.

Переробляти полімерні відходи можна наступним чином:

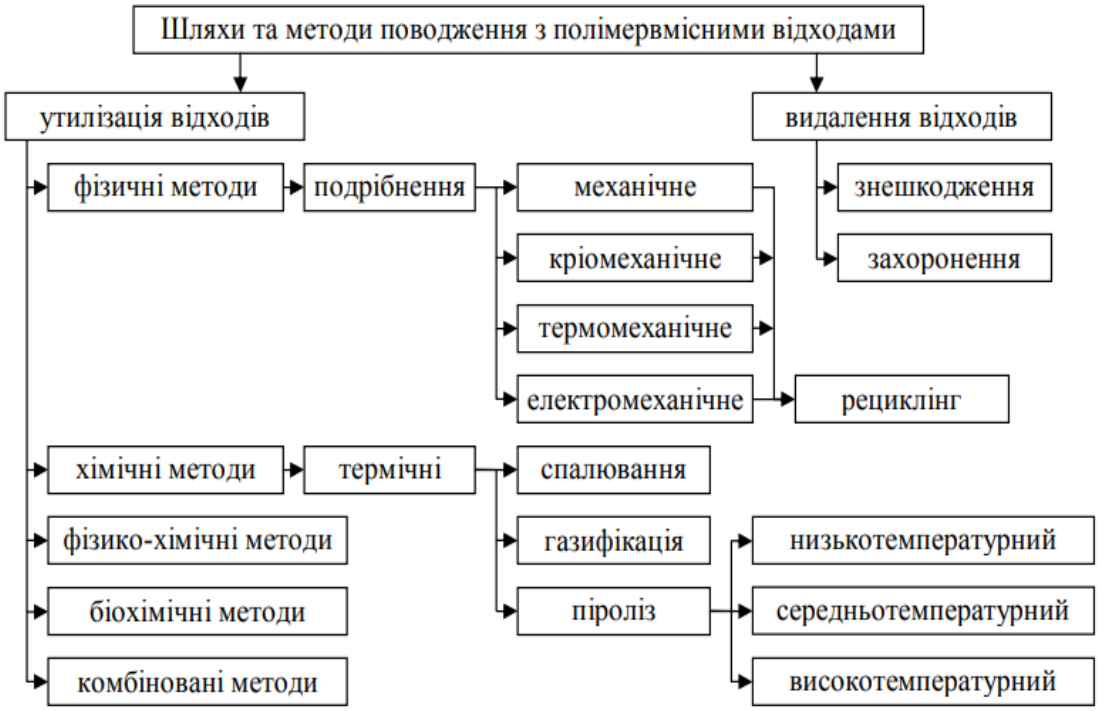


Рис. 1. - Основні методи та шляхи використання полімерних відходів

На сьогоднішній день найбільш перспективним методом утилізації полімерних та інших твердих відходів є їх використання як вторинних матеріальних ресурсів, а саме – для переробки їх у термопластичні матеріали.

З відомих методів переробки відходів полімерів 3D - друку найбільш прийнятим є спосіб механічного подрібнення. Під способом подрібнення розуміють такий вид впливу на твердий матеріал, який призводить до його руйнування

В подрібнювачах ріжучої дії руйнування матеріалу відбувається за рахунок зсувних навантажень, що діють в одній площині. До подрібнювачів ріжучої дії відносяться: ріжучі гранулятори, ріжучі преси, гільйотинні ножиці, дискові подрібнювачі з набором ріжучих елементів, роторні ножові дробарки, ножові млини, шредери та інші. В даний час розроблено багато обладнання для переробки полімерів методом різання. Найбільш перспективним видом обладнання для переробки полімерних відходів методом різанням є шредери.

Рис. 2. - Схема різання

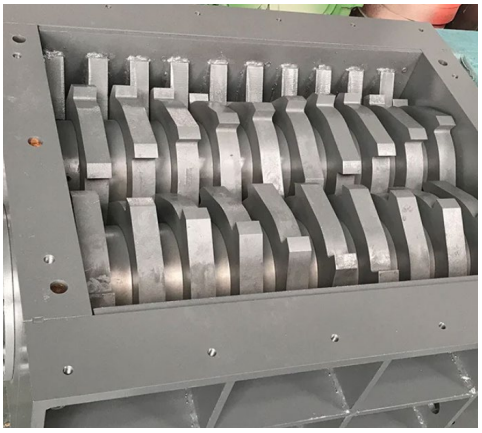


Рис. 3. - Загальний вигляд шредера

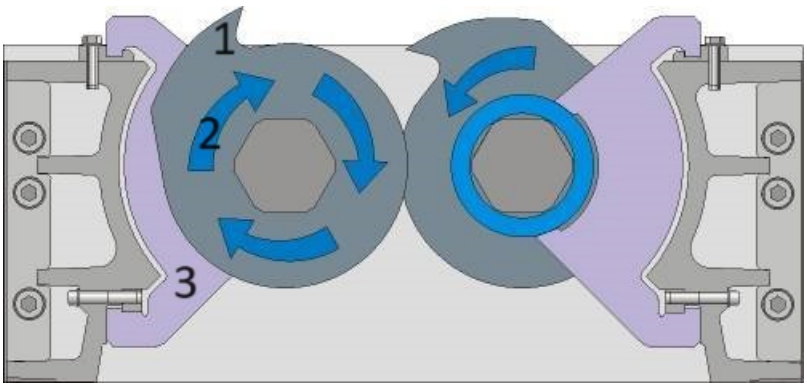


Рис. 4. - Схема взаємодії робочих органів шредера з матеріалом

Шредери застосовуються для роботи з різними видами сировини та відходів. Це можуть бути вироби з пластику, відходи пластмас і полімерного виробництва, пропіленові мішки. Принцип роботи шредера полягає в наступному, представлено на схемі рис.4. Полімерні відходи захоплюються ножами (1) у вигляді гаків і ріжучими дисками (2), змонтованих на двох валах, що рухаються назустріч один одному і подрібнюються до необхідної фракції. А бічні накладки (3) очищають ножі, диски і забезпечують зсипання матеріалу вниз. Шредери володіють різною продуктивністю і фракцією подрібнення. Для подрібнення практично всіх видів пластмас використовуються одновальні шредери. Так як полімери характеризуються підвищеною міцністю і абразивністю, шредери для пластмас виготовляються зі значним запасом міцності і зносостійкості.

Перелік посилань

1. Переробка відходів гуми та термопластичних матеріалів: монографія / [О.П. Бурмістенков, В.П. Місяць, І.В. Панасюк, Б. М. Злотенко]. – К. : Кафедра, 2012. – 240 с. – ISBN 978-966-2071-20-2.

2. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. – 265 с.: іл. – Бібліогр.: с. 11-12; 239–262.

УДК 621.311 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕНННЯ ПОЛІМЕРУ НА ПОВЕРХНЮ

Керничний Д.В., Горященко С. Л.
Хмельницький національний університет

Пристрої для нанесення полімерних покриттів стали основними інструментами в багатьох галузях промисловості, забезпечуючи засоби для досягнення точного та рівномірного нанесення полімерних покриттів на поверхні. У цьому розділі представлено огляд значення та застосування полімерних покриттів, підкреслюючи потребу в ефективних і надійних пристроях для покриття. Він також підкреслює роль консолей і двокоординатних систем у забезпеченні контрольованого руху та покращеному охопленні.

Пристрій для нанесення полімерного покриття є важливою складовою в різних галузях промисловості. Дозволяє точно та рівномірно наносити полімерне покриття на поверхні, забезпечуючи захист, теплоізоляцію та естетичну привабливість. Пристрій зазвичай монтується на консолі, яка є частиною системи двох координат. Ця система полегшує рух по двох осях, дозволяючи пристрою охоплювати більшу робочу зону.

Пристрої, як правило, інтегровані в консолі, які є частиною двокоординатних

систем, що дозволяє переміщатися вздовж двох осей для охоплення більших робочих зон. Ключовим компонентом цих пристроїв є розпилювач, який використовує нагріте повітря, що генерується насосною станцією, для розпилення полімеру. Огляд висвітлює досягнення в пристроях з полімерним покриттям, включаючи технологічні вдосконалення, механізми управління та інтеграцію з системами автоматизації. У ньому також обговорюється різноманітне застосування та переваги полімерних покриттів у таких галузях, як автомобільна, авіакосмічна та будівельна. Завдяки комплексній оцінці дизайну та роботи пристроїв з полімерним покриттям, цей огляд має на меті зробити внесок у розвиток галузі та надихнути на майбутні дослідження та інновації.

Функціональні можливості та механізми керування, реалізовані в пристроях для нанесення полімерних покриттів. Це підкреслює важливість точного контролю над такими факторами, як тиск розпилення, відстань до сопла та швидкість потоку полімеру для досягнення рівномірної товщини покриття та покриття. Обговорюється інтеграція систем автоматизації та програмованих логічних контролерів (PLC), підкреслюючи їх роль у підвищенні точності керування, повторюваності та оптимізації процесу [1, 2].

Мехатронна система управління та контролю пристрою передбачає інтеграцію апаратних і програмних компонентів. Апаратне забезпечення складається з двигунів, датчиків, приводів, контролерів і блоків живлення, тоді як програмне забезпечення складається з алгоритмів, інтерфейсів користувача та логіки керування. Система забезпечує синхронізоване та скоординоване переміщення пристрою та надає можливості контролю та моніторингу в реальному часі.

Розглянемо двокоординатний пристрій для нанесення полімерів з двома двигунами, що керують рухом по осях X і Y. Ми можемо визначити положення пристрою в будь-який момент часу як A_i (x,y,z), де x представляє положення вздовж осі X, а y представляє положення вздовж осі Y, S – полімер, що розпилюється [3] .

Рух пристрою можна описати за допомогою таких диференціальних рівнянь:

Ймовірний рух розпилювальної форсунки показано на рис. 1.

$$C_i = \frac{V_i^2}{g\sqrt{n^2-1}},\ i = 0, L, , \quad (1)$$

де V_i - швидкість на ділянці i; g - Прискорення сили тяжіння; n – допустиме навантаження.

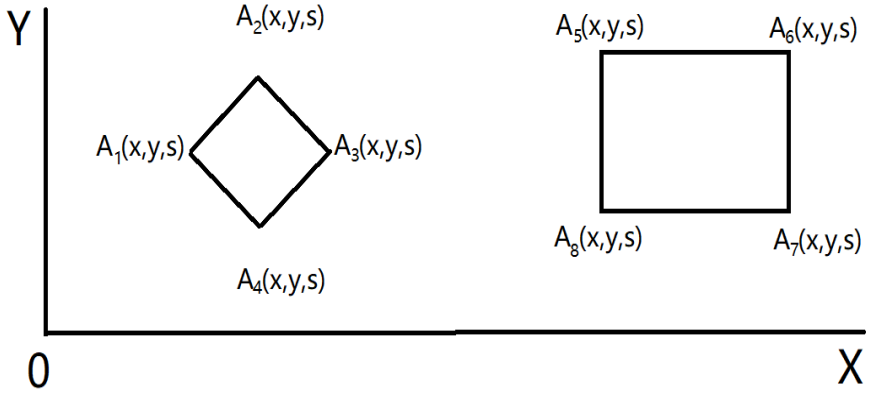


Рисунок 1 – Траєкторії руху

З урахуванням відомих законів руху пропонується використовувати, наприклад, синусоїдальний закон зміни прискорення. Цей закон дозволяє плавно змінювати значення швидкостей і прискорень. Відповідно до запропонованого закону, прискорення сопла

приладу визначається за формулою:

$$f_1(t) = b \cdot sin(c \cdot t), \quad (2)$$

$$f_2(t) = b \cdot sin(c \cdot t), \quad (3)$$

Де b, c – деякі сталі, що характеризують роботу приводу [4, 5].

Двокоординатний пристрій складається з консолі, яка служить платформою для механізму нанесення полімеру, і інтегровано з двома двигунами, які керують рухом по осях X і Y. Пристрій працює на основі принципів мехатроніки, поєднуючи механічні компоненти з електронними системами управління.

На консолі знаходиться механізм розпилювача, який відповідає за точне і рівномірне нанесення полімерного покриття. Розпилювач підключається до насосної станції, яка створює необхідний тиск для розпилення полімеру. Насосна станція також включає систему нагріву для підтримки необхідної температури полімеру для оптимального нанесення.

Система управління приладом включає два двигуни, які приводяться в дію відповідними керуючими сигналами. Ці керуючі сигнали можуть бути згенеровані на основі введення користувача або з запрограмованої послідовності. Функції керування f_1(t) і f_2(t) визначають бажані швидкості пристрою вздовж осей X і Y відповідно. Контролюючи швидкість двигунів, пристрій можна переміщати в потрібні положення на плоскій поверхні для нанесення полімерного покриття.

За цим значенням швидкість руху буде визначатися за рівнянням:

$$V_i(t) = \int b \cdot sin(c \cdot t)dt, \quad (4)$$

Після перетворень отримуємо:

$$V_i(t) = -\frac{b}{c} \cdot cos(c \cdot t), \quad (5)$$

Інтеграція двигунів із механізмом керування зворотним зв’язком забезпечує точне позиціонування пристрою. Вбудовані датчики можуть допомогти забезпечити зворотний зв’язок щодо положення пристрою, дозволяючи коригувати в реальному часі та забезпечуючи точне та рівномірне нанесення полімерного покриття.

Мехатронна система використовує методи керування двигуном для досягнення точного руху та позиціонування пристрою. Використовуючи драйвери двигунів і механізми зворотного зв’язку, такі як кодери, система може регулювати швидкість двигуна, напрямок і прискорення. Крім того, узгоджені алгоритми управління забезпечують синхронне переміщення пристрою в системі двох координат, що дозволяє точно наносити полімерне покриття.

Датчики відіграють вирішальну роль у мехатронній системі, забезпечуючи цінний зворотний зв’язок для контролю та моніторингу. Датчики положення, датчики сили та датчики наближення використовуються для вимірювання та моніторингу різних параметрів під час процесу нанесення покриття. Цей зворотний зв'язок дозволяє системі адаптуватися до різних робочих умов, забезпечувати рівномірну товщину покриття та виявляти будь-які аномалії чи помилки (Рис.2)

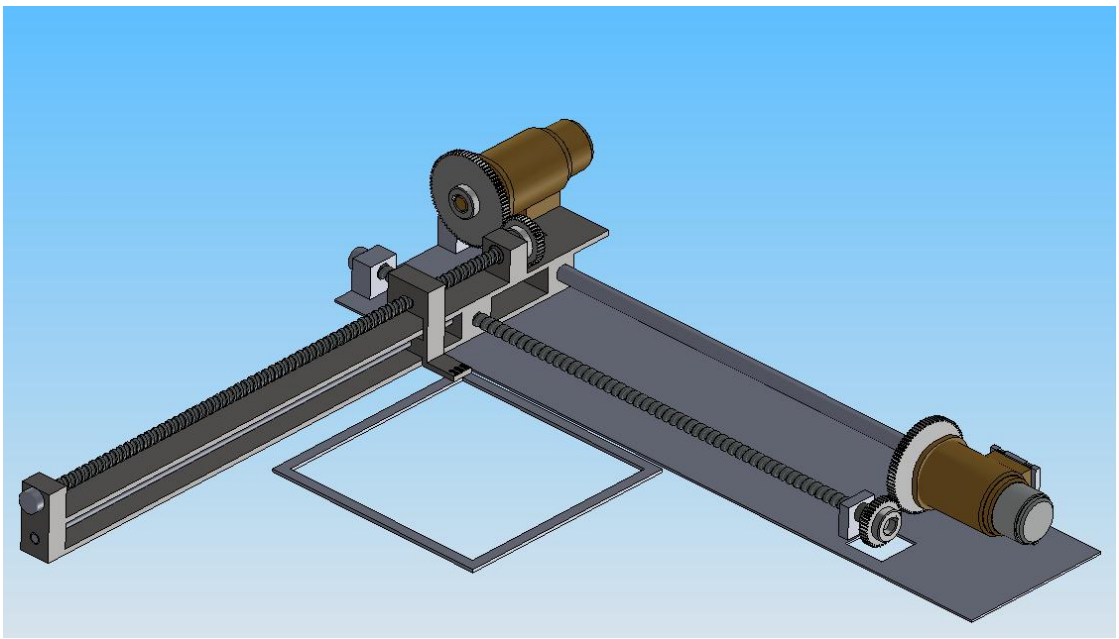


Рисунок 2 – Модель системи переміщення

Автоматизація та управління водопостачанням відкривають нові перспективи для ефективного та екологічно чистого використання водних ресурсів. Впровадження сучасних технологій може призвести до поліпшення систем водопостачання, збільшення ефективності та зменшення впливу на довкілля.

Перелік посилань

1. O. Synyuk, T. Kulik, B. Zlotenko. Modeling a process of filling the mold during injection molding of polymeric parts / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017, № 5/1 (89). − P. 70-77

2. Modelling of diagnostics of the technical condition of cable lines and power supply systems Janusz Musiał, Kostyantin Horiashchenko, Serhiy Horiashchenko and Robert Polasik MATEC Web of Conferences 351, 01008 (2021) https://doi.org/10.1051/matecconf/202135101008

3. S. N. Sivanandam, S. Sumathi, and S. N. Deepa, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, McGraw-Hill Education, 2017.

4. Methodology of Measuring Spraying the Droplet Flow of Polymers from Nozzle Serhiy Horiashchenko, Kostyantin Horiashchenko, Janusz Musial /MECHANIKA, 2020 Vol 26 No 1 (2020) ISSN: 1392-1207 p.82-86 http://mechanika.ktu.lt/index.php/Mech/article/view/23169(http://mechanika.ktu.lt/index.php/Mech/article/view/23169)

5. Horiashchenko S. Research Spray and Device for Polymer Coatings on Fabric/ MECHANIKA 2015 Proceedings Of The 20th International Scientific Conference, Kaunas – 2015, p.101-104 (http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/5403/1/Mechanika2015_HORIASHCHENKO.pdf

УДК 681 Устаткування, машини і апарати

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ФІЛЬТРАЦІЇ ПОБУТОВОГО ПИЛОСОСА

Пундик С. І., Маціборa П. П.
Хмельницький національний університет

Світові виробники виготовляють сьогодні побутові пилососи, що різняться за багатьма ознаками. Вони мають різну потужність, різну компоновку вузлів, велику кількість насадок і саме головне - різні системи очищення повітряного потоку від пилу.

Кожна система очищення очевидно має свої переваги і недоліки. Інакше, при досягненні якогось оптимуму, всі пилососи мали б одну - найбільш досконалу систему очищення.

Одна з новинок, що з'явилась на ринку побутової техніки - це пилососи з циклонною системою очищення. Відгуки споживачів про них різні. Одні кажуть, що система - прекрасна, інші - критикують її за недосконалість очищення.

Вочевидь, це пов'язано з тим, що їм попались пилососи різних виробників і відповідно, різної якості системи очищення. Конструкція відносно нова і вимагає доведення до ума. А на це потрібен час, дані про виявлені недоліки і, що саме головне - розумні голови вчених і інженерів.

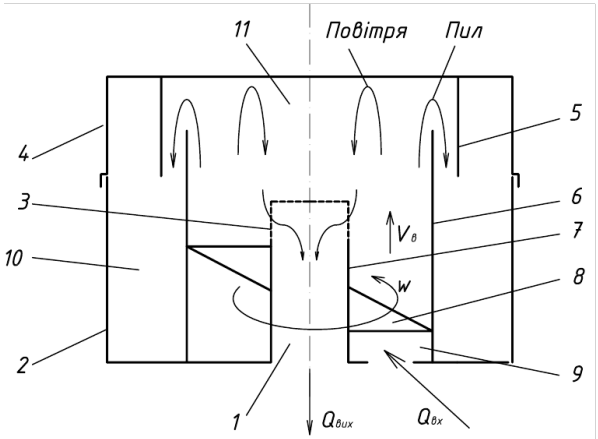
Саме з цих причин було обрано об'єктом розробки пилосос з циклонною системою очищення повітряного потоку від пилу.

Згідно проведеному аналізу, циклонний пристрій повинен мати наступні елементи конструкції, які представлені в послідовності, що відповідає руху повітряного потоку:

- вхідний патрубок пилососу;
- циліндричний вертикальний корпус;
- спіралеподібний канал в циліндричному корпусі;
- отвір для виходу сміття і пилу в бічні поверхні циліндричного корпусу;
- зовнішній корпус в якому накопичується сміття і пил;

В результаті наших роздумів над тим, як повинен краще рухатись потік, щоб краще відділяти пил від повітря нами розроблена конструкція циклону, яка повинна забезпечить високу роздільну здатність запиленого повітря. Згідно наших роздумів запропонований циклон для пилососа повинен працювати наступним чином.

На рис. 1 представлена схема руху повітряного потоку в циклонному пристрої пилососа.



1 - вихідний патрубок; 2 - зовнішній корпус; 3 - решітка; 4 - кришка; 5 - екран; 6 - головний циліндр; 7 - центральна труба; 8 - гвинтова перегородка; 9 - вхідний патрубок; $Q_{вх}$ - розхід вхідного потоку забрудненого повітря; $Q_{вих}$- розхід вихідного потоку очищеного повітря; w - кутова швидкість обертання повітряного потоку; $V_в$ - лінійна швидкість вертикального переміщення повітряного потоку

Рисунок 1 – Схема руху повітря в циклонному пилососі:

Забруднене пилом повітря втягується в патрубок 9 циклонного пристрою за рахунок різниці тисків зовні і в камері всмоктувального агрегату (розрідження в вихідному патрубку 1). Повітря рухається в профільованому каналі, який сформований внутрішньою поверхнею головного циліндра 6, зовнішньою поверхнею центральної труби 7 і гвинтовою перегородкою 8 між поверхнями циліндрів 6 і 7.

Завдяки формі каналу, повітряний потік рухається вверх зі швидкістю і по колу з кутовою швидкістю . Співвідношення величин і залежить від діаметрів циліндрів 6 і 7,

кута нахилу гвинтової перегородки, продуктивності повітряного потоку і його властивостей.

В результаті кругового руху, на молекули повітря і на частинки пилу діє відцентрова сила, направлена в радіальному напрямку від центру обертання. Під дією цієї сили частинки пилу концентруються біля внутрішньої поверхні головного циліндру і їх кінетична енергія частково витрачається на тертя об цю поверхню.

По досягненні спіралеподібним потоком верхньої границі головного циліндру, він прискорюється в радіальному напрямку і частки пилу рухаються в напрямку циліндричної перегородки 5, що знаходиться на кришці 4. При цьому можна умовно сказати, що "момент інерції" повітряного потоку збільшується в результаті збільшення його діаметру. Залишкова кінетична енергія потоку на момент досягнення границі центрального циліндру на проміжку від 6 до 5 не змінюється, а значить будуть зменшуватись всі складові швидкості в результаті збільшення "моменту інерції". В результаті пил і повітря рухаються до перегородки 5 з меншою швидкістю.

При досягненні частками пилу і повітрям перегородки 5 відбувається їх удар об неї і напрямок складових лінійних швидкостей змінюється. Напрямок векторів швидкостей після удару залежить від їх напрямку до удару, але в радіальному напрямку частки і повітря по любому починають рухатись до центру обертання.

На зворотному шляху частинок пилу від перегородки 5 до центру циклону вони стикаються з зустрічним потоком і їх швидкість остаточно зменшується. В результаті дії на пил сили тяжіння вони рухаються по параболі донизу і по досягненні границі головного циліндру, вони опиняються вже нижче його верхнього зрізу. Відбувається удар частинок об зовнішню поверхню головного циліндру 6, їх енергія, а відповідно і швидкість ще зменшується, та знову змінює напрямок на протилежний. Так відбувається до тих пір, доки частинки пилу не "заспокоюються" на дні зовнішнього корпуса 2.

Оскільки тиск в порожнинах 10 і 11 рівний, то руху повітря в нижній зоні майже не буде (тільки за рахунок його залишкової кінетичної енергії) і осаджений пил не буде підніматись з дна повітряним потоком.

Аналіз методик розрахунків промислових циклонних пристроїв показав, що вони непридатні для побутових циклонів малого розміру. Тим більше, що ці методики основані на використанні напрацьованих за довгий час експериментальних даних (діаграм, емпіричних формул, коефіцієнтів і т.п). Після чого було розроблено конструкцію збірника пилу циклонного пилососа, який гарантовано може відділяти від потоку частки пилу більше 20 мкм. Менші ж частки можуть і "проскочити". Тому в пилососах циклонного типу є обов'язковим використання додаткових фільтрів тонкого очищення.

УДК 681 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ

Пундик С. І., Мицак Я. М.
Хмельницький національний університет

Одним з найпоширеніших, надійним і дешевим перетворювачем електричної енергії в механічну залишається асинхронний двигун. За більш ніж столітню історію свого розвитку він досяг певної досконалості, яка забезпечується за рахунок розробки сучасних електротехнічних і електроізоляційних матеріалів, розвитку нових конструкторських, проектувальних, технологічних рішень. Прогрес, зумовлений цими факторами, неухильно триває. І тому, поряд з багатьма іншими шляхами енергозбереження в електроприводі, одним з найбільш діючих є вдосконалювання асинхронних двигунів.

У наш час асинхронні двигуни є найпоширенішими електричними машинами. Вони споживають близько 40% електроенергії, вироблюваної в світі. Таке обширне поширення

асинхронні електродвигуни набули через свою конструктивну простоту, низьку вартість, високу експлуатаційну надійність. Разом з великими перевагами асинхронні двигуни мають і деякі недоліки - в процесі експлуатації можливі пошкодження елементів двигуна, що в свою чергу призводить до передчасного виходу його з ладу.

Існує ряд пристроїв для дослідження електричних двигунів, та всеодно є ще багато невирішених питань в цій галузі. Це призводить до порушення безперервності технологічних процесів з подальшим браком продукції, ви-тратами на відновлення і ремонт електродвигунів, а також на відновлення нормальних технологічних процесів виробництва. Тому розробка стенду для дослідження електричних характеристик асинхронних двигунів побутових приладів є актуальною.

Мета роботи полягає в розробці стенду для дослідження електричних характеристик асинхронного двигуна.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз технічної літератури по існуючих методах та пристроях для дослідження асинхронних двигунів існуючих пристроїв та технічної літератури;
- розробка стенду для дослідження електричних перехідних процесів асинхронного двигуна.

Вирішення поставлених задач буде здійснюватися на основі принципів комплексного підходу, логічного аналізу, методів системно-структурного аналізу складних об'єктів, інструментальних методів для дослідження електричних двигунів, методів алгоритмізації та програмування.

Структурна схема стенда для дослідження електричних характеристик АД зображена на рисунку 1. Для забезпечення реєстрації великої кількості електричних параметрів і їх часових характеристик, в перехідних режимах, а також із змінним і знакозмінним навантаженням, неідеальній формі напруги живлення, симетричних і несиметричних режимах роботи АД в стенді застосовується персональний комп’ютер.

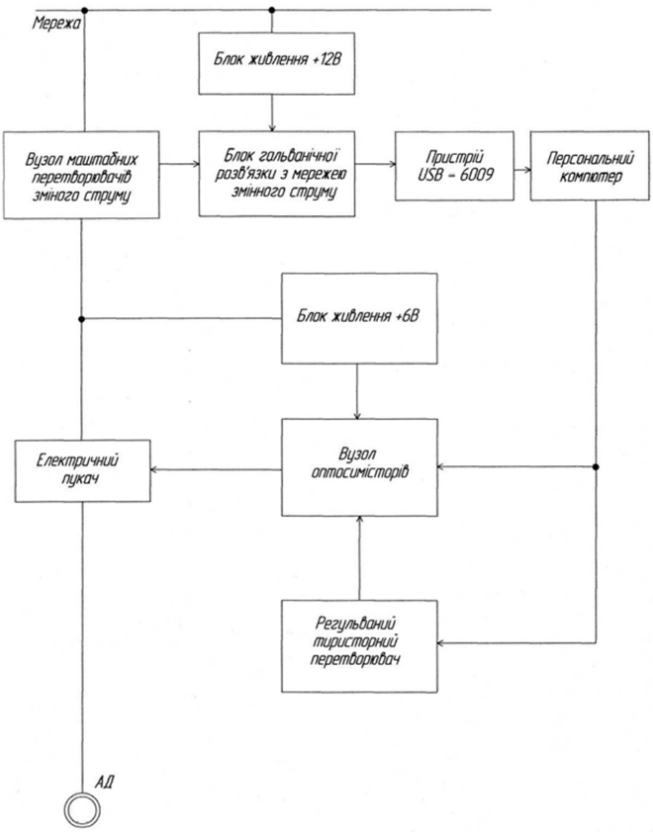


Рисунок 1 - Структурна схема стенда для дослідження електричних характеристик асинхронних двигунів

Для запуску АД використовується електронний пускач на симісторах. Керування симісторами здійснюється від ПК за допомогою вузла оптосимісторів. Живлення блока гальванічної розв'язки здійснюється від блока живлення +12В. Напруга, яка пропорційна струмам в лінійних проводах зо допомогою вузла масштабних перетворювачів через блок гальванічної розв'язки, поступає на пристрій NI USB-6009. Живлення блоку управління здійснюється від блока живлення +6В.

Дані про значення напруги живлення, струму та потужності споживання через пристрій NI USB-6009 поступають на ПК.

З використанням програмного середовища LabView стенд дозволяє автоматизувати процес вимірювань, обробки сигналів, відображення і архівації результатів досліду для побудови механічних, електромеханічних характеристик в усталених і неусталених режимах, а також пускових характеристик. Також блок управління керується з ПК в розробленій програмі LabVieW 8.5.

Проведений огляд характеристик асинхронних електричних двигунів в усталеному режимі роботи показав, що основними характеристиками являються механічна n=F(M), електромеханічна I1 = F(M), енергетична P1=F(P2), залежності коефіцієнту корисної дії від механічної потужності на валу η=F(P2) та cosφ=F(M), а також в неусталеному режимі, до яких відносяться пускові характеристики M=F(t);n=F(t); I=F(t).

Розглянуто методи вимірювання характеристик асинхронних двигунів та стенди для дослідження електричних характеристик асинхронних двигунів.

Розроблено стенд для дослідження електричних характеристик для забезпечення реєстрації великої кількості електричних параметрів і їх часових характеристик, в перехідних режимах, а також із змінним і знакозмінним навантаженням, неідеальній формі напруги живлення, симетричних і несиметричних режимах роботи АД.

Під час розробки стенду для дослідження електричних характеристик асинхронних двигунів було також розроблено електричну схему блоку керування.

Вибираючи базову модель для проектування нової машини, ми зупинилися на двигунах серії 4А. Завдяки застосуванню електротехнічної сталі з покращеними магнітними властивостями, реалізації запасів по нагріванню та удосконаленню охолодження, переходу на вищі класи ізоляції потужність двигунів цієї серії при заданих висотах осі обертання на 2-3 ступені шкали потужностей більше порівняно з двигунами серії А2. Це дозволило зменшити масу двигунів у середньому на 15-18%, заощадити обсяги обмотувальної міді та електротехнічної сталі на 20-25% при незмінних енергетичних показниках.

УДК 687 Устаткування, машини і апарати

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛОСКОШОВНОЇ МАШИНИ

Пундик С. І., Канділовський Д. В.
Хмельницький національний університет

Швейне обладнання широко використовується в різних галузях легкої промисловості: шиття, трикотаж, взуття, шкіргалантерея та інші.

У зв'язку з цим актуальним завданням є пошук шляхів підвищення продуктивності швейних машин. Одним з таких способів є широке застосування швейних машин ланцюгового стібка, так як вони найбільш повно відповідають вимогам промислового виробництва товарів народного споживання.

У порівнянні з швейними машинами човникового стібка, швейні машини ланцюжкового стібка мають такі переваги: вищу швидкість головного валу; менший натяг нитки і, як наслідок, менше обривів і менше зминання шва; відсутність операцій заміни шпульки, що особливо важливо при використанні машин в автоматичному циклі; високу

еластичність стібка; широке розмаїття видів тамбурних стібків, що дозволяє підбирати їх в найбільш повній відповідності з вимогами матеріалів, що шиються.

Машини ланцюжкового стібка, незважаючи на їх широке застосування, ще недостатньо вивчені і мають великі резерви для підвищення продуктивності праці і поліпшення якості продукції, що випускається. У зв'язку з цим удосконалення плоскошовних машин є дуже актуальною.

Традиційно до плоских стібків відносять стібки класів 402, 403, 405, 406, 407. Для опису машин, що реалізують такі класи стібків, необхідно описати взаємодію робочих органів, що забезпечують це переплетення.

Процес формування багаторядних плоских ланцюжкових стібків типів 402, 403, 406 і 407 має багато спільного з процесом формування двониткових ланцюжкових стібків типу 401.

Дворядні триниткові плоскі стібки типу 402 і 406 відрізняються один від одного формою схеми нитки петельника, що обумовлено траєкторією руху петельника і процесом його взаємодії з іншими робочими деталями. Те ж саме можна сказати і про трирядних чотириниткових плоских стібках 403 і 407 типів. Найбільшого поширення у вітчизняній технології пошиття виробів і за кордоном набули стібки 406 і 407 типів, формування яких ми і розглянемо [2].

Пропонується розробити механізми, що скорочують час виконання операцій на швейній машині і підвищують якість продукції, що випускається.

В даній роботі розробляється механізм мікростібка з використанням швейної головки плоскошовної машини Typical GK32700 з циліндричною платформою. Такі механізми затребувані в технології виготовлення трикотажу.

За основу конструкції плоскошовної машини з механізмом знімача було взято Typical GK 32700 з циліндричною платформою.

Давайте розглянемо конструкцію Typical GK 32700 з циліндричною платформою для виконання плоскої строчки.

Typical GK 32700 відноситься до групи плоскошовних трикотажних виробів, що використовуються в пошитті переважно трикотажних виробів. Його конструкція послужила основою для конструктивно уніфікованої серії машин, що виконують ланцюгові стібки класів 401, 406, 407, 602, 605 і деяких інших. Вишивальні машини 401 і 406 мають найширші технологічні можливості. Typical GK 32700 відноситься до плоскошовних і призначена для підшивки зрізів натільного трикотажу. Виконує триниткові тамбурні стібки 406 класу. У процесі формування стібка беруть участь дві голки і петельник. Схема руху голок і петельника при формуванні стібків 406 класу аналогічна руху інструментів в процесі формування стібків 401 класу. Перший характерний момент - почергове захоплення правої і лівої петель спиці носиком петельника. Другим характерним моментом є введення голок (спочатку лівої, потім правої) в петлю нитки-петельника. В результаті виходить трининитковий тамбурний шов класу 406 [1].

З відомого пристрою регулювання стібків на машині Typical беремо необхідні розміри і кут повороту важеля управління стібком для необхідної частоти стібка від 4 мм до 1 мм [2].

Кут повороту становить 16°.

Для заданого кута повороту будуємо положення штока пневмоциліндра в крайніх положеннях для забезпечення заданого кута повороту важеля. Конструкції показані на рисунку 1.

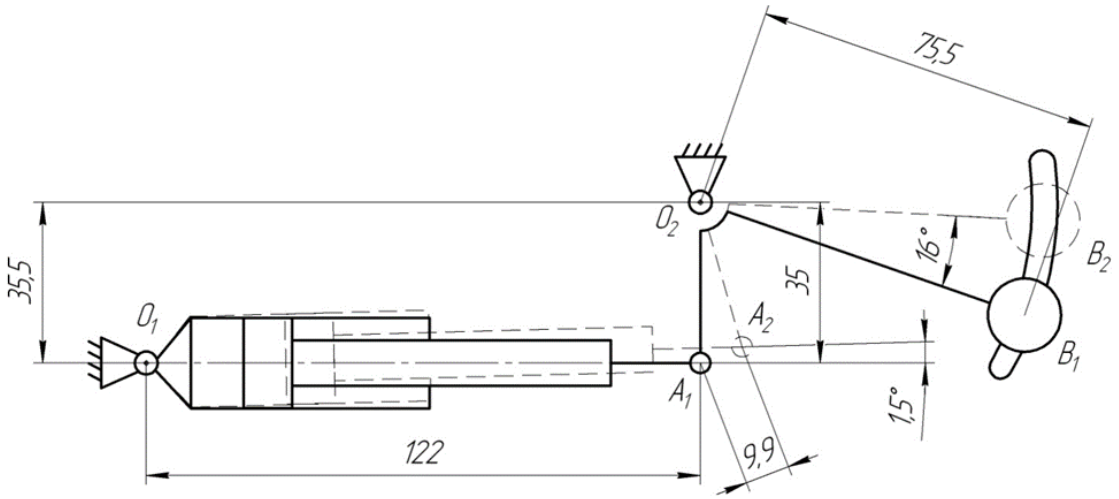


Рис. 1 – Схема положення розробленого механізму

План положень механізму наведено на рисунку 1. Показано, що шток циліндра, крім власне поступального руху, здійснює також коливальні рухи разом з пневмоциліндром щодо опори О1. Частота обертання поршня зі штоком визначається виключно параметрами повітря в пневмосистемі і геометрією пневмоциліндра, які будуть визначені далі.

Зусилля на штоку пневмоциліндра пов'язане з системою важелів і невідоме. Однак, оскільки пристрій контролю довжини стібка призначений для ручних операцій, можна використовувати середнє значення величини сили, необхідної для повороту важеля ОВ.

Отже, в даний час виробництвом таких механізмів займаються зарубіжні підприємства, в зв'язку з чим ці механізми досить дорогі. Тому виникає потреба у розробці цього механізму з метою проектування власного обладнання.

Перелік посилань

1. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с

2. Деталі машин і основи конструювання : конспект лекцій / укладач В. В. Стрелец. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 150 с.

УДК 621 Устаткування, машини і апарати

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Р. Пірог, О. Поліщук, А. Поліщук

Хмельницький національний університет

Актуальність розробки пристрою для визначення теплопровідності теплоізоляційних матеріалів визначається двома ключовими чинниками: енергоефективністю та енергозбереженням і науковими дослідженнями.

Точне визначення теплопровідності матеріалів сприяє більш ефективному їх використанню в будівельній сфері та інших галузях, знижуючи витрати на опалення та охолодження. Використання ефективних теплоізоляційних матеріалів знижує обсяг викидів CO_2, сприяючи боротьбі з глобальним потеплінням.

Розвиток нових матеріалів з високою теплоізоляцією потребує точного вимірювання їхніх властивостей для підтвердження їхньої ефективності. Поява нових

теплоізоляційних матеріалів стимулює необхідність розробки новітніх пристроїв для їхнього тестування.

Точні вимірювання теплопровідності сприяють кращому розумінню теплових процесів у матеріалах, що є важливим для наукових досліджень. Визначення теплопровідності має значення не тільки для будівельної індустрії, але й для сфери матеріалознавства, фізики, хімії та екології.

У сукупності, ці аспекти роблять розробку стенду для визначення теплопровідності теплоізоляційних матеріалів актуальною і важливою задачею, що відповідає сучасним потребам енергоефективності, технологічного розвитку та сталого розвитку суспільства.

Теплофізичні властивості ізоляційних матеріалів є ключовими для визначення їх придатності та області застосування. Однією з головних характеристик, що визначає ефективність теплоізоляційних матеріалів, є їх коефіцієнт теплопровідності.

Коефіцієнт теплопровідності є критичним показником, особливо у застосуванні в побутовій техніці, оскільки він вказує на здатність матеріалу передавати тепло. Ця властивість впливає на вибір матеріалів для ізоляції у побутових приладах, таких як бойлери, де ефективність теплоізоляції безпосередньо впливає на енергоефективність пристрою. Крім того, щільність матеріалу тісно пов'язана з його теплопровідністю, впливаючи на загальну теплову ефективність виробу.

На сучасному ринку представлено широкий асортимент теплоізоляційних матеріалів для різних застосувань, кожен з яких має свої унікальні характеристики та властивості, що визначають його придатність для певних застосувань. Ці характеристики включають стабільність форми, вагу, теплопровідність та інші, що важливі при розробці нових побутових пристроїв.

Для визначення теплопровідності цих матеріалів був розроблений лабораторний стенд, зображений на рис.1.

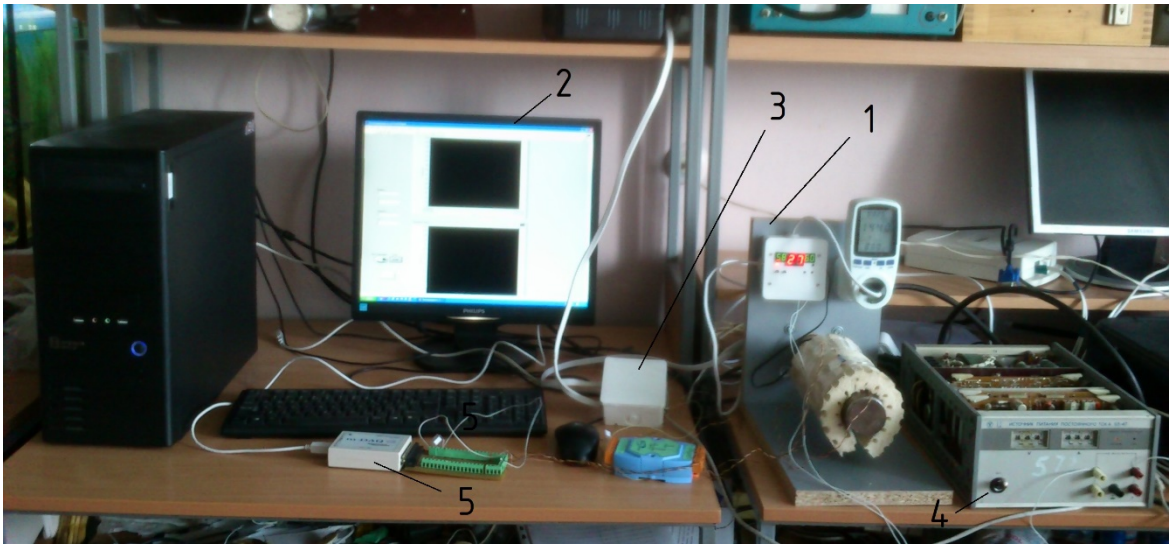


Рис.1. Лабораторна установка для дослідження теплопровідності теплоізоляційних матеріалів: 1 - лабораторна установка для визначення коефіцієнту теплопровідності, 2 - електронно-обчислювальна машина, 3 – терморегулятор; 4 - блок живлення, 5 - блок вимірювальної апаратури

Стенд, який використовує метод труби, включає циліндричну ємність з рідиною, регулятор температури, нагрівальний елемент, прилад для визначення струму, напруги та

потужності нагрівального елемента, підсилювач, аналогово-цифровий перетворювач, датчики температури, комп'ютер та зразки матеріалів.

Розробка такого обладнання має значну практичну цінність, оскільки вона дозволяє точно і надійно визначати теплопровідність матеріалів, використовуючи сучасні мікропроцесорні та обчислювальні технології. Це сприяє економії часу та енергії, а також підвищує точність контролю теплофізичних параметрів, що є критичним для сертифікації багатьох продуктів.

На рис.2 приведено схему установки для визначення коефіцієнта теплопровідності методом труби.

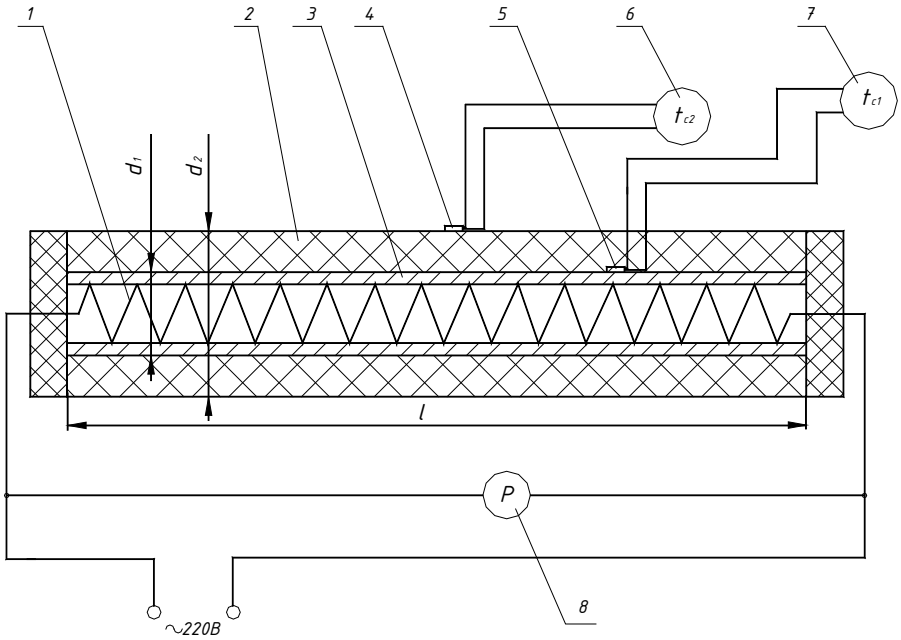


Рис.2. Схема установки для визначення коефіцієнта теплопровідності методом труби: 1 – матеріал, що досліджується; 2-циліндрична труба; 3-ТЕН; 4, 5 - датчики температури; 6, 7 – температура, що вимірюється; 8 - ватметр

Розроблена установка має практичну цінність та буде використана в навчальному процесі Хмельницького національного університету та Київського національного університету технологій та дизайну при виконанні лабораторних робіт з різних навчальних дисциплін.

Перелік посилань

1. Утеплювальні матеріали типу ватину, поролону синтетичних об’ємних полотен [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://surl.li/opqij.

УДК 697 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ МИЮЧОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ПРАННЯ В ПРАЛЬНІЙ МАШИНІ

Гей І.О., Смутко С.В., Лісевич С.П.
Хмельницький національний університет

На сьогоднішній день важливий вплив на формування економічної ситуації в

Україні має серед товарів народного споживання, побутові пральні машини займають значне місце. Виробництво і асортимент побутових пральних машин з кожним роком збільшується, це пояснюється тим, що попит на дану продукцію постійно зростає.

Автоматичні пральні машини управляються програмно і перуть по заданому їм алгоритму, можуть відміряти необхідну кількість води, відрегулювати температуру та швидкість віджиму.

Останнім часом, в зв'язку з екологічними проблемами, велика увага надається охороні навколишнього середовища. Забруднення стічних вод хімічними речовинами в наш час є досить серйозною проблемою. Досить значна кількість хімічних речовин потрапляє в навколишнє середовище через систему побутової каналізації, що веде до забруднення водоймищ та річок. Хімічні речовини згубно впливають на водну екосистему та на істот, життя яких пов'язане з водоймищами. Також для очищення забрудненої води необхідно дуже багато часу, зусиль та технічних засобів, що веде до погіршення якості води яка надається людям через водопровідну систему.

Недоліком автоматичних пральних машин є недосконала система дозування миючих засобів, яка складається з декількох відділень, призначених для різних типів миючих засобів. Це означає, що завантаження прального засобу відбувається за участі людини, якій треба відміряти необхідну його кількість вручну та на око. Також з даною системою дозування миючий засіб витрачається не раціонально, що значно збільшує витрати на миючі засоби та згубно впливає на стан оточуючого середовища.

Такий пристрій дозволить скоротити витрати на миючі засоби та полегшить сам процес прання. Також такий пристрій може значно поліпшити екологічний стан середовища в якому ми живемо. Тому питання створення пристрою, який зможе автоматично дозувати миючий засіб залежно від ваги білизни є актуальним.

Метою даної роботи є розробка та дослідження дозатора, який дозволить автоматично дозувати пральні засоби відповідно до ваги завантаженої в барабан білизни.

Для вирішення проблеми проектування системи дозування миючого засобу в пральних машинах, зроблено огляд та аналіз процесів прання, пристроїв для дозування рідких миючих засобів та систем вимірювання ваги білизни автоматичних пральних машин.

Також зроблено аналіз пристроїв для автоматичного зважування кількості завантажувальної білизни у пральну машину.

Розроблено структурна схема автоматичного дозування рідкого миючого засобу в пральних машинах встановлено, що дана система має в своєму скла-ді два пристрої: пристрій дозування; пристрій для зважування завантаженої білизни в бак. Запропоновано методику розрахунку дозування кількості миючого рідкого засобу на одиницю ваги завантаженої білизни. Приведено методику розрахунку визначення ваги завантаженої сухої білизни в залежності від деформації пружного елемента запропонованої системи.

Зроблено аналіз рідких миючих засобів різних виробників та пораховано кількість прального розчину, яку потрібно залити в бак пральної машини на одиницю сухої білизни. Визначено геометричні параметри перистальтичного насоса. Вибрано кроковий двигун, який приводить в рух перистальтичний насос.

На основі приведених розрахунків пристрою для дозування рідкого миючого розчину на основі перистальтичного насоса та пружного елемента пристрою для вимірювання маси сухої завантаженої білизни у програмному продукті Solid Works створено модель системи для автоматизованого дозування рідкого миючого розчину.

Розроблено електричну схему автоматичної пральної машини з системою для дозування рідкого миючого засобу.

Перелік посилань

1. Дозатор рідких компонентів /І. Я. Стадник, О. В. Ковальов, В. В. Шутюк, Л. І. Удворгелі //Наукові праці НУХТ. - 2010. - № 33. - С. 78-80.

2. Методы расчета подачи перистальтического насоса линейного типа [Электронный ресурс] / Шейпак А. А., Гришин А. И., Чичерюкин В. Н. // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация – 2015. – № 01. – С. 12–25.

УДК 687 Устаткування, машини і апарати

МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ПУХУ В ДЕТАЛЯХ ОДЯГУ ПЕРЕД ОПЕРАЦІЄЮ СТІБАННЯ

Лонський В.О., Кармаліта А.К.
Хмельницький національний університет

Виготовлення верхнього одягу це складний технологічний процес. На сьогоднішній час одним з найпопулярніших утеплювачів є синтетичний пух, так званий аеро-пух. Складність роботи з цим наповнювачем полягає в тому що при стібані деталей на звичайних прямострочних швейних машинах сильно зміщуються шари матеріалу. Цей негативний процес відбувається за рахунок того, що пух на відміну від синтепону, немає цільної структури. Для якісного і швидкого виготовлення використовуються шаблонні швейні автомати де заготовлені подушки стібають, попереднього розтягнувши їх в рамах.

Є декілька варіантів розстібування деталей з пухом:

1. Стібання заготовленої деталі на камери впусту і подальшому набивання пухом кожної камери. Такий варіант доцільний при стібанні на звичайних швейних машинах, але він є затратним по часу, та значно збільшує собівартість виробу.

2. Вишивання на шаблонному швейному автоматі деталей крою на попередньо підготовленій подушці, набитій пухом. Цей метод використовується для прискорення стібання деталей, щоб отримати більше продукції за коротший час. Але є два суттєвих недоліки:

– За рахунок великої площі подушки лапка машини ганяє пух по подушці за рахунок чого відбуваються защіпи та не рівномірне розподілення пуху в деталях. Після вишивання на шаблонному автоматі деталі вирізаються з подушки, зазвичай для цього використовується прямострочна швейна машина з підрізкою краю матеріалу зі знятою голкою, після вирізання випади з подушки складають до 30% подушки.

– Подетальне стібання деталей, попередньо набитих пухом та підготовлених до стібання на шаблонних автоматах. Цей метод є затратніший по часу але швидший за перший, при досить високій якості пошиву.

3. Самим затратним процесом підготовки деталі до стібання на шаблонному автоматі є рівномірне розподілення пуху по деталі після набивання. Сама процес набивання відбувається за рахунок стисненого повітря. Пух попередньо розпушується в бункері пухонабивною машини, далі відбувається процес дозування (відважується попереднього запрограмована порція пуху), оператор надягає деталь з нашитою камерою на сопло машини і подає сигнал натисканням педалі для набивки. Машина за рахунок стиснутого повітря задуває порцію пуху в камеру. Наступною операцією є зашивання технічного отвору в камері деталі, і далі деталь передається працівникам ручних робіт для рівномірного розподілення пуху по деталі.

Після набивки пух в деталі має вигляд збитої грудки по центру камери. Задача працівників ручної роботи спеціальними «хлопавками» рівномірно розігнати пух по

камері деталі. І тільки після всіх цих операцій підготовлена деталь йде на шаблонний автомат для подальшого розстібування.

Сам процес розбивки займає багато часу, і щоб завантажити шаблонний автомат потрібно задіяти декілька працівників ручної роботи, що в свою чергу збільшує собівартість виробу.

Пропонується механізувати процес розподілення пуху по камері деталі за рахунок розробки пристрою, який за рахунок короткого імпульсу направленого повітря розподілить пух по краях камери деталі.

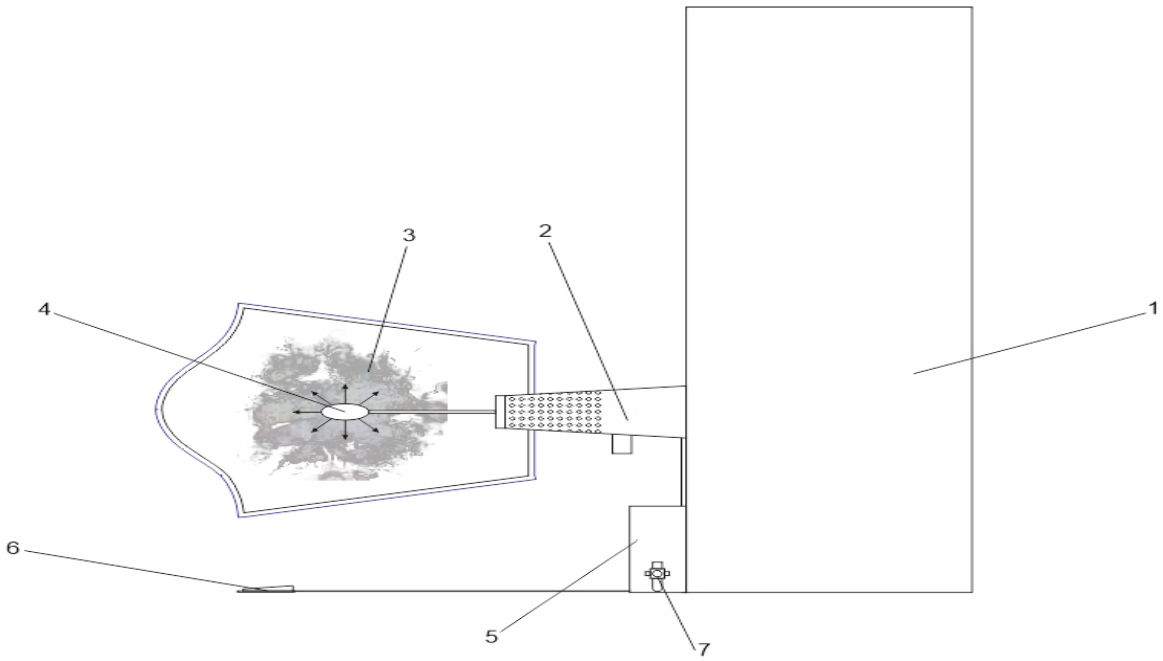


Рис. 1 Схема пухонабивної машини з пристроєм для розподілення пуху:

1 - пухонабивна машина; 2 - сопло машини, через яке подається пух під дією стиснутого повітря; 3 - камера деталі із задутим пухом; 4 - сопло пристрою, через яке має короткочасно подаватись направлене повітря для розподілення пуху по камері деталі; 5 - блок керування пристроєм; 6 - педаль увімкнення подачі повітря; 7 - регулятор тиску з манометром.

