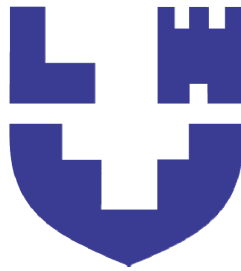


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА

Методичні вказівки до лабораторних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань 13 Механічна інженерія
спеціальності 132 Матеріалознавство
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2021

УДК 65.011.5

А 22

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 Луцького НТУ, протокол № ____ від «__» _____ 2021 року.
Голова вченої ради факультету ММТ _____ В.В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри матеріалознавства Луцького НТУ, протокол № ____ від «__» _____ 2021 року.

Завідувач кафедри матеріалознавства _____ М.Д. Мельничук

Укладачі: _____ С.В. Мисковець, кандидат технічних наук,
(підпис) доцент Луцького НТУ

_____ Ю.П. Фещук, кандидат технічних наук,
(підпис) доцент Луцького НТУ

Рецензент: _____ В.П. Кашицький, кандидат технічних наук,
(підпис) доцент Луцького НТУ

Відповідальний

за випуск: _____ М.Д. Мельничук, кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри матеріалознавства Луцького НТУ.

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. Фещук. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 52 с.

Видання містить методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу дисципліни «Автоматизація виробничих процесів та робототехніка». Призначене для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство.

© Мисковець С.В., Фещук Ю.П., 2021

Загальні вказівки

Лабораторний практикум з дисципліни "Автоматизація виробничих процесів та робототехніка" складається з восьми лабораторних робіт.

Основна увага приділяється вивченню засобів автоматизації, принципів роботи і дослідження їх характеристик. Для виконання робіт учбова група ділиться на бригади по 2-3 людини.

При підготовці до виконання кожної роботи студент повинен:

- вивчити відповідні теоретичні розділи літератури, вказаної в учбовому плані;
- ознайомитись з описом лабораторної роботи;
- скласти таблиці для запису результатів;
- засвоїти правила техніки безпеки при роботі з приладами і обладнанням .

Готовність студента до виконання чергової лабораторної роботи перевіряє викладач. Якщо студент не знає змісту і методики проведення лабораторної роботи, то він не допускається до її виконання.

По кожній лабораторній роботі студент складає індивідуальний звіт, який повинний містити принципові схеми і результати досліджень у вигляді таблиць, графіків, виконаних олівцем з застосуванням креслярських інструментів. Звіт оформляється на стандартних листах паперу. В кінці звіту наводяться висновки, сформульовані студентом самостійно. Звіти по всіх роботах повинні бути підшиті під однією обкладинкою і пред'явлені викладачу. Вони слугують основою для здачі заліку по практикуму.

Студент повинен мати міцні знання по відповідних розділах дисципліни, вміти використовувати методи експериментального дослідження і розрахунку. В протилежному випадку робота вважається не зарахованою. До повторного заліку студент допускається не раніше, як через 7...10 днів. Якщо і при цьому

студент виявив незадовільні знання, то він повинен індивідуально знову виконати весь об'єм лабораторних робіт.

Перед початком роботи кожен студент повинен пройти спеціальний інструктаж з техніки безпеки у викладача чи лаборанта, про що необхідно зробити відмітку в журналі з техніки безпеки.

Лабораторні роботи виконуються тільки з дозволу викладача в його присутності. Перед початком лабораторних робіт необхідно:

- переконатися в тому, що макет чи установка відключені від електроживлення;
- перевірити типи заземлення та їх підключення до лабораторного стенду;
- перевірити чи немає зовнішніх пошкоджень кабелів електропроводки, штампів пневмо- та гідроживлення;
- забрати всі сторонні предмети з робочої зони.

При проведенні лабораторної роботи необхідно:

- скласти схему і показати її викладачу або лаборанту і тільки після їх дозволу провести включення;
- увімкнувши лабораторний стенд, на короткий час, перевірити працездатність системи екстреного відключення живлення;
- увімкнувши лабораторний стенд провести необхідні роботи відповідно до методичних вказівок.

Помітивши під час експлуатації пошкодження лабораторної установки або обладнання, необхідно негайно вимкнути електроживлення, повідомити про це викладача або лаборанта.

Після закінчення робіт лабораторний стенд показати для перевірки викладачу або лаборанту, а після цього вимкнути. Всі органи управління необхідно встановлювати у вихідне положення.

Лабораторна робота №1
Розрахунок валкових подач

Мета роботи: набути навиків у розрахунку валкових подач.

Теоретичні відомості

Розрахунок всіх видів подаючих пристроїв для неперервних матеріалів типовий. Проводиться у наступній послідовності.

1. *Визначення зусилля протягування матеріалу.*

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

$$Q_n = G_n + Q_m + Q_{б.т.} + Q_{ін} \text{ Н}, \quad (1)$$

де G_n – маса петлі, Н;

Q_m – сила тертя стрічки об дзеркало штампу, Н;

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

$Q_{ін}$ – сила інерції, Н;

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

$$G_n = L_n B h \rho g \cdot 10^{-9} \text{ Н}, \quad (2)$$

де L_n – максимальна довжина петлі, мм;

B – максимальна ширина стрічки для даної подачі, мм;

h – максимальна товщина стрічки для даної подачі, мм;

ρ – густина матеріалу стрічки, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

Сила тертя об дзеркало штампу:

$$Q = G_l \mu_l \text{ Н}, \quad (3)$$

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

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

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

$$Q_{б.т.} = Q_{np} \mu_l H, \quad (4)$$

де Q_{np} – сумарне зусилля пружин.

