

**Міністерство освіти і науки України  
Луцький національний технічний університет**



## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА**

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньої програми «Матеріалознавство»  
спеціальності 132 Матеріалознавство  
галузі знань 13 Механічна інженерія  
заочної форми навчання

Луцьк 2024

УДК 621.783.2(07)

В 43

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій  
Луцького НТУ

Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ С.С. Бакуменко

Рекомендовано до видання вченою радою факультету митної справи,  
матеріалів та технологій ЛНТУ, протокол № \_\_\_\_ від «\_\_»  
\_\_\_\_\_2024 року.

Голова вченої ради факультету ММТ \_\_\_\_\_ В.В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри матеріалознавства ЛНТУ,  
протокол № 9 від «16» травня 2024 року.

Завідувач кафедри  
матеріалознавства \_\_\_\_\_ М.Д. Мельничук

Укладачі: \_\_\_\_\_ С.В. Мисковець, кандидат технічних наук,  
(підпис) доцент ЛНТУ

\_\_\_\_\_ Ю.П. Фещук, кандидат технічних наук,  
(підпис) доцент ЛНТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ Д.А. Гусачук, кандидат технічних наук,  
(підпис) доцент ЛНТУ

Відповідальний

за випуск: \_\_\_\_\_ М.Д. Мельничук, кандидат технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

**В 43** **Автоматизація виробничих процесів та робототехніка:** Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Матеріалознавство» та спеціальності 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія заочної форми навчання / уклад. С.В. Мисковець, Ю.П. Фещук. – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 16 с.

Видання укладено відповідно до діючої програми курсу, містить Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з курсу дисципліни «Автоматизація виробничих процесів та робототехніка». Призначене для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство.

© Мисковець С.В., Фещук Ю.П., 2024

## ВСТУП

Курс "Автоматизація виробничих процесів та робототехніка " читається студентам на III курсі в 5 семестрі поряд з іншими технологічними дисциплінами. Основним засобом технічного прогресу, без якого неможливі високі темпи росту продуктивності праці, є комплексна механізація і автоматизація. Генеральний напрямок розвитку народного господарства, що відповідає інтересам працівників, охоплюючи і докорінним чином змінюючи характер праці, що створює умови для скорочення тривалості робочого дня і ліквідації суттєвих відмінностей між розумовою і фізичною працею.

**Мета** виконання контрольної роботи полягає в вивченні методів автоматизації і механізації виробництва, вибору засобів автоматизації і механізації для реалізації певних технологічних процесів, набути необхідних практичних навиків у використанні певних засобів механізації і автоматизації для перетворення неавтоматизованих процесів, обладнання, ділянок, цехів в автоматизовані.

**Завдання** вивчення курсу полягає у виборі засобів автоматизації і механізації для реалізації певних технологічних процесів, набути необхідних практичних навиків у використанні певних засобів механізації і автоматизації для перетворення неавтоматизованих процесів, обладнання, ділянок, цехів в автоматизовані.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати основні види засобів автоматизації і механізації виробництва, особливості конструкцій засобів автоматизації і механізації виробництва, основні напрямки автоматизації і механізації сучасного виробництва.

Поставлені задачі вирішують висококваліфіковані інженерні кадри, в діяльності яких знання і застосування на практиці технологічних наук має важливе значення.

**Завдання** виконання контрольної роботи полягає у виробленні вмінь та навиків у підготовці до практичної діяльності в галузі прикладного матеріалознавства.

## ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

За даним курсом виконують контрольну роботу, мета якої - перевірити засвоєння студентами змісту курсу і набуті навички свідомого використання отриманих знань.

Номер варіанта контрольної роботи студент вибирає за останніми двома цифрами шифру власної залікової книжки (див. табл.1).