Висновок: За рахунок даної розробки можливо значно пришвидшити процес підготовки деталі з пухом перед стібанням на шаблонному автоматі. Що в свою чергу зменшить кількість задіяних працівників до підготовчих операцій та собівартість виробу.

УДК 62-93 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОРІЄНТОВАНОЇ ПОДАЧІ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ НА ОБРОБКУ

Дзяворук О., Кармаліта А.К.
Хмельницький національний університет

Більшість деталей одягу та взуття обробляється і поступає на складання в плоскому вигляді і тільки в процесі складання набуває просторової форми. Автоматичне орієнтування таких деталей є більш важкою задачею чим орієнтування тіл обертання по

тій причині, що плоскі деталі можуть мати більше число різних положень. Крім того задача ускладнюється ще додатковими факторами: невеликою жорсткістю деталей, складною конфігурацією, неточністю розмірів, асиметрією властивостей поверхонь, великою кількістю типорозмірів, парністю деталі та ін.

Задачі орієнтування включають в себе елементи проблеми розпізнавання об'єктів, а саме розпізнавання положення об'єктів по відношенню до робочих органів технологічних машин чи захватів промислових роботів. Більшість плоских деталей взуття мають асиметрію фрикційних властивостей і величини нерівності поверхонь, що забезпечило можливість створення механічних способів контролю положення за властивостями поверхонь, які відрізняються простотою конструкції і надійністю в роботі [1]. Механічні способи контролю положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь засновані на використанні асиметрії їх фрикційних властивостей або величини нерівностей поверхонь. В окремому випадку в процесі контролю положення за допомогою пристроїв, що реалізують ці способи, можливо одночасне транспортування деталі на робочу позицію технологічного устаткування або на позицію переорієнтування. Дослідженню фрикційних властивостей матеріалів, які застосовуються для деталей взуття, присвячено кілька робіт. Аналізуючи їх, можна зробити висновок про те, що більшість взуттєвих матеріалів мають різні фрикційні властивості лицьової і виворітної поверхонь. Це передбачає можливість автоматичного орієнтування деталей з таких матеріалів за ознакою "лицьова сторона - виворітна сторона" з використанням відмінності фрикційних властивостей поверхонь деталі.

1. Контроль положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь.

Фрикційні властивості поверхонь будь-яких матеріалів характеризуються коефіцієнтом тертя, який залежить від пружних властивостей матеріалу, шорсткостей поверхонь, питомого навантаження і багатьох інших параметрів, що характеризують молекулярну взаємодію поверхонь у зоні контакту. Головними факторами, за інших рівних умов, що впливають на ефективність контролю даним способом [2], є матеріал валків і зусилля притиснення валків.

Розрахунки пристроїв для контролю, що реалізують цей спосіб, не викликає більших труднощів, тому що фрикційні властивості взуттєвих матеріалів, а також матеріалів для валків досить повно вивчені.

Застосування валків як датчиків контролю положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь і одночасного транспортування деталей з позиції контролю на позицію завантаження або переорієнтації значно спрощує операцію контролю, підвищує продуктивність і надійність контролюючих пристроїв.

2. Контроль положення плоских деталей взуття по асиметрії топографії поверхонь

Багато натуральних і штучних матеріалів, які використовуються у взуттєвому виробництві, крім інших відмінностей, мають різні нерівності (різну топографію), а також різну ворсистість на лицьовий і виворітній поверхнях, які можуть бути природними, створюватися штучно з декоративною або іншою спеціальною метою в процесі обробки.

Відмінність полягає у величині нерівностей і ворсу, їх розташуванню на поверхнях, а також у їхніх пружних властивостях.

Це створює можливість здійснити контроль положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь за допомогою способів, заснованих на використанні зазначених ознак [3].

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

1. Промислові роботи займають все більшу частку в технічному оснащенні підприємств легкої промисловості. Більша частина з них це не адаптивні програмні роботи, які працюють по жорсткій програмі. Менша частина це адаптивні роботи, які мають сенсорні захвати. Якщо для програмних роботів необхідне обов'язкове впорядкування середовища об'єктів обробки то для адаптивних потрібні сенсорні захвати, які будуть розпізнавати положення тих же об'єктів. Як в першому так і в другому випадку необхідно створити системи для контролю положення об'єктів роботизації.

2. Задачі орієнтування включають в себе елементи проблеми розпізнавання об'єктів, а саме розпізнавання положення об'єктів по відношенню до робочих органів технологічних машин чи захватів промислових роботів

3. 3.Більшість плоских деталей взуття мають асиметрію фрикційних властивостей і величини нерівності поверхонь, що забезпечило можливість створення механічних способів контролю положення за властивостями поверхонь, які відрізняються простотою конструкції і надійністю в роботі.

Перелік посилань

1. Коновал В. П., Гаркавенко С. С. Довідник взуттєвика: Київ: Лібра, 2008, С. 80–98.

2. Способ контроля положения плоских деталей обуви по фрикционным свойствам поверхности: пат. 3411335 СССР: МПК А43D 1/00. №1057000; заявл. 1982.03.18; опубл. 1983.11.30, 2 с.

3. Способ подачи деталей обуви с различной шероховатостью поверхности на технологическую обработку: пат. 3411334 СССР: МПК А43D 111/00. №1063378; заявл. 1982.03.18; опубл. 1983.12.30, 3 с.

УДК 663.245.713 Устаткування, машини і апарати

ПЕРЕВАГА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ВИРУБНИХ ПРЕСІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Сєргєєв В. В., Кармаліта А.К.
Хмельницький національний університет

Для підприємств легкої промисловості найважливішим є підвищення терміну служби технологічного устаткування. Дуже гостро стоїть проблема боротьби із зношуванням деталей в устаткуванні, багато елементів якого працюють при високих навантаженнях та швидкостях, а часто і при обмеженій подачі мастильного матеріалу. Умови праці на підприємствах побутового обслуговування та легкої промисловості можна оцінювати або за значеннями будь-якого параметра (вібрація та шум пресового обладнання, рівень яких часто перевищує допустимий санітарними нормами, освітленість тощо), або на підставі думок працюючих, здатних більш об'єктивно класифікувати ці умови. На ділянках розкрою матеріалів (в даному випадку – шкіри) широко поширені вирубні преси, які працюють з різними видами приводів та розрізняються між собою за рівнем технологічних навантажень.

Метою нашого дослідження є довести переваги використання електрогідравлічних приводів вирубних пресів в легкій промисловості.

Електрогідравлічний привід - це інтеграція двигуна, масляного насоса та електрогідравлічного сервоклапана, який може працювати до тих пір, поки він з'єднаний з електроживленням і керуючим сигналом. Електрогідравлічні приводи володіють найбільш істотними перевагами електричних і гідравлічних приводів: можливістю застосування електричних та коригуючих пристроїв ланцюгів самоналаштування, точним завданням програми управління за допомогою електричних сигналів.

Електрогідравлічні приводи можуть бути виконані за однокаскадною або двокаскадною схемою. Побудова привода залежить від необхідної потужності на виході, точності позиціонування і від інших факторів. Електрогідравлічні приводи широко використовуються в ПР великої (50 - 100кг) та надвеликої (більше 100 кг) вантажності. Електрогідравлічне пресове обладнання, що використовується в легкій промисловості в таких галузях, як взуттєва, швейна та шкіргалантерейна, застосовується для вирубування деталей різаком на нерухомій опорі. Конструктивно преси розрізняють за типом переміщення робочого органу: траверсні, кареточні, консольні без повороту ударника, консольні з поворотом ударника. Кожен вид пресу має свою базову конструкцію, апробовану багатолітньою експлуатацією, яка вдосконалюється у відповідності з рівнем розвитку технології та техніки. В результаті створюються нові модифікації, більш кращі за своїми технічними характеристиками, а також розширюються їхні технологічні можливості. Наприклад, вирубний прес ПВГ-8-0 з ударником консольного типу після вдосконалення (створення конструкції з автоматичним поворотом ударника) отримав маркування ПВГ-8-1-0, а після заміни зворотної пружини ударника акумульованою енергією стиснутого повітря, яким наповнюється верхня порожнина скалки, – ПВГ-8-2-0 [1].

Серед європейських виробників електрогідравлічного пресового обладнання найвідомішими є: Atom (Італія), Compart (Німеччина), Schoen&Sandt (Німеччина) [2]. На сьогодні на підприємствах легкої промисловості України найбільш поширеними електрогідравлічними пресами консольного типу є ПВГ-8-2-0, S120 C італійської фірми “Atom” і C06.01 німецької фірми “Compart”. Вказані преси відрізняються між собою за масогабаритними показниками, зусиллям вирубування, продуктивністю, потужністю електродвигуна привода [2].

Отже, серед основних переваг використання електрогідравлічного приводу є:

1. Збільшення продуктивності: Електрогідравлічні приводи забезпечують вищу продуктивність порівняно з механічними або пневматичними системами. Це відбувається завдяки швидшому часу реакції, що дозволяє пресам працювати з вищою частотою циклів. Це дозволяє виробникам збільшити обсяги продукції без збільшення витрат на обладнання.

2. Точне регулювання сили та швидкості: Електрогідравлічні приводи дозволяють точно контролювати силу і швидкість руху преса. Це критично важливо для деяких застосувань у легкій промисловості, де потрібна висока точність.

3. Гнучкість у налаштуваннях: Електронне керування електрогідравлічних приводів дозволяє легко змінювати параметри роботи преса, що робить його більш універсальним для різних видів виробництва.

4. Мінімізація часу простою: Завдяки вищій надійності та простоті обслуговування електрогідравлічних приводів знижується час простою обладнання, що позитивно впливає на загальну продуктивність.

5. Енергоефективність: Сучасні електрогідравлічні системи здатні більш ефективно використовувати енергію, знижуючи витрати на електроенергію порівняно з традиційними приводами. Вони забезпечують потрібну силу тільки тоді, коли це необхідно, зменшуючи загальні енергетичні витрати.

6. Зниження шуму та вібрацій: Електрогідравлічні приводи зазвичай працюють тихіше і з меншою вібрацією, що забезпечує кращі умови праці та що сприяє здоров'ю та безпеці персоналу.

7. Поліпшення якості продукції: Завдяки вищій точності та контролю над робочим процесом, електрогідравлічні приводи сприяють виготовленню продукції кращої якості з меншим рівнем браку.

8. Зниження витрат на обслуговування: Ці системи вимагають менше обслуговування порівняно з механічними та пневматичними приводами, що знижує загальні експлуатаційні витрати.

9. Екологічні переваги: Завдяки енергоефективності та тривалому терміну служби, електрогідравлічні приводи допомагають зменшити вплив виробничих процесів на довкілля.

10. Підвищена надійність: Електрогідравлічні системи характеризуються високою надійністю та довговічністю, що знижує ризики виробничих збоїв і зупинок.

Отже, використання електрогідравлічних приводів у вирубних пресах легкої промисловості пропонує ряд значних переваг, які забезпечують більш ефективний, точний і економічно вигідний виробничий процес. Комбінація цих факторів робить електрогідравлічні приводи вирубних пресів цінним вибором для легкої промисловості, оскільки вони допомагають підвищити продуктивність, ефективність та якість продукції, одночасно знижуючи витрати і негативний вплив на довкілля.

Перелік посилань

1. Поліщук О.С. Аналітичний огляд існуючих методів і засобів вирубування деталей на підприємствах легкої промисловості / О.С. Поліщук, А.К. Кармаліта // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2. – С. 85–90.

2. Якимчук Д.М. Перспективи вдосконалення електрогідравлічних пресів в легкій промисловості / Д.М. Якимчук, А.К. Кармаліта, Д.В. Прибега // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 2. – С. 105–107.

УДК 64.066 Устаткування, машини і апарати

РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОБУТОВИХ КОНДИЦІОНЕРІВ

Сухоставський В.М., Поліщук О.С., Лісевич С.П.
Хмельницький національний університет

Здоров'я, працездатність і самопочуття людини в першу чергу визначаються мікрокліматом і атмосферними умовами житлових і громадських приміщень, в яких людина проводить значну частину свого часу. Якість повітря в приміщенні багато в чому залежить від технологічних систем, спеціально розроблених для забезпечення комфортного повітря. Кондиціонування повітря — автоматичне встановлення всіх або окремих параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) у

закритому просторі на певний рівень для забезпечення оптимальних погодних умов, найбільш сприятливих для здоров'я людей чи виконання технологічних процесів.

Кондиціонування повітря може здійснюватися технічними засобами, а саме системою кондиціювання повітря або комплексом технічних заходів, так званою системою кондиціювання повітря.

Це включає в себе технічні засоби для всмоктування, обробки повітря, тобто забезпечення необхідних умов (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі), руху (вентилятори) та їх розподілу, а також нагрів та охолодження, автоматизації, засоби для дистанційного керування та моніторингу.

Для підтримання обладнання для кондиціонування у належному стані, необхідно мати відповідні стенди для його дослідження. Тобто розробка стенда для дослідження побутових кондиціонерів є актуальною з кількох причин:

1) Зростаючий попит на побутові кондиціонери: зі зміною кліматичних умов та підвищенням середньорічних температур, попит на побутові кондиціонери зростає. Це створює потребу у розробці більш ефективних і енергоощадних моделей.

2) Енергоефективність та екологічність: сучасний світ зосереджений на зниженні викидів вуглекислого газу та підвищенні енергоефективності побутових приладів. Розробка стенда дозволить точніше оцінювати споживання енергії кондиціонерами, сприяючи розробці більш «зелених» технологій.

3) Технологічний прогрес: технології у галузі кондиціонування повітря стрімко розвиваються. Стенд дозволить вченим та інженерам ефективно тестувати нові інновації та вдосконалення у цій області.

4) Підвищення стандартів якості та безпеки: наявність спеціалізованого обладнання для тестування кондиціонерів важлива для забезпечення високих стандартів якості та безпеки цих приладів.

5) Освітній та науковий інтерес: для студентів та науковців, що спеціалізуються у сфері холодильних технологій, стенд стане важливим ресурсом для досліджень та навчання.

Таким чином, розробка стенда для дослідження побутових кондиціонерів є важливою для різних сфер: від промислового виробництва та наукових досліджень до забезпечення комфорту та безпеки у побуті.

Основна мета роботи полягає у створенні простої, надійної та точної системи для вимірювання ключових параметрів роботи кондиціонерів, таких як потужність охолодження, споживання енергії, рівень шуму, температури, тиску, холодильного коефіцієнту та інші.

Для розробки конструкції стенда для дослідження побутових кондиціонерів проведено огляд та аналіз сучасних технологій та технічних рішень для кондиціонування повітря приміщень.

Загальний вид стенду для дослідження електричних та теплофізичних параметрів побутових кондиціонерів містить наступне вимірювальне обладнання і наведений на рисунку 1.

Стенд складається: з вертикального металевого каркасу (рами) 1, що виконаний з кутника № 25 за допомогою зварних швів. Зверху на каркасі передбачено три горизонтальні металеві смуги шириною 80 мм для кріплення внутрішнього блоку 3. Для кріплення зовнішнього блоку 2 кондиціонера виконана конструкція, що складається із П-подібного профілю 5 №100 і двох горизонтальних металевих смуг, що з'єднані у єдину конструкцію за допомогою зварних швів. Внутрішній 3 та зовнішній блок 2 кондиціонера закріплюються на стенді кріпильними болтами. Для кращого транспортування стенда до місця експлуатації його можна змонтувати на колісне шасі. На даному каркасі кріпляться також всі складові елементи та агрегати: психрометр 6, манометри 7 та 8, електротермоанемометр 5, цифрові термометри.

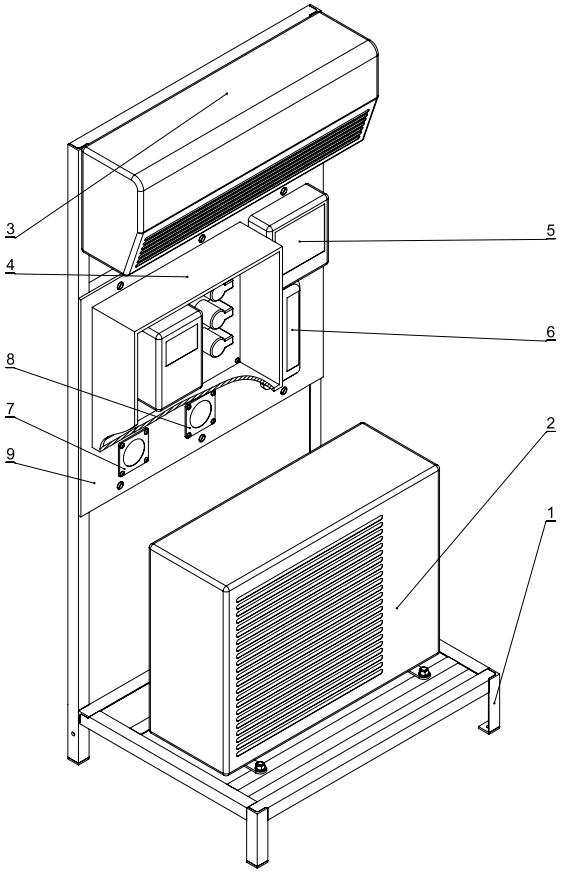


Рис. 1 – Вид загальний стенда для дослідження побутових холодильників: 1- Рама; 2- зовнішній блок; 3 – внутрішній блок; 4 – безконтактний вимірювальний пристрій енергетичних параметрів «Елвін»; 5 – термоаерометр; 6 – психрометр; 7 – манометр високого тиску; 8 – манометр низького тиску; 9 – дошка кріплення

Для вимірювання енергетичних параметрів кондиціонера рекомендовано використовувати трифазний електронний багатофункціональний лічильник «Елвін» з оптичною головкою USB-інтерфейса. Основні функції лічильника: лічильник вимірює енергоспоживання та оснащений автономним годинником, що відображає дату і час та формує сигнали керування.

Суто інженерні принципи роботи стенда для дослідження побутових кондиціонерів включають:

- стенд розроблений для точного відтворення різних умов, в яких можуть експлуатуватися кондиціонери, включаючи температуру, вологість швидкість переміщення повітряних мас та інші зовнішні фактори;
- стенд забезпечує можливість проведення контрольованих тестів з варіюванням ключових параметрів, що дозволяє оцінити роботу кондиціонерів в різних умовах;
- стенд оснащений сенсорами та вимірювальними приладами для точного визначення основних параметрів роботи кондиціонерів, таких як ефективність охолодження, енергоспоживання, рівень шуму, рівень вологості, температурні параметри;
- стенд розроблений так, що його можна легко адаптувати для різних типів та моделей кондиціонерів, що робить його універсальним інструментом для досліджень.
- у конструкції стенда враховані всі необхідні стандарти безпеки та експлуатаційні норми, що забезпечує безпечне використання в лабораторних умовах;
- стенд може використовуватися не тільки для тестування ефективності кондиціонерів, але й для діагностики потенційних неполадок та аналізу їх причин;

Ці інженерні принципи роботи стенда забезпечують його високу функціональність та ефективність у дослідженні та аналізі різних аспектів роботи побутових кондиціонерів.

Враховуючи універсальність стенда його можна удосконалити та модернізувати з врахуванням обладнання, що є на кафедрі машин і апаратів, електромеханіних та енергетичних систем. Метеостанція призначена для збору різних теплофізичних параметрів і має наступні датчики: датчик температури, датчик вологості, датчик атмосферного тиску, датчик швидкості та напрямку вітру, датчик кількості опадів. Дана система дозволяє отримувати та передавати інформацію з датчиків на сайт Weather Underground для обробки та подальшого прогнозування. Також на кафедрі є система, яка містить датчики і контролює освітленість різних поверхонь. Крім того кафедра має сонячну електростанцію потужністю 2,5 кВт з можливістю акумулювання електричної енергії.

Поєднання стенда для дослідження побутових кондиціонерів з існуючою метеостанцією та сонячними панелями може створити інноваційну та багатофункціональну дослідницьку платформу. Ось декілька способів реалізації такого поєднання:

1) Інтеграція з метеостанцією для дослідження зовнішніх умов: Дані з метеостанції, такі як температура, вологість, швидкість вітру, можуть використовуватися для оцінки реальної ефективності кондиціонерів в різних погодних умовах. Це дозволить вивчати, як зміни клімату впливають на роботу та енергоефективність кондиціонерів.

2) Використання сонячних панелей для живлення стенда: Стенд може бути живлений від сонячних панелей, що додасть елемент відновлюваної енергії до дослідження. Це дозволить оцінити потенціал використання сонячної енергії для живлення кондиціонерів, знижуючи вуглецевий слід та енергетичні витрати.

3) Аналіз взаємодії між сонячною активністю та енергоспоживанням: Дослідження може включати аналіз того, як зміна сонячної активності та інтенсивності світла впливає на енергоспоживання та ефективність кондиціонерів.

Перелік посилань

1. Нікульшин В.Р., Височин В.В. Теплові насоси та кондиціонери. Техніка. Київ. 2014. Електронне видання. Код доступу https://textbook.com.ua/tehnika/1473453333/s-1

2. Петко І.В., Бурмістенков О.П., Біла Т.Я., Скиба М.Є. Електропоубтова техінка: підручник для студентів вищих навчальних закладів/ І.В. Петко, О.П.Бурмістенков, Т.Я.Біла, М.Є.Скиба. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – 213 с.

3. Електропобутова техніка. Ч1. Холодильна побутова техніка та системи кондиціонування: лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, елеткротехніка та електромеханіка»/ упоряд.: О.О. Коротич, О.С.Поліщук, М.Є. Скиба. Хмельницький: ХНУ, 2021. 221 с.

УДК 677.21.021.16 Технологічні процеси виробництва виробів

ПРОБЛЕМАТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРЯДІННЯ

Гопало Д.О., Майдан П.С.
Хмельницький національний університет

Мікро- та малі підприємства (ММП) широко впроваджуються та розвиваються в усіх галузях нашої країни. Відомо, що одним з основних секторів, в якому задіяні ММП, є текстильний сектор, в якому досить широко застосовуються бавовнопрядильні машини, більшість з яких є дерев'яними верстатами для прядіння бавовни. Так верстати прядуть лише на одному приймальному валу із запасу бавовни і споживають велику кількість людино- годин, щоб отримати необхідну кількість пряжі. Але прядіння бавовни є однією з основних операцій з виробництва одягу ММП. Тому важливо вдосконалити систему прядіння, яка може бути використана на малих та середніх промислових підприємствах країни [1-4].

В сучасних умовах країна живе із можливими відключеннями світла з'явилась ідея розробити просту ручну/моторну намотувальну машину, яка може бути використовуватись на ММП, особливо в текстильному секторі. Функція даної намотувальної машини буде полягати в намотуванні волокна із більшою швидкістю та кількістю, беручи до уваги певні конструктивні особливості, щоб задовольнити попит клієнтів.

Загально відомо, що галузі промисловості класифікуються на мікро- та малі, середні та високотехнологічні, виходячи з їхнього капіталу, виробничих потужностей та технологій [5, 6].

Відомо, що ММП - підприємства, які перебувають у приватній власності та управляються приватними особами, з невеликою кількістю працівників (від 6 до 30) та відносно низьким обсягом продажу. Малі підприємства, як правило, є приватними корпораціями, партнерствами або одноосібними власниками. Кількість ММП переходить до рівня середніх, включаючи текстильні галузі.

Промисловість середнього масштабу - як правило, з кількістю працівників від 10 до 100 осіб. У них працює більше людей, ніж у великих компаніях, і вони, як правило, мають менш формальну структуру [5, 6].

З точки зору продуктивності, високі врожаї бавовни отримують в районах, що знаходяться на висоті до 1000 метрів над рівнем моря. Деякі країни мають величезний потенціал для виробництва бавовни, наприклад, Ефіопія наразі виробляє лише близько 77 - 84 тис. т. бавовни-сирцю/насіння щорічно із загальною площею до 42 тис. га. Бавовна та продукти її переробки зараз є основними товарними культурами в Ефіопії.

Тому існують значні можливості для працевлаштування на фермах, на текстильних фабриках і в прядильних цехах. Але все ж таки вигода, яку отримують від бавовни та продуктів її переробки, є найменшою; потрібно більше працювати над виробництвом бавовни та розвитком текстильної промисловості від ММП до більш високих рівнів [1-4].

Розвиток ММП у всіх секторах є важливим для зростання країн, що розвиваються. Так як ми відносимось до однієї з країн, що розвиваються, необхідно приділяти належну увагу розвитку ММП, оскільки вони роблять значний внесок у розвиток країни в основному забезпечуючи можливість працевлаштування для всіх, хто займається цією справою, отримуючи потужну підтримку з боку урядових та неурядових організацій. Зараз ММП відіграють значну роль у зниженні рівня безробіття від як у міських, так і в сільських районах.

Відомо, що одним з основних секторів, в якому задіяні ММП, є текстильний сектор і відомо, що найбільш широко використовувані бавовнопрядильні машини, які використовуються для перетворення бавовни на пряжу, яка в подальшому буде використовуватись ткачами та в побуті, зроблена із дерева. Технологічний процес

прядіння відбувається лише на одному приймальному валу з бавовни і споживає велику кількість людино-годин, щоб отримати достатню кількість пряжі.

Також, якщо розглянути існуючі конструкції звичайних мотальних машин, що використовуються ткачами, то побачимо, що вони зроблені з дерева. Розуміючи це, постало завдання в розробці конструкції мотальної машини для намотування пряжі, яка може виконувати процес намотування до сотні веретен одночасно.

Як правило, у процесі виробництва текстилю присутні багато етапів, і обов'язки людини-оператору залежать від виду продукції та типу використовуваного обладнання. Технологічний процес починається з підготовки синтетичних або натуральних волокон до прядіння. Волокна очищаються і вирівнюються за допомогою процесів, які називаються кардочесання та гребенечесання. Щоб виконати підготовку волокон до технологічного процесу прядіння, дуже короткі волокна та сторонні домішки видаляються, і волокна втягуються в речовину, яка називається стрічка. Під час виконання даного процесу різні типи волокон можуть комбінуватися, щоб надати виробам бажаної текстури, міцності або інших необхідних характеристик. На цьому етапі людина-оператор постійно контролює обладнання, перевіряючи рух волокна, знімаючи і замінюючи тази із стрічкою, усуваючи розриви стрічки та виконують дрібний ремонт обладнання. Потім повні тази стрічки потрапляють на прядильну дільницю, де їх витягують та скручують на бобіни для виробництва пряжі, вироблена пряжа, в свою чергу, буде намотуватись на веретено.

Готову пряжу, намотану на веретено, приймають для ткацтва, в'язання, ворсування або склеювання за допомогою тепла або хімічних речовин. Кожен з цих процесів створює різний тип текстильного продукту і вимагає різного типу обладнання. Ткані тканини виготовляються за допомогою ткацьких верстатів, які переплітають пряжу [1-4].

Трикотажні вироби, наприклад, шкарпетки чи жіночі панчішно-шкарпеткові вироби, виготовляються шляхом переплетення петель пряжі. Килимові покриття виготовляються шляхом ворсування, в якому петлі пряжі проштовхуються через матеріал основи. Хоча дані процеси зараз високо автоматизовані, такі концепції використовувалися протягом багатьох століть для виробництва текстильних виробів. Після того, як пряжа була сплетена, в'язана або тафтингована, отримана тканина готова до фарбування та оздоблення.

Постановка проблеми

Бавовняне та текстильне виробництво є однією з базисних основ розвитку країн, що розвиваються. Наша країна має великий потенціал для виробництва бавовни, що може створити багато робочих місць. Щоб досягти максимальної вигоди від виробництва бавовни та текстилю, очевидно, що необхідно розширювати та збільшувати кількість та якість бавовняної та текстильної продукції. Щоб збільшити і розширити такі продукти, ми повинні мати можливість переміщувати та використовувати необхідну кількість робочої сили за технологічної підтримки чи, навіть, впровадження відповідних технологій шляхом створення ММП та середніх підприємств, особливо в тих регіонах, де є велика кількість робочої сили. Зрозуміло, що для цього потрібні відповідні технологічні машини. Дві основні операції текстильного виробництва є прядіння бавовни та намотування пряжі [1-4].

Якщо розглядати різні машини і механізми, включаючи прядильну фазу, в різних текстильних секторах ММП, навіть тих, що розвинулися до середнього рівня, вони є трудомісткими та менш продуктивними.

З цього випливає важливість розробки конструкції ефективної прядильної машини середнього масштабу в експлуатації, продуктивності, якості продукції та економії робочої сили.

Для того, щоб виконати роботу та вирішити поставлені завдання необхідно дослідити технологічні параметри механізмів і матеріалів, що пов'язані з прядильними та мотальними машинами. Потім настане етап проєктування, виробництва та випробування розробленої конструкції.

Перелік посилань

1. Слізков А.М., Якубовська Т.О. та ін. Основи технологій прядильних виробництв. Підручник. – К. КНУТД, 2007. – 427 с.
2. Слізков А. М. Збірник задач з прядіння бавовни і хімічних волокон: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / А.М. Слізков, Т.О. Якубовська, О.П. Крижанівська – К.:КНУТД, 2012. – 326 с.
3. Carl A. La Wrence, Fundamentals of Spun Yarn Technology, Printed in the United States of America.
4. Yarn Testing, Ragini International, A-3 Chaitanya Jenames Society, Ahmedabed, India.
5. Економіка малого підприємства: Навч. посіб. Рекомендовано МОН / Васильців Т.Г. - К., 2013. - 446 с.
6. Забезпечення розвитку малих підприємств: теорія, методологія, практика: монографія / В.Ю.Стрілець. – Полтава: ПУЕТ, 2019. –457с.ISBN 978-966-184-359-1

УДК 62-4 Технологічні процеси виробництва виробів

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗМІЩЕННЯ ОДИНИЧНОГО ВИСТУПУ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Романішина О.В., Євпак А.В.
Хмельницький національний університет

Явище попереднього зміщення відіграє суттєву роль сполученнях багатьох машин і механізмів. Так, нерухомі посадки, заклепочні з'єднання працюють в режимі попереднього зміщення. Попереднє зміщення враховується при проєктуванні вузлів точних приборів, машин та металорізальних верстатів. Основне значення має при цьому розрахунок контактних дотичних інформацій. Принцип дії всіх фрикційних передач ґрунтується на фрикційному зчепленні кінематичних ланок. Саме зчеплення визначає тягову здатність локомотива при зчепленні коліс з рейками. Велике значення має зчеплення і при гальмуванні, тому що найбільш ефективно воно протікає в перехідному режимі від кочення до кочення з ковзанням. Це особливо важливо зараз у зв'язку зі зростанням швидкостей транспортних засобів (поїздів, літаків).

Оскільки і з’єднаннях виникають незворотні (пластичні) зміщення, то для відповідальних вузлів, схильних до знакозмінних навантажень, звичайного розрахунку їх на зсуву (за коефіцієнтом тертя) недостатньо. Ці з’єднання потрібно розраховувати так, щоб дотичні зміщення в них залишалися в пружній зоні. У випадку, коли цієї умови не виконується, відбувається накопичення незворотних зміщень та зниження точності обробки.

Існуючі методи розрахунку попереднього зміщення шорстких поверхонь в області пружних деформацій засновані на теорії Р. Міндліна, що описує контактування окремих виступів, і на описі шорсткості поверхні за способом опорних кривих. Якщо використання теорії Р. Міндліна для опису поведінки окремих виступів не викликає заперечення, то щодо використання методу опорних кривих для опису шорсткості поверхонь слід зауважити, що цей метод має цілу низку недоліків, які переносяться в розрахункові методи, що використовують його. В даний час добре розвинутий опис шорсткості поверхонь за методом стохастичних процесів [1].

Проведені дослідження залежності попереднього зміщення одиничного виступу за різних режимів навантаження від різних факторів привели до таких висновків:

• Попереднє зміщення збільшується із зростанням приведеного модуля пружності, а також зі зменшенням приведеного модуля зсуву та приведеного радіусу контактуючих виступів.

• Збільшення коефіцієнта тертя навіть до нескінченно великих значень не веде до зникнення попереднього зміщення, незалежно від режиму навантаження воно прагне постійної, не рівної нулю величини:

$$\lim_{f\to\infty}\tilde{\delta}=\frac{2}{3}\frac{F}{N} \text{ чи } \lim_{f\to\infty}\delta=\frac{F}{4G}\left(\frac{E}{6RN}\right)^{1/3} \qquad (1.1)$$

де F - дотичне зусилля;

G - приведений модуль зсуву;

E- приведений модуль пружності;

R - приведений радіус контактуючих виступів;

N - нормальне зусилля;

f - коефіцієнт тертя.

Отже, не можна шляхом підбору чи створення фрикційних матеріалів усунути явище попереднього зміщення. Характер залежності попереднього зміщення коефіцієнта тертя визначається режимом навантаження.

✓ У першому режимі навантаження (дотичне зусилля T зростає від 0 до деякого значення F) зі зростанням коефіцієнта тертя величина попереднього зміщення монотонно зменшується.

✓ У другому режимі навантаження (дотичне зусилля Т змінюється від F' до F ($F' > F$)) характер залежності величини попереднього зміщення від коефіцієнта тертя визначається величиною та знаком діючого зусилля F, а також співвідношенням F'/F :

○ При $F \geq 0$ із зростанням коефіцієнта тертя величина зміщення $\tilde{\delta}$ монотонно зменшується, прагнучи межі до *2F/(3N).*

○ При F < 0 із зростанням коефіцієнта тертя величина зміщення $\tilde{\delta}$ також прагне 2F/(3N), але поведінка кривої залежить від величини відношення F/F':

- при F/F'<-0,8 із зростанням коефіцієнта тертя величина відношення $\tilde{\delta}/(F/N)$ прагне до 2/3, залишаючись більшою за це значення;
- при -0,8≤ F/F'≤ -0,7 величина відношення $\tilde{\delta}/(F/N)$ практично не залежить від коефіцієнта тертя;
- при F/F' > -0,7 зі зростанням коефіцієнта тертя величина відношення $\tilde{\delta}/(F/N)$ прагне до 2/3, залишаючись меншою за це значення.

✓ У третьому режимі навантаження (дотичне зусилля T спочатку зменшується від F' до F'', а потім зростає до значення F) маємо:

∗ при F/F'=1 при $F' \leq -F$, незалежно від величини F'', зміщення $\tilde{\delta}$ зі зростанням коефіцієнта тертя монотонно зменшується, прагнучи межі до 2F/(3N);

∗ при $F > -F'$ залежність зміщення $\tilde{\delta}$ від коефіцієнта тертя може бути як спадаючою, так і зростаючою, це залежить від величини відношення F''/F', при цьому для кожного значення F/F' можна підібрати такі значення величин F''/F', при яких зміщення $\tilde{\delta}$ практично перестає залежати від коефіцієнта тертя.

• Зі збільшенням нормального навантаження величина попереднього зміщення за будь-якого режиму навантаження прагне до нуля. Таким чином, збільшенням нормального навантаження можна домогтися усунення попереднього усунення. Зроблений раніше деякими авторами висновок того, що із зростанням нормального

навантаження попереднє зміщення збільшується, у загальному випадку не вірний. Зі зростанням нормального навантаження попереднє зміщення може як зростати, так і зменшуватися. Характер залежності визначається режимом навантаження та співвідношенням дотичних зусиль, що діють на сполучення [2].

• У загальному випадку явище попереднього усунення має спадковість. Зі збільшенням коефіцієнта тертя та/або нормального навантаження явище попереднього зміщення втрачає властивість спадковості.

Перелік посилань

1. Guo T, Ji R, Ma Y. Finite element study of displacement controlled fretting in cylinder contact with different axis crossing angles. Advances in Mechanical Engineering. 2022;14(9). doi:10.1177/16878132221123887

2. Семенюк Н.Ф., Романишина О.В. Предварительное смещение шероховатых изотропных поверхностей // Проблеми трибології (Problems of Tribology). - 1997. - № 4. – С. 90 – 101.

УДК 621.01 Технологічні процеси виробництва виробів

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИВОДУ

Мороз О. Р., Гордєєв А. І.
Хмельницький національний університет

Сьогодні вода в природі вже не встигає самоочищатися, як це було ще 50–100 років тому. Це призвело до надмірного забруднення багатьох природних водойм, річок, озер, воду яких без попереднього очищення використовувати для господарських цілей не можна.

Водні ресурси України поки що перевищують теперішній рівень водоспоживання, проте вже сьогодні в багатьох південних районах країни відчутний значний дефіцит води. Тому все більшого значення набуває проблема розумного, раціонального використання прісної води і особливо очищення всезростаючих об'ємів стічних вод, а також одночасна організація замкнених систем оборотного водоспоживання в промисловості, сільському, комунальному господарстві.

Природні біологічні процеси, що відбуваються у водоймах, вже давно не забезпечують повного їх самоочищення. Тому постає нагальна потреба в розробці сучасних високоефективних технологій та машин переробки стічних вод шляхом повторного використання очищеної води і продукту водоочищення [1]. Тому розроблення технологічного устаткування для зміни властивостей та очищення води є актуальною технічною задачею.

Запропоновано принципову схему вібраційної машини для зміни властивостей води рис. 1.

Вібраційна машина працює наступним чином. Вода, яка буде оброблюватися, заповнює пульсаційну камеру синтезу 20 та ємність 27 через штуцер 28 завдяки відкритому крану 29, який потім перекривається. Включається привод машини і завдяки вертикальним коливанням штока 13 та мембрани з дисками 18 у пульсаційній камері синтезу 20 почергово виникає зниження або підвищення тиску у воді відносно атмосферного тиску, при цьому у насадку 24 та у пульсаційій камері синтезу 20 виникає кавітаційна порожнина. З насадку 24 у пульсаційну камеру синтезу 20 при ході штока 13 вниз попадають кавітаційні пухирці, наповнені повітрям, та зростають у розмірах, а при ході штока 13 у вверх виникає стискання та підвищенний тиск у воді і кавітаційні пухирці

сплескуються, розбиваючи молекули води на активні радикали H^{+}, OH^{-}. Рідина, яка отримала кавітаційний вплив, у вигляді струменя з насадка 24, попадає у ємність 27.

Для запобігання розплескування та розмежування обробленої води з необробленою ємність 27 розділена перегородкою 33, розташованою під кутом 750 до стінки ємності з отворами 34. При зворотно-поступальному руху рідини при втягуванні та вибросу рідини крізь насадок 24 здійснюється додатковий вплив змінного за напрямом магнітного поля від постійних магнітів 25 розчепленням молекул води на радикали. Таким чином, обєм рідини у ємності 27 проходить циклічну багаторазову гідрокавітаційну обробку, а струмінь рідини з насадка 24 перемішує воду у ємності 27, збурює поверхню води у ємності 27 та утворює умови захоплення повітря крізь отвір 32 у кришці 31. Після 15-20 хвилин оброблення циклічною гідрокавітацією першого об'єму води через штуцер підводу води 28 за допомогою крану 29 постійно, з незначним витоком, подається необроблена вода при працюючому віброприводі машини, а оброблена вода через штуцер для відводу води 30 самопливом зливається у бак 33 до його заповнення. Після заповнення бака 33 вібраційна машина вимикається та проводиться заміна баку 33 на порожній. При загальному припиненні процесу роботи вібраційної машини вода зливається з ємності 27 та пульсаційної камери синтезу 20 за допомогою штуцера 21.

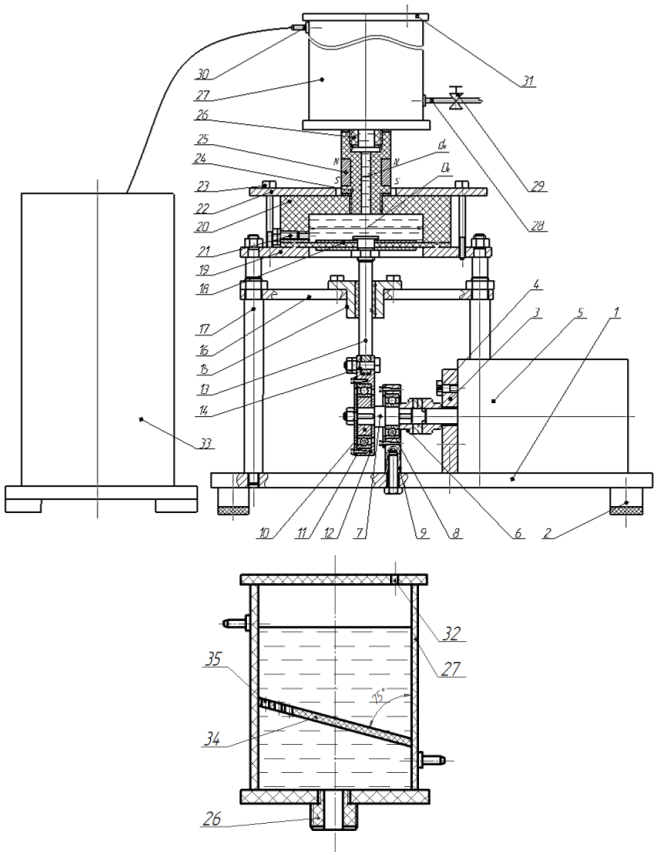


Рисунок 1 – Вібраційна машина для зміни властивостей води: 1 – основа; 2 - віброопори; 3 – корпус; 4 – болти 4; 5 – електродвигун; 6 – муфтою; 7 – вал; 8 – корпус; 9 – підшипник; 10 – ексцентрик; 11 – підшипник; 12 – корпус; 13 – шток; 14 – вісь; 15 – напрямна втулка; 16 – плита; 17 – стійки; 18 – пружна мембрана з дисками; 19 – плита; 20 – камера синтезу; 21– штуцер; 22 – диск; 23 – болт; 24 – насадок; 25 – постійні магніти; 26 – штуцер; 27 – ємність; 28 – штуцер; 29 – кран; 30 – штуцер; 31 – кришка; 32 – отвір; 33 – бак

Проведено обґрунтування параметрів елементів установки на міцність та їх оптимізацію у програмі Solid Works, що дозволило зменшити масу і розміри деталей, а отже і зменшити габарити конструкції та її собівартість.

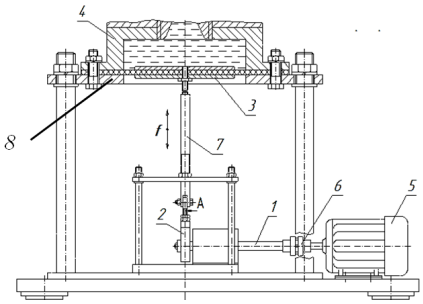


Рисунок 2 – Схема гідропульсатора з механізмом привода: 1 – вал; 2 – ексцентрик; 3 – мембрана з дисками; 4 – корпус камери пульсації; 5 – електродвигун; 6 – муфта: 7 – шток; 8 – пластина опорна

Для аналізу була вибрана деталь установки пластина опорна 8, яка утворює камеру пульсації разом із мембраною рис. 2. Результати розрахунків навантаження програмою Solid Works подані у вигляді діаграм розподілень напружень у структурі деталі (рис.5), а також отримано графіки збігання розрахунків по товщині та масі. (рис. 7,8).

Рисунок 3 – Елемент приводу пластина опорна

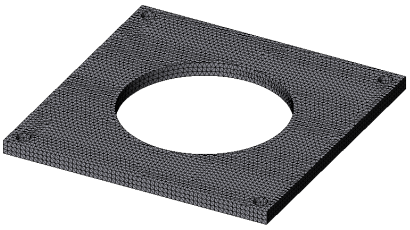


Рисунок 4 – Схема розбиття пластини опорна на скінченні елементи

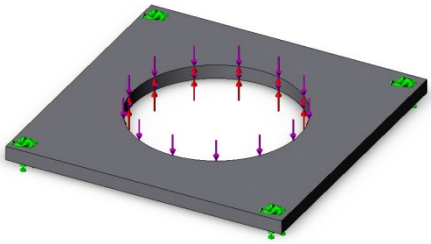


Рисунок 5 – Схема навантаження деталі пластина опорна

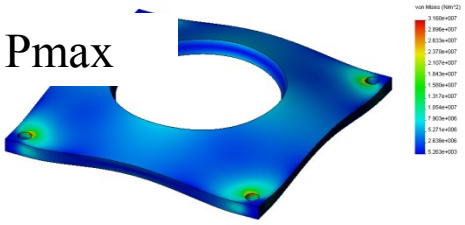


Рисунок 6 – Схема розподілення напружень в структурі пластина опорна

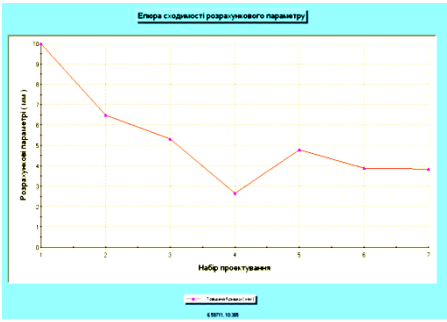


Рисунок 7 – Графік збігання розрахунків по товщині

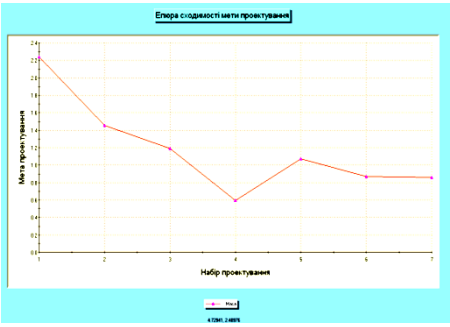


Рисунок 8 – Графік збігання розрахунків по масі

Висновок: проведено обґрунтування конструктивних параметрів елементів

вібраційної машини з їх оптимізацією по розмірам та масі за допомогою програмного продукту Solid Works, що дало мінімальні розміри деталі по товщині з необхідним запасом міцності. Отримано результати розрахунку навантажень у вигляді епюр напружень та деформацій, а також оптимізований варіант деталі, що необхідний для остаточного проектування та створення елементів приводу установки.

Перелік посилань

1. Кульський Л. А. Очистка побутових і промислових стічних вод. Київ.: Наукова думка. 2000. 268 с.

УДК 621.01 Технологічні процеси виробництва виробів

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ШТОК АВ 404 ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ОБКОЧУВАННЯ

Муляр В. О., Гордєєв А. І.
Хмельницький національний університет

Як правило, руйнування деталей в умовах експлуатації починається з їх поверхні особливо при наявності на ній ділянок дії концентраторів напруг. При цьому на ресурс деталей впливають вид зовнішнього силового навантаження, фізико-механічні властивості їх матеріалу, температура експлуатації та навколишнє середовище, геометрія деталі і стан поверхневого її шару, величина та характер залишкових напруг і деякі інші фактори [1].

Серед різновидів технологічних методів зміцнення деталей в силу широкого практичного застосування, високої ефективності та простоти реалізації одне із чільних посідають методи механічного зміцнення.

Так в результаті зміцнення поверхневим пластичним деформуванням (ППД) деталей пар тертя внаслідок утворення регулярного мікрорельєфу на їх поверхнях із забезпеченням заданих форми і радіусів заокруглень вершин мікронерівностей суттєво зростає зносостійкість деталей, під якою розуміють здатність поверхонь деталей чинити опір руйнуванню при терті ковзання і кочення, а також при мікропереміщеннях, обумовлених дією вібрацій [2].

Суттєве значення при роботі штока у гідроцилідрі виконує зовнішня циліндрична поверхня, яка повинна мати значну зносостійкість, низьку шорсткість (щоби знизити зношування ущільнюючих манжет). Для підвищення її параметрів запропоновано замінити операцію шліфування (після якого у металі можуть залишатися дорновані зерна абразиву) на операцію обкочування.

Побудовано рівняння статичної пружної лінії вісі деталі за схемою рис.1:

$$y_c = y_c^{'} + y_c^{''} + y_c^{'''} = \frac{P_y l}{2P_x}\left[\frac{\sin\alpha\cdot x}{\alpha\cdot l} - \frac{x}{l} + \frac{1-\cos\frac{\alpha\cdot(l-x)}{2}}{\alpha\cdot l\cdot\sin\frac{\alpha\cdot(l-x)}{2}}(1-\cos\alpha\cdot x)\right] + \tag{1}$$

$$+P_y\left[\frac{x^2}{C_{y1}\cdot l^2} + \frac{(l-x)^2}{C_{y2}\cdot l\cdot x}\right] + \left[\frac{P_{зц}\cdot P_y\cdot l}{2E\cdot I_x}\cdot\left(\frac{(l-x)}{C_{y2}} - \frac{x}{C_{y1}}\right)\cdot\left(1-\frac{x}{l}\right)^2\right],$$

де $\alpha = \sqrt{\frac{P_x}{E\cdot I_x}}$; E – модуль пружності матеріалу заготовки;

I_x – момент інерції поперечного перерізу штока;

L – довжина довгомірного штока;

P_x – складова сили обробки у осьовому напрямку;

X – поточна координата інструменту вздовж осі деталі;

P_y – радіальна навантажувальна сила;

C_{y1} та C_{y2} – відповідно, радіальна жорсткість передньої та задньої опори.

В результаті комп'ютерного аналізу математичної моделі (1) формоутворення деталей отримано пружні статичні лінії і динамічні коливання осі деталі для операції точінням та подальшої обробки ППД за обраною схемою рис.1.

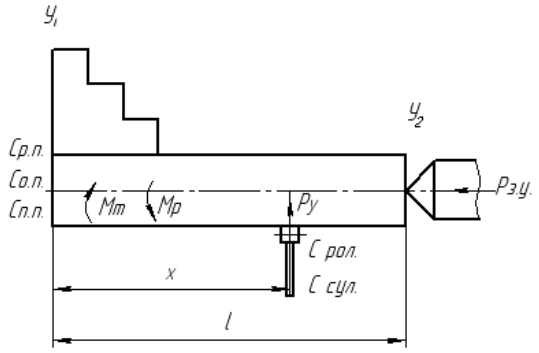


Рисунок 1 – Спрощена розрахункова схема динамічної моделі процесу токарної обробки з використанням ППД

Обладнання для одночасного точіння та обкочування поверхні штока складається з корпуса на якому встановлена роликова наладка для обкочування та встановлено у пазу різцетримач, який має можливість настройки за допомогою гвинта на необхідний розмір обробки та глибину різання.

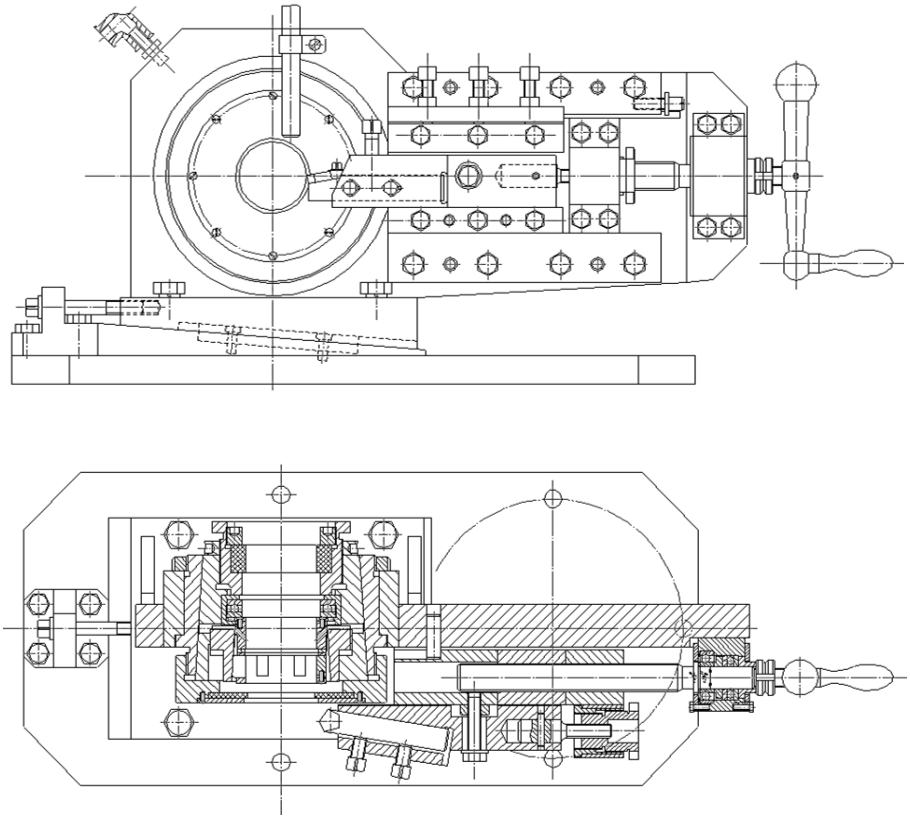


Рисунок 2 – Схема обладнання для одночасного точіння та обкочування довгомірних деталей типу шток

Обладнання встановлюється на супорт верстата 1М63 та закріплюється за допомогою болтів. Для вивірки співпадання осі верстата та осі обкатної обойми проводиться налагодження за допомогою гладкої оправки Ø 40 мм, яка встановлюється в патрон та у центр. За допомогою регулювального гвинта виводимо вісь обкатної обойми на вісь верстату.

При точінні та обкочуванні подається крізь патрубки мастильно-охолоджуючий засіб. На рис. 3 показано схему обкочувальної головки з каналами подачі мастильно-охолоджуючого засобу.