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

$$Q_{in} = ma H, \quad (5)$$

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

a – прискорення, з яким переміщується стрічка, м/с^2 .

З врахуванням перевідних коефіцієнтів системи одиниць прискорення визначиться як:

$$a = 0,144H \left(\frac{n}{\alpha_{nod}} \right)^2 \text{ м/с}^2, \quad (6)$$

де H – максимальний крок подачі, мм;

n – число ходів преса за хвилину;

$\alpha_{nod} = 160 \dots 180^\circ$ – кут подачі за цикловою діаграмою роботи пресу.

2. Визначення зусилля стиснення валків.

Зусилля стиснення валків визначається за формулою:

$$Q_{p.з.} = \frac{\beta_2 Q_n}{\mu_1 z_1} \text{ Н}, \quad (7)$$

де Q_n – зусилля протягування, Н;

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

z_1 – число привідних валків.

За знайденим значенням зусилля $Q_{p.з.}$ вибирають пружину для стиснення валків або пневмоциліндри (пневмокамери).

3. Визначення діаметрів валків.

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

$$D_{ш.в.} = \frac{\beta H}{\left(\frac{4ei}{mz - \varphi_0} \right)} \text{ мм}, \quad (8)$$

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;

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

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

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

$$D_{т.в.} = 1,05 D_{ш.в.} \text{ мм}, \quad (9)$$

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними
2. Розрахувати параметри валкової подачі.
3. Нанести зусилля які, діють у валковій подачі на схему.
4. Зробити висновки.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку валкових подач

N_0	L_n , мм	B , мм	h , мм	$Q_{np,}$, кН	H , мм	z_1	m , мм	z	i	e , мм	n , с ⁻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

Лабораторна робота №2

Розрахунок подачі матеріалу з рулонів

Мета роботи: набути навиків у розрахунку подачі матеріалу з рулонів

Теоретичні відомості

При перервній подачі матеріалу з рулону (рисунок 1) тягнуче зусилля складається з сили інерції, сили випрямлення матеріалу (згину) і опору тертя в підшипниках:

$$P = P_{in} + P_{зг} + P_m \quad (1)$$

Складова тягнучого зусилля, яка затрачається на подолання інерції рулону, визначається, як:

$$P_{in} = \frac{2M_{in}}{D} = \frac{2J_p E_{max}}{D} \quad (2)$$

Момент інерції рулону:

$$J_p = \frac{Q_p}{8g} (D^2 - d^2), \quad (3)$$

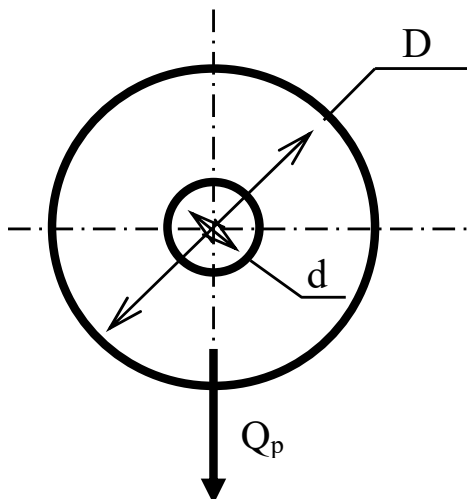


Рисунок 1 – Схема рулону

Кутове прискорення:

$$E_{max} = \frac{2a_{max}}{D} \quad (4)$$

Підставивши значення J_p і E_{max} у вираз (2), отримаємо:

$$P_{in} = \frac{Q_p a_{max} (D^2 - d^2)}{2gD^2}, \quad (5)$$

де a_{max} – максимальне лінійне прискорення матеріалу, що подається, м/с²;

Q_p – маса рулону, кг.

Сила, яка витрачається на випрямлення матеріалу:

$$P_{32} = 1,1\sigma_s \frac{S^2 b_{np}}{2D}, \quad (6)$$

де σ_s – межа текучості матеріалу, МПа;

S – товщина стрічки, мм;

b_{np} – ширина матеріалу, приведена до прямокутного перерізу, мм (для круглого перерізу $b_{np}=0,6d$).

На подолання сил тертя в підшипниках кочення затрачається сила:

$$P_m = fQ_p \frac{d_{on}}{D}, \quad (7)$$

де d_{on} – діаметр опорної шийки валу, мм;

f – коефіцієнт тертя.

При великій масі рулону і товщині стрічки не більше 1...1,5 мм рулони встановлюються на привідні валки (рисунки 2).