Таблиця 1

Останні дві цифри шифру	Номер варіанта контрольної роботи	Завдання			
		Теоретичне			Практичне
		1	2	3	4
01; 26; 51; 76;	1	1	50	42	1
02; 27; 52; 77	2	26	2	43	2
03; 28; 53; 78	3	41	27	3	3
04; 29; 54; 79	4	4	1	28	4
05; 30; 55; 80	5	29	5	50	5
06; 31; 56; 81	6	25	30	6	6
07; 32; 57; 82	7	7	2	31	7
08; 33; 58; 83	8	32	8	49	8
09; 34; 59; 84	9	3	33	9	9
10; 35; 60; 85	10	10	48	34	10
11; 36; 61; 86	11	35	11	4	11
12; 37; 62; 87	12	47	36	12	12
13; 38; 63; 88	13	13	5	37	13
14; 39; 64; 89	14	38	14	46	14
15; 40; 65; 90	15	6	39	15	15
16; 41; 66; 91	16	16	45	40	16
17; 42; 67; 92	17	41	17	7	17
18; 43; 68; 93	18	44	42	18	18
19; 44; 69; 94	19	19	8	43	19
20; 45; 70; 95	20	44	20	9	20
21; 46; 71; 96	21	10	45	21	21
22; 47; 72; 97	22	22	11	46	22
23; 48; 73; 98	23	47	23	12	23
24; 49; 74; 99	24	13	48	24	24
25; 50; 75; 00	25	25	14	49	25

Зміст контрольної роботи повинен точно відповідати установленому варіанту. Ніякі довільні відхилення від порядку вибору завдання не допускаються, і такі контрольні варіанти, виконані не згідно з темою чи з відхиленнями від неї, не зараховуються.

Контрольні завдання виконують у друкованому виді державною мовою. Питання повинні бути виділені і написані перед відповіддю. Відповіді на

питання контрольних завдань повинні бути чіткими і ясними, ґрунтуватися на теоретичних положеннях, викладених у підручниках, що рекомендуються, ілюструватися схемами, ескізами, а також прикладами з навчальної літератури чи з практики підприємства, на якому студент працює. Відповіді на питання контрольних завдань варто давати своїми словами, а не переписувати текст із підручника, навчального посібника та не сканувати його. Сторінки контрольної роботи повинні бути пронумеровані, таблиці і рисунки нумерувати та підписувати.

У тексті відповідей повинні бути посилання на ілюстративний матеріал. На сторінках роботи потрібно залишати поля для зауважень рецензента. Обсяг завдання, що виконується – 16...22 сторінки формату А4. Наприкінці завдання, що виконується, необхідно навести список використаної літератури, вказати дату виконання роботи і поставити підпис.

Після рецензування роботи студент повинен проаналізувати всі зауваження рецензента і дати на них письмові чи друковані відповіді, які підшиваються до контрольної в якості додатків. Виправлення в тексті після рецензії не допускаються.

Якщо робота не зарахована, то після відповідей на зауваження вона посилається на повторне рецензування з зазначенням дати повторного подання.

## **ЗАВДАННЯ**

### **Теоретичне**

1. Основні поняття і визначення
2. Надійність автоматичних систем
3. Технологічні передумови автоматизації
4. Структура засобів автоматизації та механізації
5. Методи автоматизації
6. Економічна ефективність застосування засобів механізації та автоматизації
7. Пристрої для подачі стрічок, прутів та дроту. Класифікація
8. Валкові подачі
9. Схеми затиснення матеріалу в захватних органах валкових подач
10. Механізми періодичного обертання
11. Розрахунок валкових подач
12. Гаківі подачі
13. Клинороликові подачі
14. Ножові подачі
15. Привідні розмотуючі пристрої
16. Конструкції правильних пристроїв
17. Пристрої для змащування стрічки
18. Пристрої для подачі листового і стрічкового матеріалу
19. Смуговкладальники
20. Автоматичні стелажі