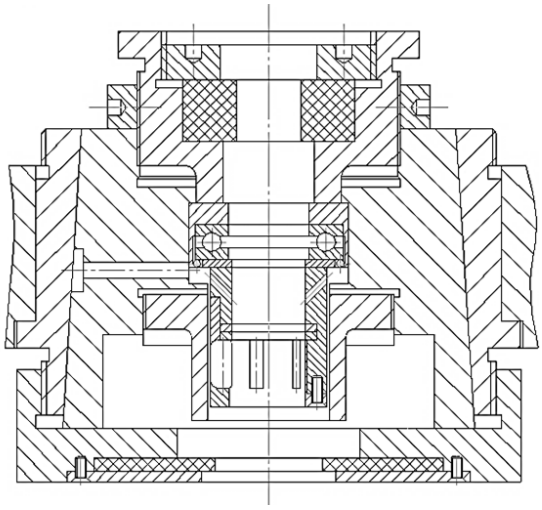


Рисунок 3 – Схема обкочувальної головки

Для здійснення процесу обкатування, після встановлення деталі у патрон та центр, спеціальним ключем ролики встановлюються на розмір деталі, яка буде обкочуватися та розмір зменшується на величину натягу, який забезпечується конусною втулкою. Для нашого випадку для ∅40 мм. натяг складає h = 0,4 мм. Потім для запобігання руйнування різьбового з'єднання рухомий корпус з роликами закріплюється контргайкою. Проводиться обробки деталі.

Для забезпечення якісного оброблення деталі необхідно виконати такі технічні умови:

1. При встановлені обладнання на верстат необхідно витримати співпадання осі центрів верстата та осі обладнання не більше чим 0,01 мм (це досягається гвинтом для регулювання та клиновою поверхнею);
2. При зборці пазу, де рухається різцетримач, необхідно забезпечити з'єднання без зазорів.

Висновок: для запропонованої конструкції обладнання обкочування, наступні режими оброблення: швидкість обкочування 30 м/хв., максимальна подача із застосуванням МОТЗ 0, 2 мм/об при Р = 0,8 кН., а для зменшення просідання базових установочних елементів у конструкції обкатної головки застосовувати не менше як три ролика.

Перелік посилань

1. Одінцов Л. Г. Зміцнення і оздоблювання деталей поверхневим пластичним деформуванням. Довідник. : Машинобудування, 1987. 328 с.

2. Олійник М. В., Кичін В. П., Луговський А. А. Поверхневе зміцнення деталей машин. Київ: Техніка, 1984. 151 с.

УДК 621.01 Технологічні процеси виробництва виробів

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОРПУС ПРИВОДУ 421-001» З РОЗРОБЛЕННЯМ ПРОГРАМ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ СИЛИ ЗАТИСКУ ТА МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЇВ

Кашпуренко М. Р., Гордєєв А.І.
Хмельницький національний університет

Для удосконалення технологічного процесу виготовлення корпуса приводу запропоновано застосувати верстати з ЧПК фірми HAAS (США). Для виконання операцій приймаємо верстат оброблюючий центр VF1 фірми HAAS. Дана модель верстату має можливість виконувати наступні переходи оброблення заготвки: фрезерування, розточування, свердлування нарізання різьби. Загальний вигляд верстата VF1 та його основних оригінальних вузлів показано на (рис. 1).

Рисунок 1 - Загальний вигляд верстата VF1

Автоматизація конструювання пристосувань дозволяє знизити трудомісткість та вартість конструювання в 3-5 разів та більше, прискорити підготовку виробництва нових виробів, покращити якість пристроїв, а також підвищити рівень їх нормалізації. При автоматизації конструювання, яка здійснюється на ЄОМ, розв'язуються частинні та загальні задачі. До перших відносяться розрахунки похибок установки, сил закріплення заготовки, розмірів затискних механізмів, економічної доцільності застосування пристроїв. До других відносяться задачі конструювання пристроїв в цілому. Вони розв'язуються на різних рівнях : від розробки простих схем до викреслювання загальних виглядів, основних деталей та складання специфікацій.

Таким чином на теперішній час попередні етапи проектування пристроїв залишаються не автоматизованими. Тобто при аналізі вихідних даних, уточнені схеми установки, виборі затискного механізму і т.д. конструктор не використовує САПР. Це призводить до збільшення часу проектування, зниження продуктивності праці конструктора, ускладнює одночасну проробку декількох варіантів конструкцій пристрою з метою вибору більш досконалої.

На цьому етапі сила закріплення W, яку необхідно прикласти до деталі, вже відома з попередніх розрахунків. Конструктор на основі аналізу вимог до пристрою вибирає конкретний вид затискного механізму або механізмів для багатоваріантного аналізу. Далі перед проектувальником постає пряма або зворотна задача приводу пристрою [1].

Пряма задача полягає в тому, що при відомій силі затиску *W*, відомому виді затискного механізму і відомих його параметрах необхідно визначити вихідну силу *Q* яка розвивається приводом і повинна бути прикладена до вхідної ланки затискного механізму. Значення цієї сили використовується при розрахунках і проектуванні приводу пристрою.

Зворотна задача полягає в тому, що вихідна сила *Q* від приводу відома, необхідно визначити силу затиску *W*. По суті це перевірка чи забезпечує вибраний механізм і його привод необхідне зусилля затиску.

Для кожного окремого виду затискного механізму задачі розв'язуються на основі готових формул наведених в спеціальній літературі. Отже їх розв'язок досить легко алгоритмізується.

Версія програми по розрахунку пристроїв базується на досвіді попередніх розробок. Її переваги: багатовіконний діалог з користувачем (дає можливість аналізувати декілька механізмів, переключаючись між вікнами розрахунків); програма реалізована на мові VB 5.0 корпорації MS; розв'язок обох видів задач приводу в одному вікні; збільшено кількість механізмів, що аналізується; додано новий розділ по розрахунку елементів пневмоприводу;

Дана програма дозволяє прискорити силовий розрахунок пристрою, вдало підібрати механізований привід, аналізувати різні конструкції затискних механізмів з метою вибору більш досконалої. Діалог з програмою є багатовіконним.

Він складається з наступних елементів (рис. 2) :

- вікно привітання з'являється при завантаженні програми в оперативну пам'ять ЕОМ.
- головне вікно програми (1) – служить для об'єднання розрахункових вікон, та виконання певних дій над даними які було туди введено чи виведено.

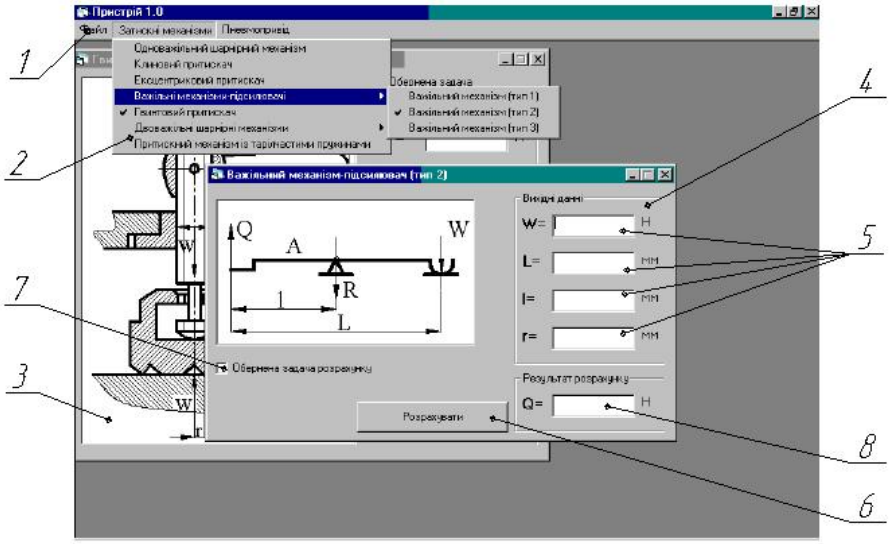


Рисунок 2 – Загальний вигляд діалогового вікна програми

- головне меню програми (2) – система меню, що випадає, яка служить для виклику розрахункових вікон.
- вікна розрахунків затискних механізмів (3,4) – служать для введення початкових даних, встановлення виду задачі, яка розв'язується, відображення розрахункової схеми механізму, виклику процедури розрахунку та відображення його результатів. Кількість відкритих вікон розрахунку дорівнює кількості механізмів, що розраховуються за допомогою програми. Розрахункові дії проводяться з даними активного підвікна.

• поля вводу початкових даних (5) – служать для вводу вихідних даних з клавіатури, розмірність даних, яка прийнята в програмі знаходиться з права від поля вводу.

• маркер виду розрахунку (7) – служить для встановлення виду задачі, яка розв'язується (пряма або обернена).

• вікно результату розрахунку (8) – служить для виводу результату розрахунку в залежності від виду задачі.

• кнопка запуску розрахунку (6).

Для реалізації програми розрахунку на міцність елементів пристроїв була вибрана мова проектування Pascal,та Delphi, як така що повністю відповідає вимогам користування програмою. А саме: високий рівень математичного апарату; широкі графічні можливості; надання можливості використання зовнішніх файлів. На рис. 3 показано Робоче вікно програми Rozrahunok.

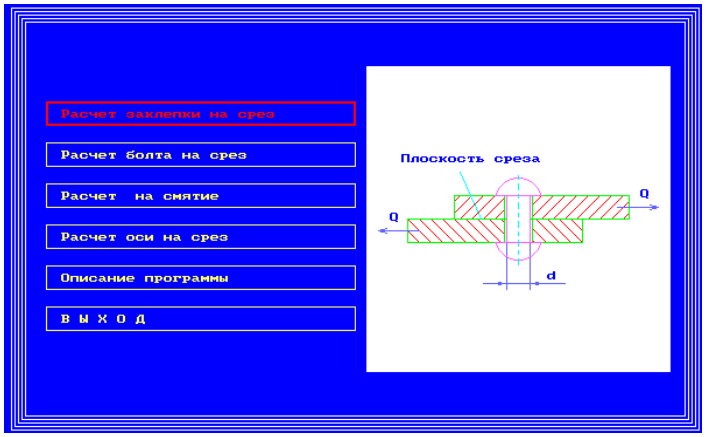


Рисунок 3 – Робоче вікно програми Rozrahunok

Розглянемо приклад роботи програми:

1) керуюча програма запускає функцію створення меню і чекає зворотних даних від неї;

2) по отримані цих даних вона проводить їх обробку і здійснює запуск потрібних блоків програми, наприклад вона може запустити процедуру розрахунку осі на зріз, та в свою чергу самостійно проведе запит даних, розрахунки, вивід результатів розрахунків; керування передається основній програмі

3) після завершення роботи програми і видачі результатів, керування передається основній програмі.

Потім цикл повторюється знову. Але за бажанням користувача.

По закінченню вводу необхідних даних програма виводить на екран результати розрахунку у вигляді мінімального розрахункового розміру. Також на екрані виводиться таблиця із стандартними значеннями даного параметру.

Разом з виводом на екран конструктор у в змозі роздрукувати результати розрахунку на принтері, який під'єднаний до комп'ютера. На друк виводяться вхідні дані і результати розрахунку, що робить програму більш зручною.

Висновок: використання запропонованих програм для розрахунку передавальної характеристики затискного механізму та розрахунку на міцність елементів верстатних пристроїв дозволяє конструктору-проектувальнику здійснити багатоваріантний аналіз

прийнятого передавального механізму та провести розрахунки на міцність окремих елементів (осі, болти і т.п.) верстатного пристрою що проектується.

Перелік посилань

Гордєєв А. І., Урбанюк Є. А., Безносов А. Є., Мігаль В. Г. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.

УДК 681.52 Технологічні процеси виробництва виробів

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИМ СКЛАДОМ ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКЦІЇ

Янчук В.О., Сельський А.А., Соколан Ю.С.
Хмельницький національний університет

Автоматизований склад зберігання продукції – це склад, на якому всі операції, такі як приймання, видача, зберігання, пакування та сортування, автоматизовані завдяки запровадженню відповідної системи [1]. Станом на сьогоднішній день координаційне керування запасами явище не досить розповсюджене серед компаній, які займаються випуском продукції різного призначення.

Для моделювання процесу роботи автоматизованого складу зберігання продукції було обрано два програмні середовища - Factory I/O та CoDeSys. Для виконання моделювання технологічного процесу керування автоматизованим складом зберігання продукції необхідно у Factory I/O створити новий проект та скористатись вбудованою бібліотекою, з якої використаємо стандартизовані об’єкти (рис. 1).

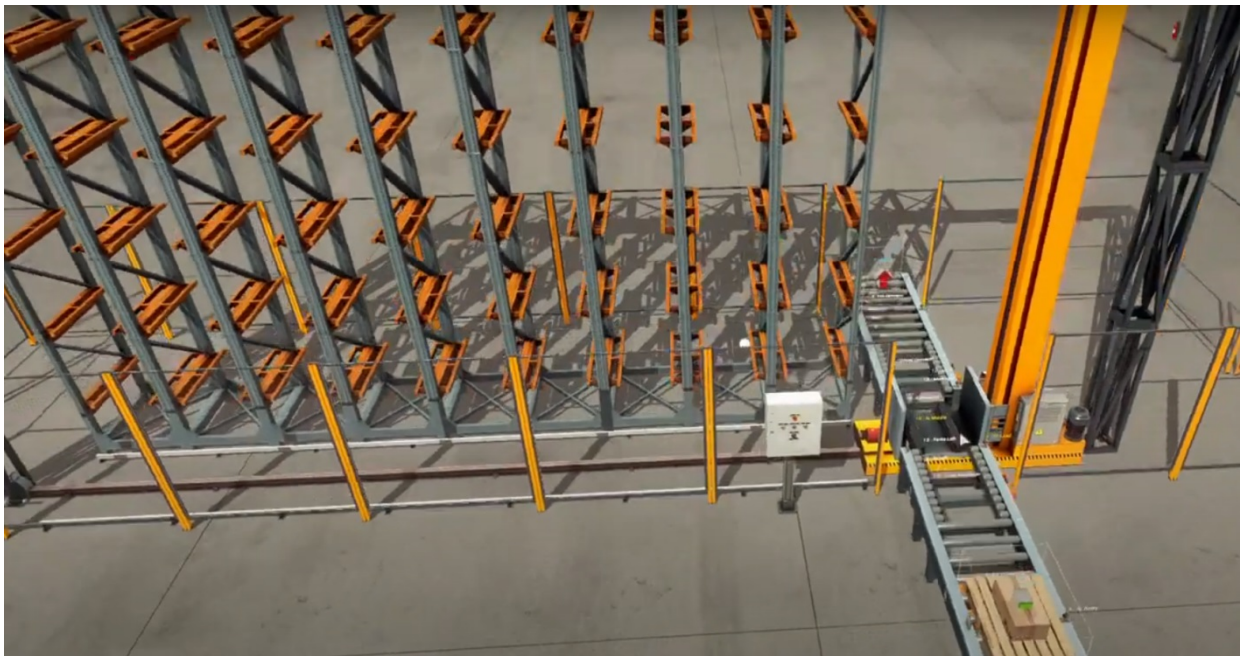
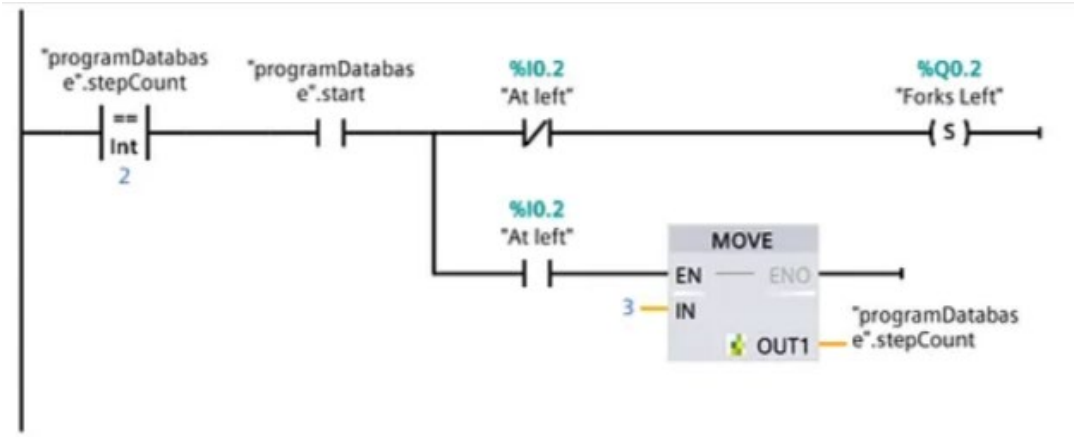


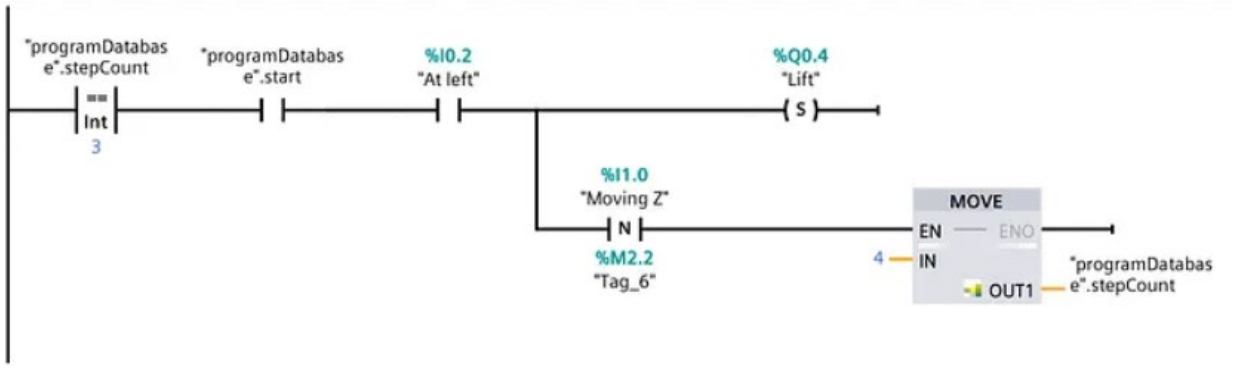
Рис. 1. Елементи функціонування складу, створені у Factory I/O

За допомогою програмного середовища Factory I/O ми зможемо наочно побачити перебіг технологічного процесу, відслідкувати помилки, які можуть виникати в процесі моделювання роботи автоматизованого складу зберігання продукції (СЗП) та не повторювати їх при фізичному виготовленні обладнання та його розташування в об’ємі СЗП. Для коректного функціонування автоматизованого СЗП було створено релейно-контактні схеми руху обладнання із коробкою (рис. 2).

В моделі функціонування автоматизованого СЗП на панелі керування використовуються такі елементи: кнопка аварійної зупинки, перемикач, кнопки із підсвітками. Об'єктами, які можуть переміщуватись в межах моделі складу можуть бути: коробки для палетування, піддони, коробки, якщики, сировина, тощо. Для створення елементів стелажу та підіймального обладнання у Factory I/O використовувались штеблерний кран та стелаж, який містить 18 відсіків в одній секції.



а)



б)

Рис. 2. Релейно-контактна схема руху конвеєру із коробкою в сторону стелажів

Крім того, у програмному комплексі Extend Simulation [2] була побудована імітаційна модель [3, 4] функціонування автоматизованого СЗП, яка містить 95 видів продукції. В цій моделі автоматизованого СЗП він функціонував протягом 100 тижнів.

За результатами імітаційного моделювання встановлено, що запровадження автоматизованого зберігання продукції на складі призведе до скорочення витрат на зберігання продукції на 39,6%. Якщо запроваджувати часткову автоматизацію зберігання продукції, то можливо досягнути скорочення витрат на зберігання продукції на 12,8%.

Перелік посилань

1. Steamline Operations with the Automated Warehouse. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.autostoresystem.com/insights/streamline-operations-with-an-automated-warehouse

2. Extend Simulation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://extendsim.com/solutions/simulation

3. Неруш В.Б. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.

4. Уривський Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. / Л.О. Уривський, А.В. Мошинська, С.О. Осипчук. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 202 с.

УДК 681.52 Технологічні процеси виробництва виробів

ПРОБЛЕМАТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

Тимчик Р.С., Сельський А.А.
Хмельницький національний університет

Відомо, що установка каталітичного риформінгу призначена для технологічного процесу (ТП) отримання високооктанових компонентів для автомобільних бензинів, таких як: бензин каталітичного риформінгу з октановим числом до ста пунктів за дослідницьким методом та стабільний ізомеризату з октановим числом, що вищі на 10 пунктів, ніж сама вихідна сировина [1-6].

Як загально відомо каталітичний риформінг призначено для підвищення детонаційної стійкості бензинових сумішей та отримання ароматичних вуглеводнів. Риформінг - базовий спосіб отримання високооктанових бензинів (марки АИ-95, АИ-98). Основною сировиною для установок каталітичного риформінгу є бензинові фракції прямої перегонки. В перспективі планується використовувати в якості сировини бензин із синтез-газу, а також бензин гідрогенізації вугілля та сланців. ТП риформінгу виконується при рівнях температури в діапазоні від 470°С до 530°С та рівню тиску в діапазоні від 2 до 4 МПа при використанні молібденового (гідроформінг) або платинового (платформінг) каталізаторів у водневому середовищі. Платформінг, як більш зручний і безпечний процес, суттєво витіснив гідроформінг [5, 6].

Для проходження ТП платформінгу із використанням рухомого каталізатору, який циркулює між реактором та спеціальним регенератором, три реактори, виконані у вигляді одного колонного апарата різного діаметра, розташовують один над одним вертикально. Каталізатор з першого (верхнього) реактора переміщується в другий, а з другого, відповідно, в третій. З нижнього реактора каталізатор передається в регенератор [5, 6].

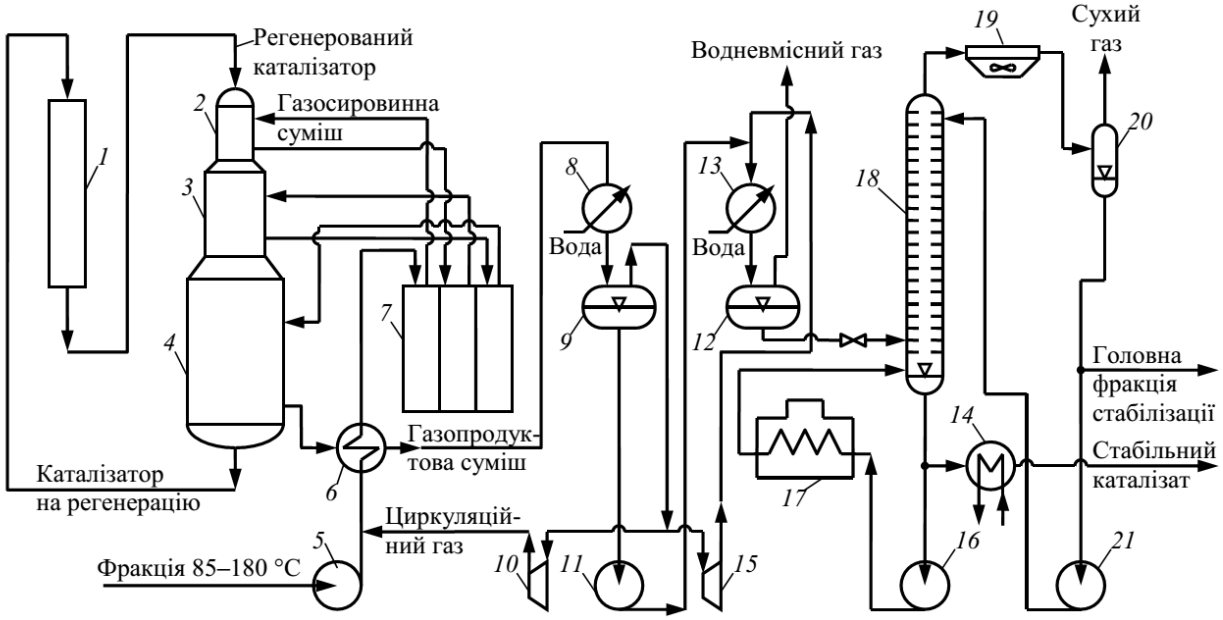


Рис. 1. Загальний вигляд технологічної схеми установки риформінгу з рухомим шаром каталізатора:
1 – секція регенерації; 2-4 – реактори платформінгу; 5, 11, 16, 21 – насоси; 6, 14 – теплообмінники; 7 – багатосекційна піч; 8, 13 – холодильники; 9, 12 – газосепаратори низького та високого тиску; 10, 15 – компресори; 17 – трубчаста піч; 18 – стабілізаційна колона; 19 – апарат повітряного охолодження; 20 – газосепаратор [7]

Технологічну схему установки КР представлено на рисунку 1 [7]. Суміш за допомогою насосу 5 транспортується в теплообмінник 6, заздалегідь змішуючись із циркуляційним водневмісним газом, а тому потрапляє у змійовик першої секції багатосекційної печі 7. Після нагрівання до 520 °С газосировинна суміш транспортується в реактор платформінгу 2. Проміжне підігрівання суміші буде відбуватись в змійовиках наступних секцій печі 7. Продукти реакції після виходу з реактора 4 транспортуються крізь систему регенерації тепла (теплообмінник 6 та спеціальний водяний холодильник 8).

На відміну від звичайних схем розділення газової та рідкої фаз суміші відбувається в газосепараторі 9 низького тиску (менше 1 МПа). Газова фаза із газосеператора низького тиску 9 стискається компресором 15 до тиску 1,5 МПа, змішується з рідкою фазою, подаваною за допомогою насосу 11, після чого суміш охолоджується в холодильнику 13 та знову розділяється в газосепараторі високого тиску 12. Така послідовність сепарації, обумовлена низьким тиском у реакційній зоні, зменшує винесення бензину з водневмісним газом та підвищує вміст водню у газовій фазі.

Водневмісний газ компресором 10 транспортується в блок гідроочищення суміші (на схемі не наведено) та у вузол змішування із сировиною платформінгу, на циркуляцію, перед теплообмінником 6. Балансова кількість водневмісного газу транспортується із установки КР.

У колоні 18 відбувається стабілізація сировини каталізату. Головна фракція стабілізації після конденсації та охолодження в апараті повітряного охолодження 19 відокремлюється в газосепараторі 20 від сухого газу та транспортується за допомогою насосу 21 на зрошення стабілізатора 18, а балансова кількість транспортується з установки КР. Для підведення частини тепла в нижню частину стабілізаційної колони 18 використовується трубчаста піч 17. Нижній продукт стабілізаційної колони 18 – стабільний каталізат – транспортується з установки КР через теплообмінник 14.

Зі споду реактора платформінгу 4 вся маса відпрацьованого каталізатора транспортується в секцію регенерації 1, де й відбувається оксихлорування (для розукрупнення кристалітів платини), випалювання коксу та додавання необхідних хлоридів (промоторів). Регенерований каталізатор після охолодження транспортукється у верхню частину реактора 2.

Використовуваний в якості транспорту газ водень відновлює каталізатор після перебування його в окисному середовищі регенератора. Систему регенерації у разі потреби можна відключити від реактора без порушення режиму роботи установки КР [7].

Проаналізовано проблематику організації автоматизації технологічного процесу каталітичного риформінгу.

Перелік посилань

1. Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів: [монографічний підручник (спеціальний курс лекцій)] [за ред. Г. О. Сіренка] / Г. О. Сіренко, В. І. Кириченко, І. В. Сулима. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2017 – 508 с.

2. Технологічні основи нафто- та газопереробки: навчальний посібник / В.І. Склабінський, О.О. Ляпощенко, А.Є. Артюхов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 186 с.: іл.

3. Пилипів Л.Д. Основи нафтогазової справи: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Л.Д. Пилипів. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. –312с. –Режим доступу:
http://chitalnya.nung.edu.ua/osnovi-naftogazovoyi-spravi.html-1

4. Білецький В. С. Основи нафтогазової справи / В.С. Білецький, В.М. Орловський, В.І. Дмитренко, А.М. Похилко. – Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2017. – 312.

5. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. К / Упор. В.Я.Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с.

6. Жалкін Д.С., Жалкін С.Г. Сучасні методи переробки нафти. Хімотологія бензинів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 41 с.

7. Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології / М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 236 с.

УДК 681.52 Технологічні процеси виробництва виробів

ПРОБЛЕМАТИКА ПЕРЕМІЩЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА АВТОМАТИЗОВАНОМУ СКЛАДІ

Євдокимов О., Форкун І.В.
Хмельницький національний університет

Спеціалізоване кранове електрообладнання є одним з основних технологічних засобів комплексної механізації та автоматизації всіх галузей господарства. Переважна більшість спеціалізованих вантажопідіймальних машин, що виготовляються нашою промисловістю, оснащено електроприводом основних робочих механізмів, і тому дії даних спеціалізованих машин значною мірою залежать саме від якісних показників кранового обладнання, що використовуються в технологічному процесі [1-4].

Транспортування вантажів, пов'язане із застосуванням вантажопідйомних операцій, у всіх галузях господарства, на транспорті та в будівництві виконується за допомогою використання різнопланових вантажопідйомних машин (ВПМ).

ВПМ застосовують для вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування вантажів у технологічному процесі виробництва чи будівництва або при виконанні ремонтно-монтажних робіт із застосуванням великогабаритних агрегатів. ВПМ із використанням електричних приводів мають надзвичайно широкий діапазон застосування, що характеризується досить широким інтервалом потужностей електроприводів від сотень ват до 1 МВт.

Електропривод більшості ВПМ характеризується повторно-короткочасним режимом роботи за більшої частоти ввімкнення, широкого діапазону регулювання швидкості та значних перевантажень, які постійно виникають під час розгону та гальмування механізмів. Особливі умови застосування електроприводу у ВПМ стали базою для розробки спеціальних серій електричних двигунів та апаратів саме для кранового виконання [1-4].

Оскільки в більшості випадків одні й ті самі типи робіт можуть бути виконані різними типами кранового обладнання, то в кожному конкретному випадку необхідно виконувати вибір оптимального типу кранового обладнання на основі порівняння декількох варіантів. Під час порівняння декількох варіантів необхідно враховувати, що вибір типу кранового обладнання в низці випадків суттєво впливає на загальну технологію виконуваних робіт [1-4].

Найчастіше виконується вибір та порівняння кранового обладнання між першою та другою групою обладнання.

Перша група обладнання - повно-поворотні самохідні крани загального призначення. Дана група використовується найширше, головні особливості - наявність автономних електродвигунів, суттєво вища початкова вартість, знижені трудомісткість та вартість приведення з транспортного положення в робоче [1-4].

Друга група обладнання - спеціалізовані універсальні крани загального призначення, або так звані жорстконогі та козлові крани. Крани даної групи відрізняються живленням електродвигунів від зовнішніх джерел, суттєво вужчою сферою використання, нижчою початковою вартістю, підвищеними трудомісткістю та вартістю приведення з транспортного положення в робоче.

При рівній вантажопідйомності вартість машино-зміни кранового обладнання другої групи буде суттєво нижчою, ніж для першої групи в випадку використання крана

без перебазування протягом тривалого часу. При використанні кранового обладнання із частими перебазуваннями та короткочасною роботою більш економічним є саме кран першої групи.

Враховуючи те, що склад будівельних вантажів та матеріалів представляє собою будівлю, використання повно-поворотних самохідних кранів не представляється можливим. Більш доцільним варіантом буде встановлення кранового обладнання саме другої групи (наприклад, козлового), оскільки часте переустановлення не потрібне, а потрібне саме стаціонарне розташування [1-4].

Будова козлового крана заснована на балковому мосту, який закріплюється на рейковому шляху та талі. Кран працює від електродвигуна змінного струму, встановленого на так званій галереї моста. Пристрій пересування козлового крана може бути як центральним, так і роздільним за видом виконання. На них встановлюють рейки, для забезпечення транспортування кранового візка, закріпленого таля та іншими підйомними пристроями [1-4].

Вантажний візок козлового крана, за звичай, однорейковий, транспортується при використанні нижнього поясу, на ньому розміщені механізми підйому вантажу та транспортування талі.

По кінцях поздовжніх балок ніг розміщено ходові візки. Електропривід ходових коліс виконується за допомогою індивідуальних кранових електродвигунів через спеціальну систему зубчастих передач, в якості приводних використовується половина ходових коліс крана.

Енергопостачання козлових кранів виконується за допомогою використання гнучкого кабелю. Даний кабель намотується на спеціальний кабельний барабан, що закріплено на одній з ніг крана, що виконує обертання синхронно швидкості руху всього крана.

Усі козлові крани, що транспортуються рейковими коліями, забезпечені протиугінними захватами, що розраховані на утримання всієї конструкції крану в неробочому стані від дії сили вітру.

Для пом'якшення ударів козлових кранів об упори під час переміщення, на кінцевих ділянках підкранових колій встановлені спеціалізовані пружинні або пружинно-фрикційні буфери. Оскільки на даних ділянках також розташовані і кінцеві вимикачі, що переривають подачу струму до механізмів транспортування під час підходу крана до упорів, то під час розрахунку даних буферів приймають, що кран може виконати удар об встановлений буфер, рухаючись зі швидкістю, що не перевищує 70% від нормальної швидкості руху крану.

Козлові крани здатні виконувати транспортування досить габаритних будівельних вантажів, завдяки чому вони є незамінними для застосування на території відкритого складу, перевантажувальної бази чи, навіть, контейнерному терміналі. Тому, що навантаження підйому будівельного вантажу є саме стискаючим, а не розтягуючим зусиллям, а кран-балки отримали репутацію довговічних, безпечних та надійних конструкцій [1-4].

Перелік посилань

1. Будівельні та колійні машини. Ч.2. Будівельна техніка: Навч. посіб. / А.М. Кравець, А.В. Євтушенко, А.В. Погребняк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 274 с., рис. 115, табл. 1. ISBN 978-617-654-058-8

2. Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини: Навч. посіб. - Харків НТУ «ХПІ», 2005. - 304 с.

3. Козуб Ю.Г., Маслійов С.В. Підйомно-транспортні машини: Підручник. - Старобільськ: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2018. - 277 с.
4. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. - К.: Вища школа, 1993. - 413 с.

УДК 658.5:005.591.6; 681.5 Технологічні процеси виробництва виробів

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ ТОВАРНОГО БЕНЗИНУ

Татаревська О., Сельський А. А.
Хмельницький національний університет

Статичною характеристикою (СХ) елемента або об’єкта керування (ОК), що не залежить від конструкції чи призначення, називається пряма залежність вихідної (керованої) величини від вхідної в зрівноважених станах. Визначити СХ можливо або розрахунковим шляхом або експериментально. СХ можливо відобразити у табличному вигляді або графічно. Зазвичай визначення СХ простих ОК не становить труднощів, крім того, вони часто наводяться в довідковій літературі. Для багатьох складних ОК СХ є невідомими, і їх досить тяжко розрахувати аналітично. У даному разі вдаються до експериментального визначення СХ на реально діючих ОК [1, 2].

Експериментальне визначення СХ полягає у створенні низки послідовних зрівноважених станів ОК за відповідних вхідних та керованої величин. У цьому випадку орган, що відповідає за керування витратою енергії чи матерії або припливом в ОК, дистанційно або безпосередньо переводять із положення, що відповідає зрівноваженому стану, в інше. При досягненні нового зрівноваженого стану ОК записують значення вхідних та керованих величин за показаннями ВП. За визначеними вхідними та керованими величинами можна скласти таблицю і побудувати графічну залежність СХ та, відповідно, визначити коефіцієнт посилення ОК [1, 2].

Маючи передаточну функцію ОК, виконаємо розрахунок параметрів налаштування регулятора, дослідимо вплив параметрів налаштування на якість перехідного процесу в САК, дослідимо вплив дії збурення, та регулювального впливу на характер зміни керованого параметра.

Відомо, що на практиці побудови систем автоматизації об'єктів газової та нафтової промисловості широке застосування знайшли одноконтурні САК. В якості прикладів можна навести наступні: регулювання рівня рідини в технологічних апаратах різного призначення (наприклад, абсорберах, ректифікаційних колонах тощо), регулювання тиску в сепараторі, стабілізація витрат нафти, газу, нафтопродуктів у технологічних лініях, регулювання температури на виході теплообмінника [4-6].

Типове завдання налаштування САК в промисловості, може бути сформульоване наступним чином: виходячи зі розрахованої аналітично або в результаті обробки отриманих даних експериментальних досліджень передаточної функції ОК та обраного на етапі проєктування САК закону регулятора (П, ПІД, ПІ), необхідно вказати параметри налаштування регулятора, які будуть забезпечувати задану якість та стійкість САК. У даній кваліфікаційній роботі задається передаточна функція системи, до складу якої ввійшли давач (Д), виконавчий пристрій (ВП) та об'єкт керування (ОК) (рис. 1). Таким чином, ми під терміном «регулятор» будемо розглядати «регулювальний пристрій» (РП) [16-18].

Час перехідного процесу або, так званий, повний час регулювання t_n відповідає за характеристику швидкодії СК і розраховується як інтервал часу від початку перехідного процесу до моменту, коли відхилення керованої величини від її нового, усталеного значення стає меншим за певну досить малу величину. Зазвичай за досить малу величину приймають 2-5% максимального відхилення в перехідний період [1, 2].

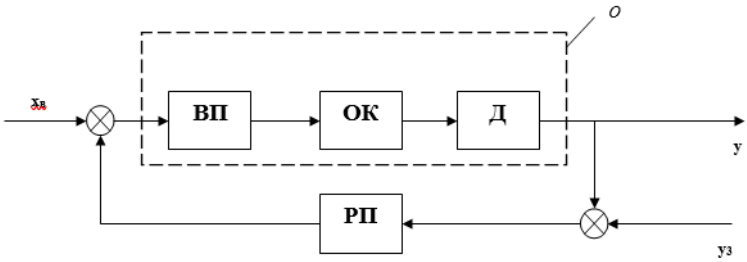


Рисунок 1 – Загальний вигляд функціональної схеми одноконтурної САК

Статична похибка регулювання - відхилення керованої величини від заданого значення після закінчення часу перехідного процесу.

Динамічна похибка регулювання - величина найбільшого відхилення керованого параметра від заданого значення (крім початкового відхилення).

Час першого досягнення керованою величиною заданого значення t_{p1} слугує однією з оцінок якості регулювання АСК відносно задаючого впливу і визначається як інтервал часу від початку перехідного процесу до моменту, коли керована величина вперше досягає заданого значення [1, 2].

Максимальне відхилення в перехідний період для перехідних процесів, викликаних дією збурення, визначається величиною A_1, що припадає на одиницю дії збурення $f_1(t) = 1(t)$. Під час обрахунку задаючої дії максимальне відхилення, обчислене відносного нового усталеного значення $x_{уст}$, пропорційного або рівного заданому впливу $x_{зд}$ згідно формули $\sigma = \frac{\Delta x_{\max} - x_{уст}}{x_{уст}} \cdot 100 \quad \%$, носить назву - перерегулювання.

Час досягнення керованою величиною максимального відхилення в перехідний період $t_{\max}$ розраховується як інтервал часу від початку перехідного процесу до моменту, коли відхилення керованої величини досягає свого максимального значення.

Коливальність перехідного процесу зазвичай обраховується числом коливань, що дорівнює у випадку відпрацювання завдання - числу перерегулювань в межах інтервалу $[0, t_n]$, або числу мінімумів кривої перехідного процесу під час ліквідації дії збурення за той самий інтервал часу. Величина коливання перехідного процесу може характеризуватися величиною ступеня загасання ψ.

Перелік посилань

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

2. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с.

3. Білецький В. С. Основи нафтогазової справи / В.С. Білецький, В.М. Орловський, В.І. Дмитренко, А.М. Похилко. – Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2017. – 312.

4. William C. Lyons Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering / William C. Lyons, Gary J Plisga, BS. –Gulf Professional Publishing, 2011. –P.1568. – Electronic resource:
https://books.google.com.ua/books?id=hDRjBCI08QC&dq=oil+and+gas+monograph&hl=ru&source=gbs_navlinks_s

5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів / Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. – Кіровоград: Видавець – Лисенко В.Ф., 2016. – 352 с.

УДК 658.5:005.591.6; 681.5 Технологічні процеси виробництва виробів

ВИБІР СПОСОБУ РЕГУЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Ковбасюк Д., Радельчук Г.І.
Хмельницький національний університет

Двигуни постійного струму знайшли досить широке застосування завдяки використанню сучасних ТРН, які дають можливість виконувати регулювання кутової швидкості даних електродвигунів шляхом зміни рівня напруги на якорі або в обмотках збудження. Для розширення діапазону регулювання кутової швидкості можуть використовуватись різні сигнали зворотного зв'язку (тахогенератори, напруга на якорі тощо). Однак експлуатація електродвигунів постійного струму спричиняє цілу низку незручностей, пов'язаних із конструктивними особливостями електричних машин даного типу: велика маса; наявність щітково-колекторного вузла; складність конструкції і, як результат, висока ціна; необхідність у періодичному обслуговуванні.

Вказані недоліки вимагають істотних витрат під час купівлі електричних машин постійного струму та подальшої експлуатації, а також можуть значно знизити надійність та точність СК в цілому. Необхідно зупиняти виробництво для обслуговування щітково-колекторних вузлів та планувати додаткові планово-попереджувальні роботи, крім того виконувати періодичне продування електричних машин від пилу [1-5].

Можливість керування частотою обертання короткозамкнених АД було доведено відразу ж після їхнього створення. Реалізувати дану можливість вдалося лише після появи силових напівпровідникових приладів - спочатку тиристорів, а пізніше транзисторів типу IGBT.

Зараз досить широко реалізується спосіб керування асинхронною машиною, яку сьогодні розглядають не лише із погляду вдосконалення керування ТП, а із погляду економії енергії. У побуті та промисловості використовують електродвигуни як змінного так і постійного струмів [1-5].

Для регулювання кутової швидкості найчастіше використовували електродвигун саме постійного струму. Перетворювач у такому випадку регулював тільки рівень напруги, був простий у конструкції та дешевий. Однак електродвигуни постійного струму мають досить складну конструкцію, критичний в використанні щітковий апарат та порівняно високу ціну.

АД мають досить широке поширення, надійні, мають відносно невелику вартість, досить хороші експлуатаційні якості, але регулятори кутової швидкості через складність систем електронного регулювання частоти напруги живлення коштували досить дорого та не володіли якостями, необхідними для широкого впровадження в промисловість.

Швидке збільшення ринку ЧП для АД не в останню чергу стало можливим у зв'язку з появою нової елементної бази – тобто силових модулів на базі IGBT (або біполярних транзисторів з ізольованим затвором), розрахованих на сили струму до кількох кілоампер, рівень напруги до кількох кіловольт, і рівнів частот комутації – в 30 кГц та вище [6].

В залежності від характеру навантаження ЧП повинен забезпечувати різні режими керування електродвигуном, реалізуючи ту чи іншу залежність між швидкістю обертання головного валу електродвигуна та рівнем вихідної напруги.

Режим із лінійною залежністю між напругою та частотою ($U/f = const$) реалізується

найпростішими ЧП для забезпечення постійного моменту навантаження та застосовується для керування електродвигунами, підключеними паралельно або синхронними електродвигунами.

Водночас у разі зниження рівня частоти, починаючи з певного значення, максимальний момент електродвигуна починає знижуватись також. Для підвищення моменту на низьких частотах у ЧП передбачають функцію збільшення початкового значення вихідної напруги, яку використовують для компенсації падіння моменту для навантажень із постійним моментом або збільшення початкового моменту для навантажень із високим пусковим моментом, таких, наприклад, як промисловий міксер [6].

Для регулювання електроприводів вентиляторів та насосів застосовується квадратична залежність напруги/частоти ($U/f_2 = const$). Даний режим, так само як і попередній, можливо застосовувати для керування паралельно під'єднаними електродвигунами.

Водночас для підвищення якості керування електроприводом потрібне застосування інших, більш досконалих методів керування. До них відносять метод векторного керування – який забезпечує найбільш ефективне та точне керування.

У результаті для електропривода, що використовується в насосній станції найбільш економічно доцільний спосіб - векторне керування зі зворотним зв'язком за величиною швидкістю. А для забезпечення підтримання заданого рівня тиску та величини витрати також необхідно реалізувати контур регулювання за рівнем тиску [1-5].

Перелік посилань

1. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.

2. Електропривод: Механіка електроприводу. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів постійного струму: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.М. Пижов, Н.Д. Красношапка, М.Я. Островерхов.– Електронні текстові дані (1 файл: 2,48 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 198 с. (доступ за посиланням https://ela.kpi.ua/handle/123456789/4195

3. Electrical Drives. Principles-Planning-Applications-Solutions. Jens Weidauer, Richard Messer / Siemens, 2015. – 397 p., англійською мовою.

4. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с. ISBN 978-617-7541-11-9

5. Бєлікова Л.Я. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Я. Бєлікова, В.П. Шевченко. – Одеса : Наука і техніка, 2012. – 478 с.

6. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків: Видавництво «Точка», 2017. – 206 с. ISBN 978-617-7470-78-5

УДК 678 Технологічні процеси виробництва виробів

ОСОБЛИВОСТІ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ НИЗУ ВЗУТТЯ

Кунцов О.Ю., Синюк О.М.

Хмельницький національний університет

Особливості лиття під тиском під час виробництва взуття полягає в різноманітті фасонів і розмірів виробів, що формуються, наявністю різноманітних декоративних та функціональних елементів взуття, частою змінюваністю моделей і фасонів відповідно до моди.

При цьому вплив моди та дизайнерське оформлення виробів, як правило превалюють над їх раціональністю з точки зору формування, оптимізації процесу лиття під тиском, проектування та виготовлення оснастки. Ці обставини призводять до різного характеру заповнення ливарних форм при формуванні різних виробів, що змушує проводити експериментальне доведення оснастки та підбір режимів лиття. Все це свідчить не тільки про те, що при проектуванні виробів та ливарних ферм часто нехтують відомими рекомендаціями, але й про необхідність поглибленого вивчення процесу затвердіння полімерних матеріалів у прес-формі [1].

Властивості ливарних виробів визначаються як характеристиками перероблюваних матеріалів, так й умовами формування. Ця проблема досить всебічно вивчена для лиття під тиском пластмасових виробів. Однак стосовно формованих деталей низу взуття систематизований аналіз цієї проблеми відсутній, а отже, не використовується можливість покращення показників їх властивостей.

Найважливішим завданням технології взуття є підвищення клейового кріплення формованих підошов. У рамках вирішення цієї проблеми всебічно досліджено питання оптимізації рецептури застосовуваних адгезивів та технологічного процесу склеювання. При цьому можливості підвищення міцності клейового кріплення підошов за рахунок регулювання умов їх ливарного формування не вивчено [2].

Проблема формування поверхні твердих тіл, у тому числі полімерних матеріалів, має добре розроблену теоретичну базу, яка дозволяє визначати умови отримання поверхні із заданими функціональними характеристиками Використання цієї бази у процесах ливарного формування деталей взуття – найважливіше завдання оптимізації властивостей формованих підошов та підвищення адгезійної здатності при клейовому кріплення низу взуття.

Найбільш специфічним є пряме лиття низу, що представляє собою симбіоз технологій взуття та переробки полімерів. Слід зазначити, що виготовлення взуття шляхом формування низу на заготовці верху через великі витрати на обладнання та оснащення менш здатне слідувати тенденціям моди. Тому пряме лиття орієнтоване на виробництво взуття стабільного асортименту (прогулянкова, для активного відпочинку, спортивна, спеціальна).

Розвитку високопродуктивного ливарного кріплення низу взуття перешкоджає низку невирішених проблем. Так, суттєвий недолік прямого лиття – невисока формостійкість взуття для формування верху на ливарних колодках. При цьому поширена думка, що низька формостійкість взуття - неминуча данина високопродуктивним способам паралельної затяжки верху безпосередньо на ливарних колодках. Відомі способи та технологічні прийоми підвищення формостійкості взуття ливарного кріплення низу застосовні до окремих конструкцій взуття і тому, є локальними рішеннями [1].

Серйозною проблемою, що ускладнює технологічний процес прямого лиття низу на взуття, є утворення випресувань, що знижує ефективність методу, а в окремих випадках призводить до непоправного браку. Поява випресування обумовлена коливаннями товщини пакета матеріалів заготовок верху, наявністю швів та потовщень у площині змикання напівматриць, неточностями установки ливарної колодки щодо напівматриць. Причини утворення випресування теоретично можна усунути, проте в реальних умовах дотриматися необхідних для цього вимог не вдається.

Незважаючи на те, що для запобігання випресовуванням розроблено різноманітні пристрої та способи, повністю ця проблема досі не вирішена. У практиці прямого лиття з метою зменшення ризику утворення випресування часто знижують температуру розплаву, хоча при цьому зменшується міцність ливарного кріплення низу взуття. Очевидно, що запобігання випресувань за рахунок цього важливого показника міцності взуття неприпустимо, тому потрібна розробка нових ефективних способів вирішення проблеми [3].

При прямому литті отримують нижчу порівняно з клейовим методом міцність кріплення низу з більшістю матеріалів верху взуття. Незважаючи на важливість проблеми ливарного кріплення, її систематизований аналіз відсутній. При цьому залишається не вивченим механізм формування адгезійного зв'язку, який визначається міцністю ливарних сполук систем матеріалів, які відрізняються хімічним складом та поверхневою структурою. Це ускладнює оцінку можливості застосування тих чи інших матеріалів верху та низу для виробництва взуття ливарним методом кріплення. Для підвищення міцності ливарних сполук розроблено численні методи. Різноманітність технічних рішень, які не вирішують проблему в цілому, свідчить про відсутність наукових засад забезпечення міцності ливарних сполук, що стримує застосування ливарних методів у виробництві взуття [3].

Таким чином, основними проблемами лиття під тиском у виробництві взуття, які стримують розвиток методу та підвищення його ефективності є:

• недостатньо вивчений вплив конструкції прес-форми, зокрема діаметру, довжини та місць розташування впускних отворів;

• недостатньо вивчений технологічний процес вприскування розплаву у прес-форму та процес її заповнення (а саме нерівномірне твердіння матеріалу);

• незначна кількість методів розрахунку елементів формуючого оснащення, що часто змінюється, та визначення параметрів ливарного формування;

• відсутність систематизованих досліджень впливу умов лиття на властивості формованих деталей та вузлів взуття;

• відсутність наукових засад забезпечення та прогнозування міцності ливарних з'єднань взуттєвих матеріалів;

• складності застосування прямого лиття низу на верх взуття, який виготовлений з матеріалів, що потребують скуйовджування;

• важкоконтрольований процес утворення випресування при прямому лиття.

На основі аналізу літературних даних, патентних матеріалів та узагальнення практичного досвіду визначено такі пріоритетні завдання, вирішення яких необхідне для розвитку та вдосконалення лиття під тиском у виробництві взуття:

• удосконалення методу розрахунку параметрів ливарної оснастки і технологічних режимів вприскування розплаву полімеру;

• розвиток методологічних аспектів оптимізації властивостей формованих деталей взуття;

• розробка конструкцій прес-форм, що забезпечує рівномірне твердіння та спрощує контроль за випресуванням;

• розвиток теоретичних положень щодо процесу заповнення ливарних форм полімерними розплавами та їх твердіння;

• вдосконалення технологій прямого лиття низу на верх взуття.

Перелік посилань

1. Light industry polymeric waste recycling in the conditions of urbanistic environment development / M. E. Skyba, O. M. Synyuk, B. M. Zlotenko, T. I. Kulik, J. Musiaf, R. Polasik .- Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego Bydgoszcz, 2020. – 96 p.

2. Синюк О.М., Скиба М.Є. Математичне моделювання впливу геометрії шнека та кінематичних параметрів його руху на переміщення гранульованого полімеру в процесі лиття під тиском. – Вісник ХНУ, 2015. – № 5. – С. 38-45.

3. Development of equipment for injection molding of polymer products filled with recycled polymer waste/Synyuk, O., Musiał, J., Zlotenko, B., Kulik, T.//Polymers. – 2020. – 12(11). – p. 1–20.

UDC 004 Software Engineering

SELECTION AND JUSTIFICATION OF ARCHITECTURE FOR A WEB-BASED SYSTEM FOR MILITARY TRAINING COURSES

Kravchenko O.I.
State University "Zhytomyr Polytechnic"

Software product development and architecture selection determine the efficiency, reliability, speed, and scalability of a system. One of the key aspects of decision-making is the choice of an architectural pattern. In this case, three popular patterns are considered: MVP (Model-View-Presenter), MVVM (Model-View-ViewModel), and MVC (Model-View-Controller).

MVP, which is aimed at developing programs with a graphical interface, divides components into a View, a Presenter, and a Model. This allows you to effectively manage the logic and interface.

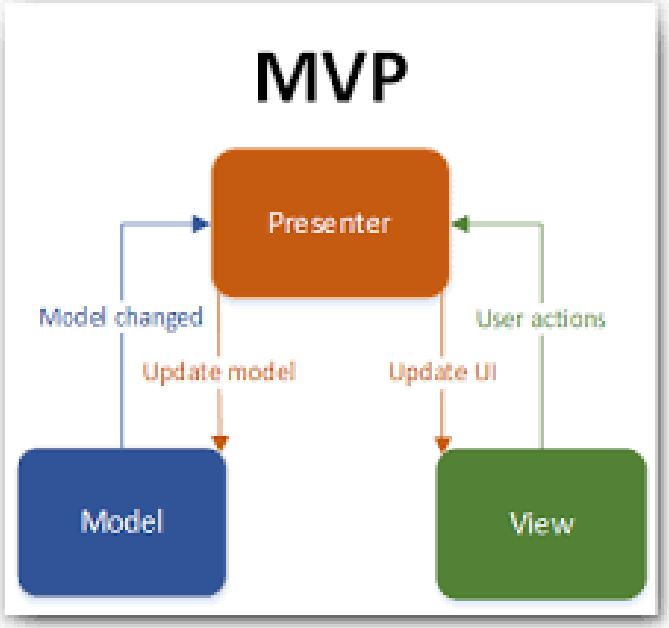


Figure 1. View of the MVP template

MVVM helps to separate the user interface from the program logic by dividing the components into a Model, View, and ViewModel.

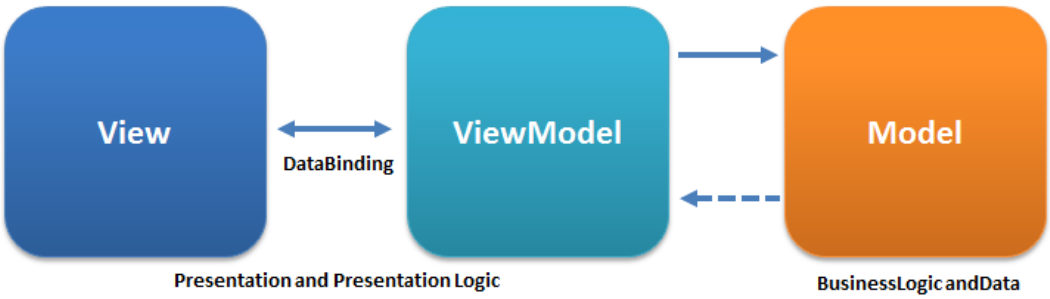


Figure. 2. View of the MVVM template

When choosing MVC to create a software application, the choice was justified by its popularity in web application development and its ability to meet a variety of needs.