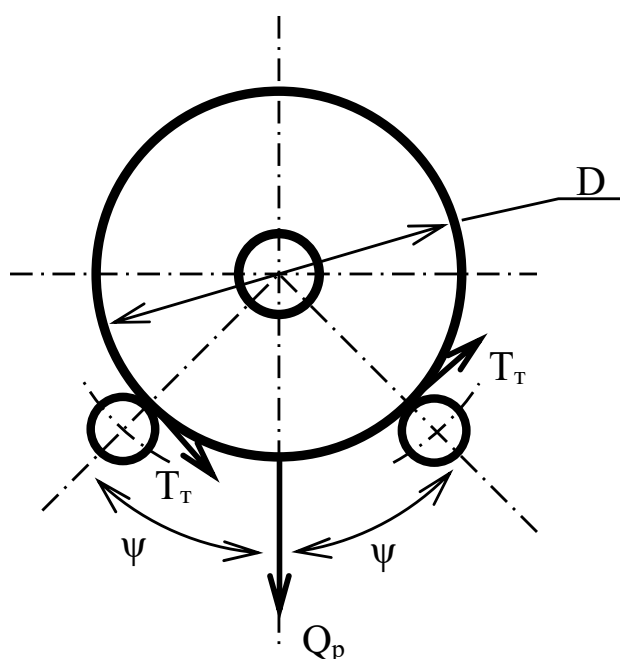


Рисунок 2 – Схема встановлення рулону на привідні валки

Подача стрічки неперервна при постійній швидкості. Сила тертя між рулоном і валком:

$$T_T = \frac{fQ_p}{2 \cos \psi}, \quad (8)$$

а момент приводу рулону двома валками:

$$M_{np} = \frac{fQ_p D}{2 \cos \psi}. \quad (9)$$

Умовою роботи пристрою

буде:

$$M_{np} \geq M_{32} = 1,1\sigma_s \frac{S^2 b_{np}}{4}. \quad (10)$$

Підставивши у вираз (10) M_{np} з виразу (9), отримаємо:

$$\cos \psi \leq \frac{2fQ_p D}{1,1\sigma_s S^2 b_{np}}. \quad (11)$$

При подачі стрічки або дроту з рулону часто виконують операцію правлення. Знакозмінний багатократний згин з напруженням, яке перевищує межу текучості матеріалу, забезпечує вирівнювання матеріалу. Правильний пристрій може бути з привідними і непривідними роликami. В останньому випадку, на величину зусилля протягування через правильний пристрій, необхідно збільшити зусилля подачі (тягнуче зусилля). Число і діаметр роликів вибирають в залежності від товщини матеріалу (таблиця 1.).

Таблиця 1.

Товщина матеріалу, мм	0,1...1,5	0,6...2,5	1...4
Число роликів, шт.	7...11	7...9	5...9
Діаметр роликів, мм	50	65	60

Примітка: діаметр роликів приймається рівним 0,9 їх кроку (рисунок 3)

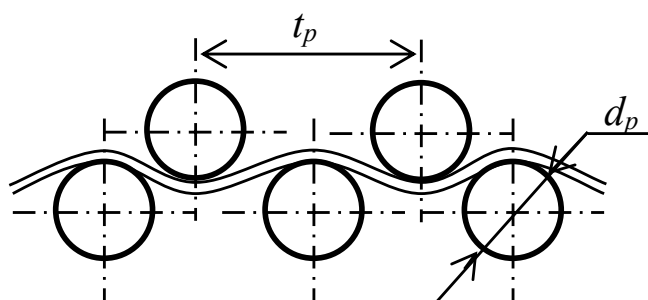


Рисунок 3 – Схема розташування роликів у правильному пристрої

Для визначення тягнучого зусилля розглянемо рівновагу моментів, які діють на елемент стрічки, що знаходиться в контакті зі стрічкою (рисунок 4)

Очевидно, що умовою рівноваги буде:

$$\sum M_{oi} = 0, \text{ або } M_{i1} + M_{i2} + M_T - P_1 \left(r + \frac{S}{2} \right) + P_2 \left(r + \frac{S}{2} \right) = 0, \quad (12)$$

де M_{i1}, M_{i2} , – моменти згину стрічки;

M_T – момент тертя в опорах;

$P_T = P_1 - P_2$ – тягнуче зусилля на одному роликові.

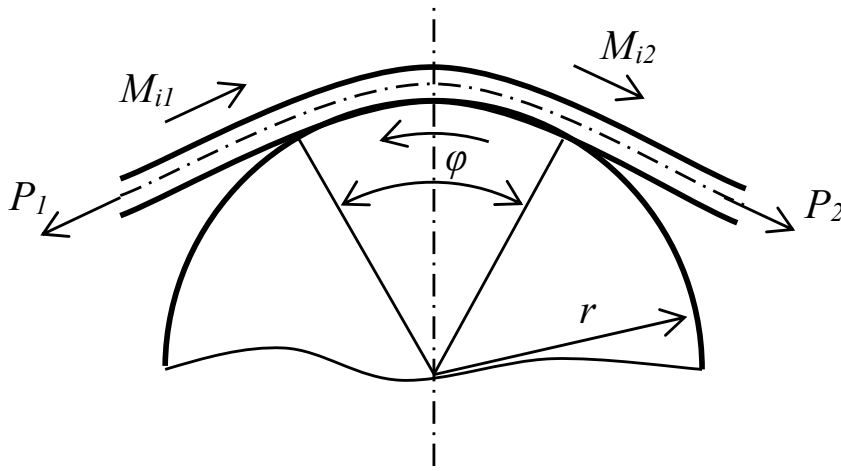


Рисунок 4 – Схема дії сил і моментів на елемент стрічки, який знаходиться в контакті з роликом