21. Розрахунок подачі заготовок у прес-ножиці
22. Автоматичні бункерні захватно-орієнтуючі пристрої
23. Кишеньково-дисковий АБЗОП
24. Класифікація АБЗОП.
25. Бункери і перед бункери
26. Підготовка до захвату
27. Об'єм бункера
28. Вібраційні завантажувальні пристрої
29. Промислові роботи. Призначення й область застосування
30. Класифікація промислових робіт
31. Принципова будова промислового робота. Основні поняття і визначення.
32. Структура маніпуляторів ПР
33. Структурні схеми механізмів кисті маніпуляторів
34. Загальні відомості про контрольно-блокувальні пристрої
35. Пристрої контролю параметрів заготовки
36. Механічний КБП для контролю товщини заготовки
37. Електромеханічний КБП
38. Для контролю товщини заготовки
39. Безконтактний радіоізотопний КБП для контролю товщини заготовки
40. Пристрої контролю наявності та положення заготовок
41. КБП для контролю положення заготовки
42. КБП для контролю орієнтації заготовки
43. КБП для контролю наявності заготовки
44. Приводи засобів автоматизації та механізації
45. Електричний привід
46. Гідравлічний привід
47. Пневматичний привід
48. Автоматичні лінії
49. Класифікація автоматичних ліній
50. Автоматизовані лінії на базі промислових роботів (роботизовані лінії)

## **Практичне**

Розрахувати валкову подачу.

Визначити:

1. Зусилля протягування матеріалу.
2. Зусилля стиснення валків.
3. Діаметрів валків.

Дані для розрахунку у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку валкових подач

№	$L_n$ , мм	$B$ , мм	$h$ , мм	$Q_{np.}$ , кН	$H$ , мм	$z_1$ ,	$m$ , мм	$z$	$i$	$e$ , мм	$n, c^{-1}$
1.	1500	100	1,5	1,2	160	4	2,25	30	0,25	150	60
2.	1400	110	2	1,4	155	2	3	29	0,3	160	120
3.	1450	120	2,5	1,6	140	4	3,5	28	0,2	140	180
4.	1350	130	3	1,8	145	2	4	27	0,4	120	60
5.	1300	125	3,5	2	140	4	5	35	0,5	110	120
6.	1250	135	4	2,2	135	2	2,25	30	0,25	150	180
7.	1200	115	3,5	2,4	130	4	3	29	0,3	160	60
8.	1150	90	3	1	125	2	3,5	28	0,2	140	120
9.	1100	95	2,5	1,5	120	4	4	27	0,4	120	180
10.	1050	85	2	2,5	115	2	5	35	0,5	110	60
11.	1000	100	1,5	1,2	160	4	2,25	30	0,25	150	120
12.	1050	110	2	1,4	155	2	3	29	0,3	160	180
13.	1100	120	2,5	1,6	140	4	3,5	28	0,2	140	60
14.	1150	130	3	1,8	145	2	4	27	0,4	120	120
15.	1200	125	3,5	2	140	4	5	35	0,5	110	180
16.	1250	135	4	2,2	135	2	2,25	30	0,25	150	60
17.	1300	115	3,5	2,4	130	4	3	29	0,3	160	120
18.	1350	90	3	1	125	2	3,5	28	0,2	140	180
19.	1400	95	2,5	1,5	120	4	4	27	0,4	120	120
20.	1500	85	2	2,5	115	2	5	35	0,5	110	180
21.	1500	100	1,5	1,2	160	4	3,5	28	0,2	140	180
22.	1400	110	2	1,4	155	2	4	27	0,4	120	60
23.	1450	120	2,5	1,6	140	4	5	35	0,5	110	120
24.	1350	130	3	1,8	145	2	2,25	30	0,25	150	180
25.	1300	125	3,5	2	140	4	3	29	0,3	160	60

## ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

### Завдання

#### Теоретична частина:

1. Визначення зусилля протягування матеріалу.
2. Визначення зусилля стиснення валків.
3. Визначення діаметрів валків.

#### Практична частина:

Розрахувати валкову подачу за такими даними:

довжина петлі – 1500 мм;

ширина петлі – 150 мм;

товщина петлі – 1,5 мм;

сумарне зусилля пружин –1,5 кН;  
число привідних валків -2;  
модуль зубчатого зачеплення між муфтою обгону і рейкою – 5 мм;  
число зубів шестерні, яка зв'язана з рейкою – 25;  
передаюче число зубчатого зачеплення між нижнім валком і муфтою обгону – 0,5;  
максимальний ексцентриситет привідного пальця планшайби –150 мм;  
число ходів преса за хвилину –150.