MVC divides the application logic into models (data), views (representations), and controllers (application logic), making it easier to organize the code and ensure its easy maintenance.

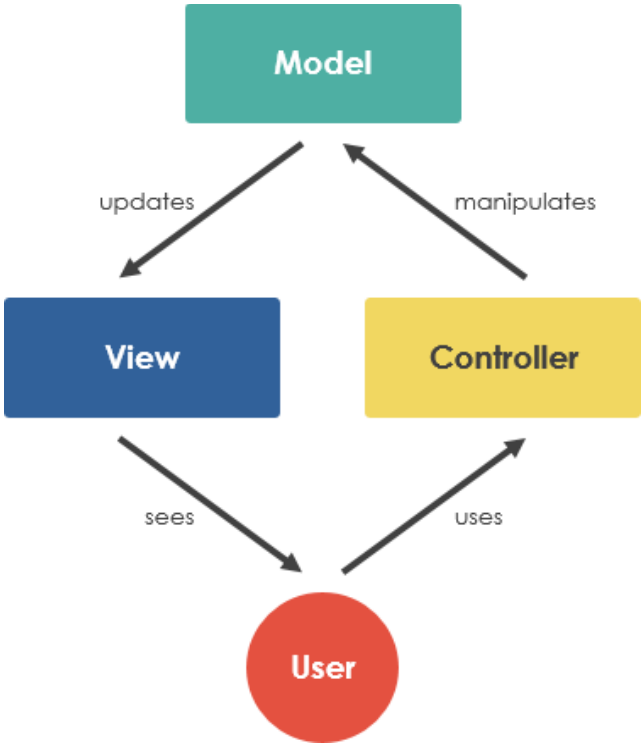


Figure 3. View of the MVC template

In the process of developing a system for passing military training courses, Yii2 will be chosen as the implementation technology. Yii2 is an open source PHP framework for rapid web application development based on MVC principles.

The main advantages of Yii2 include high performance due to an efficient caching system and support for asynchronous requests. The framework also guarantees strong security, built-in threat protection, and the ability to securely process forms.

The flexibility and extensibility of Yii2 make it an ideal choice for online stores. Developers can easily add new components and extensions without modifying the core code, which makes it easy to extend functionality.

In today's web environment, where speed and security are key requirements, choosing Yii2 to build an online store has allowed us to achieve a high level of performance and security. The framework has demonstrated its effectiveness in developing a variety of web applications, including social networks, e-commerce sites, and other corporate systems.

As a result, the choice of architecture and technology for a software product is a strategic decision that determines its success in the market. Integration of MVC architecture and Yii2 framework into the process of developing an online store has become a key factor in achieving efficiency, reliability, and speed of the web application.

Several architectures were analyzed based on the requirements, defined criteria, and architectural decisions: MVVM, MVP, and MVC, and taking into account all the advantages and

disadvantages, a decision was made to use the MVC architecture. The Yii2 PHP framework was chosen as a means of implementing the software application.

References

1. MVC [Electronic resource] – Resource access mode: https://www.techtarget.com/whatis/definition/model-view-controller-MVC
2. MVVM [Electronic resource] – Resource access mode: https://www.techtarget.com/whatis/definition/Model-View-ViewModel

УДК 678.027.3 Інформаційні технології проектування

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ШНЕКОВОГО ЕКСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

А. Поліщук, М. Скиба, О. Поліщук
Хмельницький національний університет

Перспективи моделювання роботи шнекового екструдера 3D-принтера в програмному середовищі SolidWorks Flow Simulation відкривають значний потенціал у поліпшенні розробки та оптимізації 3D-друку. SolidWorks Flow Simulation є потужним інструментом для аналізу рідинної та газової динаміки, що дозволяє інженерам точно прогнозувати поведінку рідин і газів під час руху через екструдер.

Моделювання допомагає в дослідженні процесів плавлення та подачі подрібненого полімеру в екструдері, що важливо для визначення оптимальних температурних режимів і швидкості подачі. Важливою перевагою є можливість аналізу теплових процесів всередині шнекового екструдера, що включає розподіл температур, виявлення місць перегріву та оцінку ефективності охолодження. Моделювання дозволяє виявити оптимальну конструкцію шнека для забезпечення рівномірної подачі матеріалу і запобігання закупорки. Завдяки моделюванню, можливо зменшити кількість фізичних прототипів, що необхідно виготовити, оскільки більшість тестувань можна провести віртуально. SolidWorks Flow Simulation дозволяє тестувати, як різні матеріали будуть вести себе в процесі екструдування, що важливо для роботи з новими композиційними сумішами. Краще розуміння процесів всередині шнекового екструдера допомагає в оптимізації параметрів друку, що сприяє підвищенню якості кінцевої продукції.

Застосування SolidWorks Flow Simulation для моделювання роботи шнекового екструдера 3D-принтера є перспективним напрямком, який може значно покращити розуміння і оптимізацію процесів 3D-друку.

Використовуючи програмне середовище Solidworks Flow Simulation було здійснено моделювання роботи шнекового екструдера 3D-принтера. В якості полімеру для моделювання було вибрано ABS пластик та задано його властивості. Було змодельовано зміну температури та швидкості переміщення розплавленого полімеру з етапу переходу його з твердого стану у в'язкотекучий. Отримані моделі представлені на рис.1, 2. Проведений аналіз дав змогу зробити наступні висновки.

Модель температури (рис.1) показує розподіл температури по довжині шнека екструдера. Зазвичай, температура зростає від вхідної частини шнека до виходу, де полімер розплавляється і витісняється через сопло. Аналіз отриманої моделі показує, що у екструдері відбувається рівномірний розподіл температури. Це, в свою чергу, дає змогу

уникнути проблем з якістю екструдованого матеріалу. Вища температура в кінцевій частині шнека свідчить про те, що матеріал досяг потрібної температури для ефективного видавлювання полімеру через сопло і нанесення його на платформу принтера для створення об'ємної деталі.

Модель швидкості (рис.2). На ній можна побачити профіль швидкості руху матеріалу в екструдері. Швидкість матеріалу збільшується по мірі його просування до сопла. Таким чином забезпечується стабільний і постійний потік. Нерівномірностей, які б вказували на потенційні проблеми з блокуванням або забиванням в екструдері, в профілі швидкості не спостерігалося.

В роботі [1] наводиться теоретичний графік зміни тиску у трьохзонному шнековому екструдері (рис.3). Аналіз графіка показує, що тиск наростає починаючи із зони завантаження до кінця зони стискання. Потім в зоні дозуванння іде спад тиску.

Аналіз моделі розподілу тиску на рис.4 показує, що високий тиск підтримується практично на всій довжині шнека. Починає зменшуватися тільки в кінці шнека (в зоні дозування) та у соплі. Такий розподіл тиску може вказувати на трохи некоректне моделювання процесу обертання шнека в програмному середовищі SolidWorks Flow Simulation.

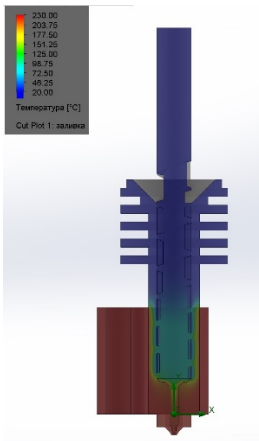


Рис.1. Модель зміни температури в шнековому екструдері

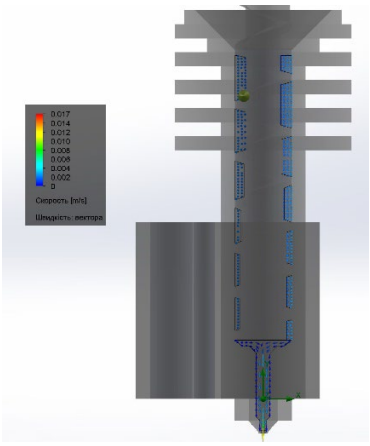


Рис.2. Модель зміни швидкості переміщення розплавленого полімеру в шнековому екструдері

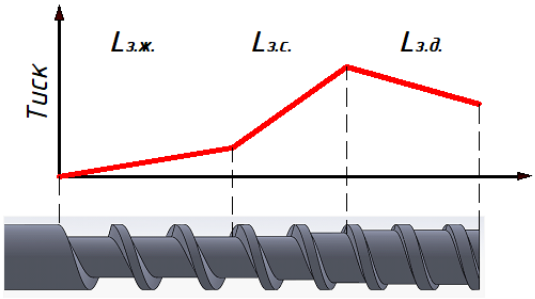


Рис.3. Графік зміни тиску у трьохзонному шнековому екструдері: $L_{з.ж.}$ – довжина зони живлення; $L_{з.ж.}$ – довжина зони стискання; $L_{з.д.}$ – довжина зони дозування

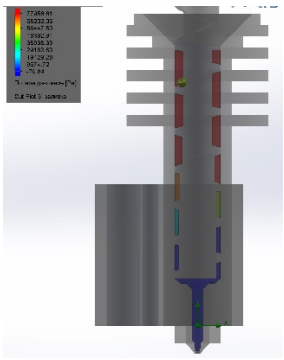


Рис.4. Модель зміни тиску в шнековому екструдері

На основі отриманих результатів можна зробити висновок про ефективність роботи екструдера та виявити потенційні проблемні місця в процесі екструдування. Також, ці дані можуть використовуватися для подальшого вдосконалення конструкції шнекового екструдера, оптимізації параметрів температури та тиску для забезпечення кращої якості друку і більшої ефективності використання матеріалів.

Перелік посилань

1. Поліщук А., Поліщук О. Розробка методу проєктування шнека екструдера 3D-принтера. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2023. №4. – С.389-402.

УДК 662.997 Інформаційні технології

CUTTING-EDGE TECHNOLOGIES FOR ENHANCED EMPLOYMENT INTERACTIONS

Lavrenchuk V.O.
Zhytomyr Polytechnic State University

In our time, the job search and candidate recruitment process is lengthy and challenging. To address this issue, it was decided to design and develop an automated web system for publishing resumes and portfolios.

In the face of constant changes in the job market and increasing competition, it is crucial to develop and implement effective methods of user data analysis for job matching. A specialized system utilizing analytical methods and artificial intelligence can provide personalized recommendations, improving the job search process and ensuring efficient interaction between employees and employers.

Modern trends in the world of work demand not only a high level of expertise and skills from users but also the ability to adapt effectively to new market requirements. The development and implementation of a user data analysis system become a key factor in enhancing the job search process and facilitating proper interaction between job seekers and employers.

Examining contemporary methods and systems for job matching allows us to identify their advantages and disadvantages. Integrating user data analysis into existing solutions can enhance their effectiveness and adaptability to individual user needs.

One of the key aspects of implementing an effective job matching system lies in the development and use of diverse user data analysis methods. These methods aim to determine individual characteristics, skills, previous experience, and career goals of each user to provide personalized and accurate job recommendations.

- **Analysis of Education and Work Data:** Collection and processing of historical data on the user's education and work to determine their expertise and experience.
- **Skills and Competencies Assessment:** Utilization of text analysis algorithms to identify key skills and competencies indicated in the resume or other sources of information.
- **Consideration of Career Goals and Interests:** Analysis of user-specified career goals and interests to identify vacancies that align with their long-term plans and personal preferences.
- **Integration with Market Value Assessment:** Fusion of user data analysis with external sources providing information on the market value of specific skills and vacancies.

— **Use of Machine Learning Algorithms:** Development and implementation of machine learning models to forecast the candidate's suitability for a specific job based on their profile and history.

The process of creating this web system includes the development of both the server and client sides, the selection of optimal technologies, and the creation of an interface that ensures convenient interaction with users.

To implement this system, it is important to choose modern and relevant tools. For the server-side, we chose the Node.js programming language, a platform based on the V8 engine that transforms JavaScript from a specialized language into a general-purpose language. [1]

Regarding the client-side, TypeScript, presented by Microsoft, was selected. TypeScript is positioned as a programming language that extends the capabilities of JavaScript and is an effective tool for developing web applications.[2]

Summarizing the functionality that will be available in the web system, it can be concluded that this project emphasizes the significance of the introduced user data analysis method for job matching and sets tasks for future research. It underscores the importance of ongoing development and improvement of systems in the context of growing labor market demands.

References

1. NodeJS [Electronic resource] – Access mode: https://nodejs.org/en.
2. TypeScript [Electronic resource] – Access mode: https://www.typescriptlang.org/.

УДК 687.016:004.9 Інформаційні технології проєктування

ПЕРЕВАГИ 3D МОДЕЛЮВАННЯ У СТВОРЕННІ ПРОДУКТУ

Вікторія МИЦА, Анастасія МОВЧАНЮК
Хмельницький національний університет

Працюючи над концепцією та дизайном нового продукту, виробники часто прагнуть візуалізувати свої ідеї, попередньо випробувати їх на практиці. Для цього зазвичай замовляють прототипи, які дають змогу експериментувати з концепціями та випробовувати їх у реальному середовищі. Однак, на початковому етапі творчого процесу, коли ідеї постійно змінюються та розвиваються, використання прототипів стає занадто дорогим задоволенням.

Завдяки використанню переваг 3D-моделювання в процесі дизайну продукту можна значно зменшити необхідність у виготовленні значної кількості прототипів [1]. 3D-моделювання дає можливість виробникам більш ефективно візуалізувати свої ідеї та концепції віртуально, експериментувати з різними варіантами дизайну та швидше вносити зміни на початковому етапі, що значно збільшує ефективність та зменшує витрати часу та коштів на виробництво.

Крім того, для виробників важливо виявляти потенційні недоліки та проблеми конструкції якомога раніше в процесі розробки. Застосування 3D-моделювання дозволяє виявляти та усувати недоліки ще до початку фактичного виробництва. Це не лише забезпечує вищу якість продукту, але і економить час і ресурси, які були б витрачені на виправлення помилок наступних етапів виробництва.

Конкретизуємо ряд переваг застосування 3D-моделювання у створенні продукту.

Процес розробки дизайну продукту значно прискорюється завдяки 3D-моделюванню. Раніше розробка дизайну продукту займала багато часу. Це перетворювалося на замкнене коло: вносити зміни в дизайн, замовляти новий прототип

для кожної значної модифікації, а потім чекати на його виготовлення та доставку. 3D-моделювання дозволяє швидко відтворювати та візуалізувати ідеї дизайнерів у віртуальному середовищі. Завдяки 3D-моделям можна експериментувати з різними аспектами дизайну – кольором, формою, текстурами тощо – та швидко оцінювати їх вигляд і функціональність [2].

3D-моделювання спрощує процес створення прототипу, оскільки служби 3D-моделювання створюють прототипи з одного цілого шматка матеріалу [3]. Це усуває необхідність окремого виготовлення та збирання компонентів. У порівнянні з традиційними методами створення прототипів, де окремі компоненти часто виготовляються окремо та потребують подальшого монтажу, 3D-моделювання дозволяє уникнути цього етапу збирання. Це не лише зменшує час, потрібний для виготовлення прототипу, але і спрощує процес, уникнувши можливих проблем, пов'язаних з недоліками у монтажі та пошкодженням окремих компонентів під час збирання. Цей підхід є особливо корисним у сферах, де потрібні складні прототипи або вироби зі складною геометрією.

Використання 3D-моделей у значній мірі зменшує бюджет проєкту дизайну продукту. Оскільки 3D-моделі забезпечують можливість візуалізації та тестування дизайну продукту у віртуальному середовищі, це усуває необхідність виготовлення фізичних прототипів на початкових етапах розробки, що значно зменшує витрати на матеріали та виробництво.

Всі 3D-моделі продуктів легко налаштовуються. Серед найбільших переваг 3D-моделювання в дизайні продукту особливо важливою є можливість налаштування. Використовуючи 3D-програмне забезпечення, фахівці легко змінюють будь-який аспект 3D-об'єкта без жодних зусиль. Наприклад, вони здатні коригувати його геометрію, пропорції, текстури, матеріали, а також прибирати або додавати необхідні елементи дизайну.

За допомогою 3D-моделювання можна візуалізувати будь-яку концепцію дизайну. Використовуючи сучасні програми 3D-моделювання, фахівці можуть створювати 3D-об'єкти буквально будь-якої форми та структури. Програмне забезпечення дозволяє візуалізувати навіть найекстравагантніші дизайнерські концепції. Більше того, 3D-фахівці можуть створювати власні текстури з нуля або коригувати текстури з баз даних.

Послуги візуалізації включають необмежену кількість виправлень. Одна з очевидних переваг 3D-моделювання в дизайні продукту полягає в тому, що виробники не мають обмежень у кількості коригувань. Будь-яку 3D-модель можна редагувати, поки виробник не буде задоволений кінцевим результатом.

3D-моделювання продукту ідеально підходить для затвердження проміжних етапів розробки дизайну продукту. Кожна зміна в дизайні продукту має бути схвалена виробниками та маркетинговими командами. Використання старомодних ескізів від руки для цієї мети не є ефективним, оскільки вони не демонструють деталі дизайну у всій їхній красі. Професійні 3D-спеціалісти можуть створити кілька варіантів дизайну одного й того ж предмета. Виробникам залишається лише вибрати найкращий варіант, щоб прискорити процес прийняття рішень.

3D-моделювання дозволяє виправляти помилки до завершення дизайну проєкту, без створення прототипу. Більше того, будь-який 3D-об'єкт можна оптимізувати для CAD-програм, які автоматично перевіряють його відповідність кресленням і повідомляють про помилки [4]. Завжди швидше повторно використовувати проєкти та змінювати їх відповідно до вимог за допомогою програмного забезпечення 3D. Крім того, він також робить документацію простішою, ніж будь-коли.

Деталі та точність 3D-моделей продукту бездоганні. Висока точність є величезною перевагою 3D-моделювання. Тільки тривимірний об'єкт може повністю показати всі конструктивні особливості – як зовнішні, так і внутрішні. За потреби дизайнери можуть навіть розрізати поперечний переріз 3D-моделі, щоб краще відобразити всі деталі

дизайну. У той же час ескізи від руки або 2D-ескізи не демонструють дизайн з усіма його перевагами, зазвичай висвітлюючи лише певні аспекти.

3D-моделювання дозволяє проводити точні вимірювання Точні розмірні ознаки необхідні при створенні будь-яких виробів. 3D-модель дозволяє вимірати конкретні розміри предмета разом із усіма його додатковими та необхідними характеристиками. Це допоможе потенційним клієнтам і членам команди-розробника перевірити продукт і за потреби внести будь-які коригування.

3D-моделювання допомагає покращити спілкування між командами розробників. Використання 3D-моделювання приносить користь усім учасникам проєкту, так як спрощує комунікацію між командою дизайнерів та зацікавленими сторонами. Оскільки всі отримують однакові 3D-візуалізації та файли, фахівці розмовляють однією мовою. Крім того, 3D-моделі зберігаються в універсальних форматах, тому кожен фахівець може працювати з ними без переходу на інше програмне забезпечення.

Таким чином, у сучасному цифровому світі 3D моделювання є необхідною компетенцією для багатьох сфер, включаючи легку промисловість, електротехніку та електромеханіку.

Перелік посилань

1. Мица В., Романенко Л. Стала мода як стратегія сталого виробництва в галузі моди / Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 22 листопада 2023 р. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – С. 106-107.

2. Мица В.В., Мовчанюк А.В. Програмне забезпечення для віртуального проєктування одягу. Технічна творчість: Збірник наукових праць./ Укл.: Скиба М.Є., Поліщук О.С., Романець Т.П. Хмельницький: ХНУ, 2023. – No 6 - с. 21-23.

3. Polishchuk A., Slavinska A., Polishchuk O., Mytsa V. Production of details of difficult designs of footwear and clothes with use of technologies of additive production. *AIP Conf. Proc.* 7 December 2023; 2889 (1): 040009. https://doi.org/10.1063/5.0172971.

4. Riabchykov, M., Mytsa, V., Bondarenko, M., Popova, T., Nechipor, S., Nikulina, A. and Bondarenko, S. (2023). Formation of complex 3D surfaces scans for garment cad. *Vlakna a textile*, 30(3). https://doi.org/10.15240/tul/008/2023-3-002.

УДК 004 Software Engineering

SECURITY OF INFORMATION SYSTEMS

Zhurbey A. V., Savitsky R. S.
Zhytomyr Polytechnic State University

In our interconnected digital era, the imperative to safeguard information systems has grown exponentially. As society becomes more reliant on technology for communication, business transactions, and data storage, the need for robust security measures is paramount. This thesis delves into the intricate landscape of information systems security, examining the challenges posed by dynamic cyber threats, the transformative impact of technological advancements, strategies for ensuring data privacy and regulatory compliance, the critical role of incident response and resilience, and the nuanced interplay of human factors in fortifying information systems.

The contemporary information ecosystem faces an ever-evolving array of cyber threats, ranging from individual hackers to sophisticated cybercriminal organizations and state-sponsored entities. These threats exploit vulnerabilities within information systems, demanding continuous analysis of the dynamic cyber threat landscape. This research conducts an in-depth examination, identifying vulnerabilities and elucidating the tactics, techniques, and procedures employed by

diverse threat actors. Such understanding is foundational to the formulation of effective security measures.

Technological advancements, while driving innovation, introduce new challenges for information systems security. The integration of emerging technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), and cloud computing reshapes the security landscape. This thesis explores the impact of these technologies, analyzes emerging security paradigms, and proposes innovative measures to mitigate risks associated with their adoption, ensuring the resilience of information systems in the face of evolving threats.

Data privacy has become integral to information systems security, especially with the enactment of stringent data protection regulations like the General Data Protection Regulation (GDPR). Organizations must navigate complex compliance requirements, and this research delves into the intersection of data privacy and information security. It outlines strategies for achieving and maintaining compliance while fortifying security postures, recognizing the inseparable link between data protection and overall system security.

Despite concerted efforts, security incidents remain inevitable. Therefore, a proactive and well-defined incident response plan is paramount for minimizing the impact of security breaches. This thesis delves into the intricacies of incident response, exploring strategies for threat detection, incident containment, and recovery measures. The goal is to equip organizations with the tools needed for swift and effective responses to security incidents, thereby enhancing overall resilience and minimizing potential damage.

Human factors play a pivotal role in information systems security, with insider threats posing a considerable risk. Whether driven by malicious intent or inadvertent actions, human behavior significantly impacts the security of information systems. This research explores the nuanced interplay between human factors and information security, addressing the complexities of insider threats and proposing strategies to mitigate risks associated with human-related vulnerabilities.

As technology continues to advance, so do the challenges in maintaining information systems security. Cyber threats evolve in sophistication, and the interconnected nature of global networks amplifies these challenges. The rise of interconnected devices in the Internet of Things (IoT) introduces a vast attack surface, necessitating robust measures to secure the expanding network of connected devices. This research investigates the security implications of IoT proliferation, emphasizing the need for comprehensive measures to secure this dynamic ecosystem.

In addition to external threats, organizations must grapple with the intricate challenge of insider threats. Employees, intentionally or unintentionally, can pose significant risks to information security. This thesis explores psychological, organizational, and technical aspects that contribute to insider threats, proposing comprehensive mitigation strategies to address this multifaceted challenge.

The geopolitical landscape plays a crucial role in shaping the cyber threat landscape, with nation-state cyber attacks and cyber espionage activities becoming prevalent. This research investigates the role of state-sponsored threats and their implications for global cybersecurity, recognizing the need for a nuanced understanding of the geopolitical dynamics influencing information systems security.

The continuous emergence of new technologies demands ongoing research and development in the field of information systems security. Quantum computing, for instance,

presents both promises and challenges. While it offers the potential for advanced cryptographic solutions, it also threatens existing encryption methods. This thesis delves into the implications of quantum computing on information security and explores adaptive strategies for the impending quantum era, ensuring that information systems remain secure in the face of technological advancements.

As organizations increasingly migrate their operations to the cloud, the security of cloud-based systems becomes a critical focal point. This research examines the unique challenges associated with securing cloud infrastructures, addressing concerns related to data privacy, access controls, and the shared responsibility model between cloud service providers and users.

In conclusion, the security of information systems is an ongoing and multifaceted challenge that demands continuous research, adaptation, and innovation. This thesis endeavors to contribute to the understanding of evolving threats and mitigation strategies, providing insights that are instrumental in fortifying information systems against a dynamic and complex cybersecurity landscape.

References

1. David Kim and Michael G. Solomon: Fundamentals of Information Systems Security
2. Richard E. Smith: Elementary Information Security
3. Michael E. Whitman and Herbert J. Mattord: Management of Information Security
4. Alan Calder and Steve Watkins: IT Governance - An International Guide to Data Security and ISO27001/ISO27002, 7th Edition
5. Christopher Wright: Fundamentals of Information Risk Management Auditing

УДК 004.896 Інформаційні технології проектування

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ AUTODESK INVENTOR ТА ОСНОВНІ ЇЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ

Ж. Жлалі [1], М. Рубанка [1], В. Дворжак [1], О. Поліщук [2]
[1]*Київський національний університет технологій та дизайну*
[2]*Хмельницький національний університет*

Пріоритетним завданням сучасного підприємства машинобудівної галузі є виготовлення продукції належної якості при мінімальних витратах. Одним із найбільш трудомістких та відповідальних етапів створення нової конструкції виробу є конструкторська підготовка виробництва. В епоху четвертої промислової революції Industry 4.0 впровадження інноваційних технологій, зокрема сучасних систем автоматизованого проєктування (САПР) в технологічний процес виробництва продукції, дозволить суттєво підвищити ефективність роботи машинобудівного підприємства [1].

В сучасних реаліях пересічне підприємство машинобудівної галузі може бути конкурентоспроможним при умові достатнього ступеня автоматизації та роботизації виробництва та повної відповідності вимогам споживачів. Використання сучасних САПР є однією із передумов, що визначає ефективність виробничо-господарської діяльності підприємства та окреслює його загальну стратегію розвитку [2, 3].

Слід відмітити, що на сьогоднішній день на ринку програмних продуктів існує достатня кількість досить потужних, професійних CAD/CAM/CAE систем, що можуть бути впроваджені в технологічний процес виготовлення продукції сучасного підприємства

машинобудівної галузі. Найпоширенішими спеціалізованими програмними продуктами для тривимірного моделювання, що представляють собою комплексні CAD/CAM/CAE системи автоматизованого проєктування середнього та верхнього рівнів, що можна зустріти на сучасних найбільш потужних машинобудівних підприємствах галузі, й надалі лишаються SolidWorks, Autodesk Inventor, Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application (CATIA), PTC Creo Parametric, TopSolid та Autodesk Fusion 360. Всі із перелічених САПР вирізняються серед конкурентів як своїми незаперечними перевагами, так і притаманними недоліками [4].

Найбільшим у світі постачальником систем професійних програмних продуктів для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва машинобудівних підприємств є американська компанія Autodesk Inc. На сьогоднішній день її флагманським програмним забезпеченням для тривимірного моделювання та проєктування виробів, зокрема в сфері машинобудування, є CAD/CAM/CAE система професійного рівня Autodesk Inventor [5-8].

Першочергово комплексну систему автоматизованого проєктування Autodesk Inventor розробляли для створення цифрових прототипів промислових виробів. Потужний функціонал програми дозволяє створювати складні тривимірні цифрові моделі виробів, працювати зі складальними одиницями, виконувати перевірочні розрахунки, проєктувати прес-форми, проєктувати деталі із пластмаси, моделювати компоненти із листової сталі, створювати необхідну конструкторську документацію у відповідності до стандартів [6-8].

Варто зазначити, що САПР Autodesk Inventor має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що забезпечує доволі комфортні умови використання як досвідченим користувачам, так і суттєво полегшує навчання та перші кроки роботи початківцям в цьому програмному середовищі. САПР Autodesk Inventor має повну інтеграцію з іншими програмними продуктами компанії Autodesk Inc.

Основні функціональні можливості комплексної системи автоматизованого проєктування Autodesk Inventor представлено на рис. 1 [6].

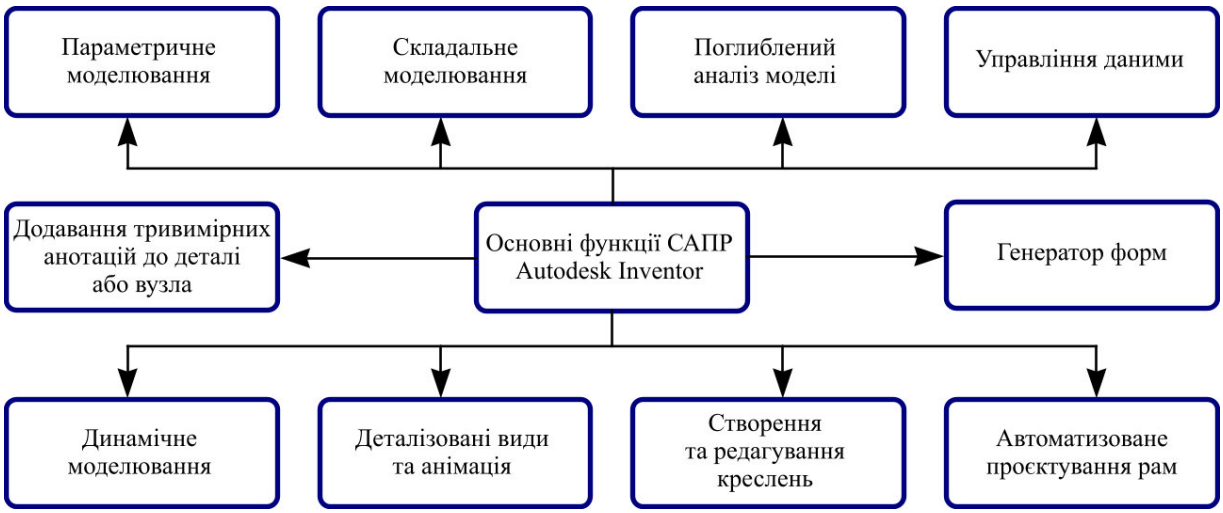


Рис. 1. Основні функції САПР Autodesk Inventor

Вбудований інструментарій для автоматизованого проєктування та виробництва із вдалим поєднанням потужних CAD, CAM та CAE модулів дозволяє САПР Autodesk

Inventor займати провідні позиції на ринку програмного забезпечення для тривимірного моделювання та проєктування виробів, зокрема в сфері машинобудування.

Попри сильні сторони САПР Autodesk Inventor, що беззаперечно вирізняють цей програмний продукт, доречно відмітити і слабкі сторони: доволі високі системні вимоги до комп'ютерного парку, щоб в повній мірі розкрити весь потенціал програми; обмежена сумісність із форматами файлів програмних продуктів, що не належать до сімейства Autodesk Inc.; далеко недемократична вартість за використання ліцензії.

Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки:

– розвиток сучасного підприємства машинобудівної галузі неможливий без інноваційних технологій автоматизації та роботизації виробництва, зокрема впровадження в технологічний процес комплексних CAD/CAM/CAE систем;

– потужний функціонал та вдале поєднання CAD, CAM та CAE модулів дають можливість Autodesk Inventor впевнено конкурувати на ринку сучасних програмних продуктів для тривимірного моделювання та проєктування виробів, зокрема в сфері машинобудування.

Перелік посилань

1. Berezin L. Innovative trends in industrial machinery engineering and education / L. Berezin, O. Oliinyk, M. M. Rubanka // Actual problems of modern science : monograph / edited by S. Matiukh, M. Skyba, J. Musial, O. Polishchuk. – Bydgoszcz, Poland : Bydgoszcz University of Science and Technology, 2021. – P. 538-548.

2. Пащенко О. П. Стратегічне управління розвитком підприємства / О.П. Пащенко // Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Економічні науки. – 2011. – № 2, Т. 2 – С. 99-103.

3. Дунда С. П. Розвиток підприємства та оцінка факторів, що на нього впливають / С. П. Дунда // Ефективна економіка. – 2016. – № 12. – С. 1-6.

4. Zhlali Zh. T. Advisability of applying the computer-aided design system Fusion 360 in engineering practice / Zh. T. Zhlali, M. M. Rubanka, V. M. Dvorzhak // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 23 листопада 2023 року. – Київ : КНУТД, 2023. – С. 105-106.

5. Autodesk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk (дата звернення 08.12.2023).

6. Key features of Inventor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.autodesk.com/products/inventor/features (дата звернення 08.12.2023).

7. Autodesk Inventor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor (дата звернення 08.12.2023).

8. Autodesk Inventor: Mechanical design software for ambitious ideas [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=invprosa (дата звернення 08.12.2023).

УДК 662.997 Software Engineering

IMPLEMENTATION OF A RECOMMENDATION SYSTEM FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Lavrenchuk V.O.
Zhytomyr Polytechnic State University

The implementation of a recommendation system for professional development is a crucial step in enhancing tools to support career growth and learning. In the modern world, where technological changes and labor market demands are evolving rapidly, providing users with personalized and timely recommendations for professional development becomes an extremely important task.

The development and implementation of a recommendation system for professional development are based on the analysis of user data, assessing their strengths and weaknesses, and predicting labor market trends. The system dynamically responds to changes in the user's career goals and skills, offering personalized recommendations for courses, training, and opportunities for professional growth.

Key components of the project include the development of effective data analysis algorithms, the use of artificial intelligence to predict user needs, and integration with various resources for learning and development. This project aims to create an innovative tool that supports users in finding the most effective paths to achieve career goals and continuous professional growth.

The project involves creating built-in tools for text analysis and semantic understanding, allowing the system to automatically identify key competencies, skills, and achievements of the candidate. The use of artificial intelligence in this context can improve the quality of user representation in resumes and portfolios.

The main idea is to provide users with a simple and effective tool to present their professional experience. The automated system will interact with the user, assisting them in creating resumes and portfolios through an interactive and intuitive interface. It can also recommend important elements that may increase the likelihood of attracting recruiter attention.

Additionally, the system can provide users with statistical data and analytics regarding the effectiveness of their resumes, helping them track the number of views, recruiter inquiries, and other indicators. This can serve as a tool for continuous improvement and adaptation to changes in the job market.

To build this system, it is appropriate to choose the most relevant tools and technologies available today. Node.js has been selected for the server-side development. Node.js is a software platform based on the V8 engine that transforms JavaScript from a specialized language into a general-purpose language. [1] The client-side, on the other hand, will be developed using TypeScript. TypeScript is a programming language presented by Microsoft and positioned as a tool for developing web applications that extends the capabilities of JavaScript. [2]

During the design of the web system, the ability for user registration is foreseen. Users will provide basic information necessary for identification and further use of the platform to interact with recruiters. The primary incentive for users to become active on this platform will be the ability to create resumes and portfolios. This can be done through conventional data input forms transmitted from the client side to the server and stored in a database, as well as by using artificial intelligence to automate this process.

Artificial intelligence plays a key role in this project, as its integration into the system will allow users to create resumes and portfolios by providing essential information about themselves, their experience, career expectations, and other similar aspects. This functionality will benefit both employers and candidates. An important advantage is that a well-tuned resume creation algorithm will use only necessary data to form resumes, thereby ensuring the display of only relevant information that recruiters expect to see.

Therefore, the use of artificial intelligence in this project has several advantages:

- Automation and Optimization: Artificial intelligence can analyze user-inputted data and recommend the optimal structure and format for resumes and portfolios, avoiding formatting errors and saving users time.

- Personalization: Intelligent algorithms can take into account individual characteristics and needs of each user when creating documents, making them more personalized and effective.
- Effective Data Analysis: Intelligent systems can use data analysis to identify key competencies and skills of the user, simplifying the resume and portfolio creation process.
- Error Minimization: Thanks to artificial intelligence, it is possible to avoid the dissemination of incorrect information in resumes and portfolios, thereby improving the chances of candidates in a successful job search.
- Efficiency for Recruiters: Automated resumes and portfolios can help recruiters quickly and accurately find potential candidates that match job requirements.

In conclusion, the implementation of artificial intelligence in this project aims to revolutionize the way users present their professional experiences and enhance the efficiency of the job search and recruitment process.

References

1. NodeJS [Electronic resource] – Access mode: https://nodejs.org/en.
2. TypeScript [Electronic resource] – Access mode: https://www.typescriptlang.org/.

УДК 004.05 Software Engineering

SYMBIOSIS OF PROGRAMMING AND CYBERSECURITY: PATH TO A RESILIENT AND SECURE DIGITAL WORLD

A.V. Hlobina
Zhytomyr Polytechnic State University

In today's digital world, where technologies are constantly evolving, and the involvement of a wider audience in cyberspace becomes more relevant, the issue of cybersecurity takes center stage [2]. Technologies have become an integral part of our daily lives, making it fair to assert that programming and cybersecurity are interconnected concepts that define our path to a resilient and secure digital world.

The rapid development of software and programming, on one hand, offers numerous benefits to society, such as automation, efficiency, convenience, and technological progress and innovations. On the other hand, it introduces new challenges and threats that require attention and expertise from cybersecurity specialists, including privacy and data protection issues, information security threats, dependence on technology, and many others. This symbiosis plays a critical role in ensuring the security of data, digital systems, and networks with which we interact daily [1].

The interaction between programming and cybersecurity becomes even more crucial in the context of the expanding influence of technology on all aspects of our lives [7]. The increasing number of Internet-connected devices, the expansion of cloud technologies, and the development of the Internet of Things emphasize the need for high-level cybersecurity to ensure the privacy and security of users.

As programs become more complex and extensive, their vulnerability becomes a focal point for cybercriminals seeking unauthorized access, interference, or data destruction [10]. This

places a responsibility on programmers and engineers not only to create functional software but also to ensure its resilience and protection against cyber-attacks [8].

Advanced programmers understand that incorporating cybersecurity principles at every stage of the programming process helps avoid vulnerabilities and protect software from potential threats [6]. Developing secure software involves considering fundamental principles such as authentication, authorization, encryption, etc. [5]. Understanding these concepts helps programmers create software that adheres to the highest security standards, safeguarding user data from potential threats and providing a secure foundation for programs to resist cyber-attacks and unauthorized access [11].

A key component of the interaction between programming and cybersecurity is education and training. Training professional programmers and cybersecurity experts should cover the latest technologies and methodologies for effectively implementing best practices in cybersecurity in software development.

Additionally, cybersecurity knowledge enables programmers to identify and rectify vulnerabilities in code before they become targets of attacks. This involves integrating security checks, audits, and testing at the development stages of software products [4].

Successful companies creating software also understand the importance of implementing comprehensive cybersecurity measures. They invest significant resources in enhancing the qualifications of their developers, conducting security audits, and improving their methods of responding to potential cyber-attacks [12]. Continuous learning is the key component of the interaction between programming and cybersecurity. Training professional programmers and cybersecurity experts should cover the latest technologies and methodologies for effectively implementing best practices in cybersecurity in software development [3].

One of the main threats to cybersecurity is hacker attacks, such as viruses, worms, trojans, and malicious code that can cause serious harm to data and information systems. Lack of adequate protection can lead to the leakage of confidential information, financial losses, and damage to reputation. Other threats, such as phishing, social engineering, and Distributed Denial of Service (DDoS) attacks, also pose a serious threat to cybersecurity.

Ensuring security in the digital world requires constant attention and improvement. New technologies, such as artificial intelligence, data analytics, and blockchain, can be used to create new methods of protection and detect cyber threats [11].

Overall, in today's world, programming and cybersecurity are inseparable components for creating and maintaining secure and resilient software. Understanding these two aspects helps ensure that modern technologies are not only innovative but also safe for users in all aspects of their usage.

References

1. "The Art of Deception: Controlling the Human Element of Security" by Kevin D. Mitnick.
2. "Hacking: The Art of Exploitation" by Jon Erickson.
3. "The Web Application Hacker's Handbook: Finding and Exploiting Security Flaws" by Dafydd Stuttard, Marcus Pinto.
4. "Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software" by Michael Sikorski, Andrew Honig.
5. "Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know" by P.W. Singer, Allan Friedman.
6. "Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems" by Ross J. Anderson.

7. "Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship" by Robert C. Martin.
8. "Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction" by Steve McConnell.
9. "The Pragmatic Programmer: Your Journey to Mastery" by David Thomas, Andrew Hunt.
10. "Structure and Interpretation of Computer Programs" by Harold Abelson, Gerald Jay Sussman, Julie Sussman.
11. "Introduction to the Theory of Computation" by Michael Sipser.
12. "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software" by Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides.
13. Krebs on Security: https://krebsonsecurity.com/.
14. Schneier on Security: https://www.schneier.com/.
15. Dark Reading: https://www.darkreading.com/.
16. The Hacker News: https://thehackernews.com/.

УДК 004.42 Software Engineering

INTERACTIVE ELECTRONIC SYSTEMS FOR LEARNING THE FUNDAMENTALS OF PROGRAMMING IN THE CONTEXT OF VISUAL PROGRAMMING

Tsmokh R.
State University "Zhytomyr Polytechnic"

In the conditions of rapid technological development, the importance of developing computer literacy and programming skills is extremely high. The use of visual programming in educational programs can facilitate the easy and effective learning of the basics of programming by various groups of users.

The main goal of the research area is the development and implementation of interactive electronic systems for learning the basics of programming. Such a system should be oriented towards the use of visual programming, which will simplify the learning process, ensuring accessibility and comprehensibility.

The process of learning the basics of programming using interactive electronic systems is the object of research. The subject of research is interactive electronic systems for studying programming in the context of visual programming.

Specific digital performance metrics for visual programming versus standard learning methods may vary depending on the context, platform chosen, and target audience. However, some general observations can be taken into account:

1. Lowering barriers to entry: Research shows that visual programming allows beginners to master the basics of programming faster than text-based programming because it provides a graphical interface and an intuitive way to create programs.

2. Engagement and motivation: Using visual programming can increase student engagement and motivation because it allows them to see immediate results of their work and create interactive, visually appealing programs.

3. Personalized learning: Visual programming systems can provide a personalized approach to learning, allowing students to learn at their own pace and receive feedback.

4. Development of creativity: Visual programming stimulates creativity, as students can experiment with graphic designs and immediately see the results of their creativity.

Scientific studies such as "Scratch: Programming for All" (Resnick et al., 2009) and "Lowering the Barriers to Programming: A Taxonomy of Programming Environments and Languages for Novice Programmers" (Kelleher & Pausch, 2005) provide valuable contributions in understanding the impact of visual programming on the process of mastering programming concepts.

A study by Resnick et al. (2009) is dedicated to the study of the impact of visual programming in the Scratch environment on the process of learning programming concepts. Scratch is an interactive visual environment for creating programs, especially designed for beginners in programming, educational institutions and children.

The study found a positive effect on the rate of acquisition of programming concepts among users using Scratch. Scratch's intuitive environment allows users to learn the basics of programming by dragging and dropping blocks that represent specific programming constructs. Each block represents a different action or condition, and combining them allows you to create programs without having to write code.

This approach makes the learning process more accessible and interesting for beginners, as they can visually perceive and manipulate software constructs. Therefore, interactive visual programming in Scratch helps to learn programming concepts effectively, and this can be a key factor in increasing students' interest and understanding in the learning process.

A study by Kelleher & Pausch (2005) provides important findings regarding the impact of visual programming on overcoming barriers to programming novices. The authors examine in detail the taxonomy of programming environments and languages aimed at beginners, and emphasize visual interfaces, which play a key role in reducing the complexity of learning programming.

They find that visual interfaces provide a simple way to present programming concepts that help beginners learn the material more effectively. This can be confirmed by specific digital indicators from their research, such as the time required to master certain software structures, the level of understanding of new programming concepts, etc. Such measurements make it possible to objectively evaluate the effectiveness of visual programming in overcoming barriers for beginners and confirm the advantages of this approach in teaching programming.

Such studies as Resnick et al. (2009) and Kelleher & Pausch (2005), clearly testify to the positive impact of visual programming on the learning process of programming, especially in the context of beginners. Resnick et al. (2009) found that the use of visual programming in the Scratch environment facilitates intuitive learning of programming through the drag-and-drop of blocks that represent programming constructs.

A study by Kelleher & Pausch (2005) emphasizes that visual programming makes learning programming more accessible to beginners by lowering barriers to entry. They determine that visual interfaces provide a simplified way of presenting programming concepts, making learning more effective.

Therefore, these studies indicate the importance and effectiveness of visual programming in teaching the basics of programming to beginners. The obtained results emphasize the need for further research in this area and determine the potential advantages of using interactive electronic systems for learning programming using visual programming. The development and implementation of interactive electronic systems for teaching programming is an important direction in the development of computer literacy. Application of visual programming can facilitate the learning process and make it accessible to different categories of users.

References

1. Resnick, M., Maloney, J., Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). "Scratch: Programming for All". DOI: 10.1145/1592761.1592779
2. Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). "Lowering the Barriers to Programming: A Taxonomy of Programming Environments and Languages for Novice Programmers". DOI: 10.1145/1067445.1067454

УДК 004 Software Engineering

THE NEED TO SPEED UP THE IDENTIFICATION OF DISEASES

Lymar D.A., Vlasenko O.V.
Zhytomyr Polytechnic State University

In today's world, where medical science is developing rapidly and the volume of medical information is growing significantly, there is a need to improve medical data analysis systems to speed up disease detection. Given the technological advances and the introduction of modern data processing methods, it is important to consider medical analytics as a key tool in improving diagnosis and treatment.

One of the key issues addressed in this master's thesis is to ensure efficient and prompt disease detection. The high volume of medical data accumulated in real time requires the development of systems that can automatically analyze and interpret this information. At the same time, it is important to ensure the accuracy and reliability of the results, which calls into question the universality of traditional methods and requires the introduction of innovative approaches.

An important aspect is the use of artificial intelligence and machine learning to improve medical data analysis systems. The development of algorithms capable of learning and adapting to new information on their own allows automating disease detection processes and improving their accuracy. This enables doctors to perform diagnostics faster and more efficiently, which in turn allows them to start treatment sooner and increases the chances of a successful outcome.

The need to accelerate disease detection is especially relevant in the context of epidemiological threats and rapidly changing health conditions. Medical systems that operate in real time and provide a quick response to new data are becoming a key element in the fight against pandemics and other public health threats.

Given the above, the master's thesis "Medical Data Analysis System" reflects the importance of developing and implementing innovative analysis methods that will speed up the identification of diseases and improve treatment outcomes. In the context of current challenges in the healthcare sector, this work has the potential to significantly improve the quality of medical care and contribute to the efficiency of medical practice.

The achievement of this master's thesis will be not only the introduction of the latest technologies into medical practice, but also the creation of a basis for further research and development of the field. The use of advanced analytical tools will allow to take into account the multifactorial nature of medical data and take into account the individual characteristics of each patient.

Professional and efficient recording of patient information is a key aspect of providing quality medical care. The use of information technology in the healthcare sector allows collecting, processing and storing large amounts of data, as well as providing timely access to it

for medical staff. This improves coordination and collaboration between doctors, which, in turn, has a positive impact on treatment outcomes and the overall health of patients.

The overall goal of the master's thesis is to create an innovative medical data analysis system that will not only provide fast and accurate disease detection, but will also be an important step in the development of modern medicine. This research opens up new opportunities to improve the quality of medical care by emphasizing a patient-centered approach and accelerating important stages of diagnosis and treatment.

Additionally, the development and implementation of a medical data analysis system based on advanced technologies will contribute to the development of medical science and research. Systems capable of adapting to new discoveries and integrating them into their work will become a platform for continuous improvement of medical practice and enhancement of clinical protocols.

In the future, the successful implementation of the developed system may be a step towards personalized medicine. Ensuring an individualized approach to diagnosis and treatment based on the patient's unique characteristics will not only make medicine more efficient, but also reduce the risks of unnecessary treatment and side effects.

References

1. Pharmaceutical encyclopedia "Medical weasel" by V.A. Moroz - Access mode to the resource: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/948/prognoz

УДК 004 Software Engineering

MEDICAL DATA ANALYSIS SYSTEM

Lymar D.A., Vlasenko O.V.
Zhytomyr Polytechnic State University

The master's thesis covers the development and implementation of a medical data analysis system to improve the efficiency of diagnosis and treatment. In today's world, where medical information is rapidly growing in volume, the use of advanced data analysis and artificial intelligence is becoming an integral part of medical practice.

The system focuses on a variety of medical information sources, including clinical data, medical images, and laboratory tests. The emphasis is on identifying correlations and trends that indicate key aspects of patient health.

In the context of individualized treatment, the system provides doctors with the tools to make accurate and prompt diagnoses. This is made possible through the integration of data analytics, which simplifies conclusions from complex medical data sets.

The aim of the research is not only to further explore the possibilities of medical data analysis, but also to implement the knowledge gained into an integrated system. We aim to create a tool that will become an integral part of clinical practice, helping doctors make faster and more accurate diagnoses.

An important aspect of our work is to extend the application of the system to the level of healthcare system management. We solve problems of resource optimization and efficient operation of medical institutions. Advanced data analysis methods become the basis for strategic decisions at the management level aimed at improving the quality and accessibility of medical care.

The work defines itself as a step towards the future of health, where innovative technologies are at the forefront of improving medical practice and ensuring the highest level of health for each patient.

Our system, however, is not limited to the clinical sphere. We develop healthcare management tools that optimize resources and increase the efficiency of medical institutions. The use of advanced data analysis methods helps to create management strategies aimed at optimizing the operation of healthcare systems.

The work aims to transform the approach to healthcare by providing not only highly accurate individualized care, but also the implementation of strategic decisions at the level of healthcare system management. With the help of this system, we aim to change the paradigm of medical science and improve the quality of life of patients.

Overall, this master's thesis presents a comprehensive overview of the aspects of medical data analysis and its practical use in the areas of diagnosis, treatment, and healthcare management. The medical data analysis system we have developed is a step forward to the future, where innovative technologies become the basis for improving medical practice and ensuring optimal outcomes for each patient.

An important aspect of our system is not only processing a large amount of data, but also ensuring the confidentiality and security of information. The use of modern cryptography standards and data protection technologies ensures that medical information remains private and inaccessible to unauthorized access.

Implementation of the system requires stakeholder engagement to address their needs and ensure that the system is ethical and compliant.

Our system not only provides highly accurate data for healthcare professionals, but also empowers patients to be more involved in their own care. They are able to receive personalized information, participate in decision-making, and stay informed about their health status.

In conclusion, this master's thesis reveals the powerful potential of medical data analysis systems in improving the quality and efficiency of healthcare.

References

1. Pharmaceutical encyclopedia "Medical weasel" by V.A. Moroz - Access mode to the resource: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/948/prognoz

УДК 004.4 Інженерія програмного забезпечення

СТВОРЕННЯ ВЕБ-САЙТУ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ З АНАЛІЗОМ РИНКОВОГО ПОШУКУ

Федоренко Е. О.
Державний університет «Житомирська політехніка»

У сучасних умовах для створення нового продукту або підтримання його конкурентоспроможності слід враховувати ситуації на ринку. В кожному окремому випадку потрібно звертати увагу на місцеві особливості, рівень конкуренції, звички споживчої аудиторії тощо.

Аналіз ринкового пошуку – це сукупність аналітичних процедур, метою яких є вивчення та одержання висновків усіх факторів, умов, ситуацій, які впливають на стан і розвиток ринку, на зміни його обсягів, структури, масштабів.

Успіху в будь-якому бізнесі можна досягти лише за умови безперервного глибокого аналізу діяльності, який здійснюється за допомогою низки методів. Одні з них

запозичені з економічного аналізу, коли інші – з математики, статистики. Нижче будуть описані декілька методів.

Метод порівняння

В економічному аналізі даний метод вважають одним з найважливіших. За допомогою нього вирішують такі задачі:

- виявлення причинно-наслідкових зв'язків між явищами;
- приведення доказів та заперечень;
- класифікація і систематизація даних.

Порівнюючи звітні дані з плановими, виявляють ступінь виконання чи невиконання конкретних завдань та зобов'язань. При порівнянні звітних даних з попередніми можна охарактеризувати результати діяльності даного підприємства в динаміці. Також порівняння показників підприємства з аналогічними даними конкурентами підприємствами допомагає виявляти відмінності в ефективності використання матеріальних, трудових ресурсів на кожному етапі, взятому для порівняння.

Метод деталізації

Цей метод полягає в розкладанні та розчленуванні загальних показників на складові. Причиною його використання є те, що вивчення лише загальних показників не розкриває характеру і розміру впливу окремих факторів на динаміку показників.

Через виникає необхідність в методі розкладу, розчленування показників на окремі складові, що в поєднані з іншими прийомами дає зрозуміти та всебічно оцінити досліджуванні дані та фактори.

Є декілька видів деталізації:

- за часом здійснення операцій;
- місцем здійснення операцій;
- складовими частинами;
- центрами відповідальності.

Метод елімінування

Даний метод широко використовується в аналізі ринку. Це прийом, за допомогою якого вивчають зміну даних за головним показником, суть якого полягає у послідовній заміні планового показника кожного з факторів фактичним, так чином порівнюючи результати при кожній заміні. При цьому в методі виключається вплив окремих факторів.

Виходячи з перелічених методів, при аналізі ринкового пошуку найкраще застосовувати всі методи для точного та глибокого розуміння показників та факторів впливу.

Перелік посилань:

1. Тарасенко Н. В. Економічний аналіз. Навчальний посібник. – 4-те видання, стереотипне. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2006. – 344 ст.

УДК 621.311 Інформаційні технології проектування

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОНТАКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЛЕ В ПП SOLID WORKS

Тимченко Б. М., Горященко С. Л.

Хмельницький національний університет

Моделювання контактів електричного реле виявляється важливим завданням у сучасних дослідженнях та розробках у галузі електротехніки та автоматики з наступними ключовими обґрунтуваннями:

Моделювання контактів дозволяє аналізувати динаміку їхньої роботи та перехідні

процеси при включенні та вимиканні. Це є важливим для оптимізації роботи реле та мінімізації впливу перехідних явищ на систему. Контакти електричного реле піддаються зносу та старінню з часом. Моделювання дозволяє визначити та оцінити вплив цих факторів на роботу реле, що важливо для прогнозування терміну його служби та визначення оптимальних інтервалів обслуговування. Електричні реле застосовуються в різних галузях, і вони можуть включати різноманітні типи контактів. Моделювання надає можливість досліджувати різні конфігурації реле та їхніх контактів для підбору оптимальних рішень для конкретних застосувань. Моделювання дозволяє визначити оптимальні параметри роботи контактів, що впливає на ефективність використання енергії та може призвести до розробки реле з покращеною енергоефективністю. Реальні умови експлуатації можуть включати електричні перегрузки та нестабільність напруги. Моделювання дозволяє визначити, як реле реагує на такі умови та розробити заходи для запобігання електричним перегрузкам.

На основі раніше отриманих даних реле було змодельовано в програмі Solid Works і за допомогою програми PhotView360 зображенню було надано реалістичний вигляд фотографії. Реле показано на рисунку 1.