Обрахувавши вираз (12) відносно P_T , отримаємо тягнуче зусилля через правильний пристрій, який має Z роликів:

$$P_T = \frac{1,1\sigma_s S^2 b_{np} Z}{2 \left(r + \frac{S}{2} \right)} + \frac{M_T}{r + \frac{S}{2}}. \quad (13)$$

Загальне тягнуче зусилля при розмотуванні рулону і правленні матеріалу у правильному пристрої:

$$P_{заг.} = P + P_T \quad (14)$$

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними
2. Провести розрахунки згідно з даними таблиці 2.
3. Зробити висновки.

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку подачі матеріалу з рулону

№ варіанту	σ_s , МПа	D , мм	d , мм	a_{max} , м/с ²	S , мм	b_{np} , мм	d_{on} , мм	M_T , Нм
1.	220	800	200	0,5	1	14	40	20
2.	230	900	200	0,4	1,25	15	45	30
3.	240	1000	200	0,3	1,5	16	50	40
4.	250	1100	200	0,2	2	18	40	50
5.	220	1000	200	0,5	3	20	45	40
6.	230	800	250	0,4	4	22	50	20
7.	240	900	300	0,3	5	25	40	30
8.	250	800	200	0,2	6	28	45	40
9.	220	900	250	0,5	1	30	50	50
10.	230	1000	300	0,4	1,25	32	40	40
11.	240	1100	200	0,3	1,5	36	45	20
12.	250	1000	250	0,2	2	40	50	30
13.	220	800	300	0,5	3	45	40	40
14.	230	900	200	0,4	4	50	45	50
15.	240	800	250	0,3	5	55	50	40
16.	250	900	300	0,2	6	60	40	20
17.	220	1000	200	0,5	1	63	45	30
18.	230	1100	250	0,4	1,25	65	50	40
19.	240	1000	300	0,3	1,5	70	40	50
20.	250	800	200	0,2	2	75	45	40
21.	220	900	250	0,5	3	80	50	20
22.	230	1100	300	0,4	4	85	40	30
23.	240	1000	200	0,3	5	90	45	40
24.	250	800	250	0,2	6	95	50	50
25.	220	900	300	0,5	1,25	100	45	40

 $f=0,15$

Лабораторна робота №3

Вивчення основних технологічних характеристик і даних промислового робота M20П.40

Мета роботи: ознайомитись з основними технологічними характеристиками і даними промислового роботу M20П.40

Теоретичні відомості

Промисловий робот з числовим програмним керуванням моделі M20П.40 призначений для автоматизації завантаження-вивантаження деталей і зміни інструменту на верстатах з автоматичним циклом обробки деталей.

Робот може обслуговувати один або два верстати, утворити з ними комплекс (верстат-промисловий робот), що може бути базою для створення гнучких виробничих модулів, призначених для тривалої роботи без участі оператора.

Промисловий робот працює в циліндричній системі координат, оснащений пристроєм програмного керування "Контур-1" чи РБ241Б з введенням програми з пульта навчання, касети зовнішньої пам'яті і від ЕОМ вищого рангу. Робот працює в трьох режимах: навчання, повторення, редагування.

У режимі "*Навчання*" забезпечується вихід у нульову точку і навчання робота керуючій програмі.

Нульова точка служить вихідною для всіх переміщень при повторенні і навчанні. Вихід у нульову точку здійснюється щораз після включення живлення, повторного запуску програмного забезпечення і збоїв привода подач.

При навчанні робот переміщається в необхідну позицію і по командах оператора з пульта навчання дані про цю позицію (точку)

заносяться в пам'ять пристрою програмного керування промисловим роботом. Туди ж вводяться дані про швидкість переміщення і функції, які необхідно виконати (керування захопленням, поворотним блоком і верстатом).

У режимі *"Повторення"* робот по команді "Пуск" чи при надходженні запиту від верстата відпрацьовує керуючу програму, що знаходиться в пам'яті пристрою керування. У цьому режимі робот служить для заміни інструменту, деталей, керує огороженням, патроном, піноллю, тактовим столом.

У режимі *"Редагування"* робот стирає, замінює або вводить дані в керуючу програму.

Кінематична схема робота М20П.40.01 наведена на рисунку 1. На винесеннях проставлені числа зубів (t) шестірень і приводних шківів, кроки гвинтів.

Основа робота 1 (рисунок 2) являє собою жорсткий виливок. Вал, який слугує опорою для привода переміщень по осі Z , змонтований у кульковому здвоєному радіально-упорному підшипнику і кульковому радіальному підшипнику.

На основі робота встановлений черв'ячний редуктор з передатним числом 38 і електродвигун постійного струму з вбудованим датчиком зворотного зв'язку. Черв'ячний редуктор і електродвигун з'єднані між собою зубчатою муфтою. Вибір зазору в зубчатому зачепленні вибирається горизонтальним переміщенням черв'ячного редуктора.