### 1. Електричний привід

В електричних приводах крім асинхронних застосовуються такі двигуни як дискретні (крокові). Приводи з ними мають дві різновидності: привод з керуючим кроковим двигуном (КД) і проміжним підсилювачем моменту, виконаним у вигляді слідкуючої гідравлічної системи і привод з силовим кроковим двигуном. Застосовують слідкуючі приводи на базі електричних двигунів постійного струму, які мають просту і надійну систему управління. В перспективі є використання мало інерційних високомоментних електродвигунів. Електричний привід вибирається виходячи з ряду факторів: динамічних якостей при пуску, гальмуванні та зміні навантаження, діапазону регулювання швидкості, виду механічної характеристики режиму роботи в часі та необхідної точності підтримання режиму роботи, частоти вмикання привідного механізму. Для приводу засобів автоматизації ковальсько-штампувального виробництва характерні повторно-короткочасний і короткочасний режими роботи. Номінальна розрахункова потужність на валу привідного електродвигуна визначається за формулою:

$$N_{np} = \frac{\pi M_{cp} n_n}{30},$$

де  $M_{cp}$  - середній крутний момент на валу двигуна;

$n_n$  - номінальна частота обертання, яка вибирається в залежності від необхідної швидкості робочого органу і необхідної продуктивності пресу.

Після вибору двигуна за потужністю визначається граничне число включень і переключень в хвилину і порівнюється з допустимими значеннями  $z < [z]$ , де  $z; [z]$  - граничне і допустиме число включень і переключень. Для типових асинхронних двигунів допустиме значення числа включень складає 10...80 в 1 хвилину, а число переключень 4...30 в 1 хвилину, при цьому більші значення відносяться до двигунів з великим частотним обертанням. У випадку невиконання вказаних умов необхідно застосувати додаткові механізми, які понижують число включень і переключень або вибрати другий тип приводу, наприклад, пневмо- або гідропривід.

Відмінною особливістю високомоментних двигунів являється застосування в них замість обмотки збудження постійних магнітів, що дозволяє в порівнянні з електродвигунами постійного струму при цих же розмірах забезпечити збільшення потужності, велику рівномірність швидкості

обертання при малих частотах; значно збільшити  $M_{об}$  при цьому ж струмі якоря; велике прискорення в перехідних режимах; можливість встановлення на робочому органі без проміжних редукторів; високу плавність руху завдяки хорошему демпфуванню коливань навантаження; високу теплостійкість внаслідок достатньої маси якоря; можливість утворення автономних слідкуючи-регулювальних приводів. Недоліки полягають в зниженні максимального моменту зі збільшенням частоти обертання і швидкістю зі збільшенням швидкості у відповідності з кривою моменту, яка допускається за умовами комутації, а також в недовговічності постійних моментів через їх старіння.

Крокові електродвигуни (КД) – електричні машини, які перетворюють керуючий імпульс в фіксований кут повороту валу або фіксоване лінійне переміщення без датчиків поворотного зв'язку. Ця особливість КД дозволяє застосовувати їх в пристроях, в яких переміщення механізмів і керуючі команди в силу технологічних особливостей носять лінійний характер, наприклад, в механізмах для подачі стрічки.

Крокові двигуни, які використовуються безпосередньо для приводів виконавчих механізмів називаються силовими. При використанні малопотужних КД в приводах подач застосовують гідравлічні або механічні підсилювачі моментів. Застосування приводів з КД в порівнянні з слідкуючими системами має ряд переваг: підвищення надійності пристрою, викликане зменшенням числа елементів системи, так як відсутні датчики зворотного зв'язку, підсилювачі; здешевлення системи через зменшення числа елементів; збільшення точності дискретного переміщення, обумовлене фіксацією ротора КД при зупинці двигуна.