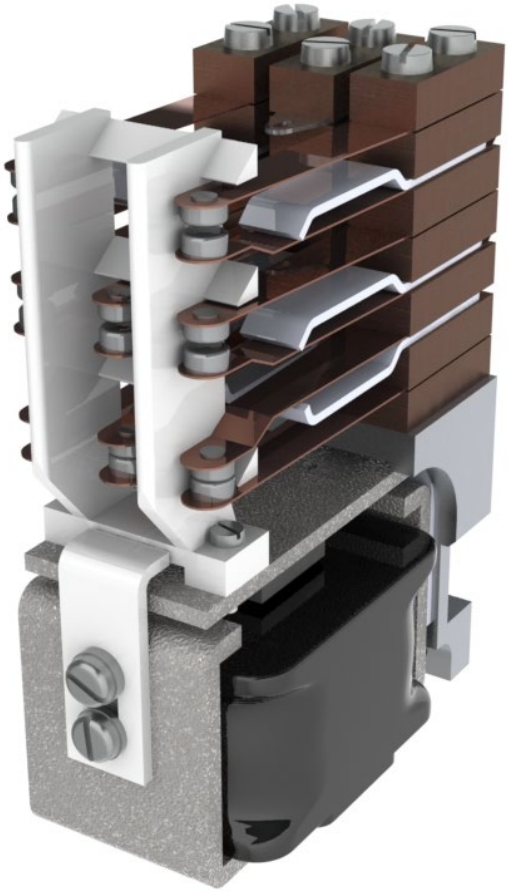


Рисунок 1 – Модель реле отримана в Solid Works

Модуль моделювання використовувався для розрахунку напруги, що виникає на контактній пружині при спрацьовуванні реле. Результати розрахунків показані на рисунку 2.

З рисунку видно, що межа плинності не досягнута, тому Контактна пружина змодельована

правильно. На рисунку 3 зображено переміщення контактної пружини внаслідок дії сили.

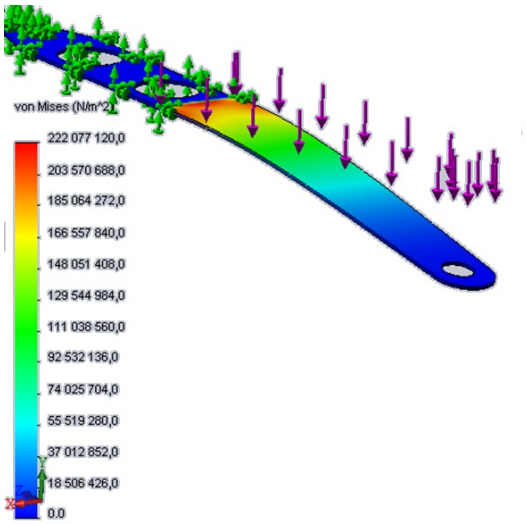


Рисунок 2 – Напруження в контактній пружині

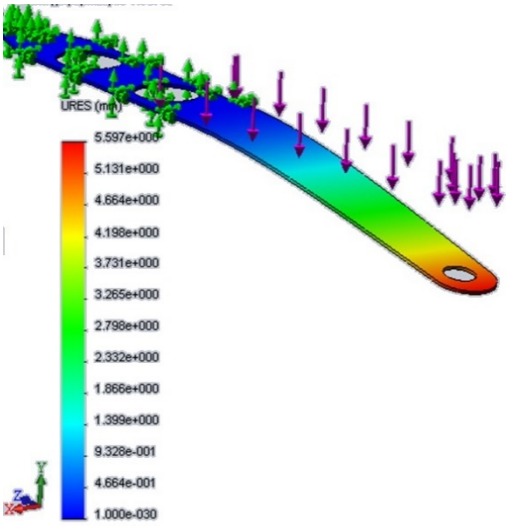


Рисунок 3 – Переміщення внаслідок дії сили на контактну пружину

Таким чином, моделювання контактів електричного реле визначається як важливий інструмент для оптимізації та покращення їхньої роботи.

Перелік посилань

1. Дудюк Д. Л., та ін.. Електричні вимірювання. Навчальний посібник – Львів: Афіша, 2003 – 272 с.

2. Altukhov, O., & Tarasov, O. (2022). Розробка програмних компонентів для моделювання інтенсивного пластичного деформування на основі параметричної моделі оснащення. Обробка матеріалів тиском, (1(51), 214-223. https://doi.org/10.37142/2076-2151/2022-1(51)214

3. Development of scientific foundations of resource-saving technologies of mineral mining and processing. Multiauthored monograph. - Sofia: Publishing House “St.Ivan Rilski”, 2018. - 264 p.

4. Полішук О. С. Моделювання частотного перетворювача в системі керування універсальною швейною машиною / О. С. Полішук, С. Л. Горященко, Є. О. Голінка // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. - 2014. - № 2. - С. 138-142. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2014_2_29.

УДК 004.9 Інформаційні технології

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Великоборець О.А.

Державний університет «Житомирська Політехніка»

На сьогоднішній день розвиток технологій дозволяє більшості підприємств використовувати все більш сучасні методи та різноманітні інформаційні технології в своїй діяльності. Починаючи з відносно універсальних програмних комплексів що запроваджуються в більшості організацій на зразок електронного документообігу та системи ведення бухгалтерського обліку і закінчуючи більш спеціалізованими рішеннями використання котрих диктується особливостями діяльності підприємства.

Наприклад у випадку газорозподільної організації на практиці виявляється вкрай незручно вести облік об'єктів газорозподільної мережі (ГРМ) лише за допомогою класичної бази даних. Проблематика полягає в тому що значна кількість об'єктів знаходиться за межами населених пунктів тож чи не єдиний спосіб описати їх розташування – прямо вказати їх на мапі. В таких випадках на допомогу приходять геоінформаційні системи (ГІС) які дозволяють співставити запис в базі даних та розміщення об'єкту на мапі. Подібні системи дозволяють підвищити якість обліку об'єктів ГРМ та суттєво полегшити роботу більшості експлуатаційних підрозділів, робота котрих безпосередньо пов'язана з вищезазначеними об'єктами, спрощуючи планування робіт та формування звітності з обстеження та обслуговування. Впровадження подібної системи та подальші регулярні оновлення для підтримки актуальності даних в межах цієї системи потребують значних витрат часу внаслідок необхідності опрацювання великих обсягів даних для їх подальшої оцифровки. Однак практика використання подібних систем доводить їх зручність, перспективність та ефективність, що в свою чергу мотивує подальше впровадження електронних систем обробки даних. Зразком однієї з таких систем є програмно-апаратні комплекси телеметрії, використання котрих наразі вже практикується або активно впроваджується в низці газорозподільних підприємств України. Ці комплекси дозволяють віддалено за допомогою датчиків здійснювати контроль в реальному часі за показниками тиску, температури, загазованості а при необхідності й інших параметрів на критичних об'єктах ГРМ та зберігати погодинну, а в певних випадках й щохвилинну історію показників в базах даних програмного комплексу. В подальшому оператор може переглядати зведену інформацію з отриманих даних у вигляді таблиць та діаграм, що дозволяє відслідковувати тенденції та проводити аналіз даних на рівні недосяжному раніше – наприклад коливання тиску в системі впродовж доби. Подібні засоби вже широко застосовуються на тисячах об'єктів для дистанційного зняття показників лічильників газу та довели свою ефективність та практичність, дозволяючи в будь-який момент часу переглянути у веб-сервісі актуальну інформацію по обсягах споживання. Більш того все ширшого розвитку набуває телемеханіка – коли оператор додатково має змогу віддалено керувати обладнанням. Тобто система не лише інформує про виникнення нестандартної ситуації, а й надає оператору змогу негайно втрутитись і дистанційно відрегулювати тиск або закрити кран упереджуючи при цьому виникнення аварійної ситуації або мінімізуючи втрати при її виникненні. Особливо актуальним вбачається використання зазначених комплексів в сьогоднішніх умовах війни, коли більшість підприємств відчувають нестачу людських ресурсів та у випадках розміщення об'єктів у зоні бойових дій коли дорога до об'єкту може бути небезпечною.

Нажаль незважаючи на привабливість цих засобів існують й певні обмеження що гальмують широке впровадження програмно-апаратних комплексів телеметрії та телемеханіки на об'єктах ГРМ в числі яких є і неминуча фінансова складова питання і обмеження що диктуються рівнем доступних технологій на сьогоднішній день. Так на віддалених об'єктах ГРМ якість покриття мобільних операторів залишає бажати кращого, що ставить під сумнів надійність спрацьовування з причини низької якості каналів зв'язку. Також у більшості випадків неможливо обрати в якості живлення централізоване електропостачання що призводить до необхідності використання акумуляторів для забезпечення живлення відповідних приладів. На практиці це викликає потребу в їх періодичній заміні що особливо відчутно в зимовий період часу коли під впливом низьких

температур акумулятор може повністю розрядитись впродовж тижня. При великій кількості об’єктів здійснення своєчасної заміни може бути проблематичним, що в свою чергу спричиняє відключення систем на окремих об’єктах внаслідок їх знеструмлення. Також глибокий розряд акумуляторів може призвести до їх виводу з ладу без можливості відновлення тож закупівля нових акумуляторів додатково збільшує витрати на утримання комплексу. Зазначені фактори негативним чином впливають на надійність роботи що є ключовою вимогою до програмно-апаратних комплексів телеметрії та телемеханіки.

Висновок: Незважаючи на присутні на даний момент недоліки, на мою думку, в майбутньому неминучим буде поєднання систем ГІС, телеметрії та телемеханіки в єдину систему управління та моніторингу за об’єктами ГРМ що суттєво підвищить ефективність роботи підприємств у цій галузі та дозволить зменшити експлуатаційні витрати, підвищити надійність та безпеку при експлуатації об’єктів ГРМ.

УДК 004.415:37 Інформаційні технології

МОЖЛИВОСТІ УДОСОКНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ВІРТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ БЛОКЧЕЙНУ

Колиско М.І., Павленко В.М., Поліщук М.
Київський національний університет технологій та дизайну

Незважаючи на зростання кількості децентралізованих онлайн-освітніх платформ, якість курсів часто залишається непостійною. Крім того, відсутність уніфікованої системи сертифікації показує, що результати навчання не є загальновизнаними. Для подолання цих проблем використання блокчейну для збереження навчальних даних є ефективним рішенням.

Технологія блокчейн використовується для зберігання даних у розподіленій базі, що об'єднує кілька вузлів. Інформація систематизується хронологічно за допомогою часових позначок і є непридатною до вилучення після додавання блоку через використання криптографічних алгоритмів для запобігання шахрайській діяльності. З використанням блокчейн, дані студентів, такі як час навчання, файли курсів і результати тестів, можна точно систематизувати за допомогою міток часу та захистити від підробки чи видалення через метод криптографічного запису для збереження цілісності даних.

При всій популярності онлайн-освіти студентам часто не вистачає мотивації для завершення деяких курсів через відсутність визнання та офіційної сертифікації їхніх досягнень. Це пов'язано, в першу чергу, із запізнілим розвитком протоколів сертифікації, оскільки не всі агентства ефективно сертифікують онлайн-навчання і не можуть відповідати вимогам швидкозмінюваної сфери онлайн-освіти. Якщо сертифікат втрачено, учень повинен пройти через доволі тривалий процес для отримання дублікату від платформи або навчального закладу.

Технологія блокчейн пропонує просте та ефективне рішення для сертифікації результатів навчання, зокрема академічної сертифікації. Навіть у випадку втрати студентських сертифікатів їх можна легко перевірити. В результаті практичне використання результатів онлайн-освіти може стати ефективнішим.

Зараз наявний великий вибір освітніх онлайн-платформ, що пропонують різноманітні курси, проте вони не завжди взаємодіють між собою через такі обмеження, як методи навчання та авторські права. Це становить серйозну проблему для студентів, які вивчають різні типи курсів, оскільки їм потрібно користуватися різними платформами. Також непросто студентам вищих навчальних закладів вивчати матеріали в інших закладах чи дисциплінах. Часто відбувається дублювання якісних ресурсів курсів що нераціонально. У галузі освіти ефективний розподіл ресурсів та спільне їх використання

вказує на майбутній напрямок розвитку. Технологія блокчейн, дозволяє обмінюватися ресурсами в онлайн-освіті.

За допомогою розподіленого сховища блокчейну та колективного обслуговування студенти отримують можливість отримувати доступ до ресурсів з різних платформ, вступаючи в єдиний вузол мережі блокчейн. Дані освітніх ресурсів захищені від недійсності, навіть у випадку атак на окремі вузли, що гарантує надійність та безпеку даних. Технологія блокчейн також дозволяє включати глобальні системи знань, такі як Вікіпедія, академічні дослідницькі установи та журнали, в універсальну мережу блокчейн, створюючи глобальну базу знань для доступу вузлів у будь-якій мережі блокчейн. Це суттєво підвищує ефективність навчання та розширює можливості доступу до методів навчання.

Велика кількість педагогів, студентів і дослідників створюють високоякісний дослідницький матеріал, який має обмежений доступ до видавничої сфери. Протягом минулого століття багато наукових рукописів були малодоступними з різних причин. З впровадженням технології блокчейн в навчальних закладах ситуація може змінитися. Шляхом публікацій на блокчейні студенти та співробітники можуть легко поширювати свої дослідження, надаючи новим авторам можливість публікації та уникаючи ризику інтелектуальної крадіжки. Використання відкритих і приватних ключів для сховища дозволяє власникам кожної публікації контролювати доступ та використання. Це розв'язує проблему плагіату, яка викликає серйозну тривогу в академічних колах. Застосування систем блокчейн є потенційним рішенням цієї проблеми. Ця технологія дозволяє безпечно зберігати інформацію, яка залишається незмінною завдяки високому рівню шифрування. Вона забезпечує безпечний доступ до навчальних матеріалів та відзначає використання, дозволяючи власникам ефективно контролювати доступ до своїх результатів праці.

У контексті вивчення віртуальних навчальних середовищ, таких як Google Classroom, розглядається можливість впровадження технології блокчейн. Аналіз базується на ідеї реалізації найбільш популярних функцій цих платформ за допомогою технології блокчейн. Серед таких функцій визначаються зберігання історії навчання, сертифікація, обмін інформацією між студентами та викладачами, а також захист від фальсифікації робіт і плагіату.

Це означає, що технологія блокчейн може використовуватися для створення надійних та безпечних систем для зберігання та обробки даних у галузі освіти. Вона дозволяє забезпечити прозорість, достовірність та безпеку інформації, що стосується академічних досягнень студентів і управління навчальними процесами

Децентралізація та колективне обслуговування блокчейну дозволяють освітнім організаціям реєструвати історію та навчальні плани студентів у різних регіонах та в різний час, підвищуючи ефективність платформи і зменшуючи витрати на обладнання. Навчальний запис на основі блокчейну служить засобом запобігання підробці та видаленню, забезпечуючи автентичність навчальних даних студентів. За допомогою технології шифрування роботодавці можуть безпечно розповсюджувати та завантажувати навчальні дані, надаючи надійний механізм перевірки статусу навчання студентів. Як результат, технологія блокчейн допомагає запобігти паперовому шахрайству, фальшивим академічним документам та іншим порушенням у вищій освіті, створюючи надійну платформу для студентів, освітніх організацій та роботодавців.

Розумні контракти, що є програмними системами, заснованими на механізмах криптографічної безпеки, виконують складні операції без втручання людини. Ці програмні системи також підтримують автоматичне виконання та перевірку. Застосування технології смарт-контрактів може спростити транзакції, уможлививши інтелектуальні, децентралізовані та автоматизовані процеси, що в кінцевому підсумку призведе до підвищення безпеки транзакцій.

У галузі онлайн-освіти ця технологія сприяла створенню платформи для обміну ресурсами. За допомогою смарт-контрактів закупівля курсів, розрахунки та прийняття можуть бути виконані ефективно та точно, з економією трудових витрат.

Перелік посилань

1. Ways Blockchain Impacts The Education Industry In 2022 And Beyond, URL: https://elearningindustry.com/ways-blockchain-impacts-education-industry-in-2022-and-beyond

2. Digital Diploma debuts at MIT, URL: https://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017

УДК 004 Інформаційні технології

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ В БЛОКЧЕЙНІ

Гальчин А. В., Чижмотря О. Г.
Державний університет «Житомирська політехніка»

У світі криптовалют, інформація про баланси користувачів зберігається в базі даних, яка відома як блокчейн. Ключовою вимогою є те, щоб всі учасники мережі, або, точніше, кожен вузол, підтримували ідентичну копію цієї бази даних. В протилежному випадку може виникнути конфліктна інформація, що може підірвати цілість криптовалютної системи.

Використання криптографії з відкритим ключем запобігає незаконному витрачанні коштів користувачами. Однак все ж потрібно мати одне джерело правди, на яке можна покладатися учасникам мережі, для визначення того, чи були витрачені певні гроші.

Сатоші Накамото, засновник Bitcoin, вніс пропозицію щодо використання системи Proof of Work для координації дій учасників мережі.

Proof-of-Work (PoW) - обчислювальний алгоритм, що забезпечує можливість майнерам перевіряти новий блок транзакцій лише у випадку, якщо інші учасники мережі колективно погоджуються, що хеш блоку, представлений майнером як доказ його роботи, є розв'язком односторонньої функції для валідації блоку.[1]

Proof of Stake (PoS) – метод консенсусу, призначений для усунення певних дефектів Proof of Work. У PoS, замість того, щоб майнери конкурували за розв'язання заплутаних математичних задач для верифікації транзакцій та створення нових блоків до блокчейну, валідатори обираються на основі кількості криптовалюти, яку вони володіють та ставлять на стейк (ставлять у заставу) в мережі.

Модель Proof-of-Stake є кращою, ніж Proof-of-Work, оскільки вона розв'язує безліч проблем. Деякі блокчейни Proof-of-Work, такі як Біткоїн, споживають величезну кількість електроенергії. На відміну від Proof-of-Stake, витрати на електроенергію для верифікації транзакцій є значно меншими.

Крім того, PoS запобігає формуванню груп, які б спрямовували мережу для отримання прибутку. Натомість ті, заморожують монети і роблять внесок в мережу, отримують винагороду відповідну до суми, яку внесли.

Вибір між PoS і PoW варто робити, враховуючи конкретні потреби та цілі проекту. PoW відомий своєю безпекою, але при цьому із великими витратами, тоді як PoS може бути більш ефективним та менш затратним, хоча він також має свої виклики. На даний момент деякі блокчейни використовують обидві технології для формування нових блоків. Наприклад, у криптовалютах PeerCoin і Reddcoin використовується метод PoW для початкового розподілу, а PoS — для підтвердження транзакцій. Це обумовлено тим, що обсяг монет у кожній криптовалюті є фіксованою і з часом вичерпується. При розгадуванні блоку стає необхідним перехід до технології PoS, яка не дозволяє вводити нові монети в обіг.[2]

Перелік посилань

1. Academy B. Що таке блокчейн і як він працює? | Binance Academy. Binance Academy. URL: https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-blockchain-and-how-does-it-work (дата звернення: 24.11.2023).

2. ЦеКрипто. PoW проти PoS: який алгоритм консенсусу краще? | ЦеКрипто. URL: https://tsecrypto.com/article/pow-proty-pos-yakyj-algorytm-konsensusu-krashhe/ (дата звернення: 24.11.2023).

UDC 004 Software Engineering

SUBJECT AREA RESEARCH FOR COMPETITOR ANALYSIS

Kravchenko O.I.

Zhytomyr Polytechnic State University

The development of a modern and competitive system for military training courses requires a clear analysis of its competitors and analogues.

During the study of many similar software products, we found software products similar in functionality and design. Therefore, in the process of work, they were found and studied: The Center for Special Warfare Training, the Ukrainian Legion and the Territorial Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine (G7).

The Center for Special Warfare Training - the main task of the center is to educate, consult, train specialists, prepare instructors and new units. The main areas of training include hand-to-hand combat, engineering training, military topography, medical care, and more.

Analyzing the disadvantages of this online training center, we can point to the poor quality of the videos published on the site, the lack of translation of courses into other languages, and poor adaptability to mobile devices.

The advantages include a detailed description of each course, large and clear volumes of each lesson in the courses.

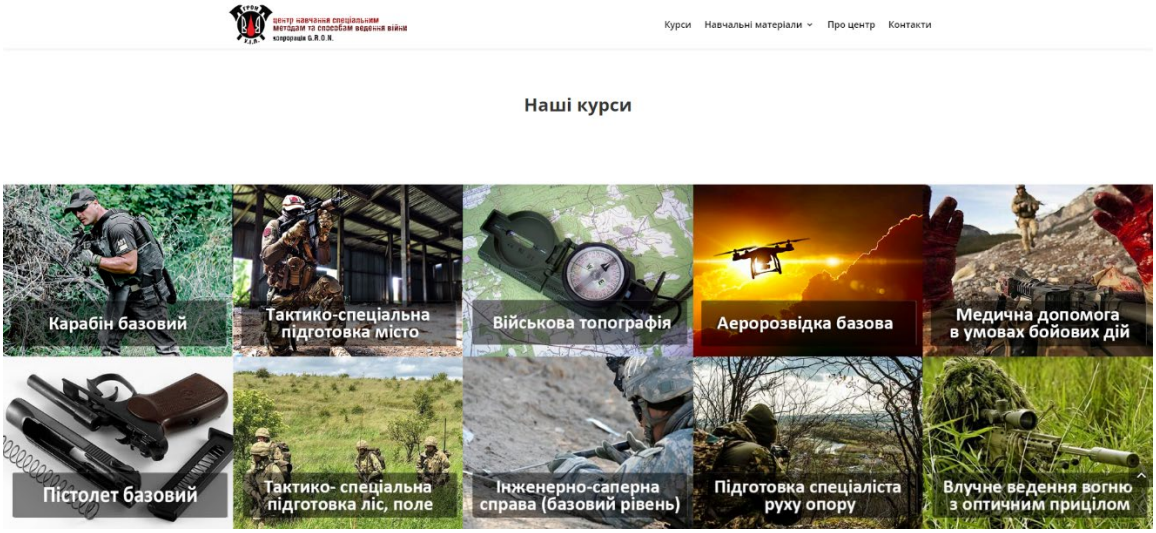


Figure 1 Center for Training in Special Methods and Techniques of Warfare

The next online platform is the Ukrainian Legion, whose main goal and meaning is to form a new citizen, a defender of the community and society, who takes personal responsibility for everything that happens in our country. The organization of military training for citizens to defend their country is both the current task of the Legion and our direct contribution to the implementation of the project of a new Ukraine that is just being born.

The main advantages of this online resource are useful and high-quality, convenient search and filtering of courses, and the availability of feedback. The disadvantages are the inconvenient user interface and the overflow of one text on top of another when the site is resized.

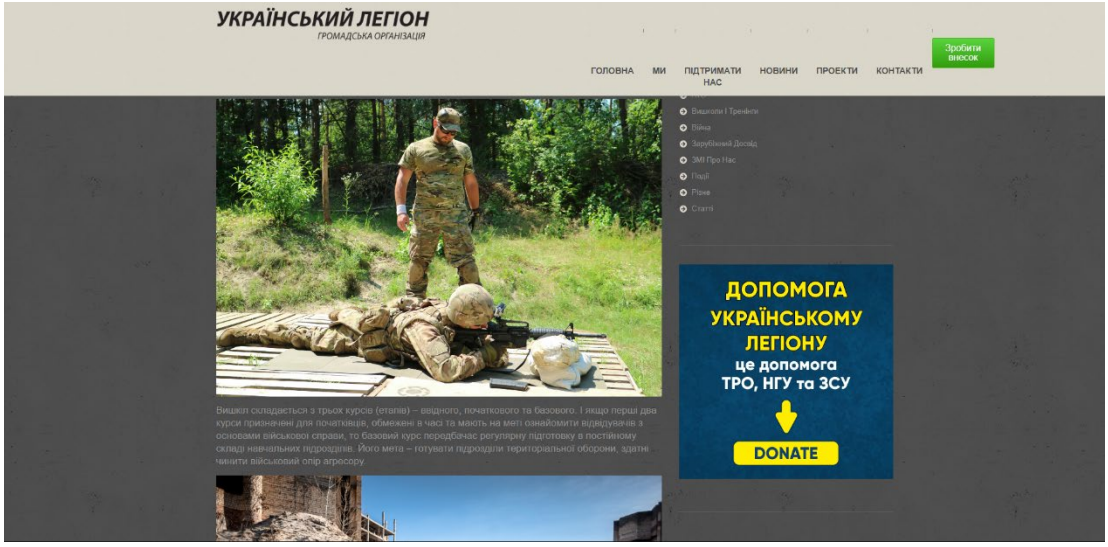


Figure 2 Ukrainian Legion

The final competitor is the information resource of the Territorial Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine (G7). The experience of the soldiers is unique and they will be able to make it available to as many people as possible. Therefore, filming or collecting materials about the most necessary knowledge and skills for combat resistance is essential. These materials are not only for the fighters of the TRO forces.

The advantages of this resource are that after completing the courses you will be able to choose a unit in which you can continue your service. We can also note the simple and convenient navigation of this resource and good security and protection of personal data from cybercriminals. No drawbacks were found during the review.

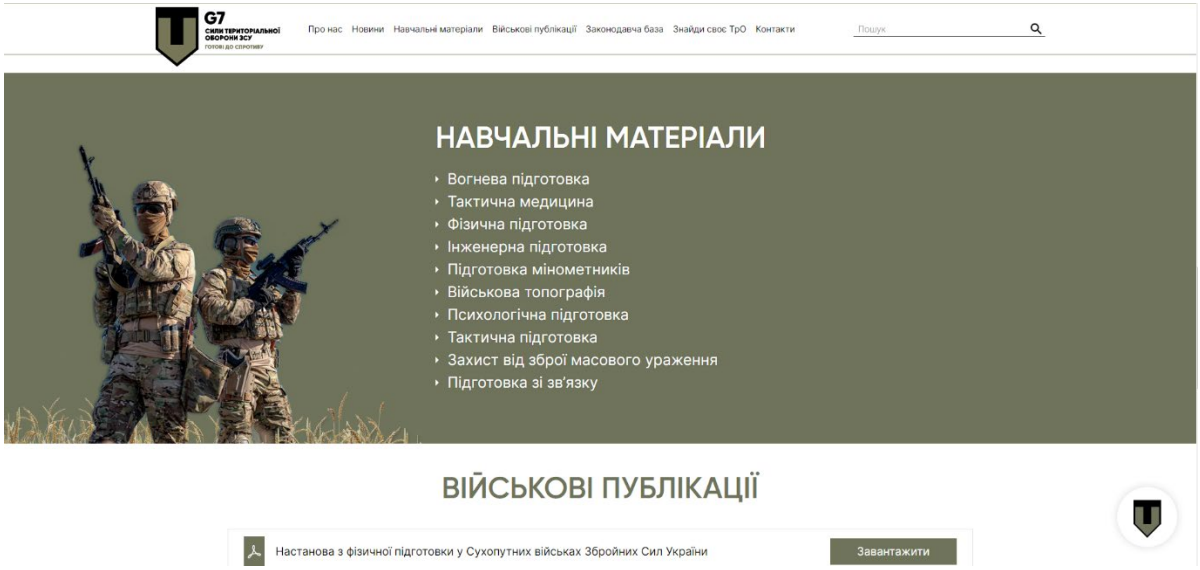


Figure 3 Territorial Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine (G7)

After reviewing and analyzing analogs, we can conclude that each software product has its own disadvantages and advantages, which will create a certain diversity and make competition more intense.

References

1. Ukrainian legion [Electronic resource] – Resource access mode: https://ukraine-legion.org.ua/
2. Territorial Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine [Electronic resource] – Resource access mode: https://sprotyvg7.com.ua/

УДК 004 Інформаційні технології

ПРИВАТНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА В БЛОКЧЕЙНІ

Гальчин А. В., Чижмотря О. Г.
Державний університет «Житомирська політехніка»

Технологія блокчейн та ринок криптовалюти демонструють активний розвиток і привертають значну увагу. Головна нова особливість цієї технології полягає в тому, що інформація про транзакції тепер не зберігається в централізованій базі даних, а натомість передається на комп'ютери всіх учасників мережі, які локально зберігають дані.

За допомогою шифрування даних користувачі можуть змінювати лише в ту частину блокчейну, до якої мають прямий доступ. Це унеможливлює централізований контроль над базою. Нові технології дозволяють синхронізувати всі записи, які вносяться в сховище одночасно для всіх користувачів.

Складна та надійна концепція була представлена у 2008 році Сатоші Накамото, особистість якого залишається невідомою до сьогоднішнього дня. Перша реалізація технології блокчейн сталася в цифровій валюті Bitcoin. Завдяки впровадженню ланцюжка блоків, Bitcoin став першою криптовалютою, яка уникнула централізації в будь-яких процесах. Bitcoin не залежить від центрального банку чи іншої фінансової установи, його користувачі можуть проводити транзакції без посередників.

Безпека операцій у блокчейні забезпечується розподіленим сервером, в якому об'єднані віддалені пристрої. Так утворюється унікальна база даних, яка не передбачає єдиного центру управління. Такий підхід успішно застосовується в різних галузях, включаючи фіксацію подій або облік, опрацювання великих обсягів даних та підтвердження достовірності джерел.[1]

Блокчейн віддають значну перевагу використанню криптографії для гарантування безпеки своїх даних, і ключову роль в цьому відіграють криптографічні хеш-функції. У цьому контексті велике значення має поняття криптографічного хешування, яке представляє собою процес, за яким алгоритм (хеш-функція) обробляє вхідні дані будь-якого обсягу і повертає результат (хеш) з передбачуваною та фіксованою довжиною. Навіть невелика зміна вхідних даних (наприклад, транзакційних даних чи попереднього хешу) призводить до значно зміненого вихідного хешу. Це робить надто складним зміну даних безпомилково та без виявлення.

Також хеш-функції допомагають підтверджувати автентичність даних та учасників мережі. Для отримання доступу до блокчейну або здійснення транзакцій, учасники повинні довести, що вони володіють правом на ті дані, які вони намагаються змінити чи взаємодіяти з ними.

Крім того, що криптографія надає захист записів транзакцій у реєстрах, вона також відіграє важливу роль у безпеці гаманців, в яких зберігаються одиниці криптовалюти. Пари публічних і приватних ключів, які використовуються користувачами для отримування та надсилання платежів і створюються за допомогою асиметричної криптографії або криптографії з відкритим ключем. Відкритий ключ використовується для

створення цифрового підпису для транзакції, який підтвердити право власності на надіслані монети.

У контексті приватності та безпеки, блокчейн та криптовалюти виявляються передовими технологіями. За допомогою шифрування даних та розподіленого збереження інформації, вони не лише гарантують конфіденційність, а й забезпечують високий рівень безпеки операцій. При цьому важливо збалансувати інновації технології з врахуванням питань етики та приватності для створення стійкого та довірчого цифрового середовища.

Перелік посилань

1. Блокчейн - Засіб криптографічного захисту інформації. Astwellsoft - A software development company that's easy to work with. URL: https://astwellsoft.com/uk/blog/blockchain.html.

2. Academy B. Що робить блокчейн безпечним? | Binance Academy. Binance Academy. URL: https://academy.binance.com/uk/articles/what-makes-a-blockchain-secure.

УДК 004.89 Інформаційні технології

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО БАЧЕННЯ В АГЕНЦІЯХ НЕРУХОМОСТІ

Колиско М.І., Павленко В.М., Тарасенко В.С.
Київський національний університет технологій та дизайну

Сфера нерухомості ніколи не стояла на місці, але війна додатково суттєво вплинула на неї. В українців змінилося сприйняття ролі рієлтора, розширилася його роль, і необхідно брати це до уваги. Цей процес відбувався поступово останніми роками. Пов'язаний він з тим, що інтернет і безліч функцій у ньому тепер доступні абсолютно кожній людині: власник сам викладає оголошення, орендар може сам вибирати квартири за величезною кількістю фільтрів, доступних на сайтах оголошень, зв'язуватися з власником житла та обговорювати всі важливі питання.

Вже давно спеціалізовані агенції використовують електронні системи ведення угод, найпросунутіші з них ведуть справи у CRM-системах. Це дозволяє фіксувати деталі кожної угоди, а менеджер може контролювати процес роботи команди рієлторів. Також в онлайні знаходяться бази об'єктів.

Проте рієлторам часто потрібно запропонувати екстра послуги, щоб клієнт справді відчував цінність їхньої роботи. Основним залишається те, що клієнт звільняє свій час і доручає підбір об'єктів фахівцю, спираючись на його знання на ринку та спеціальні пропозиції, яких немає в інтернеті.

Фахівець з нерухомості в основному займається вибором різних варіантів для купівлі та продажу нерухомості, взаємодіє з клієнтами, підбирає опції відповідно до їхніх побажань і проводить фінальну угоду. Однак при виборі нерухомості надзвичайно важливо враховувати місцезнаходження об'єкта. Можливість знайти нерухомість, яка відповідає усім вимогам, не гарантує успіху, якщо вона розташована в непривабливому або небезпечному районі. Таким чином, дослідження місцезнаходження, інфраструктури та орієнтації будівлі стає ключовим етапом у процесі вибору нерухомості.

Можна запропонувати підсистему програмного додатку що визначатиме географічну орієнтацію будівлі. Діаграма варіантів використання (Use case) в самому спрощеному вигляді наведена на рисунку 1.

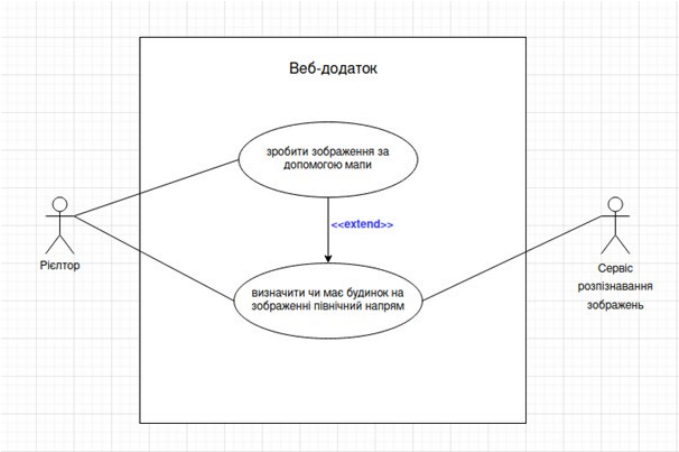


Рис. 1. Use case діаграма

Для ефективного аналізу локацій та здійснення правильного вибору використовуються різноманітні інструменти, включаючи Всесвітнє павутиння та супутникові знімки. Також доцільно використовувати такий прогресивний напрям інформаційних технологій як комп’ютерне бачення. Комп'ютерний зір – це галузь комп'ютерних наук і штучного інтелекту, яка має на меті дати комп'ютерам глибоке розуміння візуальних даних. Для того, щоб витягувати значущу інформацію з візуальних даних, оцінювати, інтерпретувати і приймати рішення на основі цієї інформації, необхідно задіяти алгоритми і процедури такі як глибинне навчання.

Глибинне навчання, яке базується на нейронних мережах, виявилося надзвичайно корисним і надає велику точність та швидкість у розпізнаванні об'єктів на знімках, таких як будинки, окремі елементи будівель, оточення та напрямок будівель.

Глибинне навчання використовує глибинний граф із багатьма обробними шарами для моделювання високорівневих абстракцій в даних. Цей підхід передбачає використання лінійних та нелінійних перетворень у кожному шарі графа. Однак для ефективної роботи він потребує значної кількості даних та потужних обчислювальних ресурсів.

У минулому важко було задовольнити ці вимоги, і глибинне навчання не отримало широкого визнання серед інших підходів штучного інтелекту. Тепер ми спостерігаємо розкриття повного потенціалу глибинного навчання і розуміємо, наскільки ефективним воно є порівняно з класичними методами.

Точність та швидкість розв'язання завдань - це ключові переваги глибинного навчання. У порівнянні з людським сприйняттям, глибинне навчання в деяких випадках не тільки дотримується, а й перевершує його. Цей підхід виявився особливо корисним в областях, де потрібно аналізувати великі обсяги даних та виявляти складні залежності.

Ця технологія автоматизує процес розпізнавання особливостей, роблячи його більш простим та швидким. Моделі глибинного навчання вчаться інкрементально, прошарок за прошарком, відображаючи складні концепції. Кожен прошарок взаємодіє з попереднім та наступними прошарками, утворюючи динамічні представлення.

Запропонована модель глибинного навчання спроектована для точного визначення розташування будинків на знімках стосовно сторін світу. Це забезпечує важливу інформацію для ріелторів під час вибору нерухомості, дозволяючи їм легше враховувати бажані орієнтації будівель та оптимально вибирати пропозиції для клієнтів.

Ми обираємо попередньо навчену модель як основу для і використовуємо метод перенесення навчання. Попередньо навчена модель - це збережена нейронна мережа, яка пройшла навчання на великому наборі даних, зазвичай, в завданні класифікації зображень, такому як ImageNet.

Під час перенесення навчання попередньо навчена модель виступає як основа для навчання нової моделі для іншого, але подібного завдання. Це дозволяє новій моделі використовувати знання та представлення, отримані з попередньо навченої моделі, що пришвидшує процес навчання та покращує загальну продуктивність.

Першим етапом є вилучення особливостей, коли ми "заморожуємо" ваги та параметри попередньо навченої моделі, а потім додаємо декілька останніх шарів, призначених для вирішення конкретного завдання. Нова модель тепер може використовувати абстракції, вивчені базовою моделлю.

Другим етапом є тренування нової моделі. Під час цього етапу змінюються лише додані шари, а ваги попередньо навченої моделі залишаються незмінними.

Третій етап - тонке налаштування, яке включає "розмороження" певної кількості шарів попередньо навченої моделі. Це дозволяє нам тренувати ці шари разом із новими, щоб покращити відповідність моделі конкретному завданню.

Цей підхід дозволяє ефективно використовувати знання попередньо навченої моделі для розв'язання нового завдання, зменшуючи при цьому кількість даних та час, необхідний для навчання, і підвищуючи точність нової моделі.

Перелік посилань

1. Deep Residual Learning for Image Recognition (2015, Kaiming He, ResNet)

2. Каштан, В., Гнатушенко, В., Удовик, І., Шевцова,О. (2023). Нейромережеве розпізнавання об’єктів забудови на аерофотознімках. Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security, 1, 30–39. doi: https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-5

УДК 004 Інформаційні технології

PYTHON І БІБЛІОТЕКА STOCKER: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ТРЕНДІВ

В. Миколюк

Державний університет «Житомирська політехніка»

Один з ключових елементів у галузі економіки – це бізнес-аналіз, який допомагає виявляти потреби бізнесу та знаходити оптимальні рішення в умовах обмежень, враховуючи різноманітні технологічні та економічні чинники. Розуміння повного циклу бізнес-аналітичних процесів є важливою передумовою для наступних етапів проекту, включаючи проектування, реалізацію, тестування та впровадження. Оптимальне функціонування бізнес-структур вимагає ефективного управління їхньою діяльністю, яке базується на бізнес-аналізі. Цей підхід дозволяє вивчати тенденції розвитку, оцінювати фактори, впливаючи на результати, обґрунтовувати бізнес-плани та стратегії управління, контролювати їхню реалізацію та виявляти резерви для підвищення ефективності виробництва[1].

Бібліотека Stocker разом із Python стають неабиякими інструментами для аналізу та прогнозування фінансових трендів. Ця потужна комбінація дозволяє не лише ретельно аналізувати рухи ринку, а й забезпечує можливість передбачення майбутніх тенденцій[2].

Python, мова програмування з великою кількістю бібліотек для обробки даних, став відомим серед фінансових аналітиків завдяки своїй універсальності та гнучкості. В поєднанні з бібліотекою Stocker, яка спеціалізується на аналізі фінансових даних та прогнозуванні, це стає потужним інструментом для інвесторів, трейдерів та дослідників ринку.

Бібліотека Stocker, яка базується на Python, забезпечує широкий спектр інструментів для прогнозування руху цін фінансових активів. Для початку аналізу вона використовує історичні дані цінових рядів. Ці дані обробляються та аналізуються з використанням різних методів, включаючи статистичні підходи та моделі машинного навчання.

Прогнозування руху цін може базуватися на моделях часових рядів, які використовують попередні дані цін для передбачення майбутніх значень. Також можуть використовуватися нейронні мережі або інші складні алгоритми машинного навчання для прогнозування динаміки ринку. Після створення моделі прогнозування її ефективність тестується на історичних даних для оцінки точності та адаптації до реальних ринкових умов.

Аналіз тенденцій та ключових факторів, що впливають на фінансові ринки, передбачає використання статистичних методів та інструментів аналізу даних. Stocker може виявляти взаємозв'язки між різними факторами, такими як економічні показники, політичні події, чи нові технології, що можуть вплинути на ринок.

Загалом, Stocker використовує широкий набір статистичних та аналітичних методів для створення моделей прогнозування цінових та ринкових рухів, допомагаючи аналізувати та передбачати ринкові тенденції з високою точністю.Одним із ключових застосувань Stocker і Python у фінансовому аналізі є здатність відслідковувати та аналізувати складні рухи цін, ідентифікувати тенденції, виявляти аномалії та підказувати можливі шляхи розвитку ситуації на ринку.

Цей інструментарій також дозволяє зробити прогнози з використанням різних методів, таких як моделі часових рядів або нейронні мережі, для виявлення та передбачення складних рухів фінансових інструментів.

Використання Python разом із Stocker відкриває шлях до нових можливостей для аналітики фінансових трендів. Ця комбінація надає неоціненні інструменти для розуміння ринкових динамік, що допомагає впевнено реагувати на зміни та розробляти стратегії, що ґрунтуються на обґрунтованих даних та прогнозах.

Перелік посилань

1. Satyr L. Аналіз, моделювання та прогнозування фондового ринку як запорука ефективної економіки та аналітики бізнесу [Електронний ресурс] / L. Satyr – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2021/7.pdf.
2. Прогнозування котирувань акцій у Python [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://distrland.blogspot.com/2020/02/python.html.

УДК 004 Інформаційні технології

РИЗИКИ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ

В. Миколюк
Державний університет «Житомирська політехніка»

Розробка та використання систем прогнозування акцій важливі для інвесторів. Проте існують кілька ключових аспектів, які варто уважно розглянути для повного усвідомлення їхніх обмежень та ризиків.

Додатковим фактором, що впливає на ефективність систем прогнозування, є складність фінансових ринків. Ці ринки можуть бути піддані впливу масштабних

коливань, що важко передбачити, навіть для найбільш точних алгоритмів. Наприклад, великі світові події, такі як пандемія або геополітичні кризи, можуть спричиняти раптові зміни, які важко врахувати в прогнозах[2].

Треба також мати на увазі, що багато з цих систем базуються на історичних даних та патернах. Минулі результати не завжди є індикатором майбутніх подій, оскільки несподівані події та нові ринкові умови можуть легко перевернути стандартні тенденції.

Багато систем прогнозування використовують статистичні методи, і їхні результати вразливі до змін у параметрах моделі. Це може спричиняти неточності та помилки у прогнозах, особливо коли ринок зазнає несподіваних змін.

Проблеми, пов'язані з легальністю та етичністю методів збору та використання даних для прогнозування, можуть породжувати спірність та ризик використання недостовірних джерел даних.

Уміння систем прогнозування адаптуватися до швидко змінюючогося світу вкрай важливе. Нестабільність та непередбачуваність факторів, таких як регулювання та законодавство, також створюють додаткові ризики для інвесторів.

Застосування методу нейронних мереж для прогнозування курсів акцій обумовлено їх високою ефективністю у аналізі фінансових ринків. Найбільш відповідальними моделями для прогнозування часових рядів є мережі нейронних мереж прямого розповсюдження з навчанням з учителем.

Серед таких моделей можна виділити одношаровий персептрон, мережі Ворда, персептрон Розенблатта, багатошаровий персептрон, мережі на основі радіальних базисних функцій, машини опорних векторів та інші. Однак, найбільшу ефективність при моделюванні фінансових ринків демонструє одношаровий персептрон[1].

Одношаровий персептрон - це проста форма штучної нейронної мережі, що складається з одного шару нейронів. Цей тип персептрона може бути використаний для бінарної класифікації, коли потрібно розділити дані на дві категорії.

Одношаровий персептрон приймає вхідні сигнали, які потім зважуються і сумуються. Ці суми потім передаються через функцію активації (наприклад, сигмоїдальну або порогову функцію) для визначення виходу персептрона. Вихід може бути використаний для прийняття рішень на основі задачі, наприклад, для класифікації даних на дві категорії - так/ні або 0/1.

Цей тип нейронної мережі має свої обмеження. Одношаровий персептрон може тільки розділяти дані, якщо вони лінійно роздільні у просторі. Якщо дані не можуть бути розділені лінією, цей тип персептрона не зможе правильно їх класифікувати.

Хоча одношаровий персептрон має обмеженість у рішенні складних задач, він є базовою одиницею для багатошарових персептронів, які мають більшу потужність у вирішенні складних завдань навчання, таких як розпізнавання образів, передбачення тенденцій та інше.

Враховуючи важливість систем прогнозування акцій, слід зазначити, що на додаток до перерахованих ризиків і обмежень, існують інші фактори, які впливають на точність прогнозів. Наприклад, людський фактор та емоційний склад ринку можуть значно впливати на рух цін на акції, часто відхиляючи їх від очікуваних траєкторій.

Також варто зазначити, що розуміння глобальних тенденцій, економічних змін та політичних рухів у світі може виявитися корисним для поліпшення прогнозів систем.

Адаптація до нових технологій та використання штучного інтелекту для аналізу даних можуть сприяти покращенню точності прогнозування на фінансових ринках.

Отже, збільшення широти аналізу, врахування психології ринку та використання передових технологій може сприяти покращенню ефективності систем прогнозування акцій, навіть у складних умовах ринкової нестабільності та непередбачуваності.

Узагальнюючи, системи прогнозування акцій можуть бути корисними інструментами для прийняття рішень у фінансовій сфері, проте важливо уважно розглядати їх обмеження та ризики при використанні для інвестування.

Перелік посилань

1. Чорноус Г. О. Прогнозування курсів акцій на основі даних із соціальних мереж [Електронний ресурс] / Г. О. Чорноус, Ю. А. Ярмоленко – Режим доступу до ресурсу: file:///C:/Users/vlmyk/Downloads/prognozuvannya-kursiv-aktsiy-na-osnovi-danih-iz-sotsialnih-merezh.pdf.

2. Пашко М. М. Особливості формування фінансового ринку як форми руху фінансового капіталу [Електронний ресурс] / М. М. Пашко // Ефективна економіка № 9. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=329.

УДК 678.027.3 Інформаційні технології проектування

РОЗРАХУНОК ШНЕКУ ЕКСТРУДЕРА ПРИСТРОЮ ТРИВИМІРНОГО ДРУКУ НА МІЦНІСТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА SOLIDWORKS SIMULATION

А. Поліщук, О. Поліщук

Хмельницький національний університет

Виконання досліджень шнека екструдера пристрою тривимірного друку на міцність є важливою частиною процесу розробки надійного і ефективного устаткування для 3D-друку [1, 2]. Розрахунки дозволяють гарантувати, що зазначений робочий інструмент зможе витримувати високі навантаження, які можуть виникнути під час процесу екструзії, без ризику його деформації чи виходу із ладу. Наявність деформації вплине на стабільність і точність друку.

Деталі шнекового екструдера мають передбачений термін служби [3]. Протягом нього повинна бути забезпечена їх надійність та механічна міцність. Забезпечення довговічності деталей є найважливішим завданням інженерів-конструкторів. Традиційним методом аналізу міцності є метод скінченних елементів (МСЕ). Він лежить в основі всіх сучасних програмних продуктів в області комп'ютерного інжинірингу, таких як ANSYS, LS-DYNA, Nastran, SolidWorks тощо.

На сьогодні, одним із поширених програмних середовищ для розрахунку деталей на міцність є програма SolidWorks, завдяки наявності розширених інструментів для моделювання і аналізу та функціоналу SolidWorks Simulation. Він дозволяє проводити складні інженерні розрахунки, в тому числі і на міцність. Використовуючи дане програмне середовище, було проведено розрахунки на міцність шнека екструдера, що включали аналіз напружень і деформацій від внутрішніх і зовнішніх навантажень.

Для дослідження роботи шнека потрібно провести симуляцію його робочих процесів. З цією метою було використано програмне середовище SolidWorks Simulation,

що дозволило провести симуляцію процесу заклинювання шнека. Це дало змогу детально вивчити і проаналізувати умови та фактори, які можуть призвести до механічних збоїв у роботі шнека та екструдера в цілому. Завдяки використанню симуляції також можна визначити оптимальні параметри для експлуатації зазначеного робочого органу.

В якості навантаження шнекового екструдера виступав кроковий двигун з планетарним редуктором Nema 17 17HS24-2104S [4].

Основні технічні характеристики даного двигуна:

- тип двигуна: біполярний кроковий;
- кут кроку: 1,8 град.;
- утримуючий момент: 65 Н·см;
- номінальний струм/фаза: 2,1А;
- опір фази: 1,6 Ом;
- індуктивність: 3mH ± 20% (1KHz);
- планетарний редуктор 5:1.

Розраховуємо крутний момент прикладений двигуном за формулою:

$$M_{м.р.} = M_{к.д.} \cdot i_{р.} . \quad (1)$$

Тоді:

$$M_{м.р.} = 0,65 \cdot 5 = 3,3 H \cdot м .$$

Етапи проведення розрахунку приведені на рисунках 1-7.

Етап прикладання крутного моменту та закріплення моделі показано на рис.1.

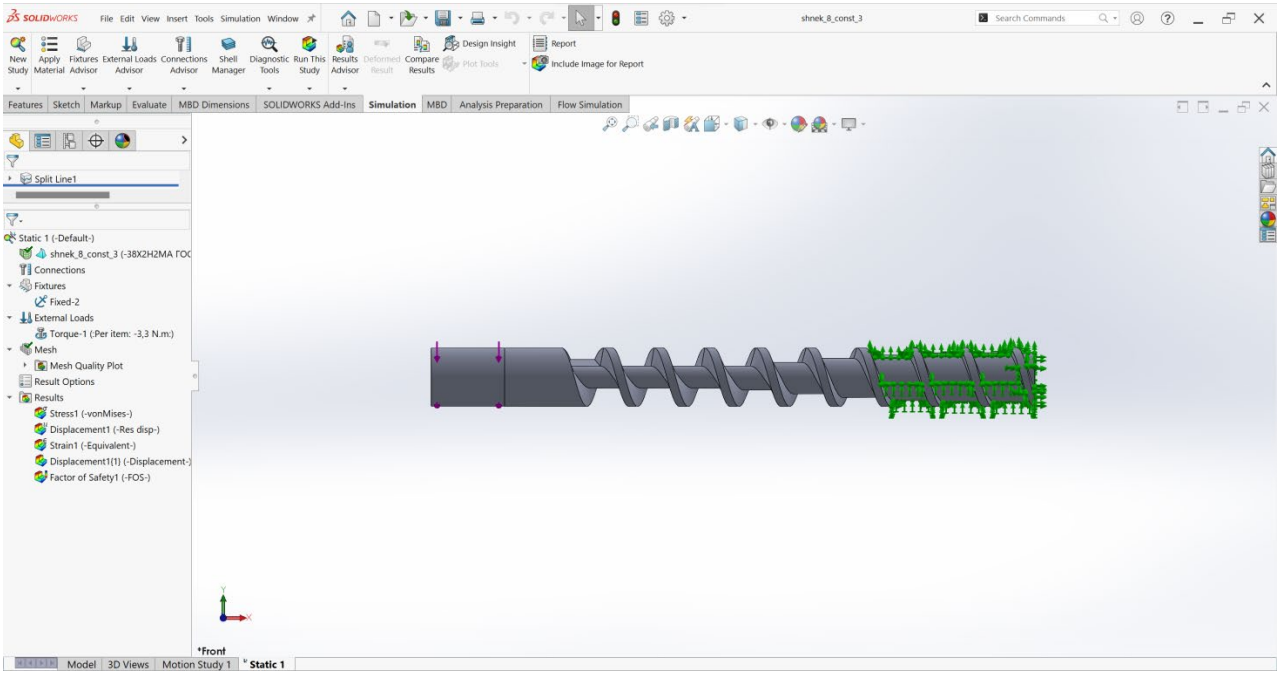


Рис.1. Прикладання крутного моменту та закріплення моделі

Зліва на моделі прикладаємо за часовою стрілкою крутний момент $M_{м.р.} = 3,3 H \cdot м$, справа модель жорстко закріплюємо (зелені стрілки).

Задаємо характеристики шнека: матеріал Сталь 38Х2Н2МА; межа міцності – 860 МПа (рис.2).

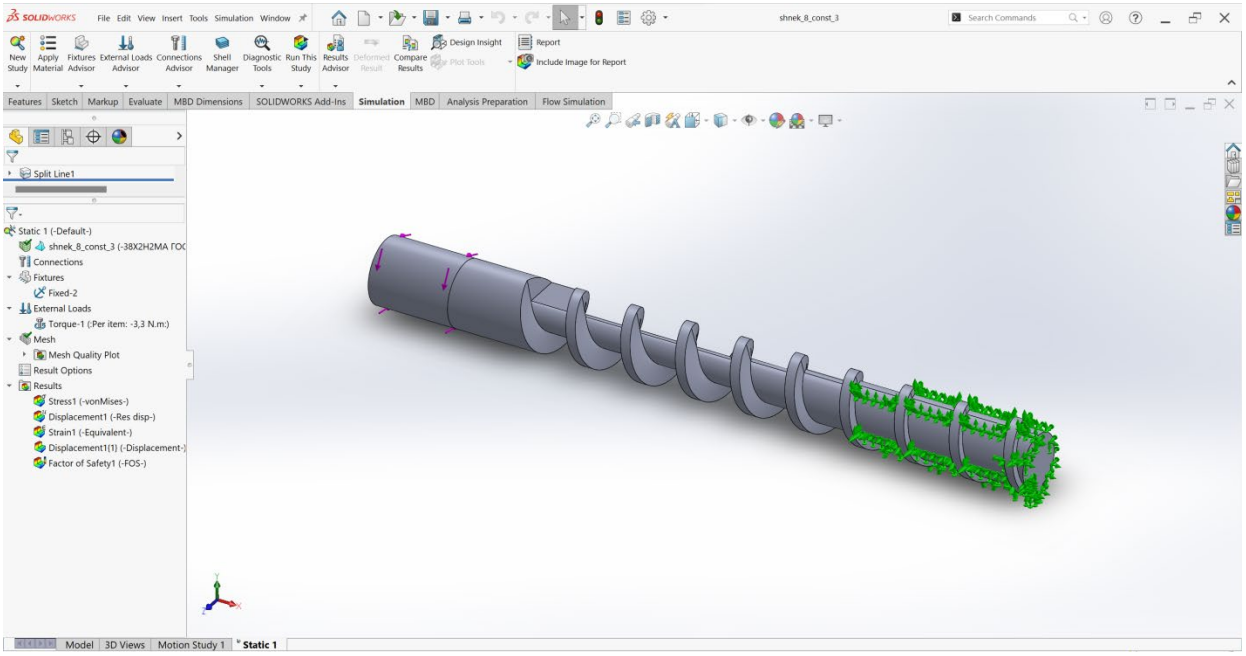


Рис.2. Модель із заданими характеристиками

Далі розбиваємо модель на сітку для симуляції (рис.3).