Привод вертикального переміщення 3 містить у собі: електродвигун постійного струму з вбудованим датчиком зворотного зв'язку, кулькову передачу гвинт-гайка кочення. Електродвигун і гвинт з'єднані між собою зубчатою муфтою. Для виключення падіння механізму висування руки при відключенні двигуна на верхньому кінці гвинта встановлене нормально замкнуте електромагнітне гальмо.

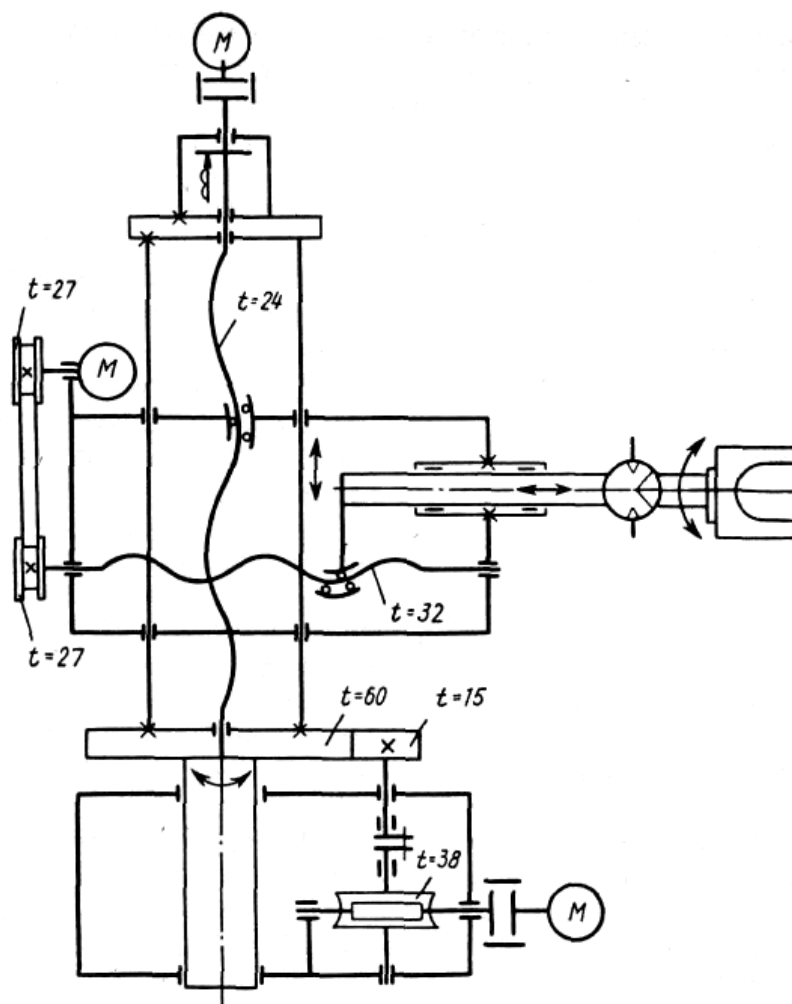


Рисунок 1 – Кінематична схема робота M20П.40.01

Привод горизонтального переміщення 2 складається з електродвигуна постійного струму з вбудованими датчиками

зворотного зв'язку, кулькової передачі гвинт-гайка кочення. Обертання від електродвигуна передається на гвинт плоскозубим ременем з передатним відношенням 1:1.

Приводом переміщень 5 по координаті α служить неповноповоротний пневмодвигун із двохпозиційним керуванням. Спеціальні стопори призначені для фіксації повороту на 90 і 180 °.

Привод переміщень 4 по координаті θ має реверсивний пневмодвигун, хвильовий редуктор з передатним відношенням 1:159. Обертання від пневмодвигуна передається хвильовому редуктору через плоскозубий ремінь. Для контролю положення використовуються безконтактні датчики, імпульси від яких надходять у пристрій керування. Кінцеві вимикачі служать для обмеження переміщення по осі α в діапазоні 90 - 180 °.

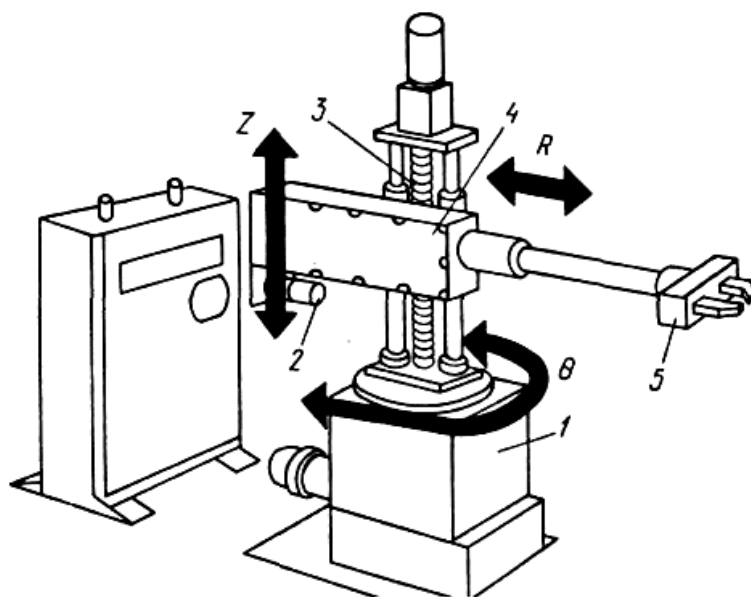


Рисунок 2 – Координати переміщення робота М20П.40.01:

1 – основа, 2 – привод горизонтального переміщення, 3 – привод вертикального переміщення, 4 – привод переміщень по координаті θ , 5 – привод переміщення по координаті α

Технічні характеристики наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика промислового робота М20П.40

1.	Номінальна вантажопідйомність, кг	20
2.	Число ступенів рухомості	5
3.	Найбільші лінійні переміщення, мм: по вертикальній осі по горизонтальній осі	500 800
4.	Найбільше кутове переміщення, град: руки щодо вертикальної осі кисті щодо поздовжньої осі кисті щодо поперечної осі	300 90;+180 3,5
5.	Діапазон швидкості лінійних переміщень м/с: по вертикальній осі по горизонтальній осі	0,005...0,5 0,008...1,0
6.	Діапазон швидкості кутових переміщень, град/с: руки щодо вертикальної осі захвату щодо подовжньої осі захвату щодо поперечної осі	 1...60 60 30
7.	Найбільша абсолютна похибка позиціювання, мм	±1
8.	Зусилля затиску обхвату, Н	350; 500
9.	Час затиску-розтиску, с	2
10.	Діапазон розмірів, захоплюваних деталей: по зовнішньому діаметру, мм	50...268
11.	Маса (без пристрою ЧПК), кг	570

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними
2. Скласти кінематичну схему промислового робота М20П.40
3. Зробити висновки.

Лабораторна робота №4

Захвати промислових робіт

Мета роботи: ознайомитись з захватами промислових робіт

Теоретичні відомості

Захоплення роботом різних предметів виконує пристрій, що отримав назву захват. Захвати достатньо складні по своїй конструкції, тому приблизно 5...10 % вартості робота складають витрати на ці пристрої. До них пред'являються наступні вимоги: висока надійність захоплення, утримання об'єкта маніпулювання, стабільність базування, легкість і швидкість заміни, універсальність, малі маса і габарити.

Захвати робіт класифікують (рисунк 1): по кінематиці захоплення об'єкта, типу пальців і приводу, характеру контакту з поверхнею, по числу пальців і ін.

Кінематика захоплення предмета захватом багато в чому визначається його формою. Різноманіття предметів народжує велике число різних конструктивних рішень захватних пристроїв. В найпростішому випадку об'єкти маніпулювання можна розділити на плоскі (лист, скло, шайби), тіла обертання (вали, фланці, циліндри, пляшки, конуси), форми паралелепіпеда (коробки, контейнери, телевізори), складної конфігурації (телевізійні трубки, лобове і заднє скло автомобіля, штамповані деталі) і змінної форми (тканини, шланги, дроти, гумові прокладки). При всьому різноманітті об'єктів маніпулювання найпростіший *двопальцевий захват* утримує майже 50 % з них, *трипальцевий* – 90, *чотирипальцевий* – 99 %. Процес збірки в багатьох галузях промисловості характеризується тим, що форму

циліндрового тіла обертання і прямокутного паралелепіпеда має більшість деталей. Перші складають приблизно 60, а другі – 30 %.