При виборі виконавчого КД перш за все необхідно підібрати його по потрібній потужності на валу (силовий або з підсилювачем моменту). В залежності від типу системи управління і технологічного навантаження вибирають величину кутового кроку двигуна  $\varphi_{ш}$ , тобто кут повороту ротора при подачі однієї керуючої дії. У вібраційних приводах знаходять застосування електромагніти змінного і постійного струму. Якщо технічні дані та характеристики електромагнітів змінного струму відповідають вимогам, що ставляться до них виконавчими механізмами, їх використання має переваги в порівнянні з використанням електромагнітів постійного струму. Однак при високій частоті включень електроприводу доцільно застосовувати електромагніти постійного струму, щоб запобігти можливому перегріву електромагнітів змінного струму при пусках.

## 2 Контрольно-блокувальні пристрої

Основна задача контрольно-блокувальних пристроїв у виробництві – забезпечення безупинної безаварійної роботи устаткування в автоматичному режимі. Така задача виникає при автоматизації діючого устаткування чи при установці універсального устаткування в автоматизовані чи автоматичні лінії. При розробці автоматичного устаткування контрольно-блокувальні пристрої

вбудовуються в окремі вузли, а результати роботи контрольно-блокувальних пристроїв використовуються в системі керування устаткуванням.

За способом передачі інформації від датчика (вимірювального вузла) до виконавчого пристрою КБП бувають механічні, пневматичні, гідравлічні, електричні і комбіновані, до яких відносяться електромеханічні КБП та їхні різні можливі комбінації.

За способом взаємодії вимірювального пристрою з об'єктом контролю (виміру) розрізняють контактні та безконтактні КБП. У контактних пристроях є механічний контакт між контрольованим об'єктом (заготовкою) і датчиком КБП. У безконтактних КБП такий контакт відсутній і про параметри контрольованого об'єкта судять побічно за зміною фізичних величин: світлового потоку, потоку випромінювання, напруженості магнітного поля, струму самоіндукції та т.п.

КБП бувають фотоелектричні, електромагнітні, індукційні, магнітострикційні, радіоізотопні, лазерні, струйно-пневматичні і т.п.

За основними задачами, що вирішують КБП при автоматизації виробництва, вони підрозділяються на пристрої контролю параметрів заготовки, пристрої контролю наявності та положення заготовки, пристрої контролю інструмента, пристрої контролю силових параметрів процесу, пристрої обліку оброблених виробів і т.д.

### 3 Надійність автоматичних систем

Вихід із строю або неправильна робота автоматичних систем може призвести до великих економічних втрат, аварій, людських жертв. Це обумовлює високі вимоги до надійності автоматичних систем – здатності безвідмовно і з необхідною точністю виконати задані функції у визначений час при визначених умовах. Несправність, що викликає порушення запрограмованої дії системи, називається **відмовою**. Відмови можуть виникнути від поломок, дефекту монтажу, різкого непередбаченого застосування режиму роботи та ін, тобто бути раптовими (грубими), а також поступовими, що виникають в результаті зносу обладнання, старіння металу та ін. обов'язкових та закономірних процесів. У початковий період експлуатації автоматичних систем частіше виникають раптові відмови, а по мірі експлуатації систем, збільшується число поступових відмов.

Надійність автоматичних систем, що працюють безперервно, характеризуються інтенсивністю відмов  $\lambda = 1/T$ , де  $T$  – середнє напрацювання на відмову (середній час роботи між двома суміжними відмовами). Надійність автоматичних систем, що працюють періодично, характеризується середньою частотою відмов, що визначається діленням середнього числа відмов на час нормальної експлуатації системи. Зміна  $\lambda$  по часу (лямбда-крива) (рис. 1) виникає наступним чином. У початковий період експлуатації системи виникає збільшення числа відмов, що викликані випадковими несправностями. Далі починається період стабілізації, після якого збільшення відмов виникає за рахунок природних процесів (знос, старіння).

Показником автоматичної системи є коефіцієнт ремонтпридатності  $K_p$  – відношення часу простою після відмови до загальної тривалості нормальної роботи.