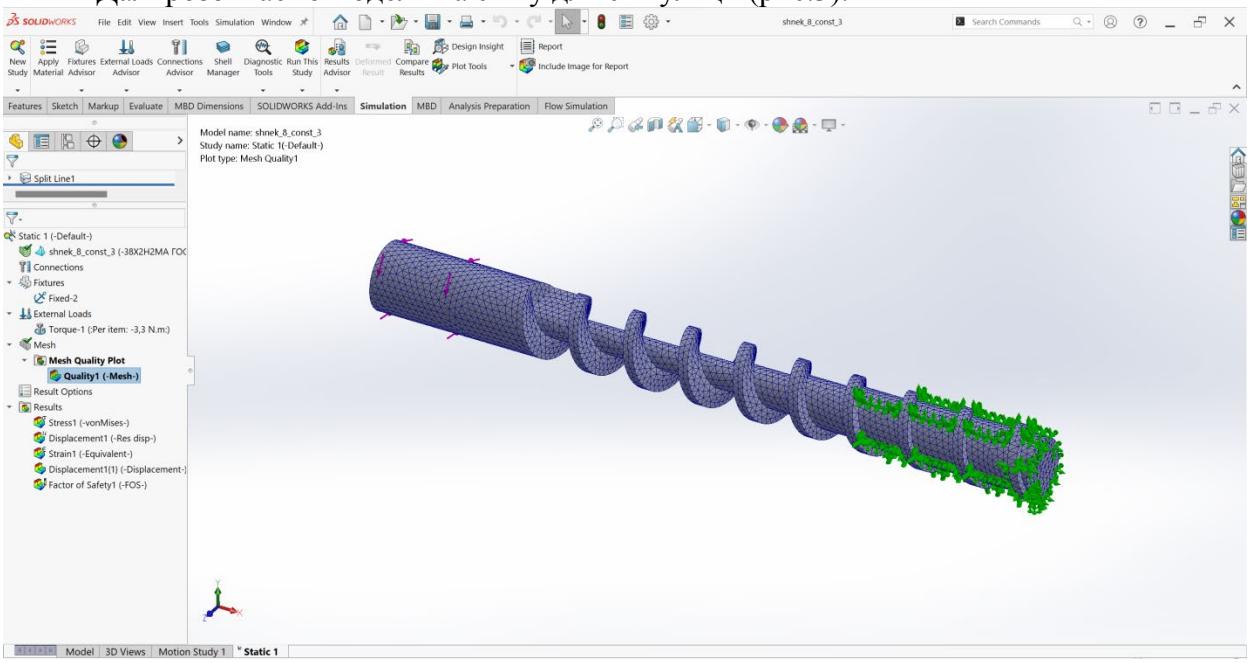


Рис.3. Модель із сіткою для симуляції

Запускаємо симуляцію та отримуємо результати (рис.4-7).

На рис.4 показані напруження (МПа), що виникають в моделі. Справа межа міцності матеріалу вказана 860 МПа.

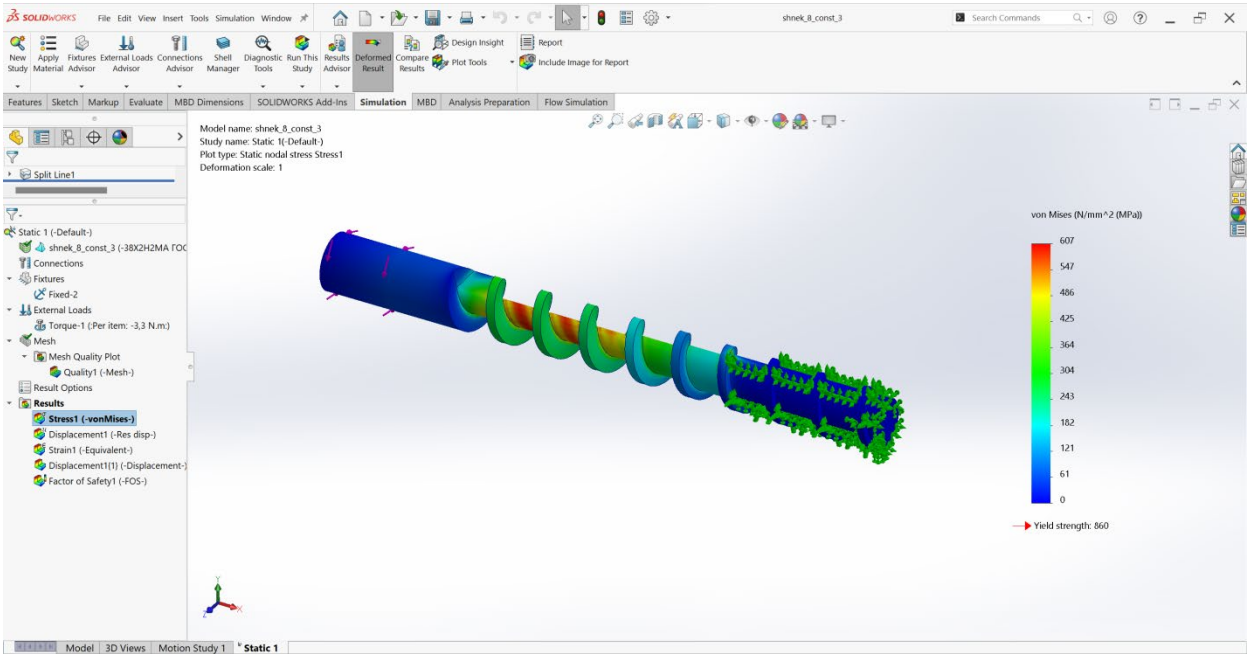


Рис.4. Напруження, що виникають в моделі

На рис.5 показано як відбувається розширення металу в моделі .

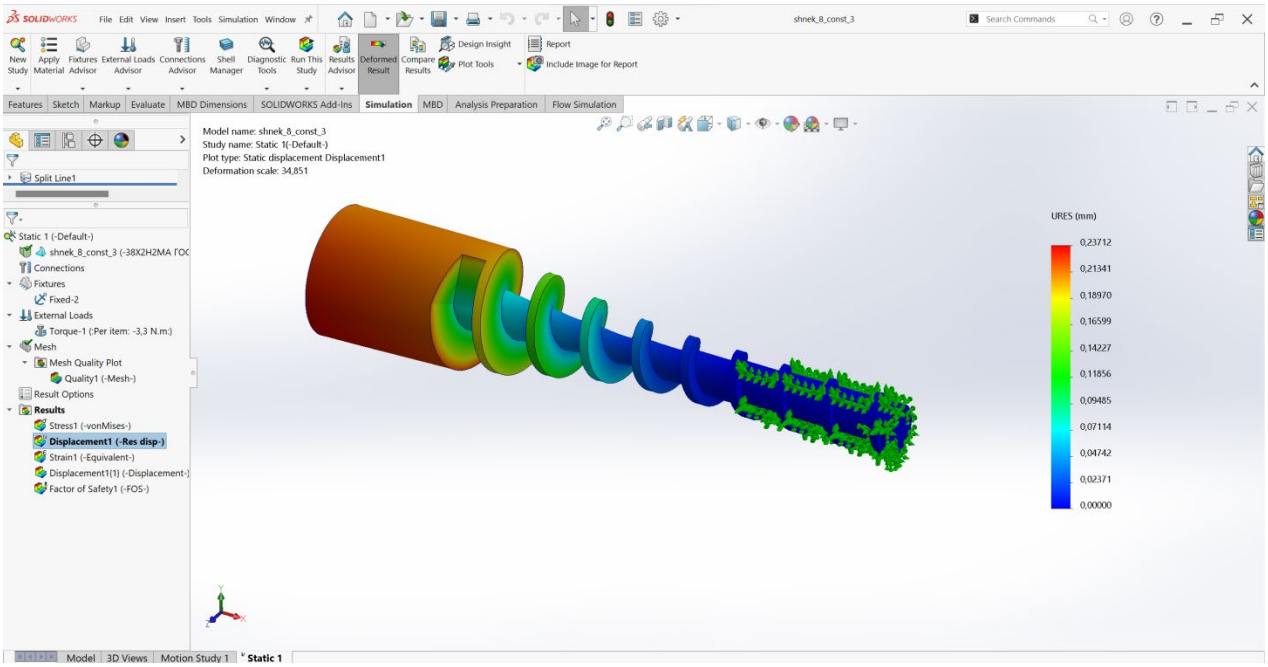


Рис.5. Розширення металу в моделі шнека

На рис.6 показано еквівалентну деформацію.

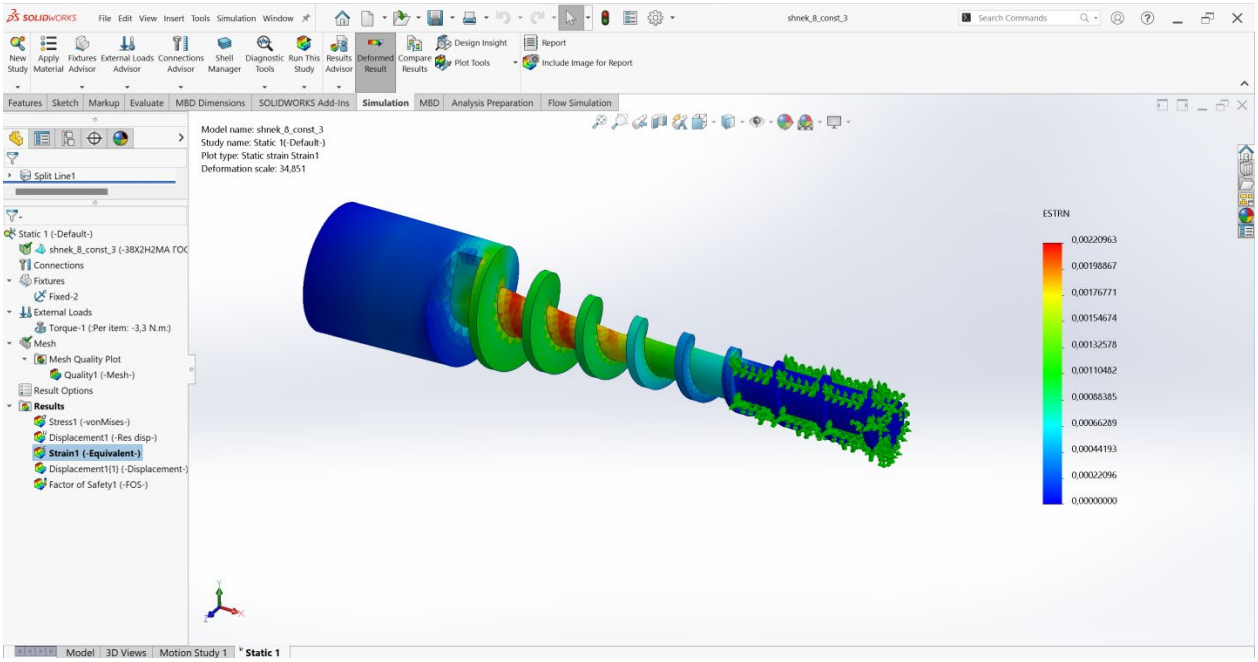


Рис.6. Еквівалентна деформація

Далі розраховано коефіцієнт запасу міцності шнека. Результати розрахунку приведено на рис.7. За результатами розрахунків коефіцієнт запасу міцності склав $K_{м.ш.} = 1,41$. Допускається більше 1.

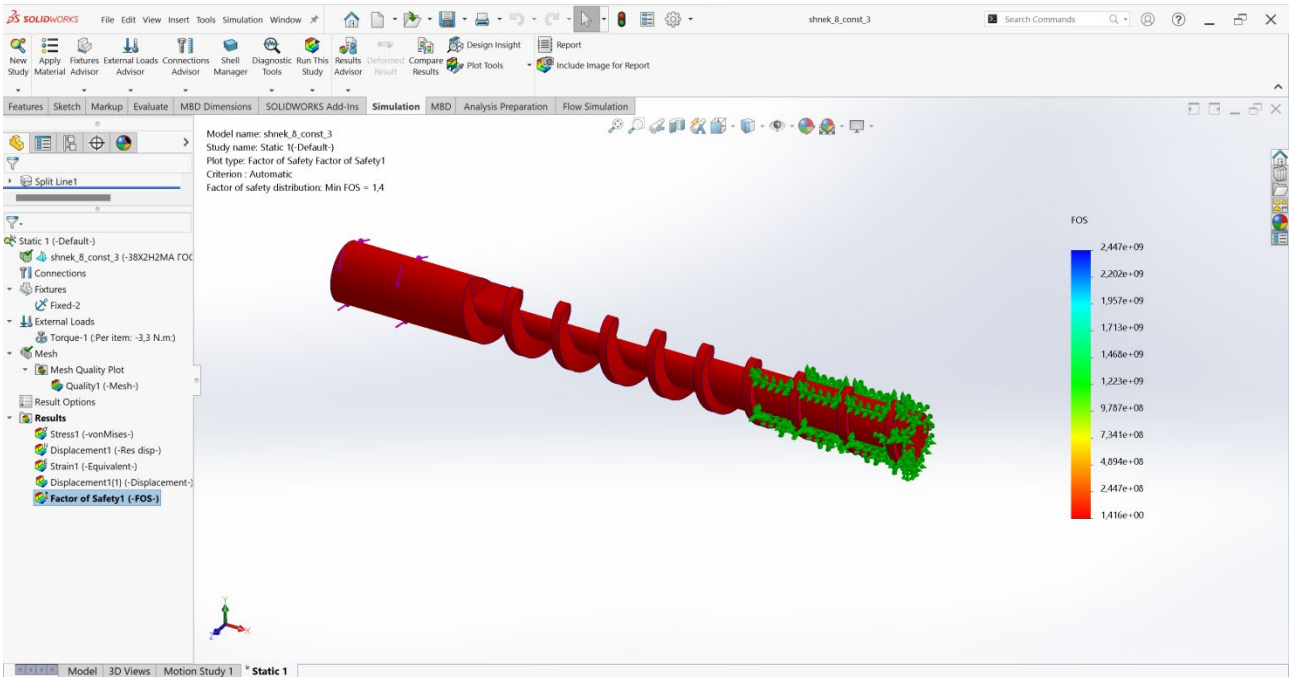


Рис.7. Розрахунок коефіцієнта запасу міцності шнека

Висновки

Здійснені розрахунки шнеку на міцність з використанням програми SolidWorks Simulation дозволили виявити потенційні слабкі місця конструкції шнека і внести потрібні корективи для забезпечення надійності і довговічності роботи даного робочого органу та розрахувати коефіцієнт запасу міцності $K_{м.ш.} = 1,41$, що знаходиться в допустимих межах.

Такий підхід гарантує, що шнековий екструдер буде переробляти різні типи полімерних матеріалів та здатний працювати в різних умовах.

Перелік посилань

1. Поліщук А., Поліщук О. Розробка методу проєктування шнека екструдера 3D-принтера. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2023. № 4. С. 389-482.

2. Поліщук А.О. Розробка конструкції шнекового екструдера 3D-принтера, що використовує гранули або подрібнені частки полімеру в якості вихідної сировини. Технології та інжиніринг. 2023. № 5. С.33-49.

3. Polishchuk O., Skyba M., Polishchuk A., Lisevich S., Zozulia P., Voitsekhov D. Engineering calculations of strength of the details made by 3D-printing method. Технічна творчість : зб. наук. праць. Хмельницький : ХНУ, 2021. № 4. С. 33-34.

4. NEMA17 Stepper Motor [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://surl.li/psugk.

УДК 662.997 Економіка і енергозбереження

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПРИРОДНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ

Жук О.В., Неймак В. С., Романець Т.П.
Хмельницький національний університет

Для створення в приміщеннях нормального теплового режиму та комфортних умов здійснюється їх опалення – штучне обігрівання приміщень з ціллю компенсації в них теплових втрат і підтримання на заданому рівні температур, які відповідають умовам теплового комфорту для людей та вимогам технологічного режиму.

Створення і підтримка теплового комфорту необхідно для забезпечення відповідного теплообміну між людьми та навколишнім середовищем. А для цього в кожному закритому приміщенні, де знаходяться люди, потрібно підтримувати задані параметри повітряного середовища і температуру поверхонь внутрішніх конструкцій, а також поверхонь приладів та обладнання із внутрішніми джерелами теплоти, при яких встановлюється теплообмін, що вимагається між людьми і навколишнім середовищем.

Теплоту для компенсації тепловтрат приміщення отримують від джерела (генератора) теплоти – пристрою для вироблення теплової енергії. Теплоту виробляють шляхом спалювання палива, прямим або опосередкованим перетворенням електроенергії, отримують від атомних реакторів, а також від Сонця або з надр Землі.

Джерело теплоти може знаходитися в опалювальному приміщенні, за його межами але в приміщенні, що опалюється чи поряд із ним, а також на значні відстані від опалювального приміщення.

Технічні засоби для отримання в опалювальних приміщеннях або поблизу від них у вузлі підготовки теплоносія теплоти, переносу її по теплопроводам за допомогою теплоносія від вузла підготовки в приміщення та передачі їм цієї теплоти називаються системою опалення.

Забезпечення необхідних температурних режимів потребує великих витрат енергії. Зменшення енергомісткості цих процесів є основною задачею проектування сучасних систем кондиціонування повітря в приміщеннях житлового та виробничого призначення, яку неможливо вирішити без широкого застосування систем автоматичного регулювання, програмного відпуску теплоти, а також комплексного розгляду технічних систем і огороджуючих конструкцій приміщень, що опалюються.

Науковці дедалі частіше звертають увагу на ті джерела енергії, які до теперішнього часу не використовувалися взагалі або використовувалися у дуже обмеженому спектрі народного господарства. Одним з таких джерел енергії є теплова енергія поверхневих шарів ґрунту, використання якої не забруднює навколишнє середовище.

Її використання дозволяє розв’язувати ряд важливих принципових задач по створенню високоякісних, економічних, екологічно чистих та надійно працюючих об’єктів нової техніки що відповідають високим вимогам практики.

Однак широке застосування енергії поверхневих шарів ґрунту для опалення та охолодження приміщень затримується через відсутність теоретичних напрацювань та конструкторських рішень. Саме на розробку методів дослідження та їх розрахунків направлена дана робота.

Розроблено просту за конструкцією та монтажем енергозберігаючу, екологічно чисту систему опалення і вентиляції житлових та промислових будівель, принцип роботи якої оснований на використанні теплової енергії поверхневих шарів ґрунту.

З ціллю перевірки доцільності використання теплової енергії ґрунту виконано розрахунки теплоємності землі і теплових втрат приміщення в зимовий період року які показали, що кількість теплоти, яку можливо отримати із 1 ґрунту, перевищує в 5 разів витрати теплоти приміщення, температуру якого потрібно підвищити Q ґрунту = 15000 кДж > Q витрат = 2880 кДж.

Для оцінки можливостей та працездатності запропонованої системи, визначено тепловий потік і потужність електродвигуна вентилятора, який забезпечує циркуляцію повітря в системі. Розрахунки показали що кількість теплоти, яку можливо одержати з шарів ґрунту за одиницю, часу перевищує потужність електродвигуна вентилятора майже в 50 разів, так як Q = 98 Вт > = 0.8 Вт, що гарантує її рентабельність.

Проведено цикл аналітичних досліджень, на основі яких розроблено математичну модель запропонованої системи, з метою більш детального розглядання температурного поля та оцінки теплового потоку.

Для кращого забезпечення системою сприятливих умов праці обладнання і обслуговуючого персоналу та економічної роботи самої системи, розроблено систему автоматичного контролю температури приміщення.

Перелік посилань

1. Патент на корисну модель № 61306А, Україна, МПК F24D 5/00, Система термостабілізації житлових та промислових будівель / Верхман О. А., Каспер Т. Ю., Сєров О. В., Огороднік С. С., Шептала В. З. № 20021210679 Заяв. 27.12.2002. Опубл. 17.11.2003. Бюл. № 11.

2. Nakoryakov V. E. A Method of Evaluating heat Transfer during Nonisothermal Absorption /V. E. Nakoryakov and S. L. Elistratov // Thermal Engineering. 2009. - Vol. 56, №3. - P. 210-213.

УДК 678.027 Енерго- і ресурсозберігаючі технології та обладнання

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

О.П. Поліщук, А.О. Поліщук, М.Є. Скиба
Хмельницький національний університет

Створення обладнання для подрібнення полімерних відходів є актуальним з кількох причин. По-перше, це сприяє ефективному управлінню відходами, яке є важливим аспектом сучасної екологічної політики. Велика кількість полімерних відходів, що накопичуються у промислових та житлових зонах, створює значні проблеми для довкілля. Подрібнення таких відходів до мінімізації їх об'єму дозволяє зменшити навантаження на полігони твердих побутових відходів.

По-друге, перероблені полімерні матеріали можуть бути повторно використані у виробництві, що сприяє економії ресурсів та зниженню виробничих витрат. Рециклінг полімерів не лише зменшує потребу в первинній сировині, але й знижує викиди вуглекислого газу, пов'язані з виробництвом нових пластмас.

Третьою причиною актуальності розробки такого обладнання є висока економічна вигода. Продукти переробки можуть бути використані в якості сировини для різних

промислових секторів, зокрема у будівництві, виробництві упаковки та в автомобільній промисловості.

Крім того, розвиток інноваційного обладнання для подрібнення полімерних відходів відповідає глобальним тенденціям сталого розвитку, забезпечуючи замкнення матеріального циклу та перехід до економіки замкненого циклу, де максимально можливе відновлення та повторне використання матеріалів.

Переробка полімерних матеріалів методом механічного подрібнення є одним із найбільш поширених та економічно вигідних способів рециклінгу. До полімерів, які можуть бути ефективно перероблені цим методом, належать [1]:

1. Поліетилен (PE) - один із найбільш використовуваних пластиків у виробництві упаковки, сільськогосподарських плівок, контейнерів, пляшок і т.д. Механічне подрібнення дозволяє перетворити відходи поліетилену на гранули, які можуть бути використані для виробництва нових полімерних виробів.

2. Поліпропілен (PP) - відомий своєю жорсткістю та хімічною стійкістю, використовується для виготовлення автомобільних компонентів, контейнерів для харчових продуктів та домашньої хімії. Подрібнені поліпропіленові відходи можуть бути рецикльовані для створення нових товарів, зменшуючи при цьому потребу в первинних ресурсах.

3. Полівінілхлорид (PVC) - використовується у виробництві віконних рам, труб, медичного обладнання та багатьох інших продуктів. Подрібнення відходів PVC та їх подальша переробка може допомогти уникнути проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля цим складним для утилізації матеріалом.

4. Полістирол (PS) - широко використовується у виготовленні одноразової упаковки, контейнерів для харчових продуктів та утеплювачів. Подрібнені відходи полістиролу можуть бути переплавлені й використані знову, зменшуючи при цьому вплив на довкілля.

5. Поліетилентерефталат (PET) - зазвичай використовується для виробництва пластикових пляшок та текстильних волокон. Переробка PET через механічне подрібнення може забезпечити сировину для виготовлення нових упаковок, волокон та інших полімерних матеріалів.

Ці та інші полімери, такі як полікарбонати, поліуретани та різноманітні технічні пластмаси, можуть бути перероблені за допомогою механічного подрібнення. Завдяки цьому процесу можна не лише знизити обсяги відходів, а й забезпечити вторинне використання цінних ресурсів.

Для механічного подрібнення полімерних матеріалів використовуються різні типи обладнання, залежно від фізичних характеристик полімеру та бажаного кінцевого продукту [2].

1. Шредери (дробарки) - використовуються для грубого подрібнення великих об'ємів полімерних відходів. Вони ефективні для переробки таких матеріалів, як поліетилен, поліпропілен та полістирол, перетворюючи їх на шматки меншого розміру, які потім можуть бути подальше перероблені.

2. Гранулятори - застосовуються для отримання більш дрібних часток після первинного подрібнення шредером. Гранулятори ідеально підходять для подальшого роздрібнення відходів PVC та PET, а також інших полімерів, підготовлюючи їх для процесу гранулювання.

3. Молоткові млини - використовуються для подрібнення жорстких або крихких полімерів, таких як деякі види полістиролу або полікарбонату. Вони працюють за принципом ударного подрібнення, ефективно перетворюючи тверді матеріали на дрібний порошок.

4. Вальцеві дробарки - це обладнання, яке часто використовується для подрібнення твердих і напівтвердих полімерів. Вальцеві дробарки забезпечують більш однорідну форму частинок і використовуються при роботі з поліуретанами та іншими полімерами, що вимагають точного контролю розміру вихідного продукту.

5. Мікронізатори (мікромолоткові млини) - забезпечують найбільшу ступінь подрібнення, перетворюючи полімери на дуже дрібний порошок. Ці установки ідеально підходять для створення високоякісного рециклованого порошку з ПЕТ, ПВХ та інших полімерів, які можуть використовуватися в виробництві, наприклад, в композитних матеріалах.

Кожен тип обладнання має свої особливості та призначення в залежності від вимог до якості подрібнення та подальшого використання переробленого полімеру. Вибір обладнання для подрібнення залежить від конкретних цілей переробки та доступності інших процесів переробки в даному виробництві.

Перелік посилань

1. Полімерні матеріали. Види і особливості [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://buduemo.com/ua/news/building_materials/polimernye-materialyl-vidy-i-osobennosti.html.

2. Класифікація подрібнювачів [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://studfile.net/preview/7273165/page:26/.

УДК 621.3 Економіка і енергозбереження

ПРОБЛЕМАТИКА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ СТАНЦІЄЮ

Безсмертний В.В., Майдан П.С.
Хмельницький національний університет

Загально відомо, що енергозбереження - реалізація наукових, виробничих, технічних, правових, організаційних та економічних заходів, спрямованих на раціональне використання та відповідно, і розподілення паливно-енергетичних ресурсів та на залучення відновлювальних джерел енергії [1, 2]. Тобто це важливе завдання щодо збереження природних ресурсів.

Відомо, що водопровідно-каналізаційне господарство міста є енергоємним виробництвом. У собівартості продукції міських водоканалів витрати на електричну енергію досягають більше 25%. Основна частка споживання електроенергії припадає саме на підйом та подальше транспортування об’єму води водопровідними та каналізаційними насосними станціями (НС).

Традиційно регулювання параметрів роботи НС (величина витрати, величина напору) на багатьох об'єктах до нинішнього часу здійснюється шляхом виконання дроселювання. У результаті втрати енергії досягають рівня в 20-25%, а при неправильному виборі НС і того більше - до 30-40%.

Одним з основних напрямів підвищення енергоефективності НС в умовах технічної модернізації систем водопостачання та водовідведення є використання спеціальних частотно-регульованих електроприводів (ЧРЕ).

Використання ЧРЕ має наступні переваги:

- економія електроенергії на рівні 60%;
- економія об’єму води, що транспортується, на рівні 25%, за рахунок зниження непродуктивних витрат;
- зниження аварійності електричної мережі та зниження аварійності встановленого електрообладнання шляхом усунення ударних пускових струмів;
- зниження аварійності гідравлічної мережі за рахунок підтримання мінімально рівня необхідного тиску та усунення шансу виникнення гідроударів, що можуть зруйнувати систему водопостачання;
- зниження рівня шуму, від працюючого технологічного обладнання;
- зручність автоматизації технологічного процесу;
- зручність та легкість впровадження [1, 2].

На сучасному етапі електропривод є базовим споживачем електричної енергії (до 60% споживання) та головним джерелом механічної енергії в галузях промисловості, отже використання енергозберігаючих технологій є актуальною задачею [1, 2].

Загально відомо, що частотний перетворювач (ЧП) - електронний пристрій для зміни частоти електричного струму (або напруги) [3], виконує функції перетворення параметрів електроенергії мережі живлення до такого рівня значень, який є необхідним для нормальної роботи асинхронного двигуна (АД), а також функцію певного дозування електричної енергії, що підводиться до АД для регулювання швидкості обертання.

Зазвичай ЧП складається із випрямляча (або моста постійного струму), що перетворює змінний струм промислової частоти на постійний струм, та інвертора (або перетворювача інколи із вбудованою широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ)), що виконує перетворення постійного струму на змінний струм необхідних амплітуди та частоти. Вихідні тиристори (GTO) або транзистори (IGBT) будуть забезпечувати необхідну силу струму для живлення АД. Для поліпшення форми вихідної напруги між ЧП та АД іноді монтують дросель, а для зниження електромагнітних перешкод – спеціальний ЕМС-фільтр [4-6].

Частотне регулювання АД надасть можливість зміни напрямку обертання головного валу за допомогою інвертування напруги шляхом використання ШІМ. Крім того, дані пристрої забезпечують плавний запуск/гальмування АД.

ЧП, зазвичай, складається із керуючої частини та електричного приводу. Електричний привід ЧП складається зі схем, до складу яких входить транзистор або тиристор, які працюють у режимі електронних ключів. В основі керуючої лежить мікропроцесор, який забезпечує керування силовими електронними ключами, а також для розв'язання великої кількості допоміжних завдань (наприклад, діагностика, контроль, захист) [3].

Залежно від принципу роботи та структури електричного приводу розрізняють два класи ЧП:

- з проміжною ланкою постійної сили струму;
- безпосередні ЧП.

Незважаючи на наявні переваги (високий ККД, застосування низькочастотних тиристорів, легкість отримання зворотного напрямку передачі енергії) ЧП мають цілу низку недоліків. Це обмежений діапазон зміни вихідної частоти, складність схеми силових ланцюгів, значне спотворення форми вихідної напруги, підвищена чутливість до якості напруги мережі, низьке значення форми вихідної напруги, низьке значення коефіцієнта потужності [3].

У сучасних ЧРЕ набувають ширшого використання перетворювачі із явно вираженою ланкою постійного струму. В ЧП такого класу використовується подвійне перетворення електричної енергії: вхідна синусоїдальна напруга із постійною частотою та амплітудою зазнає випрямлення у випрямлячі, фільтрується за допомогою використання фільтру, згладжується, а потім знову виконується перетворення за допомогою інвертору у напругу змінних амплітуди та частоти.

Подвійне перетворення енергії призводить до певного погіршення масо-габаритних показників та до зниження ККД відносно ЧП із безпосереднім зв'язком [3].

Для формування змінної напруги синусоїдальної форми використовують автономний інвертор, який виконує створення електричної напруги заданої форми на обмотках АД.

Як електронні ключі в інверторах ЧП застосовують тиристори GTO або більш вдосконалені модифікації - IGCT, GCT, SGCT, та біполярні транзистори із ізольованим затвором або IGBT [4-6].

ЧП є нелінійним навантаженням, що створює сили струмів вищих гармонік у мережі живлення, що може призвести до погіршення якості електроенергії.

Автономні інвертори (АІ) - це перетворювачі постійної сили струму на змінну, які працюють на мережу, в якій відсутні інші джерела електроенергії [7].

Як АІ в системах ЧРЕ змінної сили струму знаходять застосування автономні інвертори напруги (АІН) та струму (АІС). АІС, що відповідає за формування при навантаженні кривої вихідної сили струму, зазвичай використовується разом із спеціальним керованим тиристорним випрямлячем, який відповідає за регулювання значення вхідної сили струму інвертора, визначаючи тим самим амплітуду вихідних сил струмів.

Головними перевагами ЧП із АІС є можливість використання звичайних тиристорів та легкість виконання зворотного перетворення енергії. До основних недоліків слід віднести: вихідні напруги і сили струмів не синусоїдальної форми, досить низький коефіцієнт потужності на виході, обмеженість діапазону регулювання допустимих змін параметрів навантаження та вихідної частоти.

Більш широкого використання набули двоступеневі ЧП на основі АІН. На відміну від АІС, що містить в ланцюзі постійного струму підключену індуктивність, обов'язковим елементом на вході АІН є паралельно підключена ємність.

Тому в якості результату підключень напівпровідниковими ключами такої ємності до вихідних затискачів АІН виконується формування кривих напруги навантаження. У разі використання некерованого випрямляча буде забезпечено високе значення коефіцієнта потужності на вході, а регулювання значення вихідної напруги може виконуватись методом ШІМ [7].

Проаналізуємо переваги та недоліки дволанкових ЧП з проміжною ланкою постійної сили струму. Основними ланками таких ЧП є інвертор та випрямляч із вбудованим фільтром.

Переваги використання дволанкових ЧП із ланкою постійної сили струму:

- можливість використання відносно легких силових схем та систем керування ЧП для електроприводів із невисокими вимогами в частині швидкодії, діапазону регулювання чи інших показників;

- можливість отримання на виході ЧП досить широкого діапазону частот, що не залежить від частоти мережі живлення та повністю покриває потреби електроприводів різного призначення, у тому числі прецизійних електроприводів із широким та над

широким діапазоном регулювання швидкості обертання; високошвидкісних, середньошвидкісних та тихохідних;

- можливість нарощування складності силової частини та системи керування ЧП пропорційно рівню зростання вимог до електроприводу без великої надмірності всієї системи;

- можливість реалізації в порівняно малоелементній структурі ЧП різноманітних алгоритмів керування, що, в свою чергу, будуть відповідати вимогам, що висуваються до електроприводів різного призначення;

Основні недоліки використання дволанкових ЧП із ланкою постійної сили струму:

- дворазове перетворення енергії, що збільшує величину втрати енергії та погіршує масо-габаритні характеристики ЧП;

- наявність у ланці постійної сили струму силового фільтра, що містить батарею конденсаторів досить значної ємності (у схемах із використанням АІН) або реактор зі досить значною індуктивністю (у схемах із використанням АІС). Призводить до погіршення масо-габаритних характеристик, а використання електролітичних конденсаторів - до зниження надійності роботи [7].

Перелік посилань

1. Енергозбереження засобами промислового електропривода : Навч. посіб. / Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. – К. : Кондор, 2005. – 408 с.

2. Електропривод: Навч. посіб. / О.М. Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний – К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 316 с.: іл.

3. Півняк Г.Г., Волков О.В. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – 470 с.

4. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії: навч. посіб. / К.К. Побєдаш, В.А. Святненко - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - 244 с.

5. Промислова електроніка: Підручник. / За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2015. – 536 с. ISBN 978-966-222-976-9

6. Руденко В.С. Промислова електроніка / В.С. Руденко, В.Я. Ромашко, В.В. Трифонюк. – К.: Либідь, 1993. – 432 с.

7. Інвертори і перетворювачі частоти : монографія / Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. ─ Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. ─ 300 с.

UDC 621 Енерго- і ресурсозберігаючі технології та обладнання

USE OF CHOPPER WOOD WASTE AS A FILLER OF A COMPOSITE MIXTURE FOR 3D PRINTING

O. Polishchuk, A. Polishchuk, A. Tolstiuk
Khmelnytskyi National University

The accumulation of wood waste in the manufacturing process is an important issue that affects both industry and the environment. Wood waste is generated at various stages of production, including logging, wood processing, and the production of furniture and other wood products. It can be scraps, shavings, dust, defective parts, etc. Depending on the technologies and methods of processing, the volume of waste can be significant. In some cases, waste can make up a significant percentage of the total mass of raw materials. Untreated wood waste can be an environmental problem, especially if it cannot be effectively recycled or disposed of. They can contribute to the emission of greenhouse gases during decomposition or burning.

Wood waste can often be recycled or reused in various forms, such as wood pellets for heating, chipboard production, paper and cardboard production, or as fillers in composite

materials. Wood waste processing can be economically beneficial as it allows the waste to be used as a raw material for other products, reducing the need for primary resources. Effective processing of wood waste requires the introduction of advanced technologies and equipment. This may include systems for collecting and transporting waste, as well as equipment for shredding, sorting and recycling.

The use of crushed wood waste (powder) as a filler for polymer mixtures for 3D printing opens up new perspectives in the production of environmentally friendly and wear-resistant materials. The use of wood powder reduces dependence on petroleum polymers, contributing to the production of a more environmentally sustainable product. Wood is a renewable resource that reduces the impact on the environment. Wood filler gives products a unique appearance and texture similar to natural wood, which can be attractive for certain applications, such as decorative elements, furniture, toys. The addition of wood powder can improve the mechanical properties of polymer blends, such as stiffness and shape stability. Wood has good insulating properties, which can be useful in applications where thermal stability is required. The use of wood powder can be more cost-effective compared to some other fillers, especially if secondary raw materials (for example, woodworking waste) are used [1, 2]. The use of wood powder in 3D printing stimulates innovation in the development of new materials, printing and processing techniques, and expands opportunities for scientific research. Products made from wood-polymer composites can be more biodegradable than pure plastics, reducing the problem of plastic waste.

Despite the many advantages, there are also certain challenges associated with the use of wood powder, such as ensuring the homogeneity of the mixture, managing the shrinkage and expansion of the material, and the need to optimize the printing parameters to achieve the desired quality and accuracy of the products.

There are several key steps to using wood chips as a 3D printing compound filler:

- first of all, the wood must be crushed to a uniform particle size. The particle size must be small enough to ensure homogeneity of the mixture and avoid clogging during 3D printing;
- chopped wood must be well dried, as excess moisture can negatively affect the quality of printing and the mechanical properties of the finished product;
- wood particles may require chemical or physical treatment to increase their compatibility with the polymer base. This may include modification of the particle surface or the addition of binding agents;
- wood particles must be evenly distributed in the polymer matrix. This may require special mixing techniques to ensure homogeneity of the mixture;
- before use in 3D printing, the composite mixture must be checked for homogeneity, viscosity, melting point and other important parameters;
- since the addition of wood can change the properties of the mixture, it is necessary to adapt the 3D printing parameters such as heating temperature, extrusion speed, layer height, etc.
- after creating a composite mixture, it is important to test the samples printed on a 3D printer to evaluate their mechanical properties, accuracy and appearance.

The use of shredded wood as a composite filler for 3D printing opens up new opportunities for sustainable development and innovation in manufacturing and broad prospects for the development of the 3D printing industry, stimulating further research and innovation in this area.

References

1. Polishchuk O.S, Polishchuk A.O., Rubanka M.M. Prospects for creating composite mixtures based on synthetic polymers reinforced with fibers of natural origin. Mechatronic systems: innovations and engineering: theses of the reports of the VII International Science-Practice. conf. / Kyiv: KNUTD, 2023. P.127.

2. Polishchuk O,, Polishchuk A., Lisevich S. Manufacturing clothing parts from composite materials containing natural fibers using 3D printing. Resource-saving technologies of light, textile and food industry: collection of abstracts of reports of the International Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Students, November 22, 2023 - Khmelnytskyi: KhNU, 2023. - P.176-177.

UDC 621 Енерго- і ресурсозберігаючі технології та обладнання

CURRENT PROBLEMS IN THE ENERGY INDUSTRY

Zhurbey A. V., Savitsky R. S.
Zhytomyr Polytechnic State University

The contemporary energy landscape is marked by a myriad of complex challenges that necessitate a comprehensive and multifaceted approach for sustainable solutions. This thesis explores the intricate dynamics surrounding energy issues, encompassing sustainability concerns, technological innovations, regulatory complexities, and the overarching global energy transition.

One of the central challenges confronting the energy sector is the imperative to transition towards sustainable practices. The persistent reliance on fossil fuels and the resulting environmental repercussions underscores the urgency of adopting renewable energy sources. Balancing the escalating global energy demand with the imperative to reduce carbon emissions is a delicate task, demanding a nuanced understanding of the technological, economic, and policy dimensions involved in achieving a sustainable energy matrix.

Technological innovation emerges both as a solution and a challenge in navigating the energy landscape. The integration of renewable energy sources, energy storage solutions, and smart grid technologies demands substantial investments and infrastructural adaptations. Maximizing the benefits of these technological advancements requires addressing issues related to grid stability, storage efficiency, and the overall reliability of renewable energy sources. This thesis delves into the intricacies of integrating innovations into existing energy systems and explores the potential hurdles that must be overcome to fully harness their transformative potential.

The aging and often outdated energy infrastructure in many regions pose a significant challenge to the reliability and resilience of energy grids. Grid modernization initiatives become imperative to enhance efficiency, accommodate diverse energy sources, and fortify resilience against natural disasters and cyber threats. This thesis critically examines the complexities associated with modernizing energy grids, emphasizing the need for strategic investments in digital technologies and advanced monitoring systems to ensure a reliable and resilient energy infrastructure.

Energy accessibility and affordability remain critical challenges globally. While advanced economies are moving towards sophisticated energy systems, a substantial portion of the world population still grapples with energy poverty and limited access to electricity. Bridging the energy divide demands innovative solutions that consider the socio-economic dimensions of energy accessibility. This thesis explores the nuanced challenges faced by developing regions and investigates potential strategies to provide affordable and sustainable energy solutions for all.

Regulatory frameworks and government policies play a pivotal role in shaping the energy sector. Achieving a sustainable and efficient energy transition demands clear and supportive policies that incentivize the adoption of clean energy while ensuring market competitiveness.

This thesis conducts an in-depth analysis of the complexities associated with developing and implementing regulatory frameworks. It seeks to strike a delicate balance between environmental considerations, economic imperatives, and energy security concerns.

The global interconnectedness of the energy landscape introduces geopolitical complexities. This thesis investigates how geopolitical factors influence energy policies, supply chains, and the pursuit of energy independence. Collaborative efforts among nations are crucial for addressing shared energy challenges, including climate change and resource depletion. The exploration of potential avenues for fostering international cooperation to tackle these issues is a central theme in understanding the broader context of global energy dynamics.

In conclusion, the contemporary challenges in the field of energy demand a holistic and interdisciplinary approach. This thesis provides a thorough exploration of the intricate issues surrounding the energy landscape, offering insights into technological, environmental, regulatory, and socio-economic dimensions. Effectively addressing these challenges is imperative for creating a sustainable and resilient energy future that meets present needs without compromising the ability of future generations to meet their own.

The ongoing evolution of energy systems is inherently intertwined with the broader context of societal, economic, and environmental considerations. As the world grapples with the urgency of mitigating climate change and transitioning towards a sustainable future, the energy sector stands at the forefront of transformative changes and complex challenges. This thesis aims to contribute to the understanding of these challenges and proposes strategies and solutions for a resilient and sustainable energy future.

References

1. Joshua S. Goldstein and Staffan A. Qvist 2019: A Bright Future: How Some Countries Have Solved Climate Change and the Rest Can Follow.
2. Robert Bryce 2020: A Question of Power: Electricity and the Wealth of Nations.
3. James Morton Turner 2022: Charged: A History of Batteries and Lessons for a Clean Energy Future.
4. https://www.bbvaopenmind.com/en/articles/current-challenges-in-energy/
5. https://energydigital.com/top10/top-10-issues-facing-the-energy-industry

УДК 621.311.11 Енерго-і ресурсозберігаючі технології та обладнання

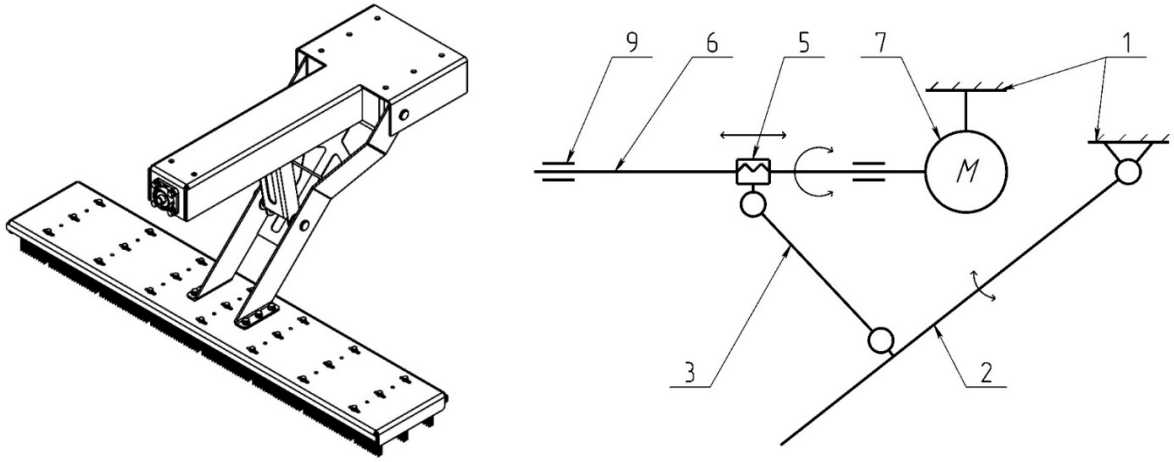
РОЗРОБКА ОЧИСНОЇ ЩІТКИ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ, ЩО ПРОКЛАДАЮТЬСЯ НА ПОЛОТНІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

А. Єрій, М. Скиба, О. Поліщук, Т. Романець
Хмельницький національний університет

В ході експлуатації сонячних електростанцій які прокладаються на коліях залізничних шляхів виникає проблема забруднення поверхонь сонячних панелей, що в свою чергу зменшує кількість виробленої електричної енергії. Для забезпечення оптимальної роботи СЕС, необхідно забезпечити, відповідну, чистоту поверхонь сонячних панелей.

Нами запропоновано забезпечувати очищення поверхонь панелей під-час руху поїздів по коліях за допомогою пасивної щітки, яка закріплена на тяговому вагоні потяга. Окрім того, даний спосіб забезпечує регулярне очищення та мінімалізацію витрат

людських, фінансово-технічних та часових ресурсів, які необхідно виділяти для очищення поверхонь сонячних панелей класичних СЕС. Запропонована нами конструкція пасивної очисної щітки показано на рисунку 1.а, кінематичну схему – рисунок 1.б.



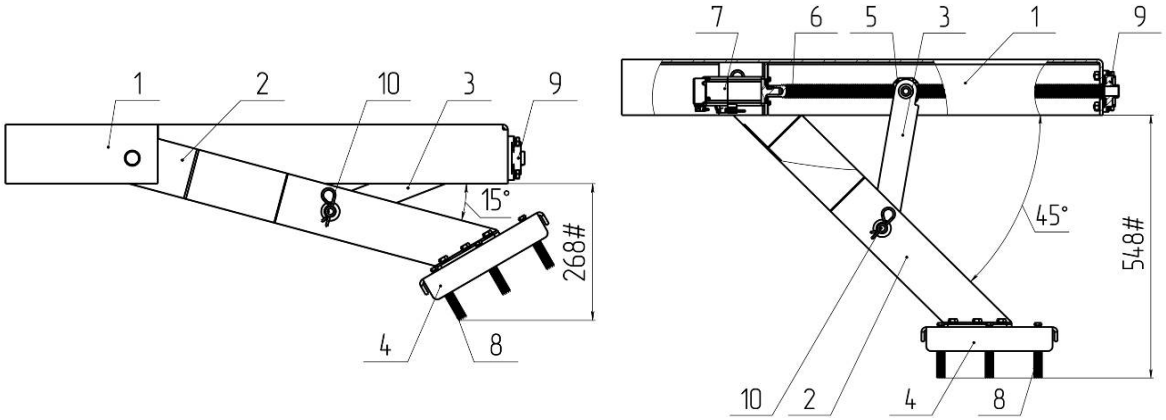
а б

1 – корпус; 2 – вилка; 3 – тяга; 5 – гайка привідна; 6 – гвинт; 7 – серводвигун з гальмом; 9 – корпусний підшипник.

Рисунок 1 – Пасивна очисна щітка а) та її кінематична схема б)

Функціонує очисна щітка наступним чином. Підчас руху потяга на ділянці колії без сонячних панелей очисна щітка знаходиться в складеному положенні (рис. 2.а), при наближені до ділянки траси з прокладеними сонячними панелями очисна щітка переводиться в робочий режим та приймає положення наведення на рисунку 2.б. Загальний вигляд пасивної очисної щітки на потязі показано на рисунку 3.б.

Серводвигун 7, який жорстко закріплений в корпусі 1, приводить в рух гвинтову передачу, що складається з гвинта 6 та привідної гайки 5. При переміщенні гайки 5, вісь 3 змінює своє положення вздовж осі гвинта 6 спричиняючи зміну кута нахилу вилки 2, яка за допомогою шарнірного з'єднання закріплена на корпусі 1. Відповідно, відбувається переміщення монтажної поверхні для нейлонових щіток 4 та самих нейлонових щіток 8. Також, на монтажній поверхні 4 передбачено перфорацію для встановлення рідинних форсунок низького тиску, які використовуються в процесі миття сонячних панелей.



а б

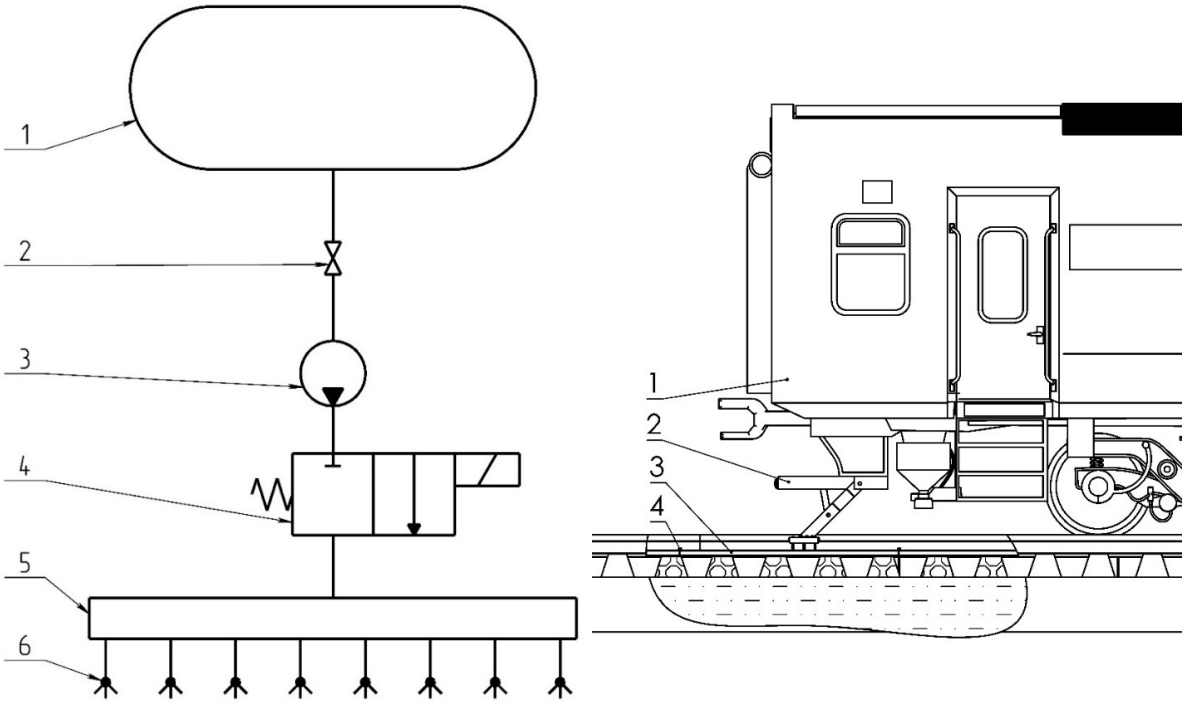
#розмір змінюється в залежності від положення пасивної очисної щітки.

1 – корпус; 2 – вилка; 3 – тяга; 4 – монтажна поверхня для нейлонових щіток; 5 – гайка привідна; 6 – гвинт; 7 – серводвигун з гальмом; 8 – нейлонова щітка; 9 – корпусний підшипник; 10 – палець.

Рисунок 2 – Пасивна очисна щітка в складеному положенні а) та в розкладеному (робочому) положенні б)

Для покращення очисних можливостей щітки, нами запропоновано додатково використовувати спосіб очистки панелей, який передбачає використання миючої рідини, що подається під тиском на поверхню сонячних панелей. Було розроблено гідравлічну принципову схему на основі якої реалізовано рішення даної задачі (рис. 3.а). У відповідності до схеми, форсунки які омивають поверхню панелей монтуються на монтажній поверхні 8 (рис. 2) та під'єднуються до колектора за допомогою гнучких гідравлічних патрубків.

Функціонує системи миття наступним чином: перед початком роботи пасивної очисної щітки оператор потяга відкриває запірний кран 2, що з'єднує резервуар з миючою рідиною 1 та гідравлічний насос 3. Перед входом на ділянку траси яка потребує миття поверхонь панелей, оператор за допомогою пульта керування відкриває електромагнітний клапан подачі рідини 4 та приводить в дію насос 3.Насос вмикається автоматично при відкриті клапана 4. Після чого насос подає рідину на колектор 5 з якого відбувається розподіл рідини на форсунки 6, які омивають поверхні сонячних панелей під тиском миючим засобом. Пасивна очисна щітка в процесі переміщення над поверхнею панелей знімає шар рідини, що залишається після процесу миття. Після виходу потяга із зони миття панелей оператор відключає систему подачі рідини та виводить щітку в транспортне положення (рис. 2.а).



а б

а): 1 – резервуар з рідиною; 2 – запірний кран; 3 – рідинний насос; 4 – клапан подачі рідини; 5 – колектор на 8 виходів; 6 – розпилюючі форсунки. б): 1 – вагон; 2 – пасивна очисна щітка; 3 – сонячна панель; 4 – кріплення сонячної панелі.

Рисунок 3 – Система подачі рідини на поверхню сонячної панелі а), загальний вигляд пасивної очисної щітки на потязі б)

Пульт керування для розробленої нами пасивної очисної щітки в проектній роботі не передбачено, зважаючи на те, що система управління положенням щітки та гідравлічною частиною апарата омивання поверхі панелей може бути здійснене з диспетчерської кабіни комплектним пультом керування потягом, а під'єднання

сигнальних та силових кабелів щітки до пульта керування потяга не потребує додаткових засобів.

Пакет конструкторської документації з кінематичною та гідравлічною схемами та відповідними кресленням деталей виробу розроблено в роботі [1].

Результатом виконання дослідно-проектної роботи є прототип апарата призначеного для очищення поверхонь сонячних панелей об'єктів альтернативної енергетики, таких як, сонячні електростанції, що прокладаються на залізничних коліях. Апарат, повністю відповідає технічним вимогам до експлуатації, пересування та роботи на міській залізниці [2] та вимогам до проектування, що обумовлені конструктивними особливостями колій та транспортних засобів [3].