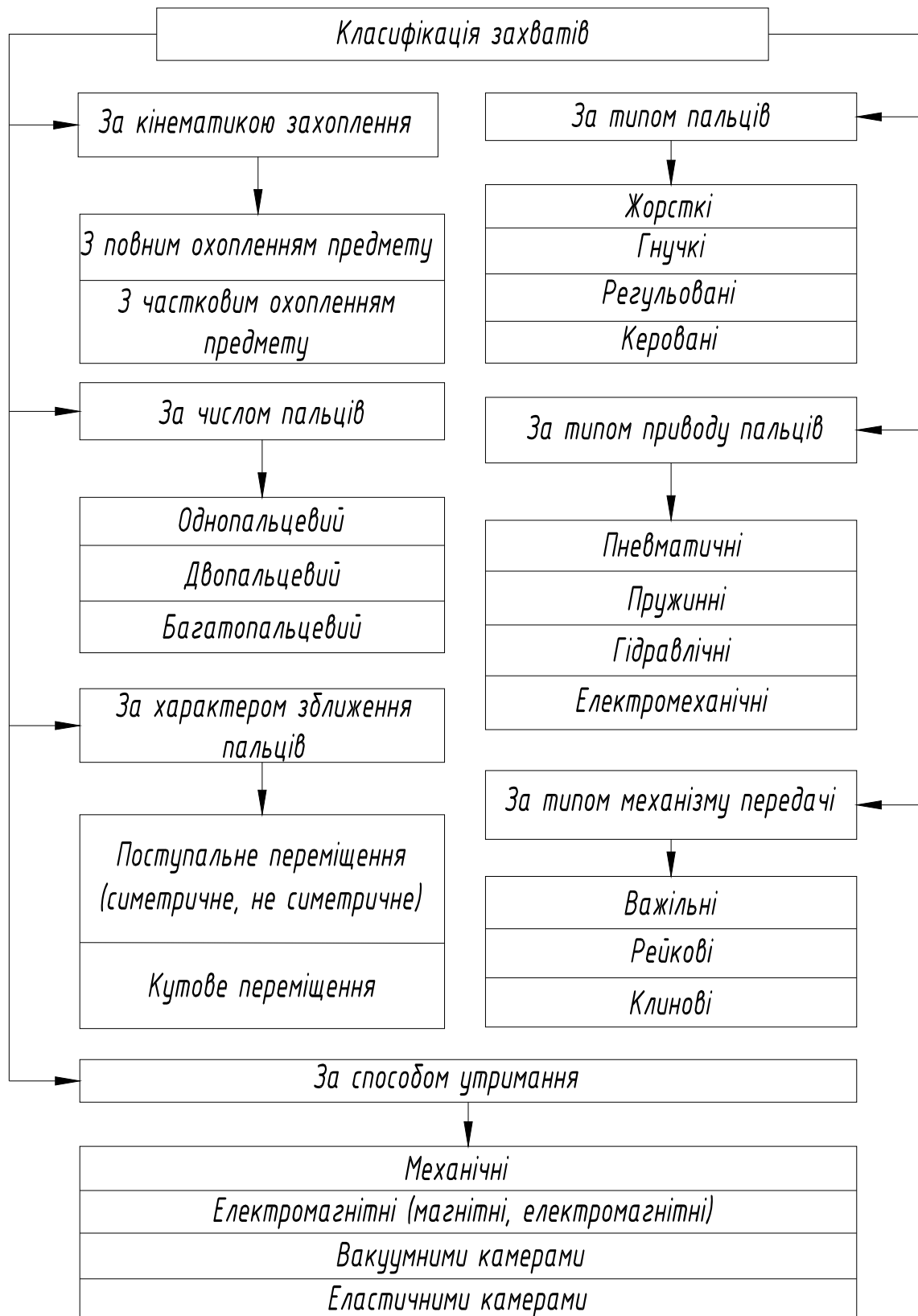


Рисунок 1 – Схема класифікації захватів

Конструкцію захвату визначають і розміри деталей. Так, якщо вписати деталь в деяке коло, то для роботи з предметами, відмінними діаметрами не більше ніж на 30 %, доцільно застосовувати двопальцеві захвати кліщового типу з кутовим переміщенням пальців один щодо одного. Якщо ж діаметри деталей перевищують цю цифру, але не більше ніж в двічі, бажано вибирати також двопальцевий захват, проте вже з поступальним переміщенням пальців. При значній відмінності діаметрів описаних кіл використовуються три- або чотирипальцеві захвати.

По геометрії контакту з предметом захвати можуть бути з односторонньою, дво-, три- і багатобічною дією. До *односторонніх захватів* (вони вступають в контакт тільки з однією поверхнею предмета) відносяться конструкції типу вакуумних або магнітних присосків, звичайний крюк, який використовується для підйому вантажів, липкі, вібруючі і голкові стрічки.

В *захватах двосторонньої дії* є два жорсткі притискачі. Захоплення поверхонь об'єкта маніпулювання в цьому випадку може проходити в двох точках (рисунок 1а), по двох лініях (рисунок 2б), по двох поверхнях (рисунок 1в). Вибір характеру зближення пальців з об'єктом, крім того, залежить від стану поверхні, міцності, шорсткості предмета. Для надійного утримання предмета, яке відбувається за рахунок сил сухого тертя, в більшості випадків достатньо двостороннього контакту.

Захвати тристоронньої дії (рисунок 2 г,д,е) додають системі велику універсальність, росте надійність утримання предмета за рахунок збільшення числа точок контакту і сил тертя, здійснюється обхват об'єкту з усіх боків, проте при цьому істотно ускладнюється їх

конструкція, збільшується маса пальців і приводів. Захват може мати трубчасті пальці, які розміщуються під певним кутом один щодо одного і переміщуються в радіальному напрямі. Останнє дозволяє захоплювати циліндричні тіла не тільки із зовнішньої, але і з внутрішньої сторони. При перенесенні прямокутних деталей з гранями два пальці обхвату повинні прилягати до однієї, а третій – до протилежної грані деталі.