Ймовірність безвідмовної роботи системи (або її елемента) протягом періоду експлуатації (між плановими ремонтами) визначається експоненціальним законом надійності:

$$P_{oi} = e^{-t_p/T}; (P_{oi} < 1), (2)$$

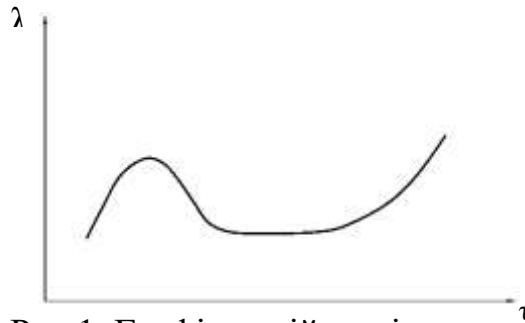


Рис.1. Графік надійності автоматичних систем

де  $t_p$  – заданий час нормальної неперервної експлуатації системи;  $T$  – середнє напрацювання на відмову.

Надійність системи залежить від надійності її елементів, які можуть бути пов'язані послідовно, паралельно або змішано.

При послідовному з'єднанні елементів системи ймовірність безвідмовної її роботи дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи її окремих елементів.

$$P_{н.с.} = \prod_{i=1}^n P_{oi}, (3)$$

де  $n$  – число елементів системи.

В системах з паралельним з'єднанням елементів, додавання кожного елемента підвищує надійність системи, що визначається виразом:

$$P_{н.с.} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{oi}). (4)$$

Підвищення надійності за рахунок паралельного підключення елементів однакового призначення, називається **резервуванням**. Наявність резервних елементів визначає надлишок системи-відношення числа робочих і резервних елементів до мінімально необхідного числа елементів.

#### 4 Розрахунок валкової подачі

1. Визначення зусилля протягування матеріалу.

Зусилля протягування (зусилля опору протягуванню матеріалу) визначається за формулою:

$$Q_{р.з.} = G_n + Q_m + Q_{б.м.} + Q_{in} = 25,73 + 1,29 + 150 + 0,55 = 177,57 \text{ Н},$$

де:  $G_n$  – маса петлі, Н;

$Q_m$  – сила тертя стрічки об дзеркало штампу, Н;

$Q_{\text{б.т.}}$  – сила тертя об напрямні в штампі, Н;

$Q_{\text{ін}}$  – сила інерції, Н;

Масу петлі визначають по параметрах, стрічки і максимальній довжині петлі:

$$G_n = L_n B h \rho g \cdot 10^{-9} = 1500 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 7,78 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{-9} = 25,73 \text{ Н},$$

де:  $L_n$  – максимальна довжина петлі, мм;

$B$  – максимальна ширина стрічки для даної подачі, мм;

$h$  – максимальна товщина стрічки для даної подачі, мм;

$\rho$  – густина матеріалу стрічки, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

Сила тертя об дзеркало штампі:

$$Q_m = G_1 \mu_1 = 12,86 \cdot 0,1 = 1,29 \text{ Н},$$

де  $G_1$  – маса ділянки стрічки між штовхаючими і тягнучими валками, Н;

$\mu_1 = 0,08 \dots 0,12$  – коефіцієнт тертя ковзання.

Якщо бокові напрямні у штампі плоскі, то силою тертя об направляючі нехтують. Для підпружинених напрямних сила тертя визначається за формулою:

$$Q_{\text{б.т.}} = Q_{\text{пр}} \mu_1 = 1500 \cdot 0,1 = 150 \text{ Н},$$

де  $Q_{\text{пр}}$  – сумарне зусилля пружин.

Сила інерції для стрічки з максимальними параметрами, яка переміщується на максимальний крок, визначається по другому закону Ньютона:

$$Q_{\text{ін}} = ma = 3,93 \cdot 0,139 = 0,55 \text{ Н},$$

де  $m$  – маса ділянки стрічки між штовхаючими і тягнучими валками і маса петлі, кг;

$a$  – прискорення, з яким переміщується стрічка, м/с<sup>2</sup>.