Перелік посилань

1. Єрій А. В. Розробка сонячної електростанції на залізничній колії: кваліфікаційна робота магістра: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А. В. Єрій; Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький, 2023. – 77с.

2. ДСТУ EN 14033-4:2020 Залізничний транспорт. Залізничні колії. Машини для будівництва та обслуговування. Частина 4. Технічні вимоги до експлуатації, пересування та роботи на міській залізниці (EN 14033-4:2019, IDT).

3. Проектування і розрахунки конструкцій залізничної колії : підруч. для вищ. навч. закл. : в 2-х т. / Е. І. Даніленко, В. М. Молчанов, М. Б. Курган [та ін.] ; за ред. Е. І. Даніленка. – Київ : Хай-Тек Прес, 2019. – Т. 1. – 344 с. – ISBN 978-966-910-034-4. Наводиться фрагмент тексту.

УДК 662.997 Енерго- і ресурсозберігаючі технології та обладнання

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Марчук І. О., Тимощук О. Г.

Хмельницький національний університет

Проблема підвищення енергоефективності суспільного виробництва виникає сьогодні як одна з головних у процесі відродження економіки України. Попередня оцінка потенціалу енергозбереження показує, що його обсяг складає 42-48 % від загального обсягу споживання первинних енергоносіїв, а впровадження системи раціонального енерговикористання прямо зв'язано з рішенням численних економічних і екологічних питань.

Згідно з цим найважливішою ланкою і реформування житлово-комунального і господарства повинно стати зниження витрат і на виробництво послуг, а його економічною j основою - енергоресурсозбереження[1].

Основними методами досягнення наголошених вище цілей є: перехід до ефективних енергозберігаючих архітектурно-будівельних систем і інженерного устаткування в житлово-комунальному будівництві; упровадження приладового обліку і регулювання споживання теплової енергії, води і газу, організація взаєморозрахунків за споживання ресурсів за показниками приладів; створення економічного механізму, що стимулює процес енергоресурсозбереження; удосконалювання систем тарифів, стандартизації, сертифікації і метрології, спрямованих на енергоресурсозбереження.

Головна задача всіх учасників процесу енергопостачання й енергоспоживання складається в комплексному використанні усіх важелів керування попитом на ресурси і стимулювання енергоресурсозбереження (технічних, економічних, нормативних, інституційних, інформаційних) на основі ретельного аналізу ефективності використання ресурсів ЖКГ. Ефективність використання ресурсів у житлово-комунальному господарстві

У даний час діяльність житлово-комунального господарства супроводжується досить великими втратами ресурсів як споживаних самими комунальними підприємствами, так і наданих споживачам (води, теплової й електричної енергії):

- фактичне питоме споживання води в розрахунку на одного жителя перевищує встановлені нормативи в 1,5-2 рази, а питоме теплоспоживання - у 2-3 рази;
- діючий у галузі господарський механізм не стимулює зниження витрат; тарифи формуються по фактичній собівартості; всі непродуктивні витрати перекладаються на споживача; у підсумку завишаються тарифи й обсяги реалізації;
- підприємства не мають ні відчутних стимулів, ні фінансових можливостей для заміни в необхідних обсягах застарілого устаткування і зношених основних фондів;
- значну частку складають будинки, фактичні тепловтрати в яких на 20-30 % вище проектних через низьку якість будівництва і експлуатації;
- істотні втрати тепла і ресурсів відбуваються при експлуатації інженерних систем і устаткування, а також застарілих котелень, (в першу чергу дрібних) й індивідуальних опалювальних установок;
- втрати тепла в теплових мережах складають близько 15-20 %, а втрати тепла пов'язані з витоками - в 10-15 %. Цей перелік можна продовжити.

Розглянуто типи існуючих теплових насосів та систем із їх використанням, проаналізовано їх переваги та недоліки. Із врахуванням теперішньої економічної ситуації, пов’язаною із постійним зростанням цін на енергоносії, можна зробити висновок, що розробка системи опалення із використанням теплового насоса є задачею актуальною.

Розроблено конструкцію та здійснено вибір схеми теплонасосної установки. Вибрано цикл холодильної машини із регенеративним теплообмінником. В якості випарника обрано масло охолоджувач.

Визначено питомі параметри циклу, визначено питомі параметри теплонасосної установки, теплопритоки всередину приміщення, параметри компресорної установки, проведено розрахунок регенеративного теплообмінника та здійснено вибір допоміжного устаткування.

Таким чином розраховано основні параметри енергоефективної системи опалення для типового підприємства.

Перелік посилань

1. А.с.20778 Багатофункціональний тепловий насос. Джамаль С.В., Катвалюк А.Л. Заявл.28.07.2006, опубл.15.02.2007, бюл.№2.
2. А.с.17540 Автономна установка для опалення і гарячого водопостачання. Книрік О.І.,Зельцер В.А.,Заявл.29.07.1996, опубл.31.10.1997, бюл.№5.

УДК 621.311.11 Енерго-і ресурсозберігаючі технології та обладнання

РОЗРАХУНОК ПРОГНОЗОВАНОЇ КІЛЬКОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ОБ’ЄКТОМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ, ПОБУДОВАНИМ НА КОЛІЯХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ

А. Єрій, М. Скиба, О. Поліщук, Т. Романець
Хмельницький національний університет

Враховуючи тенденції енергетичного ринку світу до збільшення частки сонячної енергетики в загальному обсязі продукованої енергії та великий обсяг забудови СЕС, з

метою заощадження земельних ділянок, що можуть бути використанні в інших видах господарської діяльності, нами, було, розроблено сонячну електростанцію, яка прокладається в полотні залізничної колії (ділянка проектної забудови – траса Гречани-Тернопіль) [1]. Для обгрунтування доцільності будівництва подібних об'єктів альтернативної енергетики, нами, було, проведено ряд розрахунків та побудовано графіки генерування електричної енергії за допомогою системи «Photovoltaic Geographical Information System» [3].

Для побудови графіків генерування енергії розраховуємо загальну потужність СЕС без врахування втрат енергії на проміжних етапах її перетворення за формулою [1]:

$$P_{сес} = n_J \cdot P_J \text{, Вт.} \quad (1)$$

де n_J - загальна кількість сонячних панелей J, шт; P_J - потужність однієї сонячної панелі Вт.

Підставивши проектну кількість сонячних панелей та їх зазначену потужність в умовах максимальної освітленості в формулу (1) отримуємо:

$P_{сес} = 56000 \cdot 360 = 20160000$ Вт, або $20{,}16$ МВт.

Отримане значення вносимо в систему «Photovoltaic Geographical Information System» [4] та будуємо графіки генерування електричної енергії впродовж року (рисунок 1). Для побудови графіка було обрано ділянку траси, яка відповідає усередненим показникам рівня опромінення поверхні землі сонячною радіацією, що підтверджується статистичними даними NASA за останні 20 р. [2].

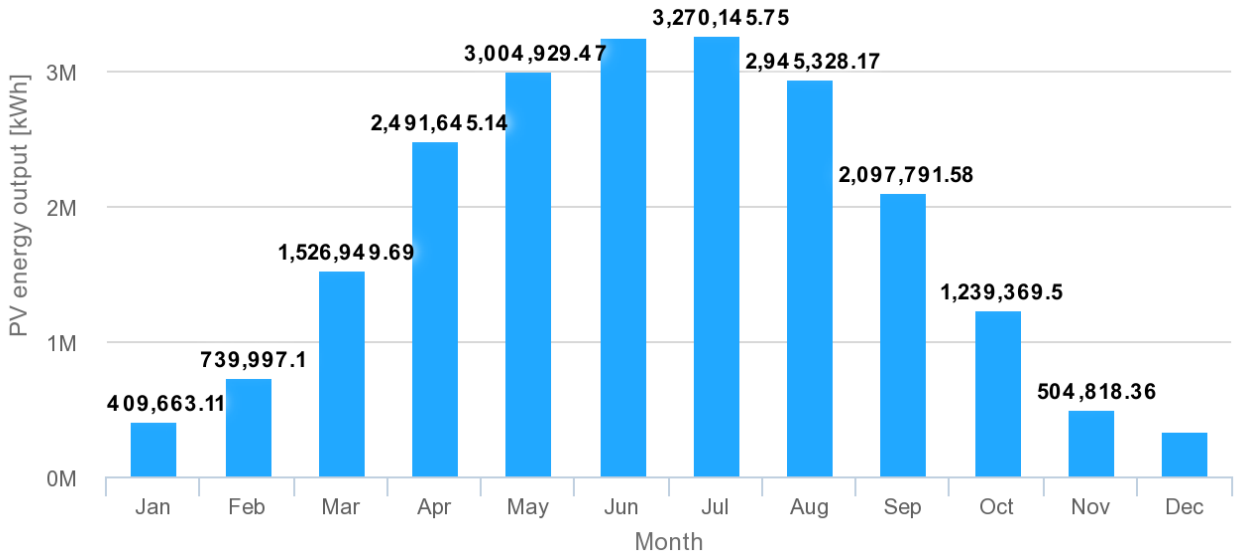


Рисунок 1 – Графік генерування електричної енергії впродовж року

Для врахування втрат енергії в елементах СЕС проводимо розрахунок електричних параметрів за формулою [1]:

$$P_{сес.заг} = \left(n_J \cdot P_J - S_{n.n.\ J\text{-}U}\right) \cdot \eta_U - S_{n.n.\ U\text{-}T} - S_T, \quad (2)$$

де P_J - потужність однієї сонячної панелі, Вт; $S_{n.n.\ J\text{-}U}$ - втрати в провідниках які з'єднують сонячні панелі J_i з інверторами U_i, ВА; η_U - ККД інвертора U, %; $S_{n.n.\ U\text{-}T}$ - втрати в провідниках які з'єднують інвертори U_i з трансформаторами T_i, ВА; S_T - втрати в трансформаторах, ВА.

Підставивши значення в формулу 2 отримуємо:

$$P_{сес.заг} = (56000 \cdot 360 - 0) \cdot 0{,}98 - 2287588{,}8 - (11{,}37 \cdot 28) = 17468892{,}84 \text{ Вт.}$$

Отже, загальна потужність СЕС з врахуванням втрат складає – 17,469 МВт.

Провівши ряд розрахунків електричних та фізичних параметрів розробленої нами СЕС [1, п. 3.2, с. 65-67, ф. 3.2-3.10] будуємо скорегований графік генерування електричної енергії з врахуванням всіх форм втрат, які враховані в формулі (2)(рисунок 2).

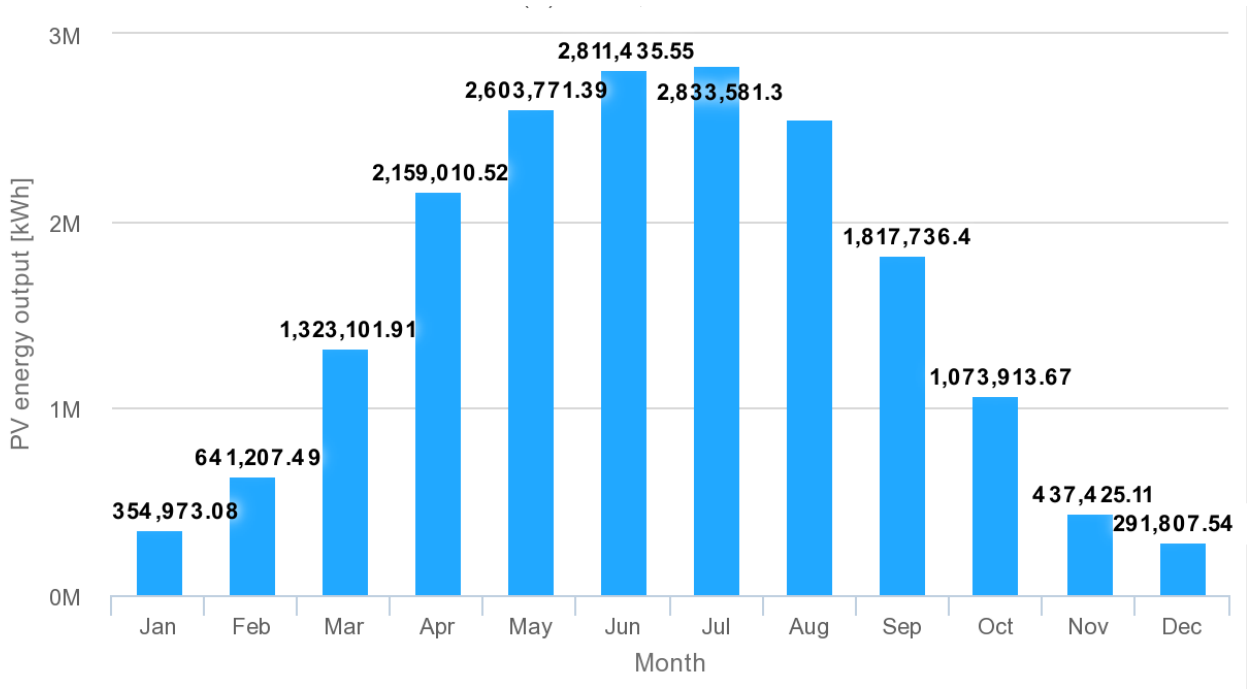


Рисунок 2 – Скорегований графік генерування електричної енергії впродовж року

Провівши аналіз графіків на рисунках 1 та 2 можна констатувати факт, що перетворюючі установки розробленої нами СЕС, зменшують її ефективність до 86,65%. Тобто, на перетворені та транспортуванні енергії в системі втрачається 13,35% від усієї згенерованої електричної енергії.

Підібрані нами конструктивні елементи СЕС та побудована принципова електрична схема [1] надали можливість досягти високого показника енергоефективності установки. Розрахункові втрати енергії, які обумовлені транспортуванням та перетворенням енергії складають 13,35%, що в свою чергу нижче ніж середньоринковий показник в 14% [3]. Потужність спроектованої СЕС складає - 17,469 МВт екологічно чистої енергії на виході установки.

Перелік посилань

1. Єрій А. В. Розробка сонячної електростанції з розміщенням на залізничній колії: кваліфікаційна робота магістра: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А. В. Єрій; Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький, 2023. – 78с.

2. The POWER Project [Електронний ресурс]/Режим доступу: https://power.larc.nasa.gov (дата звернення 02.12.2023).

3. Photovoltaic Geographical Information System [Електронний ресурс]/Режим доступу: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (дата звернення 02.12.2023).

УДК 662.997 Економіка і енергозбереження

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ДВИГУНОМ СТІРЛІНГА

Неймак Є. В., Поліщук О. С.
Хмельницький національний університет

На сьогоднішній день важливий вплив на формування економічної ситуації в Україні має енергетичний фактор. Тому альтернативні джерела енергії є одним із пріоритетних напрямків економічного розвитку України. Такими джерелами є сонячна, вітрова геотермальна енергетика.

Енергія сонця, що потрапляє на поверхню нашої планети, має колосальну потужність. Сонячне випромінювання за тиждень за потужністю перевершує всі нині відомі світові запаси нафти, урану і вугілля разом узяті. Крім того, сонячна енергія - екологічно чиста, при її виробленні не утворюється вуглекислий газ, вона повністю радіаційно безпечна і не вимагає подальшої утилізації відходів. Удосконалення технології призвело до того що сонячна енергія стала найдешевшою серед інших альтернативних видів енергії.

Метою досліджень було визначення характеристик та параметрів концентратора параболоїдного типу, що використовують двигун Стірлінга.

Розглянуто та проаналізовано перспективи застосування двигунів Стірлінга в автономній енергетиці XXI століття, розглянуто сфери, де даний тип двигунів використовується [1].

Розроблено конструкцію сонячного концентратора параболоїдного типу із двигуном Стірлінга, розраховано параметри сонячного концентратора.

Отримані результати дозволили встановити ефективність роботи як двигуна Стірлінга, так і установки в цілому в залежності від величини прямої сонячної радіації. В цілому спостерігається кореляція між теоретичними і дослідними даними, що свідчить про коректність застосованих теоретичного та експериментального підходів. Деяка розбіжність у значеннях температури гарячої зони свідчить про необхідність подальшого експериментального фіксування температури, в тому числі при найбільш можливих значеннях температури, для дослідження розбіжності між теоретичними та експериментальними даними [2].

Проведено ряд експериментів з сонячною енергетичною установкою на базі двигуна Стірлінга, а саме: дослід у замкненому просторі, дослід у відкритому просторі, дослід у відкритому просторі без однієї, двох та трьох секцій сонячного концентратора. Дослідним шляхом вдалося встановити пряму залежність між інтенсивністю сонячного випромінювання і температурами гарячої та холодної порожнин двигуна Стірлінга, його швидкістю обертання та вихідною електричною потужністю енергетичної установки: зі збільшенням сонячної радіації всі вищезазначені параметри зростають, не залежно від того, проводився дослід у закритому чи відкритому просторі. Також, розглядаючи погодні умови, вдалося виявити пряму залежність між температурами гарячої і холодної порожнини двигуна Стірлінга та швидкістю вітру: чим більше швидкість вітру, тим температури менше.

Перелік посилань

1. Долганов К.Є., Лісовал А.А., Постол Ю.О. Вдосконалення двигуна Стірлінга моделі УДС-1 // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту та експлуатації автомобілів: Зб. наук. пр. – К.: УТУ, 2001. - №11. – С.26-30.

2. Tadashi Kondoh, Kikuo Katoh. Automotive Stirling Engine Development for Small Passenger Car// SAE Techn. Pap. Ser. –1988.- №880538. – 7 p.

УДК 621+536 Економіка та енергозбереження

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НІКЕЛЬ-ЦИНКОВИХ БАТАРЕЙ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ЕНЕРГЕТИЦІ

Боровик Д.О., Горященко С.Л.
Хмельницький національний університет

У наш час, коли високий технологічний прогрес і ріст індустрії ставлять підвищені вимоги до джерел електроенергії, її носіїв - розробка та вдосконалення акумуляторних технологій стає актуальним завданням.

Акамулятори вже давно визначають технологічне підгрунтя, забезпечуючи енергією безліч пристроїв, від компактних гаджетів до електричного транспорту.

Однією з перспективних ідей є використання нікель-цинкових батарей, які володіють певними перевагами порівняно з іншими типами акумуляторів, такими, як: свинцево-кислотні, гелеві, та AGM акамулятори.

Нікель-цинкові батареї, як потенційно перспективне джерело електроенергії, привертають увагу науковців та інженерів своєю екологічною безпекою, високою енергетичною щільністю і можливістю масштабування. Однак, для досягнення повного потенціалу цих батарей, необхідно подолати технічні виклики, пов'язані з їхньою стабільною роботою, тривалістю життєвого циклу та вартістю їх виробництва. У цьому контексті, дослідження та оптимізація властивостей нікель-цинкових батарей стає ключовим напрямком для забезпечення надійного та ефективного джерела електроенергії в майбутньому.

Ось кілька причин, чому саме нікель-цинк може бути ключовим гравцем в розвитку енергетичних систем у вподальшому:

- ✓ Екологічна чистота:

Використання нікелю та цинку у батареях вказує на екологічну чистоту цього технологічного рішення. Порівняно з іншими типами батарей, які можуть містити шкідливі елементи, такі як свинець чи кадмій, нікель-цинкові батареї можуть бути менш токсичними та більш придатними для використання в екологічно чутливих сферах.

- ✓ Висока енергетична щільність:

Нікель-цинкові батареї володіють високою енергетичною щільністю, що означає, що вони можуть забезпечити значну кількість енергії на одиницю об'єму чи маси. Це може зробити їх ефективними для використання в різних сферах, включаючи портативну електроніку та електротранспорт.

- ✓ Довгий термін служби:

Нікель-цинкові батареї можуть мати довший термін служби порівняно з іншими альтернативами, що робить їх привабливими для сфер, де важлива стабільність енергопостачання та низькі витрати на обслуговування.

- ✓ Можливості для рециклінгу:

Використання нікелю та цинку сприяє можливостям для ефективного рециклінгу батарей, зменшуючи відходи та зберігаючи природні ресурси.

Таким чином, нікель-цинкові батареї - інноваційне рішення, яке може визначати енергетичну карту майбутнього, забезпечуючи чисту, ефективну та довгострокову енергію.

Нікель-цинкові батареї (NiZn) є одним з типів реактивних акумуляторів, де активні матеріали в електродах взаємодіють з іонами у розчині для створення струму. [1]

У них використовуються електроліти на водній основі (лужні батареї), анодом є цинк, а катодом - оксид нікелю. Крім більш тривалого терміну служби і стійкості до

великих коливань температури, нікель-цинкові батареї менш важкі та чинять менший вплив на навколишнє середовище, ніж свинцево-кислотні альтернативи, які традиційно використовуються в ДБЖ, автомобілях, та іншій техніці. При цьому ціна на нові батареї аналогічна свинцево-кислотним акумуляторам. У нікель-цинкових батареях поліпшена щільність потужності у два рази, порівняно з свинцево-кислотними акумуляторами. Це означає, що вони можуть забезпечити швидке заряджання, необхідне для таких пристроїв, як ДБЖ у центрах оброблення даних, забезпечити достатній рівень струму в електричних інструментах або транспортних засобах, та інших ситуаціях, коли потреба у швидкому заряджанні переважує турботу про довговічність пристрою. [2]

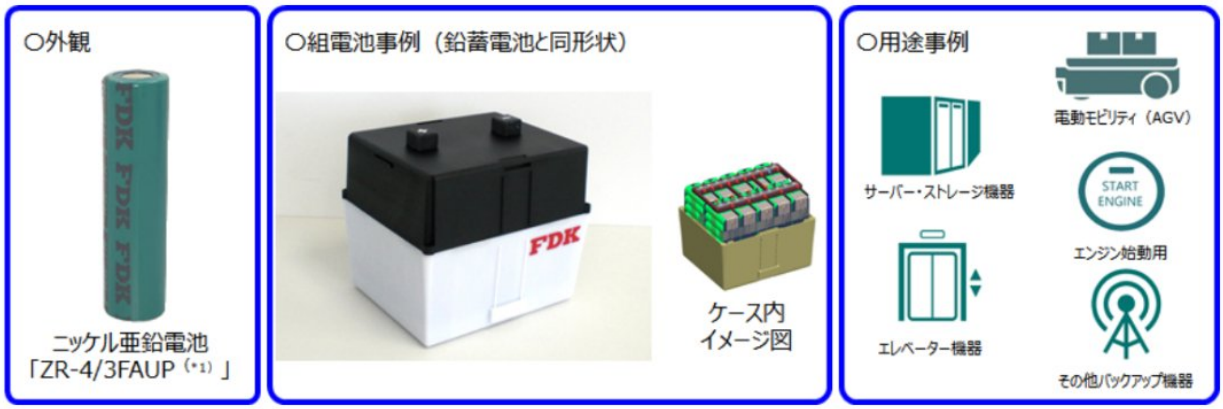


Рисунок 1 - Нові нікель-цинкові батареї ZR-4/3FAUP [2, Фото: FDK]

Важливо враховувати, що, як і з будь-яким типом технології, NiZn батареї мають свої обмеження, такі як обмежений термін служби та можливість саморозряду з плином часу. Однак їхні переваги роблять їх привабливими в ряді конкретних застосувань. Компанія FDK у співпраці з корпорацією Fujitsu, провели низку досліджень та впевнено заявляють, що їхні нові нікель-цинкові батареї повністю готові до використання. Батареї, які компанії представили ще навесні 2023 року, вже пройшли довгострокові випробування, які довели, що вони зберігають 70-відсоткову місткість після 800 циклів зарядки та розрядки, що вдвічі перевищує стандартний термін служби свинцево-кислотних акумуляторів. Батареї також пройшли випробування, під час якого їх зберігали у вуличній шафі за температури від 0 °C взимку до50 °C влітку Компанія FDK заявила, що тестові батареї продовжували працювати безпечно, зберігаючи при цьому свою первісну місткість.

Поновлювані джерела енергії покликані зменшити залежність людства від викопних видів палива. Але для повсюдного використання «чистої» енергії необхідно розробити ще й безпечний та економічний рентабельний спосіб її зберігання.

Водні батареї на основі цинку і раніше привертали увагу дослідників своєю безпекою та високою щільністю енергії. До того ж вони виготовляються з широко доступних в природі матеріалів. Однак створені раніше цинкові акумулятори вимагали наявності товстих анодів з металевого цинку, що серйозно збільшувало собівартість батареї. Крім того, аноди схильні до формування дендритів - кристалічних відкладень, що викликають коротке замикання.

Дослідники Юнпей Чжу та Хусам Альшаріф з Науково-технологічного університету імені короля Абдалли (Саудівська Аравія), спільно з Юи Цуй зі Стенфордського університету (США), вирішили обійтися зовсім без анода. Взявши за зразок безанодні літієві та натрієві батареї, вони розробили акумулятор, в якому багатий цинком катод став єдиним джерелом цинкового покриття на мідному струмознімачі.

Вчені використали в новій батареї катод з діоксиду марганцю інтеркальований іонами цинку. В якості електроліту вчені використали водний розчин

тріфторметансульфоната, а в якості струмознімача - мідну фольгу. Під час зарядки металевий цинк наноситься на мідну фольгу, а під час розрядки метал відділяється, вивільняючи електрони, які живлять акумулятор.

Для запобігання утворенню дендритів розробники покрили мідний струмознімач рівномірним шаром вуглецевих нанодисків. Цей шар сприяє рівномірному розподілу цинку, тим самим запобігаючи утворенню дендритів та збільшує ефективність. Батарея продемонструвала високу продуктивність, щільність енергії та стабільність, зберігши 62,8% своєї місткості після 80 циклів заряду-розряду. [4]

За словами розробників, безанодна конструкція батареї відкриває нові можливості у використанні водних батарей на основі цинку в системах зберігання відновлюваної енергії.

Багато хто з сучасних гаджетів потребують енергетичного підживлення прямо «на ходу». Цілющу силу напруги і струму вони черпають із заздалегідь накопичених запасів в баках акумуляторних батарей. Між собою акумулятори відрізняються будовою і характером протікають всередині хімічних процесів, що формує свій перелік переваг і недоліків кожної з поширених технологій, на яких базуються елементи живлення. [3]

Протягом довгих років питаннями постачання портативної електроніки енергією були практично одноосібно зайняті нікель-кадмієві акумулятори, винайдені на рубежі XIX і XX століття.

Нікель-цинкові батареї можуть відігравати важливу роль у майбутньому. Розглянемо фактори, які підтримують цю ідею, включають:

1) Розвиток технологій. З розвитком технологій та досліджень в галузі енергосховищ, можливі вдосконалення конструкції та хімічних компонентів нікель-цинкових батарей, що може призвести до збільшення їхньої ефективності та тривалості служби.

2) Екологічні перевагию. У зв'язку з ростом екологічної свідомості, бажанням зменшення викидів та залежності від нестабільних джерел енергії, нікель-цинкові батареї можуть здобути популярність як екологічно чисте та відновлюване енергетичне рішення.

3) Застосування в електротранспорті. Зростання інтересу до електричних автомобілів та засобів електричного транспорту може збільшити попит на високоефективні батарейні технології, такі як нікель-цинкові батареї.

4) Розвиток ринку енергосховищ. Збільшення потреб у стабільних джерелах енергії для підтримки різноманітних пристроїв, від портативної електроніки до великих систем енергосховища, може визначити місце нікель-цинкових батарей на ринку.

5) Розвиток енергетичної інфраструктури. Зростання інтересу до розвитку альтернативних джерел енергії та розширення енергетичної інфраструктури може створити сприятливе середовище для використання та розвитку нікель-цинкових батарей.

Усі ці фактори свідчать про те, що нікель-цинкові батареї можуть мати значущий вплив на енергетичну сферу у майбутньому, але, як і з будь-якою новою технологією, їхнє успішне впровадження буде залежати від подальших досліджень, розвитку технологій та підтримки з боку галузевих гравців і споживачів.

Незважаючи на низку очевидних переваг, які притаманні нікель-цинковим батареям, цей тип енергосховища зіткнувся з декількома викликами, які визначають його поточний стан і визначають напрямки для подальших досліджень та вдосконалень.

Один із ключових викликів - це проблема короткого терміну служби. Незважаючи на те, що нікель-цинкові батареї вже показують довгий термін служби порівняно з іншими альтернативами, існуючі технічні обмеження ще не дозволяють повноцінно використовувати їх у багатьох сферах, де вимагається велика стабільність та тривалість.

Необхідно також враховувати потребу в подальших дослідженнях і розробках, спрямованих на вирішення проблеми саморозряду, яка є актуальною для нікель-цинкових батарей. Це може виграти на користь їхній стабільності та зробити їх більш привабливими для широкого використання у різних сферах.

Загалом, неоднозначний характер вимог перед нікель-цинковими батареями вимагає спільних зусиль індустрії для подолання технічних обмежень і реалізації повного потенціалу цього перспективного енергетичного рішення.

Перелік посилань

1. Нікель-цинковий акумулятор MastAK [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://betery.com.ua/ua/p30043783-nikel-tsinkovyj-akkumulyator.html#:~:text=Нікель-цинковий%20акумулятор%20—%20це%20хімічний,1.6%2C%20найбільша%20з%20лужних%20акумуляторів.

2. Fujitsu жорстко протестувала нікель-цинкові батареї: вони вдвічі кращі за конкурентів [Електронний ресурс] // ФОКУС. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://focus.ua/uk/digital/606343-fujitsu-zhorstko-protestuvala-nikel-cinkovi-batareyi-voni-vdvichi-krashi-za-konkurentiv.

3. Цілюща сила напруги і струму: основні типи акумуляторних батарей [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://ek.ua/ua/post/1886/325-zhivitelnaya-sila-napryazheniya-i-toka-osnovnye-tipy-akkumulyatornyh-batarey/.

4. Вчені розробили безанодну цинкову батарею для зберігання відновлюваної енергії [Електронний ресурс] // Eco Technology. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://ecotech.news/energy/1001-vcheni-rozrobili-bezanodnu-tsinkovu-batareyu-dlya-zberigannya-vidnovlyuvanoji-energiji.html.

УДК 678.023 Енерго- і ресурсозберігаючі технології та обладнання

ПЕРСПЕКТИВИ МЕХАНІЧНОГО РОЗВОЛОКНЕННЯ ВІДХОДІВ РОЗКРОЮ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

В. Пасатюк, О. Поліщук

Хмельницький національний університет

Розволокнення відходів дозволяє повторно використовувати матеріали, які інакше були б викинуті. Це сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню потреби у нових сировинних матеріалах. Утилізація відходів розкрою зменшує екологічний вплив текстильної промисловості. Шляхом рециклінгу та переробки цих матеріалів можна знизити обсяги відходів, що потрапляють на звалища, та скоротити викиди вуглецю. Вторинна переробка відходів може бути вигідною з економічної точки зору, оскільки перероблені матеріали можуть бути продані або використані для виготовлення нових виробів, знижуючи витрати на сировину. Розволокнені матеріали можуть бути застосовані для створення нових видів тканин або композитних матеріалів, що відкриває двері для інновацій у текстильній промисловості. Зменшуючи кількість відходів, що потрапляють на звалища, можна позитивно вплинути на екологічну ситуацію, уникнути забруднення та зменшити обсяги використання земельних ресурсів.

У процесі розкрою трикотажного полотна утворюються відходи у вигляді випадів лекал, які часто розглядаються як невикористані ресурси. Ці відходи мають потенціал для вторинного використання, що може призвести до зниження витрат на сировину та зменшення екологічного навантаження. Переробка та повторне використання цих відходів може бути реалізована різними шляхами:

- відходи можуть бути перетворені на волокно або наповнювач для виробництва інших текстильних виробів, таких як ковдри, подушки або навіть в якості ізоляційних матеріалів;

- з відходів можна виготовляти різноманітні аксесуари, включаючи головні убори, сумки, іграшки, що дозволяє повторно використовувати матеріал і знижувати виробничі відходи;

- перероблені текстильні відходи можуть служити як наповнювачі в композитних матеріалах, що використовуються в різних галузях, включаючи будівництво та автомобілебудування;

- відходи можуть бути використані для створення екологічно чистих колекцій одягу, що сприяє популяризації принципів сталого розвитку в модній індустрії;

- відходи можуть бути перероблені в неткані матеріали, які використовуються у виробництві медичних масок, гігієнічних виробів та інших спеціалізованих виробів;

- перероблені текстильні відходи можуть бути застосовані для виготовлення екологічних упаковок, як альтернатива пластиковим і неекологічним матеріалам.

Частка тканини непридатної для подальшого використання становить 8-12%. Середнє споживання матеріалу на швейному підприємстві з кількістю 10 працівників швейного цеху, складає від 1500 – 2000 кг на місяць для трьохниткового футера і 1250-1750 кг для двохниткового. Тобто в місяць на одному підприємстві утворюється від 100 до 250 кг відходів. Загальне споживання тканин в Україні становить біля 2,5 млн кг на місяць, тобто до 250 тис. кг відходів потенційно придатних для переробки [1].

Переробка відходів трикотажного полотна може бути здійснена кількома способами, кожен з яких має свої особливості і переваги. Розглянемо деякі з найпоширеніших методів:

- механічне розволокнення, яке полягає в розпусканні тканин на окремі волокна без застосування хімічних реагентів та повторного їх використання для виготовлення нових текстильних виробів або як наповнювач для ізоляційних матеріалів;

- хімічна переробка, що заключається у використання розчинників для розщеплення синтетичних полімерів на мономери, які потім можуть бути повторно полімеризовані для створення нових волокон або інших матеріалів;

- термічна переробка, яка полягає у використанні високих температур для перетворення текстильних відходів на енергію через процеси, такі як піроліз або газифікація.

Розглянувши можливі методи переробки відходів трикотажного полотна, найбільш перспективним є механічне розволокнення. Цей метод відрізняється своєю екологічністю, ефективністю і економічністю. Механічне розволокнення дозволяє перетворити текстильні відходи на вторинні волокна без застосування додаткових хімічних реагентів або складних технологічних процесів.

Цей метод включає подрібнення трикотажних відходів на дрібні частини, після чого відбувається процес розсівання і відокремлення волокон. Результатом є отримання вторинних текстильних волокон, які можуть бути повторно використані в виробництві текстильних виробів або для виготовлення ізоляційних матеріалів, килимових покриттів, геотекстилю та інших виробів.

Переваги механічного розволокнення полягають у низькій вартості процесу та збереженні природних ресурсів, оскільки цей метод сприяє зниженню потреби у використанні первинних сировинних ресурсів. Водночас це допомагає зменшити обсяги відходів, які потрапляють на звалища, сприяючи збереженню довкілля.

Також важливим є і той факт, що механічне розволокнення дозволяє відновити і повторно використати волокна зі збереженням їхніх властивостей, що робить цей процес ефективним з точки зору збереження якості текстильної продукції.

Таким чином, механічне розволокнення відходів трикотажного полотна відкриває широкі можливості для вторинного використання матеріалів і є ключовим компонентом у створенні замкненого циклу виробництва в текстильній промисловості.

Пропонується метод механічного розволокнення відходів без попереднього подрібнення. Довжина волокна має стати приорітетним критерієм переробки у зв'язку з тим, що якість пряжі для отримання ниток визначається первинною довжиною волокон. Якість пен'є має довжину волокна 35-70мм, карде - 25-35мм, опен енд - 15-25мм.

Для отримання максимальної довжини волокна механічним методом пропонується використати кардові стрічки зі спеціальною формою зубців, що рухаються в одному напрямку з різною швидкістю одна відносно одної. Таким чином відбудеться послаблення структури тканини та з'явиться можливість максимально витягувати із відходів волокна не розриваючи їх.

Пошук сучасних способів розволокнення структури відходів, теоретичне обґрунтування їх технологічної реалізації і експериментальна перевірка основних положень теорії, розробка рекомендацій для створення ресурсозберігаючих технологічних процесів і технологічного обладнання для розволокнення текстильних та трикотажних відходів є важливою науковою і практичною проблемою, що визначає актуальність роботи.

Перелік посилань

1. Види відходів, що утворюються в технологічних процесах легкої промисловості [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/8596/1/NRMSE2017_V2_P378-379.pdf.

УДК 662.997 Економіка і енергозбереження

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГЕЛІОУСТАНОВКИ

Самчук Я. І., Тимощук О. Г.
Хмельницький національний університет

У теперішній час питанням використання поновлюваних джерел енергії приділяється серйозна увага. Ці джерела енергії розглядаються як серйозне доповнення до традиційних.

На даний момент необхідність розвитку нетрадиційних поновлюваних джерел енергії обумовлена наступними факторами:

- можливістю вирішення проблем ліній енергозабезпечення віддалених, важкодоступних і екологічно напружених районів;
- скорочення обсягів будівництва ліній електропередач, особливо у важкодоступних і віддалених місцях;
- участю їх в оптимізації графіків завантаження встаткування на електростанціях з обліком їх сезонного використання;
- зниження викидів CO2, NOX і інших, що дозволяє фінансувати будівництво за рахунок оплат «квот за викиди».

До поновлюваних джерел енергії відноситься вітрова, гідравлічна, сонячна, геотермальна енергії; енергія біомаси. Серед усіх джерел енергії сонячна радіація по

масштабах ресурсів, екологічній чистоті й повсюдної поширеності найбільш перспективна. Річна кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі оцінюється в 1,05·1018 кВт·год. Без шкоди для екологічного середовища може бути використано 1,5% усієї падаючої на Землю енергії, тобто 1,62·1016 кВт·год у рік, що еквівалентно 2·1012 тонн умовного палива.

У цей час по даним Міжнародного енергетичного агентства виробництво електроенергії за рахунок нетрадиційних поновлюваних джерел енергії оцінюється більш ніж в 2000 млрд кВт·год, що становить близько 2% від загального її виробництва, і ця частка постійно збільшується.

Для перетворення енергії випромінювання Сонця використовуються спеціальні пристрої — геліоустановки (ГУ). У цей час застосовуються геліоустановки різного призначення й принципу перетворення енергії: сонячні водо- і повітронагрівачі; установки прямого перетворення енергії Сонця в електричну на напівпровідникових фотоперетворювачах без концентрації й з концентрацією випромінювання; теплові енергетичні турбогенераторні установки (ще інакше називані модульними), теплові геліостатні електростанції баштового типу з газотурбінними циклами; наземні й орбітальні високотемпературні печі; орбітальні сонячні батареї. У світовій практиці для орієнтації ГУ на Сонце як правило використовується електропривод.

Сонячні печі - установки, що концентрують сонячну енергію й перетворюють її в теплову. Сонячні печі є технологічними ГУ. У них проводиться виготовлення, обробка й випробування промислових виробів з тугоплавких матеріалів. Дані ГУ пред'являють найбільш високі вимоги до точності наведення на Сонце.

Енергетичні ГУ виробляють електричну або/і теплову енергію, при цьому установка працює за принципом максимального виробітку енергії, і споживачі не накладають на неї додаткових вимог регулювання потужності. Вимоги по точності наведення енергетичних ГУ нижче, чим для сонячних печей. Зокрема, необхідна точність спостереження за Сонцем турбогенераторних ГУ, геліостатів баштових ГУ, фотоелектричних геліоустановок з концентрацією випромінювання залежить від багатьох факторів, у тому числі від типу й оптичної сили застосовуваних концентраторів променистого потоку.

У наявних дослідженнях з електропривода ГУ розглянуті питання, що ставляться до структури, динамічних і точнісних показників СЕП сонячних печей; до динаміки й системі керування групи геліостатів; до обліку нелінійностей редукторного слідкуючого електроприводу (СЕП) і компенсації люфту, синтезу оптимальних регуляторів положення для геліоустановок з концентраторами випромінювання. Приділена увага поліпшенню конструкції опорно-поворотного пристрою турбогенераторних ГУ й фотоелектричних ГУ з концентрацією випромінювання, а також модульної конструкції фотоелектричних ГУ без концентрації випромінювання.

У даний час набули поширення нерухомі сонячні батареї. Підняте питання про доцільність наведення на Сонце фотоелектричної ГУ без концентрації випромінювання, і як найбільш раціональний розглядається покроковий режим автосупроводу Сонця з використанням релейного СЕП з керуванням від датчика неузгодженості.

Для енергетичних геліоустановок найбільш важливими показниками є ККД перетворення сонячної енергії в електричну й вартість.

По питанню підвищення енергетичних показників і зниження електричних втрат в електроприводі є багато досліджень, але в цих роботах не враховуються особливості тихохідних приводів, що стежать. Розглянутий покроковий режим спостереження в

тихохідних СЕП і запропонована методика визначення енергетичної ефективності в результаті переходу від безперервного до покрокового режиму спостереження. Недоліком є ряд прийнятих допущень і наближень, які ставлять під питання коректність зроблених виводів стосовно для енергетичних геліоустановок.

Розглянуті варіанти оптимізації стежачи електроприводів енергетичних ГУ, що працюють у безперервному режимі спостереження за Сонцем, за енергетичними показниками. Показано, що найбільше доцільно використовувати двигун постійного струму із широтно-імпульсним перетворювачем напруги. Проаналізовані енергетичні показники різних типів двигунів і втрати потужності залежно від узагальнених параметрів електропривода. Запропоновані способи зниження коливань виконавчого вала. У даній роботі не розглянута можливість виконання релейного СЕП.

Пробілом у всіх дослідженнях є відсутність методики розрахунків потужності двигуна для ГУ залежно від конкретної місцевості й конкретних розмірів фотоприймача. У ряді робіт потужність двигуна розраховується виходячи з вітрового моменту, який у свою чергу вважається пропорційним площі приймача й визначається перерахуванням експериментально обмірюваного вітрового моменту, що діє на аналогічні установки, наприклад, радіотелескопи. При цьому вітровий момент приймається пропорційним площі приймача.

Метою роботи було поліпшення енергетичних показників, підвищення економічності, надійності й рівня автоматизації енергетичних ГУ наземного базування на основі теоретичної й практичної розробки їх електропривода.

Проведено аналіз існуючих конструкцій електроприводів енергетичних геліоустановок; розроблені технічні вимоги до електроприводу й системи автоматики сучасних енергетичних ГУ без концентрації випромінювання, призначених для експлуатації в Україні.

Запропоновано математичні залежності для аналізу втрат енергії в електроприводі й додаткових втрат у фотоприймачі внаслідок переходу до покрокового режиму автосупроводу Сонця; розроблена методика визначення оптимальної величини кроку.

Розроблено експериментальний стенд для дослідження ефективності роботи електроприводу енергетичної геліоустановки та її автоматики; в результаті експерименту визначено, що у розглянутому варіанті витрати енергії на електропривод у результаті переходу від безперервного режиму до покрокового знижуються до 50%.

Перелік посилань

1. United Solar Technologies. [Електронний ресурс] / United Solar Technologies – Режим доступу до ресурсу: http://ust.su/solar/media/section-inner79/2866/.
2. A. Khanna, Z. P. Ling, V. Shanmugam, M. B. Boreland, I. Hayashi, D. Kirk, H. Akimoto, A. G. Aberle, and T. Mueller, in 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (2013) p. 1336.

УДК 621.577.4:697.34 Економіка і енергозбереження

ПРОБЛЕМАТИКА РОЗТАШУВАННЯ КОЛЕКТОРІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Гузаїров Т.А., Майдан П.С.
Хмельницький національний університет

Залежність вітчизняної економіки від впливу імпортних енергоресурсів змушує шукати нові шляхи до зниження витрат на кондиціонування в літній період та опалення в

зимовий. У зв'язку з цим суттєвий інтерес представляє досить поширена технологія, заснована на використанні так званих теплових насосів.

Дана технологія приваблива навіть з того боку, що для вироблення однакової кількості тепла тепловий насос (ТН) буде споживати від 2,5 до 4,5 разів менше електричної енергії за будь-який інший електричний нагрівальний прилад [1-4].

Якщо ж ТН буде використовуватись в, так званому, реверсному режимі (тобто для опалення в зимовий період та кондиціонування в літній період), тоді економія електроенергії суттєво зростає.

Одним із варіантів класифікації ТП є класифікація за типом теплоносія:

- повітря – повітря - використовує для опалення будівлі тепло вуличного повітря, для цього підходить навіть досить холодне повітря, яке в процесі роботи ТН охолоджується ще більше. ТН даного виду відрізняються відсутністю проміжного теплоносія та, відповідно, безшумною роботою, а влітку можуть використовуватись в якості кондиціонерів;

- повітря – вода - така система, зворотна до системи вода-повітря, тобто для нагріву спеціального рідкого теплоносія використовують тепло навколишнього повітря;

- вода – повітря - для нагріву повітря, що циркулює в повітряній системі опалення будівлі використовується отримане за допомогою зондів та свердловин тепло ґрунтових вод;

- вода – вода - досить ефективна система, яка дає можливість нагрівати спеціальний теплоносій теплом наземних, стічних або підземних вод;

- ґрунт – вода - рідина циркулює в прокладених під землею трубах та акумулює тепло з ґрунту;

- лід – вода - для нагрівання спеціального теплоносія дані ТН використовують енергію, що отримується під час заморожування води. Відомо, що енергії, отриманої під час заморожування від 100 до 200 л води, достатньо, щоб протягом однієї години обігрівати невелику будівлю [1-4].

Також класифікують моновалентні та бівалентні ТН. Перший тип повністю покривають річну потребу об'єкта в охолодженні та опаленні, другий - виконують дану роботу частково, тому працюють у комплексі з іншим опалювальним обладнанням.

Якщо ТН використовують лише для опалення приміщення (або у загальному випадку будівлі чи споруди) лише як елемент ТН, охолоджений холодоагент частково нагрівається завдяки теплу основи, середньодобовий рівень температури якої вищий за рівень температури навколишнього повітря. При цьому теплообмін між холодоагентом і основою здійснюється за допомогою використання проміжного елемента - ґрунтового колектора [1-4].

Якщо теплову машину будуть використовувати для кондиціонування приміщення (або у загальному випадку будівлі чи споруди), певну частину надлишкового тепла від кондиціонера будуть скидати у основу, середньодобовий рівень температури якого нижчий за рівень температури навколишнього повітря.

Проте, загально відомо, що теплова машина є лише складовою частиною ТН, принцип дії якого, в свою чергу, полягає в тому, що для обігріву деякого об'єму будівлі з набагато більшого об'єму основи повинне забиратися тепло.

Якщо ТН використовується для кондиціонування повітря в деякому об'ємі будівлі, то в набагато більший об'єм основи повинен скидатись надлишок тепла [1-4].

Звідки слідує, що для того, щоб обігріти деякий об'єм приміщення (будівлі) з використанням ТН, ми повинні охолодити набагато більший об'єм ґрунту.

Зокрема, якщо теплообмін з основою виконується шляхом використання спеціального U-подібного колектора-зонда, то глибина свердловини, в яку буде змонтований, складає близько 120 метрів [5, 6]. Вартість влаштування однієї такої свердловини, наприклад, в м. Дніпропетровську залежно від району коливається в межах

від 40 до 70 тис. грн, у м. Львові вартість абсолютно аналогічної свердловини буде значно вищою.

Тому під час монтування ТН і особливо спеціальних ґрунтових колекторів необхідно враховувати конкретні природні умови. Крім того необхідно однозначно визначати конструкцію та розташування спеціального теплового колектора (або зовнішнього теплообмінника). Розрізняють наступні типи колекторів та варіанти їх розташування [5, 6]:

- U-подібні ґрунтові колектори або зонди;
- горизонтальні колектори, розташовані паралельно до поверхні ґрунту;
- повітряні колектори або повітрозабірники;
- колектори, занурені у водойму;
- колектори, розташовані у фундаментах будівель;
- колектори, поміщені в обшивку підземних споруд.

За видом середовища, в якому може бути розташовано тепловий колектор, розрізняють наступні системи ТН [5, 6]:

- система «ґрунт – вода», (або «ґрунт – розсіл») – використовується тепловий колектор або U-подібний зонд із поліетиленових або полівінілхлоридних труб, який розташовується в ґрунтовій основі.

В таких трубах циркулює спеціальний «розсіл» (наприклад, суміш води та етиленгліколю) або набагато рідше - вода. Необхідність використання такого виду спеціального «розсолу» зумовлена тим, що в реальних природних умовах доцільно, щоб точка замерзання речовини теплоносія була б нижчою за рівень нуля за Цельсієм, тобто нижчою за рівень температури замерзання води.

У колекторі спеціальний «розсіл» підігрівається на кілька градусів вище за рахунок використання тепла Землі, починаючи з глибин 20 метрів, та транспортується в теплову машину [5, 6]. Вартість влаштування таких теплообмінників суттєво висока, оскільки буріння свердловин до зазначеної глибини потребує використання спеціалізованих обсадних труб.

Крім того, на значній частині території України на глибинах в межах від 20 до 40 метрів залягають скельні породи, в яких для влаштування глибоких свердловин - зондів слід використовувати спеціальні алмазні коронки бурів. Що в свою чергу призводить до подорожчання конструкцій ТН.

Використання плоских колекторів у системі «ґрунт – розсіл» матиме наступну перевагу з тієї точки зору, що в такому випадку під час влаштування теплообмінників значно скорочується обсяг земляних робіт, а крім того і вартість. При цьому обігрів спеціального «розсолу» відбувається, в основному, за рахунок використання енергії Сонця (якщо точніше, то використання тепла поверхневого шару Землі).

Відповідно використання таких U-подібних колекторів або зондів перспективніше в північних областях, а плоских колекторів - у південних областях України [5,6];

- система «повітря – вода», (або «повітря – розсіл») – спеціальний «розсіл» підігрівають на декілька градусів завдяки використанню тепла навколишньої атмосфери, що оточує приміщення. В умовах нашої країни таку систему використовують в побутових кондиціонерах подвійного призначення (тобто і для кондиціонування і для обігріву приміщень). Головний недолік даної системи - досить обмежений діапазон температури функціонування (згідно паспортних даних до мінус 10°С, а практично до діапазону від мінус 5°С до мінус 3°С), а також необхідність витрачання додаткової енергії на розморожування та підігрівання випарника [5, 6];

- система «вода – вода», (або «вода – розсіл») - вода (або спеціальний «розсіл») підігрівається на декілька градусів за рахунок використання тепла розташованих поблизу водойм та транспортується в теплову машину [5, 6], де відбувається процес нагрівання до необхідного рівня температури та використовується для обігріву приміщення.

Досить часто у теплову машину вода із розташованої поблизу водойми транспортується безпосередньо, у такому випадку до чистоти води зі водойми висуваються підвищені вимоги. Перевагою даного типу ТН є відсутність дорого вартісних земляних робіт [5, 6];

- система «фундамент (або фундаменти) – вода» (або «розсіл») - якщо таку систему використовують для опалення приміщення то спеціальний «розсіл» підігрівається на декілька градусів за рахунок використання тепла фундаментів (плитних, стрічкових чи пальових), а потім транспортується у теплову машину [5, 6].

Якщо теплова машина використовується для кондиціонування приміщення, то відбувається охолодження спеціального «розсолу» за рахунок процесу нагрівання фундаментів та прилеглого до них ґрунту [5, 6].

Основними перевагами такого підходу є поєднання робіт із влаштування та монтажу колектора із роботами з влаштування всього фундаменту. Крім того, у такому випадку автоматично забезпечується можливість функціонування системи в реверсному режимі (тобто для кондиціонування приміщень влітку та для опалення приміщень взимку);

- комбіновані системи, в яких теплообмінники (або колектори) будуть розміщені одночасно в декількох середовищах (наприклад, у повітряному середовищі та воді) [5, 6].

Проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень, а саме представлено класифікацію існуючих конструкцій теплових насосів, а також розглянуто варіанти розташування колекторів теплових насосів у різних середовищах.

Перелік посилань

1. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с. ISBN 978-966-657-740-8

2. Теплові насоси та їх застосування: Навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. П. Піддубняк, Р. Жилла, О.С. Поліщук, М.Є. Скиба, С.П. Лісевич, С.В. Каретний – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 152 с. ISBN 978-966-330-386-4

3. Hadorn J.-C., Solar and Heat Pump Systems for Residential Buildings / J.-C. Hadorn// London: Ernst & Young, –2015. –274 p.

4. Безродний М.К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: Підручник / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 272 с.

5. Brandi, H. Energy foundation and other thermo – active ground structures. Geotechnique 56. – 2006. - №2. – pp. 81-122.

6. Brandi, H. Energy piles and diaphragm walls for heat transfer from and into the ground. Proceeding of the 3-th international Geotechnical Seminar on Deep Foundations on Bored and Auger Piles. Ghent. Technical University, Vienna, Austria – 1998 – pp. 38-60.

УДК 697 Економіка і енергозбереження

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПОБУТОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ

Хоманець Ю.В., Поліщук О.С., Лісевич С.П.
Хмельницький національний університет

Кондиціонування повітря - це процес обробки повітря з метою контролю його температури, вологості, чистоти та інших параметрів для забезпечення комфортних умов проживання чи роботи.

Комплекс технічних засобів для кондиціонування повітря включає в себе різноманітні системи та пристрої. Елементи системи кондиціонування повітря включають в себе кондиціонер, вентиляційні системи, фільтри для очищення повітря від забруднень, системи регулювання вологості, а також термостати для контролю температури. Процес

кондиціонування може включати охолодження, обігрів, вентиляцію та інші операції з метою забезпечення оптимальних параметрів повітря для користувачів.

У приміщеннях Хмельницькому національному університеті, зокрема на кафедрі машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем проблемою є погіршення комфортних умов у приміщеннях кафедри з настанням весняно-літнього сезону. Це підвищення температури, підвищений вологовміст повітря, збільшений вміст вуглекислого газу навчальних аудиторіях та коридорах. Наявність кондиціонерів у деяких лабораторіях не вирішує цієї проблеми. Тому і розробка електропобутового пристрою для створення мікроклімату в приміщенні є на сьогодні досить актуальною. Крім того цей пристрій та система в цілому має бути автоматизованим.

Створення та підтримування комфортних умов мікроклімату в приміщеннях або на робочому місці може покращити загальний стан здоров'я, збільшити працездатність та сприяти самопочуттю людини, забезпечити оптимальних умов для зручності користувачів і ефективності енергоспоживання.

Основні компоненти автоматизованої системи кондиціонування: сенсори: температурні сенсори, сенсори вологості, датчики руху, датчики викидів CO_2 (для контролю якості повітря); контролери: мікроконтролери або комп'ютери, що обробляють дані від сенсорів; логіка програмного забезпечення для прийняття рішень; виконавчі пристрої: кондиціонери повітря або системи опалення; вентилятори; клапани для регулювання потоку повітря; інтерфейси: пульт дистанційного керування, системи відображення інформації: дисплеї для відображення поточних умов та параметрів системи.

Складові частини пристрою створення мікроклімату приміщення підбирались розроблені в системі автоматизованого проектування машин Solid Work. Загальний вигляд проектованої системи показаний на рисунку 1.

Муфту з’єднувальну, у яку помістимо клапан з електромагнітним керуванням візьмемо діаметром 125 мм зі спеціальним ущільненням для забезпечення тиску повітря у системі

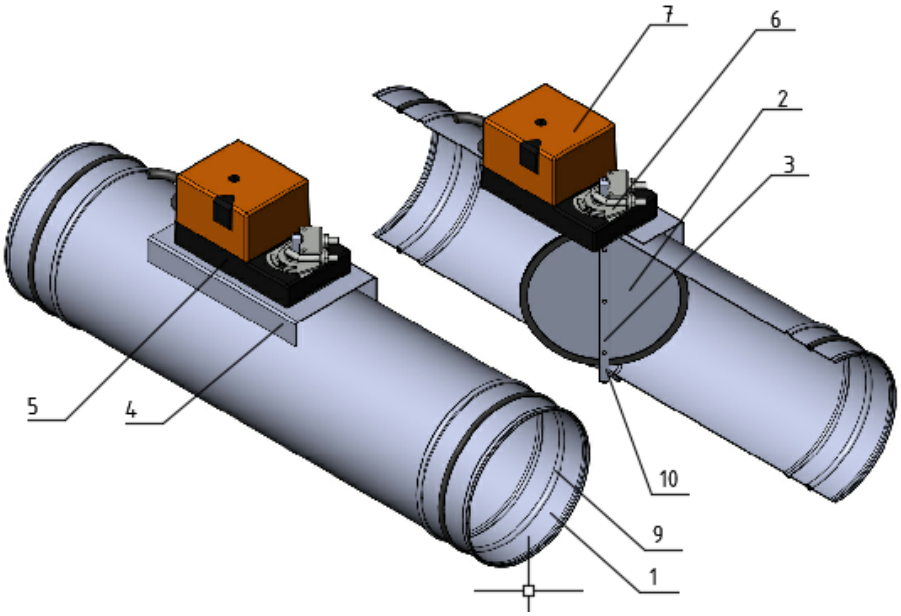


Рисунок 1 - Загальний вигляд пристрою створення мікроклімату приміщень: 1-муфта з’єднувальна; 2 – клапан; 3 – вісь кріплення заслінки; 4 – кронштейн; 5 – ущільнення; 6 – втулка; 7 – втулка; 8 – ущільнення; 9 - кронштейн

Система працює наступним чином: припустимо, що на початку всі повітряні клапани повністю відкриті. Якщо в процесі роботи один із клапанів закривається, тиск у

повітророзподільній камері починає рости. Ця зміна фіксується датчиком, і система автоматики приточної установки знижує швидкість обертання вентилятора рівно настільки, щоб тиск у камері повернулося на колишній рівень (перехідний процес займає не більш 20-30 секунд).

Таким чином, система автоматики постійно відслідковує рівень тиску в камері та при відхиленні в ту чи іншу сторону від заданого значення, змінює швидкість обертання вентилятора так, щоб тиск вертався до норми. Оскільки тиск у камері і на вході кожного повітровода, постійний, обсяг припливного повітря вприміщення буде визначатися тільки кутом повороту заслінки відповідного клапана.

У випадку якщо більшість регуляторів витрати закриються, тиск у приточному і витяжному каналі, при незмінній продуктивності вентиляторів зросте, що приведе до неприпустимого збільшення швидкості потоку повітря через інші регулятори витрати та виникненню акустичного шуму (свисту). Для виключення такої ситуації в магістральних приточному і витяжному каналах установлені датчики тиску. По сигналах від цих датчиків змінюється швидкість обертання приточного та витяжного вентиляторів. Завдяки цьому, тиск у каналах підтримується на постійному рівні, отже, швидкість потоку повітря через будь-яку кількість відкритих регуляторів витрати залишаються на рівні необхідних величин.

У кожному приміщенні кафедри встановлюється контролер, датчик кімнатної температури (датчик CO_2 і температури), додатково можна використовувати датчик присутності для переведення системи в режим провітрювання (мінімальна витрата дозволяє заощаджувати споживану енергію).

У цій системі здійснюється керування вхідними та вихідними електронними регуляторами витрати повітря в кожному приміщенні, незалежно від стану регуляторів витрат в інших приміщеннях, причому приточні та витяжні регулятори керуються синхронно.

Перелік посилань

1. Петко І.В., Бурмістенков О.П., Біла Т.Я., Скиба М.Є. Електропоубтова техніка: підручник для студентів вищих навчальних закладів/ І.В. Петко, О.П.Бурмістенков, Т.Я.Біла, М.Є.Скиба. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – 213 с.

2. Електропобутова техніка. Ч1. Холодильна побутова техніка та системи кондиціонування: лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, елеткротехніка та електромеханіка»/ упоряд.: О.О. Коротич, О.С.Поліщук, М.Є. Скиба. Хмельницький: ХНУ, 2021. 221 с.

УДК 005.336.1:658.26 Економіка і енергозбереження

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Боровик Н.В., Боровик Д.О.

Хмельницький національний університет

Серед актуальних проблем, що стоять перед сучасними підприємствами галузі сільського господарства України, можна виділити високу енергоємність виробничих процесів і нераціональність використання енергоресурсів.

За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження Україна щорічно споживає близько 210 млн. т паливно-енергетичних ресурсів і відноситься до енергодефіцитних країн [1].

Необхідність упровадження пріоритетної політики енергозбереження пов'язана, насамперед, із дефіцитом власних паливноенергетичних ресурсів, залежністю від країн –

експортерів газу і нафти, зростаючою вартістю їх добування, а також із глобальними екологічними проблемами. На сьогоднішній день держава покриває свої потреби в енергоспоживанні приблизно на 53 % за рахунок власних джерел. Україна імпортує 75 % необхідного обсягу природного газу та 85 % сирої нафти і нафтопродуктів. Така структура енергоресурсів економічно неспроможна. Вона породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти і газу та являє собою загрозу для її енергетичної та національної безпеки.

Енергозбереження – це комплекс організаційних, правових, виробничих, наукових, економічних, технічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання та економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів. Енергоємність виробництва – величина споживання енергії та палива на основні та допоміжні технологічні процеси виготовлення продукції, виконання робіт, надання послуг на базі заданої технологічної систем [2].

О.С. Гордієнко вважає, що енергозбереження – це «процес, у ході якого скорочується потреба в енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого корисного ефекту від їхнього використання» [3].

О.Г. Кошева зазначає, що «енергозбереження – це процес раціонального використання енергетичних ресурсів і залучення в господарський обіг відновлюваних джерел енергії для забезпечення енергоефективності економічного розвитку і поліпшення соціальної ситуації в країні, а також збереження екосистеми й непоновлюваних джерел енергії для майбутніх поколінь» [4].

К.І. Докуніна [5] дає таке визначення: «Енергозбереження – це комплекс визначених та послідовних дій, у результаті яких досягається позитивний (економічний) результат використання енергоресурсів».

Однією з найважливіших складових добробуту в цивілізованих державах є забезпечення громадян і компаній необхідними енергоресурсами. Запорукою реалізації цієї мети має стати надійне, економічно обґрунтоване й екологічно безпечне задоволення потреб населення й економіки в енергетичних продуктах.

Енергетична стратегія України до 2030 року покликана визначити вектор розвитку галузей енергетики країни відповідно до цілей і завдань ПЕК до 2030 року [6].

Підвищення енергоефективності на підприємстві підвищує доходи підприємства і разом із тим приносить такі результати:

- заощадження коштів, що забезпечує зростання конкурентоспроможності підприємства, особливо у разі зростання цін на енергоносії;
- збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов’язані зі способом використання енергії;
- встановлення квот на викиди, що дає змогу знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що своєю чергою, підвищує вартість підприємства;
- скорочення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним – імідж підприємства. [7].

Ефективність бізнесу будується на балансі доходів і витрат виробництва, в число яких неодмінно входять витрати на споживану енергію – теплову, електричну або іншу. І

чим ці витрати менші, тим більш ефективним є бізнес. Чим менше енергоємність, тим вище енергоефективність. Енергозбереження в будь-якій сфері зводиться до раціонального використання енергії, зниження непродуктивних втрат. [8].

Основними причинами низької енергетичної ефективності підприємств є :

- значний фізичний і моральний знос основних засобів і, як наслідок, висока аварійність обладнання;
- низький рівень контролю та регулювання споживання енергоресурсів;
- підвищені втрати у виробничих процесах і висока витрата первинних паливно-енергетичних ресурсів;
- нестача кваліфікованих фахівців у сфері енергетичного менеджменту;
- низький рівень мотивації персоналу до енергозбереження тощо.

Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій може значно підвищити продуктивність праці в промисловості та інших галузях. Нові технології, які спрямовані на зменшення споживання енергії, можуть допомогти знизити витрати на оплату комунальних послуг і палива, а також підвищити загальну продуктивність завдяки ефективнішому використанню ресурсів.

Використання ефективних систем опалення, вентиляції та кондиціювання (HVAC) може забезпечити комфортні умови праці для співробітників, тим самим підвищити їх продуктивність. Крім того, впровадження LED-освітлення та автоматизованих систем управління освітленням може знизити споживання електроенергії.

Загалом, впровадження сучасних енергозберігаючих технологій та обладнання може забезпечити значні економічні та екологічні переваги, підвищуючи продуктивність праці та роблячи бізнес більш конкурентоспроможним, за рахунок зниження витрат на енергоносії, що приводить до підвищення рентабельності, покращення якості продукції, зростання конкурентоспроможності та вартості підприємства, а загалом – до створення позитивного іміджу промислового підприємства.

Перелік посилань

1. Геєць В.М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні / В.М. Геєць // Вісник НАН України. – 2016. – № 2. – С. 46-53.

2. Докуніна К.І. Теоретичні аспекти формування економічного механізму енергозбереження / К.І. Докуніна // Комунальне господарство міст – 2012. – № 106. – С. 341-350.

3. Гордієнко О.С. Енергозбереження транспортних підприємств / О.С. Гордієнко // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – № 1(7). – Т. 5. – С. 13–14.

4. Кошева Г.О. Державні механізми управління енергозбереженням : автореф. дис. … канд. наук з держ. управ. : спец. 25.00.02 «Механізми державного управління» / Г.О. Кошева ; Донец. держ. ун-т. упр. – Донецьк, 2011. – 20 с.

5. Докуніна К.І. Теоретичні аспекти формування економічного механізму енергозбереження / К.І. Докуніна // Комунальне господарство міст. – 2012. – № 106. – С. 341–350.

6. Енергетична стратегія України на період до 2030 р.

7. Запащук Л.В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності.

8. Вовк Ю. Організаційно-економічний механізм управління раціональним використанням ресурсів [Електронний ресурс] / Ю. Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2011. – Вип. 1 (40). – Режим доступу : http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories /pdf/2011/11vyyrvr.pdf.

УДК 621.311 Економіка і енергозбереження

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Зелений Р.М., Горященко С. Л.
Хмельницький національний університет

В сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, сфера водопостачання не залишається осторонь. Автоматизація та управління водопостачанням стають ключовими компонентами для забезпечення ефективності, економії ресурсів та збереження довкілля.

Однією з сучасних тенденцій є впровадження інтелектуальних систем керування водопостачанням. Ці системи використовують передові алгоритми та сенсори для моніторингу та аналізу параметрів водопостачання в реальному часі. Вони автоматично реагують на зміни у використанні води та оптимізують роботу насосів для забезпечення оптимального тиску та розподілу води.

Дистанційне моніторинг водопостачання стає необхідністю в умовах великих міст та розподілених мереж. За допомогою сучасних технологій зв'язку, оператори можуть віддалено моніторити та керувати системою водопостачання, отримуючи інформацію про стан обладнання, витрату води та інші параметри у режимі реального часу.

Автоматизовані системи керування також спрямовані на забезпечення енергоефективності. Вони можуть регулювати роботу насосів в залежності від попиту, виключати непотрібні устаткування та оптимізувати графіки роботи для мінімізації споживання електроенергії.

З популяризацією "розумних" будинків і систем "Інтернет речей" (IoT), автоматизація водопостачання може бути легко інтегрована в загальну структуру "розумного" середовища. Це дозволяє користувачам моніторити та керувати водопостачанням через мобільні додатки та інші зручні інтерфейси.

Автоматизація також може сприяти екологічним ініціативам. Системи управління можуть виявляти витоки та автоматично вимикати подачу води, а також сприяти раціональному використанню ресурсів. Це може бути реалізовано за схемою, що наведена на рис. 1.

В установках відносно невеликої потужності (7-10 кВт) завдання регулювання може бути успішно вирішене за допомогою систем регулювання напруги (асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором). В якості регуляторів напруги використовуються тиристорні перемикачі. Віялоподібні механічні характеристики навантаження дозволяють забезпечити стабільну роботу електроприводу через систему тиристорний комутатор - асинхронний двигун в досить великому діапазоні швидкостей без зворотного зв'язку.

Звичайна зміна технологічного режиму за допомогою регульованого електроприводу відбувається досить повільно і вимагає високих швидкостей. Тому в якості стабілізатора напруги можна використовувати трифазний магнітний підсилювач, підключений до кола статора. Імпульсне регулювання швидкості асинхронного двигуна дуже просте. Замикання і розмикання тиристорного ключа змінює середнє за цикл перемикання значення додаткового опору. Це значення опору пропорційне робочому циклу широтно-імпульсної модуляції. Регулюючи робочий цикл, можна отримати ряд механічних характеристик приводу. Це добре залежить від напруги керування на вході системи керування тиристором. Критичне ковзання двигуна зменшується зі збільшенням додаткового опору, так що навіть при "віяловій" характеристиці механізму діапазон швидкостей стабільної роботи приводу дуже малий. Введення зворотного зв'язку за

швидкістю забезпечує жорсткі механічні властивості і стабільну роботу замкнутої системи електроприводу в необхідному для механізму діапазоні швидкостей.

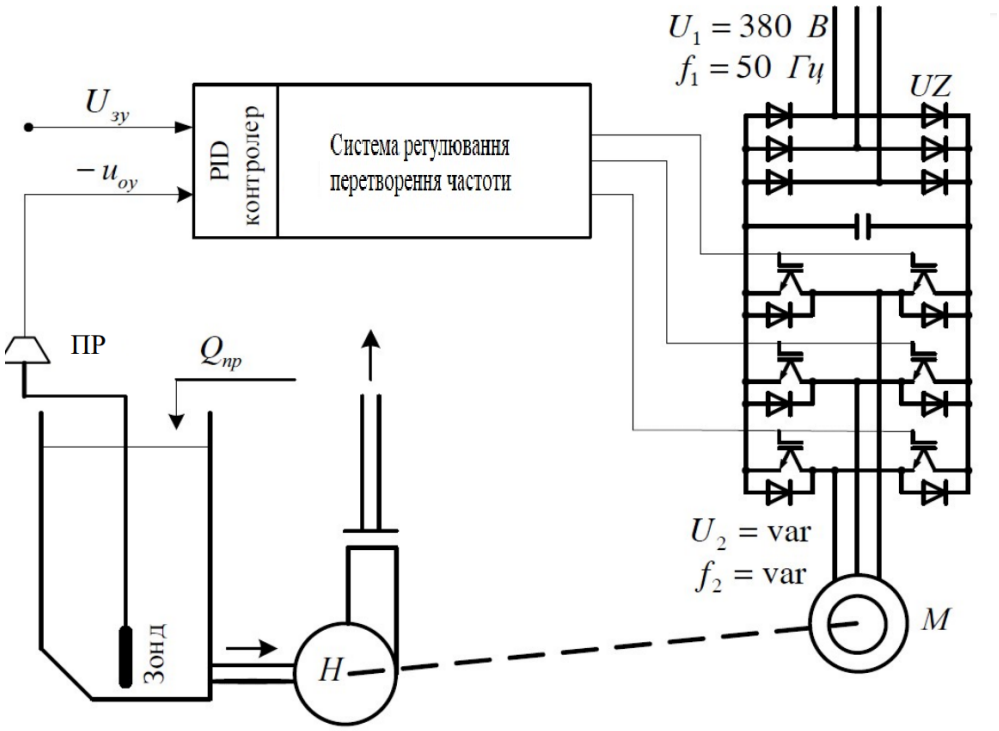


Рисунок 1 – Функціональна схема низьковольтного асинхронного частотнорегульованого електропривода насосної установки з АІН в системі автоматичної стабілізації рівня рідини

Загальним недоліком регульованих електроприводів є те, що при зниженні швидкості двигуна виникають втрати на ковзання. Ці втрати спричиняють додаткове нагрівання двигуна і вимагають завищеної оцінки встановленої потужності двигуна.

В умовах експлуатації, де можуть використовуватися асинхронні двигуни з розщепленими роторами, потенціал приводів з регульованою швидкістю збільшується. Додавання резистора в ланцюг ротора дозволяє усунути частину втрат на ковзання в обмотці двигуна. Це зменшує необхідні габарити двигуна і дозволяє розширити діапазон потужностей приводу для описаних вище методів регулювання швидкості. Наприклад, імпульсний спосіб керування стає більш придатним для вмикання додаткових резисторів у ланцюзі ротора. При цьому механічні властивості приводу забезпечують стабільну роботу в досить великому діапазоні швидкостей при відкритому приводі.

Автоматизація та управління водопостачанням відкривають нові перспективи для ефективного та екологічно чистого використання водних ресурсів. Впровадження сучасних технологій може призвести до поліпшення систем водопостачання, збільшення ефективності та зменшення впливу на довкілля.

Перелік посилань

1. Briceño-León, C. X., Sanchez-Ferrer, D. S., Iglesias-Rey, P. L., Martinez-Solano, F. J., & Mora-Melia, D. “Methodology for Pumping Station Design Based on Analytic Hierarchy Process (AHP).” Water, vol. 13, no. 20, pp. 2886, 2021

2. Johnson M.A., Moradi M.H. PID Control. New Identification and Design Methods. — London: Springer, 2005. —544 p

УДК 662.997 Економіка і енергозбереження

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКІВ

Барановський Д.М., Тимощук О. Г.
Хмельницький національний університет

В даний час у всіх країнах світу гостро стоїть проблема енергозбереження взагалі, при виробництві й експлуатації побутових холодильних приладів (ПХП) – зокрема. Один з можливих шляхів зниження енергоспоживання ними – зменшення температурного рівня компресора і конденсатора, а також теплопритоків у холодильну шафу з компресорно-конденсаторного відділення (ККВ). Дослідження природного повітротеплообміну біля поверхонь циклічно працюючого ПХП, впливу його на температурний рівень компресора і конденсатора, а також на теплопритоки усередину охолоджуваного простору і, отже, на теплоенергетичні характеристики дотепер не проводилися. Тому не відомі фактори, зміною яких можна керувати природною тягою в ККВ, кількістю теплоти, що виноситься в навколишнє середовище. Використання сучасних приладів і методик експериментальних досліджень, методів фізико-математичного моделювання дозволяє ставити та вирішувати завдання розробки способів і засобів удосконалювання теплоенергетичних характеристик побутових холодильників з урахуванням особливостей природних повітротеплообмінних процесів у їхньому компресорно-конденсаторному відділенні. Вирішення цієї проблеми актуально для ПХП усіх класів енергоспоживання (ПХП виробництва ЗАТ “Група Норд” мають класи енергоспоживання А і В), тому що вони використовуються в різних кліматичних зонах, працюють у великому інтервалі температури повітряного середовища.

Стояла задача з використанням засобів реєстрації швидкоплинних теплофізичних процесів вивчити закономірності зміни температури на джерелах тепловиділення (при фіксованих значеннях температури зовнішнього повітря і різних уставках терморегулятора) і у зв'язку з цим повітротеплообмінних процесів у компресорно-конденсаторному відділенні, температурних полів у конструкційних елементах огороджень холодильної шафи.

Створений і експериментально обґрунтований комплексний метод стендових досліджень взаємозалежних швидкоплинних теплофізичних процесів у працюючих побутових холодильниках різних моделей для одержання необхідних у конструкторській практиці даних про температурні поля і динаміку їхньої зміни, виконання розрахунків теплових потоків у холодильну шафу з урахуванням їх розходження по його висоті і переваги з боку компресорно-конденсаторного відділення.

Визначені й обґрунтовані теплофізичні умови досить ефективної дії в ККВ природної тяги. При перевищенні критичної температури зовнішнього повітря (26^0С для ПХП “Норд-428” – починається різке погіршення його теплоенергетичних характеристик) необхідно інтенсифікувати повітрообмінні процеси в ККВ, наприклад, включенням у приміщенні витяжної вентиляції і (або) вентилятора обдуву компресора і конденсатора. Рекомендовано вказувати для різних моделей ПХП у їхніх технічних паспортах значення цієї температури.

Перелік посилань

1. Dmitriyev V.I., Pisarenko V.E. Determination of optimum refrigerant charge for domestic refrigerator unit. // International J.Refrig.-1984.-№7.-P.178-180.
2. Mattarolo L. Valutazione delle perdite di exerdia negri impianti frigoriferi// I.C.Freddo.-V.37.-№l.-P.3-9.

УДК 621 Економіка і енергозбереження

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Павленко В. М.
Київський національний університет технологій та дизайну
Пономаренко І. В.
Державний торговельно-економічний університет

Технічна революція та активне запровадження інновацій в умовах діджиталізації призводять до створення компаніями різноманітних інноваційних продуктів. В останнє десятиліття значного розповсюдження набули безпілотні літальні апарати, які розробляються великою чисельністю компаній в різних країнах світу. Факторами розвитку сфери побудови дронів є поява інноваційних матеріалів та технологій, а також активізація використання різноманітних алгоритмів машинного навчання. Перспективність та універсальність представленої технології призвела до активізації використання безпілотних літальних апаратів у багатьох видах економічної діяльності. Конкурентне середовище стимулює компанії-розробники створювати різноманітні спеціалізовані пристрої, що характеризуються набором відповідних прикладних функцій. Спеціалізація дронів дає можливість задовольняти попит у вузьконаправлених сегментах діяльності для різних груп споживачів.

Значний вплив на розвиток ринку безпілотних літальних апаратів спричинила пандемія COVID-19, оскільки виникла потреба в забезпеченні заходів безпеки населення та мінімізації ризиків захворювання на зазначену вірусну хворобу. Завдяки використанню дронів вдалось уникнути фізичних контактів між персоналом та групами громадян, які характеризувались підвищеним рівнем ймовірності зараження іншого населення. Наявність різноманітних модифікацій спеціалізованих безпілотних літальних апаратів та можливість їх знезараження без негативного пливу для населення дозволили активно використовувати зазначену технологію в процесі вирішення поточних проблем [1]. Для боротьби з COVID-19 дрони використовувались за наступними напрямами:

- Дослідження зон ураження. Інтеграція в дрони сучасних камер з високою розподільчою здатністю та застосування швидкісних технологій передачі великих масивів інформації дозволяє обстежувати в реальному часі необхідні території та об’єкти. Отримання якісних відео з деталізацією надало можливість фахівцям оперативно приймати ефективні управлінські рішення щодо подолання негативних наслідків пандемії COVID-19.

- Доставка продуктів харчування та медичних препаратів. Сучасні дрони характеризуються різноманітними габаритами та вантажопід’ємністю. В залежності від специфіки виконуваних завдань використовувались різноманітні безпілотні літальні апарати, які доставляли до персоналу та споживачів медичні препарати, спеціалізоване обладнання, продукти харчування тощо. Відповідно, дрони відігравали істотну роль в процесі оптимізації логістичних ланцюжків в умовах необхідності забезпечення соціального дистанціювання.

- Дезінфекція громадських місць. Мінімізація ризиків захворювання персоналу спонукала використовувати різноманітні технічні пристрої, які дистанційно керувались та розпилювали дезінфікуючі розчини. Порівняно з колісними пристроями, безпілотні

літальні апарати мають ряд переваг з позиції мобільності, оскільки переміщуються по повітрю та дозволяють здійснювати дезінфекцію різноманітних об'єктів, змінюючи висоту переміщення та огинаючи складні геометричні об'єкти.

- Моніторинг температурного режиму у місцях скупчення населення. Розміщення на безпілотних літальних апаратах різноманітних датчиків дозволяє отримувати комплексну інформацію про зовнішнє середовище. Інтегровані у дрони прилади для дистанційного вимірювання температури дозволяли оперативно ідентифікувати людей з підвищеною температурою тіла на вході до місць масового скупчення та вживати заходів щодо їх переведення у медичні заклади з метою здійснення відповідних лікувальних процедур. Розміщення безпілотних апаратів з метою проведення моніторингу температурного режиму у місцях скупчення населення дозволило скоротити кількість випадків захворювання населення на коронавірус.

Війна в Україні призвела до застосування різноманітних дронів згідно наявними оперативно-тактичними та прикладними завданнями. Довготривалі військові дії призвели до появи на полі бою безпілотних літальних апаратів, які мають різні тактичні та технічні характеристики і виготовляються компаніями з різних країн світу. З метою отримання конкурентних переваг створюються нові дрони, які вміщують різноманітні інноваційні технології. Специфіка війни полягає в інтенсифікації запровадження передових технологій та їх постійному тестуванні на полі бою. Допомога західних партнерів дозволила Уряду України отримати безпілотні літальні апарати від великої кількості компаній, що в процесі розробки бойових дронів застосовують різноманітні технічні рішення та специфічні інформаційні підходи з метою забезпечення необхідних тактико-технічних характеристик [2].

Згідно з призначенням, у війні в Україні використовуються наступні безпілотні літальні апарати:

1. Розвідувальні дрони. Оснащення безпілотних літальних апаратів камерами, сенсорами та іншими датчиками дає можливість оперативно збирати комплексну інформацію про противників та їх дії. Отримання даних в реальному часі дозволяє швидко реагувати та приймати ефективні рішення.

2. Ударні дрони. Безпілотні літальні апарати здатні літати на далекі відстані зі значним боєкомплектом, що може складатись з бомб, ракет та інших видів озброєнь. В залежності від тактико-технічних характеристик корисне навантаження для дронів може істотно відрізнятись, відповідно обираються технічні засоби згідно з потребами конкретного завдання.

3. Дрони-камікадзе. Представлена група безпілотних літальних апаратів використовується переважно для ураження бронетехніки, бетонних споруд та інших важко захищених цілей. Зазначені дрони відноситься до одноразових технічних пристроїв, оскільки після наведення оператором на ціль самознищуються.

4. Дрони-мішені. На сучасному ринку наявні безпілотні літальні апарати, які використовуються для навчання військових з різних підрозділів для організації протидронової оборони. В першу чергу дрони-мішені застосовуються для вивчення операторів зенітної артилерії та суміжних підрозділів. У безпілотні літальні апарати інтегруються спеціальні датчики, які прослідковують рух дронів, а також ідентифікують влучність пострілів від протиповітряної оборони.

Розвиток глобального економічного середовища в умовах цифровізації призводить

до розробки різноманітними компаніями безпілотних літальних апаратів, які дозволяють оптимізувати різноманітні бізнес-процеси. Такі корпорації як Google та Amazon впродовж тривалого періоду часу тестують різноманітні моделі дронів для доставки товарів. Інтенсивне зростання ринку електронної комерції та наявність істотного попиту на доставку стимулює компанії тестувати інноваційні підходи переміщення товарів до споживачів завдяки використанню безпілотних літальних апаратів. Повітряний ринок доставки має значні перспективи для розвитку, оскільки за умови забезпечення високих стандартів безпеки дозволить забезпечити швидку доставку товарів до споживачів як в умовах значної щільності населення та автомобілів у містах, так і в розташованих на значній відстані населених пунктах у сільській місцевості.

Висновок: використання дронів дозволяє отримати позитивні ефекти у багатьох сферах людської діяльності. Завдяки інтеграції у безпілотні літальні апарати штучного інтелекту у майбутні періоди часу можливо буде нівелювати людський фактор та мінімізувати потенційні помилки щодо використання дронів [3].

Перелік посилань

1. KUMAR, Adarsh, et al. Drones combat COVID-19 epidemic: Innovating and monitoring approach. Digital Transformation and Emerging Technologies for Fighting COVID-19 Pandemic: Innovative Approaches, 2021, 175-188.

2. CHÁVEZ, Kerry; SWED, Ori. Emulating underdogs: Tactical drones in the Russia-Ukraine war. Contemporary Security Policy, 2023, 44.4: 592-605.

3. HERNÁNDEZ, Daniel, et al. AI-enabled autonomous drones for fast climate change crisis assessment. IEEE Internet of Things Journal, 2021, 9.10: 7286-7297.

UDC 004

ENERGY-EFFICIENT PROCESSORS BASED ON THE 3-NANOMETRE TECHNOLOGY PROCESS: PROSPECTS AND CHALLENGES

Moskvin D.V., Vakaliuk T.A.

Zhytomyr Polytechnic State University

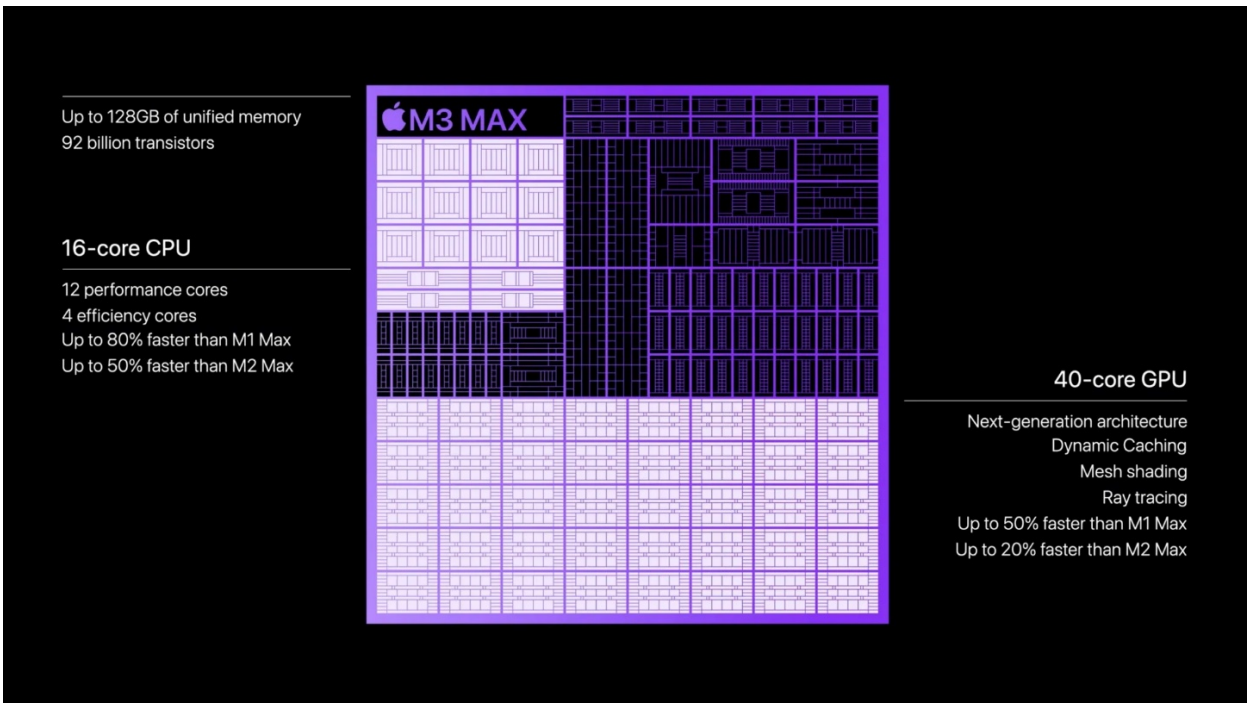
In today's information-driven society, the growing relevance of computer systems that are able to combine high performance with minimal energy consumption is obvious. One of the priority directions for achieving this goal is the development and implementation of energy-efficient processors. Size reduction is a key trend in their development. Production technologies based on 3-nanometer components open up new opportunities for creating processors with high performance and optimized energy consumption [1].

One of the most important advantages of such a solution is the reduction of the necessary supply voltage and current for the processor. This helps to reduce energy consumption, which helps to increase the energy efficiency of the device. Reducing the size of the processor components leads to a reduction in heat generation, as the smaller surface area of the particles results in less heat loss. This helps keep the processor cool, which is important to ensure its efficiency and longevity. This technology also has a positive effect on performance, as it allows to increase the number of transistors that can be placed on a crystal, which increases the speed of processor calculations, and also expands the possibilities of placing components on one chip.

The development and production of processors based on 3-nanometer technologies face a number of technical challenges, including problems of heat dissipation, scaling of energy solutions and ensuring stability of operation at high frequencies. Reducing the size of processor components leads to an increase in heat output per unit area due to greater energy concentration. This creates significant thermal loads that can cause the device to overheat, reduce performance, and even fail. Increasing the speed and functionality of processors while reducing their size requires efficient and energy-efficient power solutions. Ensuring stable power and optimizing power savings at the microscopic level are important for optimal performance. Such problems as high heat generation and electromagnetic interference, which can affect the stability of operation, are associated with high operating frequencies of processors based on 3-nm technologies. Providing stability at high frequencies requires perfect thermal regulation and power management, as well as dealing with interference. To solve these problems, constant research and development of new heat dissipation technologies, development of effective energy management systems, and optimization of processor designs are necessary to ensure optimal efficiency and reliability of devices based on 3-nm technologies.

Energy-efficient processors based on 3-nanometer technologies open wide prospects in various fields, including industry, embedded systems, medical equipment and automotive technology. The use of these processors in high-performance monitoring and control systems of production processes or Internet of Things (IoT) systems allows to increase efficiency and optimize production processes. Also, such processors are beginning to be widely used in embedded systems for smart devices such as smartphones, tablets, smart home devices, and others, providing long-term autonomous operation and high performance. Similar technologies in medical devices, such as electrocardiographs, imaging and monitoring systems allow the creation of accurate, fast and efficient devices for diagnosis and treatment. Using energy-efficient processors to compute large amounts of data in the car's safety and autopilot systems improves vehicle safety and functionality. Such crystals can make a significant contribution to solving the challenges of these industries, providing high performance, energy efficiency and reliability in a variety of application scenarios. Their use will make it possible to develop and implement more efficient and intelligent systems that meet the needs of modern technological progress.

Such processors have become available to ordinary users quite recently. Some of the best-known examples are the new Apple A17 Pro and Apple M3 family processors used in iPhone 15 Pro smartphones, MacBook Pro laptops and iMac monoblocs by the end of 2023, respectively. These chips are manufactured by TSMC, which is currently the only maker of such components [3]. Samsung also plans to release 3-nanometer processors during 2024. They are characterized by modern architecture, high efficiency, advanced production technologies and are among the best in their categories.



Picture 1 – Apple M3 Max processor architecture

In a comparative analysis with such competitors as the Intel Core™ i9 13900KF, which is the flagship of the Intel processor line, one can note all the advantages and disadvantages of the described processors. Intel's chip is manufactured on a 7nm process based on the x86 architecture, while Apple's M3 Max is based on the ARM architecture, specially developed by Apple, and is more energy efficient. This means that the Apple M3 Max can run significantly longer on a single battery charge. The Intel processor shows 17% better performance, but requires a much more complex cooling system and consumes a lot of power. At the same time, M3 Max is installed in thin laptops with a simple cooling system and provides up to 18 hours of battery life [2].

In summary, a technical process based on 3-nanometer technology has the potential to significantly increase the energy efficiency of processors, but certain technical and economic challenges must be overcome to realize this potential. Continuing research in this area is important for developing more energy-efficient solutions. It is necessary to explore new approaches to overcome the technical limitations that make it difficult to improve the energy efficiency of such processors.

References

1. 3 nm process [Electronic resource] – Resource access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/3_nm_process.

2. Apple MacBook Pro specifications [Electronic resource] – Resource access mode: https://www.apple.com/ua/macbook-pro/specs/.

3. TSMC [Electronic resource] – Resource access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/TSMC.

УДК 004.738.5:37.046 Педагогічні проблеми вищої школи

IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON STUDENT ENGAGEMENT IN THE LEARNING PROCESS

Tsmokh R.
State University "Zhytomyr Polytechnic"

The exploration of how virtual reality (VR) influences student engagement unfolds as a nuanced and evolving discourse within educational research. A comprehensive examination of the existing literature reveals a rich tapestry of insights, encompassing various dimensions of learning experiences mediated by VR.

In the realm of cognitive engagement, the influence of virtual reality (VR) on learning experiences is akin to a pedagogical revolution. Drawing inspiration from constructivist theories, particularly the works of Piaget and Vygotsky, we embark on a nuanced exploration of how VR interfaces with the cognitive dimensions of student engagement.

Piaget's constructivism posits that learners actively construct their knowledge through interaction with the environment, while Vygotsky's sociocultural theory emphasizes the role of social interaction in cognitive development. VR, with its immersive and interactive nature, aligns seamlessly with these principles, offering a platform for learners to actively construct knowledge in a three-dimensional space.

The transformative aspect lies in the ability of VR to transcend traditional learning boundaries. Instead of passive reception, students become active participants in the learning process. Through the manipulation of virtual elements, complex concepts can be visualized and understood in ways not feasible in traditional classroom settings. The learner is no longer a passive recipient but an architect of their educational experience.

One of the cornerstones of cognitive engagement is problem-solving. VR environments, designed to simulate real-world scenarios, provide a dynamic space for students to apply theoretical knowledge to practical challenges. The three-dimensional nature of these environments allows for a depth of understanding that goes beyond conventional methods. Students can navigate, manipulate, and experiment within these spaces, fostering a problem-solving mindset essential for higher-order thinking skills.

In essence, VR becomes a tool for educators to embody constructivist pedagogy. The virtual realm becomes a canvas where learners actively explore, question, and construct their understanding. The principles of scaffolding, as advocated by Vygotsky, can be implemented seamlessly, with educators providing guidance and support as students navigate complex virtual landscapes.

Moreover, the adaptability of VR caters to diverse learning styles. For those inclined towards visual or kinesthetic learning, the immersive experience provides a tailor-made environment. This adaptability fosters a personalized approach to education, aligning with the constructivist notion that knowledge is not a one-size-fits-all entity.

Emotional Engagement: Delving into the affective domain, research illuminates how VR can evoke emotions integral to the learning process. The empathetic potential of VR scenarios enhances student immersion, fostering a deeper connection to the subject matter. Emotional engagement emerges as a catalyst for sustained interest and motivation.

Augmented and virtual reality (VR) technologies include students in the learning process, making learning more interesting for them. Through experiential learning, they gain a deeper understanding of the learning material compared to lectures, presentations or reading.

Technologies of augmented and virtual reality (VR) increase the level of knowledge retention among students by 15-20% (Figure 1) compared to traditional learning methods. The effectiveness of experimental learning in DVR is superior to other methods.

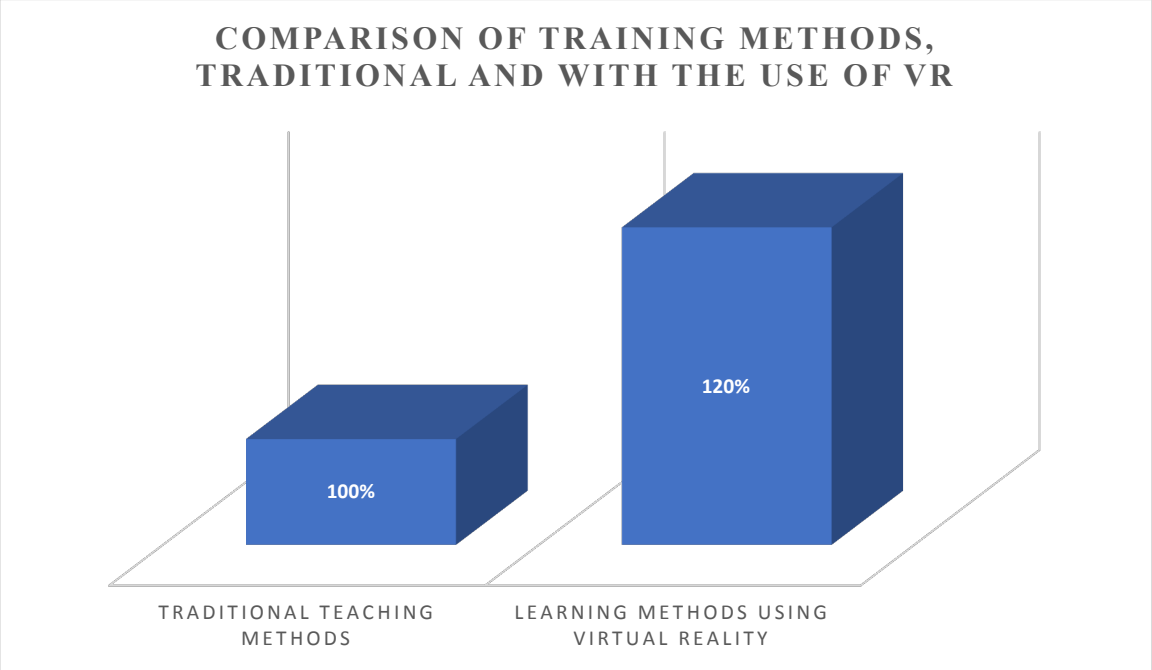


Figure 1

DVR makes learning more effective and engaging by helping students form coherent visual images and promoting full concentration. She also increases students' interest in the material by teaching them various stimuli. This leads to a higher level of knowledge retention.

Applications for DVR allow several students to participate in the joint learning process at the same time. This supports group learning and student engagement and participation. They also help students develop important skills such as teamwork.

DVR applications increase the level of student collaboration. 75% of students (Figure 2) who use DVR report improvements in teamwork and important skills.

Because DVR content is digital, it's easy to share. Promotes active learning and increases student motivation.

DVR solutions facilitate collaborative research and interactive learning. They allow students and teachers to interact face-to-face in real time, even if they are in different locations.

Immersive solutions can help overcome some of the challenges of online learning and digital communication, such as quality of learning and interaction.

Beyond individual learning trajectories, VR extends its reach into collaborative and social learning environments. Studies on collaborative VR spaces showcase how students can interact within virtual realms, fostering a sense of community and shared learning experiences. This social dimension adds a layer of complexity to engagement, echoing the principles of social constructivism.

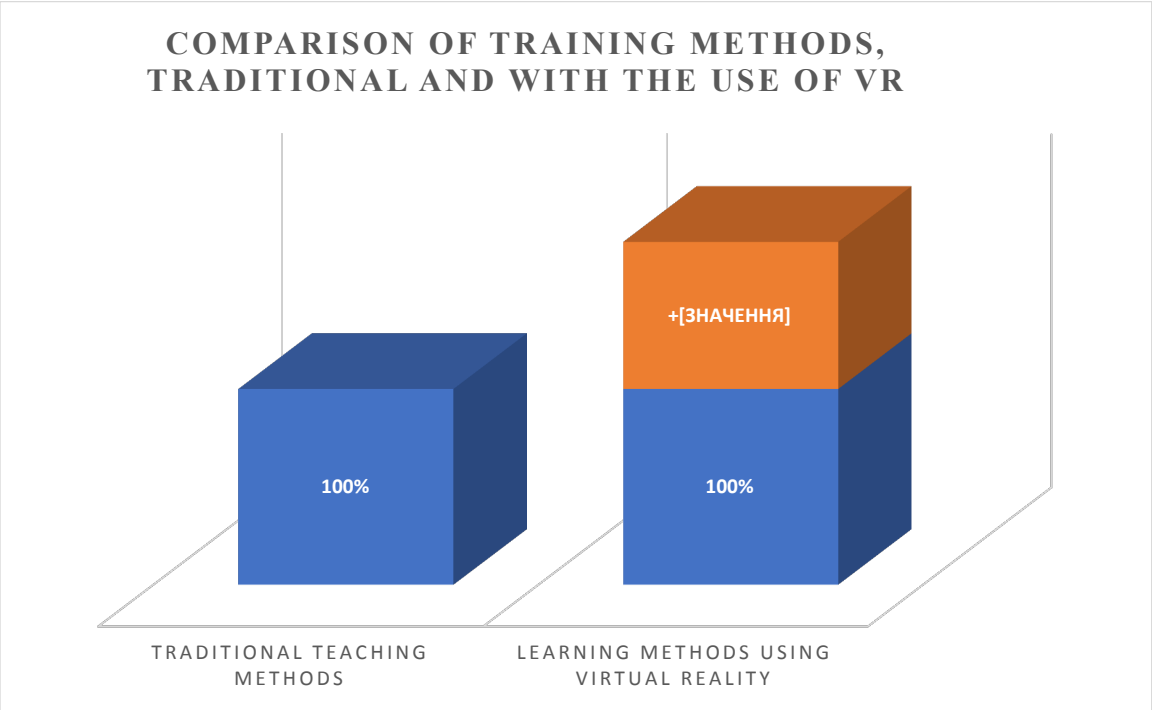


Figure 2

The work of Ertmer and Ottenbreit-Leftwich (Year) critically examines the challenges inherent in integrating technological innovations into educational practices. VR, while promising, faces obstacles related to infrastructure, teacher preparedness, and ensuring equitable access for all students. Navigating these challenges is crucial for realizing the full potential of VR in education.

The inclusive potential of VR technologies is a focal point of exploration. Research such as "Enhancing Special Education through Virtual Reality" (Author et al., Year) underscores how VR can be tailored to meet diverse learning needs. The adaptability of VR opens avenues for creating inclusive educational environments, where individual differences are not barriers but opportunities for tailored learning experiences.

Synthesizing the wealth of insights from these diverse sources paints a comprehensive picture of the intricate relationship between VR and student engagement. The multifaceted nature of engagement, encompassing cognitive, emotional, and social dimensions, underscores the transformative potential of VR in reshaping educational paradigms.

As we delve deeper into this dynamic field, it becomes evident that the journey toward harnessing the full educational potential of VR is both an exploration and a challenge. The dynamic interplay between theoretical frameworks, empirical studies, and practical implementations creates a roadmap for educators and researchers to navigate. Continued interdisciplinary collaboration, innovative pedagogical strategies, and a commitment to addressing implementation challenges will be pivotal in unlocking the full spectrum of possibilities that virtual reality holds for the future of education.

References

1. Smith, J. (2018). "Enhancing Student Interest through Virtual Reality in Education." *Journal of Educational Technology*, 42(3), 231-245. DOI: 10.1080/12345678.2018.1435678

2. Johnson, A., et al. (2020). "Effectiveness of Virtual Reality in Science and Engineering Education." *International Journal of STEM Education*, 7(2), 89-104. DOI: 10.1186/s40594-020-00233-0

3. Anderson, M., & Davis, R. (2019). "Challenges and Advantages of Implementing Virtual Reality in Education: A Teacher's Perspective." *Journal of Educational Innovations*, 25(1), 56-72. DOI: 10.5678/joei.v25i1.162

4. A Virtual Tour of the Cell: Impact of Virtual Reality on Student Learning and Engagement in the STEM Classroom - URL: https://journals.asm.org/doi/10.1128/jmbe.v20i2.1658

5. Piaget J. (1994). “Selected psychological works”.

6. L. S. VIGOTSKY (2018). “THE PSYCHOLOGY OF PEOPLE.”

УДК-004 Педагогічні проблеми вищої школи

КРОС-ДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

Довгалюк І.С.
Державний університет «Житомирська політехніка»

Актуальність та постановка проблеми.

Сучасний розвиток технологій та інновацій визначає нові вимоги до технічної творчості. Традиційних рішень вже не завжди вистачає для вирішення складних проблем, що вимагають комплексного підходу та тісного співробітництва різних галузей знань. В цьому контексті, крос-дисциплінарний підхід набуває все більшої актуальності, забезпечуючи інтеграцію технічних, дизайнерських та мистецьких елементів для створення інноваційних продуктів та послуг. З огляду на актуальні виклики та зміни в технологічному ландшафті, виникає проблема ефективного об'єднання різних дисциплін у процесі технічної творчості. Інженери, дизайнери та митці повинні працювати як єдина команда, але виникають труднощі у взаєморозумінні, вирішенні конфліктів та інтеграції різних підходів. Перед вченими та практиками стоїть завдання розробити стратегії та методології, які сприятимуть успішній крос-дисциплінарній творчості, забезпечуючи оптимальне поєднання технічної експертизи та творчого мислення.

Основні матеріали дослідження.

Крос-дисциплінарна творчість – це високорівневий підхід до розв'язання проблем і створення інновацій, що ґрунтується на злитті різних галузей знань та експертизи. Цей підхід передбачає активне співробітництво між представниками інженерних наук, дизайну, інформаційних технологій та мистецтва з метою створення комплексних рішень, які поєднують у собі технічну функціональність, естетичний дизайн та вплив на користувача. Крос-дисциплінарна творчість визнає важливість синергії різних підходів та підсилення творчого потенціалу за допомогою інтердисциплінарної співпраці. Цей підхід відкриває нові можливості для інновацій, дозволяючи створювати продукти та рішення, які відзначаються не лише технічною ефективністю, але й глибоким розумінням потреб користувачів і впливом на соціокультурний контекст. Крос-дисциплінарна творчість визнає, що реальні виклики сучасності вимагають не лише глибокої експертизи в конкретній галузі, але й вміння взаємодіяти та впроваджувати ідеї з різних напрямків для досягнення комплексних та інноваційних рішень.

Вплив крос-дисциплінарної командної роботи: Крос-дисциплінарна командна робота є суттєвим аспектом в сучасному технічному творенні, оскільки об'єднання різних фахівців дозволяє ефективно вирішувати складні завдання та створювати інноваційні продукти. Аналізуючи співпрацю між інженерами, дизайнерами та художниками, можна виокремити ключові аспекти цього впливу.

Аспект успішних інтерактивних ігрових платформ дозволяє вивчати, як крос-дисциплінарна команда сприяє створенню вражаючого ігрового досвіду. Інженери забезпечують технічну стабільність та функціональність гри, дизайнери вносять унікальність у вигляд та взаємодію, а художники створюють візуальну атмосферу.

Взаємодія цих експертів приводить до цілісного продукту, який не лише виконує завдання, але й забезпечує захоплюючий користувацький досвід.

Систематичний огляд ключових викликів та способів їх вирішення в командних проектах дозволяє з'ясувати, що, незважаючи на численні переваги, крос-дисциплінарна робота не обходиться без труднощів. Взаєморозуміння між різними фахівцями, узгодження різних методологій роботи та культурні відмінності можуть становити виклик. Проте, саме вирішення цих викликів сприяє розвитку команди та покращенню процесу творчості, роблячи його більш продуктивним та ефективним.

Освітні програми та курси для крос-дисциплінарної творчості: Вивчаючи конкретні приклади нових освітніх програм та курсів, можна здійснити глибокий аналіз впливу таких програм на розвиток творчого мислення у студентів. Освітні ініціативи, спрямовані на крос-дисциплінарну творчість, часто визначають новий стандарт для розвитку у студентів не лише фахової експертизи, але й здатності працювати в команді та інтегрувати різні напрями знань.

Розгляд успішних практик в рамках цих освітніх програм виявляє ключові аспекти, які сприяють формуванню крос-дисциплінарного підходу у студентів. Це може включати в себе проекти, де студенти з різних спеціальностей співпрацюють для вирішення реальних завдань, що вимагають інтеграції технічних, дизайнерських та мистецьких знань. Акцент на практичному досвіді і використання реальних проектів дозволяє студентам не лише отримати теоретичні знання, але й випробувати їхнє застосування в реальних умовах.

Взаємодія між викладачами з різних галузей грає важливу роль у створенні ефективного навчального середовища для крос-дисциплінарної творчості. Комунікація та обмін досвідом між експертами із різних областей створює унікальний менторський підхід, де студенти можуть взяти найкраще з кожної галузі. Це сприяє розвитку гнучкості мислення та розширенню горизонтів у сферах творчості та інновацій.

Виклики та перспективи в реалізації крос-дисциплінарних проектів: Проаналізувавши конкретні випадки крос-дисциплінарних проектів, можна виокремити труднощі та розробити рекомендації для подолання цих викликів. Одним із ключових аспектів, що виникає при співпраці фахівців з різних галузей, є взаєморозуміння. Різниця в термінології та методологіях роботи може становити перешкоду для ефективної комунікації. Вироблення загального термінологічного словника та регулярна зміна стилів комунікації може сприяти вирішенню цього виклику.

Ще однією проблемою є адаптація комунікаційних стратегій. Фахівці з технічних галузей та мистецтва можуть використовувати різні підходи до спілкування. Впровадження гнучких стратегій та здатність до адаптації до потреб кожного члена команди дозволить покращити якість комунікації та забезпечити більш ефективну співпрацю.

Залучення спеціалістів з посередництвом може виявитися корисним кроком для полегшення ефективної співпраці в крос-дисциплінарних проектах. Їхня роль полягає в розумінні обох сторін, допомозі у вирішенні конфліктів та забезпеченні згідності інтересів всіх учасників. Це сприяє створенню позитивного та продуктивного робочого середовища, де кожен фахівець може вносити свій унікальний внесок у проект.

Узагальнюючи, вирішення цих викликів не лише покращить комунікацію в крос-дисциплінарних проектах, але й створить фундамент для успішного втілення інноваційних ідей та творчих рішень.

Висновок.

В контексті аналізу конкретних випадків крос-дисциплінарних проектів, очевидно, що взаєморозуміння та адаптація комунікаційних стратегій є ключовими чинниками, які впливають на успішність співпраці між фахівцями різних галузей. Різноманітність термінології та методологій може породжувати труднощі у спілкуванні, і саме тут

необхідно створити загальний термінологічний словник та підтримувати постійну зміну стилів комунікації.

Однак пристосування комунікаційних стратегій виявляється таким самим важливим фактором. Різноманітність підходів фахівців з технічних галузей та мистецтва вимагає гнучкості та готовності до адаптації в командному середовищі. Це сприяє покращенню комунікації та забезпечує більш ефективну співпрацю, сприяючи взаємопізнанню та обміну ідеями.

Залучення спеціалістів з посередництвом виявляється важливим елементом вирішення конфліктів та забезпечення згідності інтересів у крос-дисциплінарних проектах. Їхня роль у створенні позитивного та продуктивного робочого середовища сприяє ефективній співпраці та створенню умов для вдалого втілення творчих ідей та інновацій.

У підсумку, розв'язання цих викликів не тільки сприятиме поліпшенню комунікації в крос-дисциплінарних проектах, але і створить стійку основу для реалізації успішних та творчих проектів, що об'єднують різні сфери експертизи для досягнення спільних цілей.

Збірник наукових праць

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

Відповідальний за випуск:
д.т.н., проф. Поліщук О.С.

Здано до друку 23. 12. 2023 р.
Гарнітура: Times New Roman, Arial. Умовн. друк. арк. 11,5