З врахуванням перевідних коефіцієнтів системи одиниць прискорення визначиться як:

$$a = 0,144 \text{ Н} \left( \frac{n}{\alpha_{\text{нод}}} \right)^2 = 0,144 \cdot \left( \frac{150}{160} \right)^2 = 0,139 \text{ м/с}^2,$$

де  $H$  – максимальний крок подачі, мм;

$n$  – число ходів преса за хвилину;

$\alpha_{\text{нод}} = 160 \dots 180^\circ$  – кут подачі по цикловій діаграмі роботи пресу.

## 2. Визначення зусилля стиснення валків.

Зусилля стиснення валків визначається за формулою:

$$Q_{\text{п.з.}} = \frac{\beta_2 Q_3}{\mu_1 z_1} = \frac{1,5 \cdot 177,57}{0,1 \cdot 2} = 1331,78 \text{ Н},$$

де  $Q_3$  – зусилля протягування, Н;

$\beta_2 = 1,5 \dots 2,0$  – коефіцієнт надійності зчеплення;

$z_1$  – число привідних валків.

По знайденому значенню зусилля  $Q_{p.z.}$  вибирають пружину для стиснення валків або пневмоциліндри (пневмокамери).

### 3. Визначення діаметрів валків.

Для кривошипно–рейкового приводу валкової подачі діаметр штовхаючих валків визначається як:

$$D_{ш.в.} = \frac{\beta H}{\left( \frac{4ei}{mz - \varphi_0} \right)} = \frac{1,2 \cdot 150}{\left( \frac{4 \cdot 150 \cdot 0,5}{5 \cdot 25 - 0,1} \right)} = 75 \text{ мм},$$

де  $m$  – модуль зубчатого зачеплення між муфтою обгону і рейкою, мм;

$z$  – число зубів шестерні, яка зв'язана з рейкою;

$I$  – передаюче число зубчатого зачеплення між нижнім валком і муфтою обгону;

$e$  – максимальний ексцентриситет привідного пальця планшайби, яка закріплена на колінчатому валі пресу, мм;

$\beta = 1,02 \dots 1,03$  – коефіцієнт, який враховує проковзування матеріалу між валками;

$\varphi_0 = 0,1 \dots 0,25$  кут заклинювання муфти обгону.

Для попередження жолоблення стрічки діаметр тягнучих валків двохсторонніх подач визначається як:

$$D_{т.в.} = 1,05 D_{ш.в.} = 1,05 \cdot 75 = 78,8 \text{ мм}.$$

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробничих процесів та робототехніка: методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. С.В. Мисковець, Ю.П. Фецюк. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 56 с.
2. Автоматизація виробничих процесів та робототехніка: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. С.В. Мисковець, Ю.П. Фецюк. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 28 с.
3. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина I : навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 99 с
4. Stephenson D. A., Agapiou J. S. Metal Cutting Theory and Practice. 3-тє вид. Missouri : CRC Press, 2021. 976 с. ISBN-13 : 978-1466587533
5. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена. В.М. Сідлецький. С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
6. Автоматизація виробничих процесів. Теорія подібності: навчально-методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальностей галузей знань: 15 Автоматизація та приладобудування, 18 Виробництво та технології усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд.: В.В. Тичков, В.Я. Гальченко, Р.В. Трембовецька, К.В. Базіло]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2022. – 181 с.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	1
ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	4
ЗАВДАННЯ .....	5
ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ .....	7
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>

**В 43** **Автоматизація виробничих процесів та робототехніка:** Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Матеріалознавство» та спеціальності 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія заочної форми навчання / уклад. С.В. Мисковець, Ю.П. Фещук. – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 16 с.

Видання укладено відповідно до діючої програми курсу, містить Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з курсу дисципліни «Автоматизація виробничих процесів та робототехніка». Призначене для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство.

Комп'ютерний набір  
Редактор

С.В. Мисковець, Ю.П. Фещук  
С.В.Мисковець

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2024 р.  
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_ прим. Зам. \_\_\_\_\_

Інформаційно-видавничий відділ  
Луцького національного технічного університету  
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
ІВВ Луцького НТУ