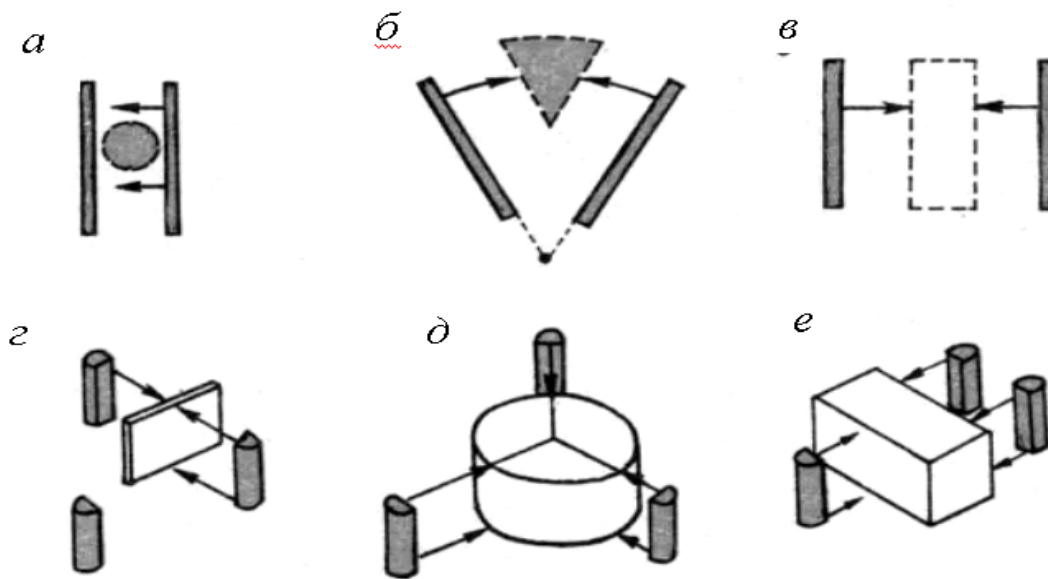


Рисунок 2 – Схеми захоплення деталей

Додаткові можливості при маніпулюванні з об'єктами виникають при використанні пальців, що обертаються щодо власної осі. При цьому профілі поверхні пальця можуть змінюватися

Захвати можуть бути стаціонарними, змінними і швидкозмінними. Місця і розміри кріплення захватів уніфіковані. При використуванні змінних захватів необхідно в межах зони маніпулювання мати магазинний пристрій (стійка або поверхня поворотного столу з гніздами). Зміна захватів проводиться в автоматичному режимі самими роботами. Спочатку відбувається з'єднання двох конічних штифтів, а потім з'єднання електричних і

пневматичних ліній.

Всього захват може передавати 30 електричних і 7 пневматичних сигналів. Електричні контакти цього роз'єму є достатньо потужними, що дозволяє підключати інструмент із споживанням струму до 8 А.

Механічні захвати застосовуються для утримання предметів, що мають безперервні поверхні, центральне положення центру ваги, правильну геометричну форму (рисунок 3а). Для предметів без специфічних контурів, з складними приєднувальними поверхнями, нецентральним розташуванням центру ваги використовують механічні захвати з кінематичним замиканням охоплюваних поверхонь (рисунок 3б).

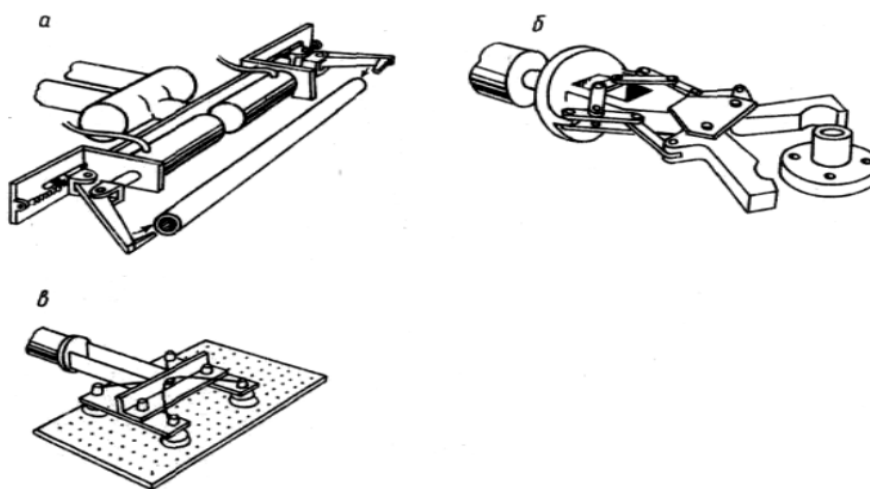


Рисунок 3 – Схеми утримання захватами деталей

Магнітні і електромагнітні захватні пристрої служать для маніпулювання феромагнітними предметами з гладкими поверхнями. Електромагнітні захвати відрізняються простотою конструкції, швидкістю захоплення, значною силою тяжіння на одиницю поверхні. Основний їх недолік – після маніпулювання в предметі залишається намагніченість, виникає небезпека забруднення і пошкодження деталі.

Вакуумні захватні пристрої (рисунок 3в) надійно утримують деталі з гладкими, рівними поверхнями масою до 20 кг. Це відбувається за рахунок розрядки повітря, створюваного між поверхнею предмета і вакуум-присосом. Захвати мають велику площу контакту з предметом і вимагають симетричного розташування центру ваги в об'єкті маніпулювання. Проте вони відносно недовговічні, споживають значну кількість стислого повітря, між присосом і поверхнею деталі не повинно бути частинок мастила і пилу, для створення розрідження між присосом і предметом необхідний час. Остання обставина зменшує швидкодію всього робототехнічного комплексу. Не дивлячись на вказані недоліки, не жорсткість захвату дозволяє використовувати його для маніпулювання крихкими предметами (наприклад, колбами, електронно-променевими трубками і ін.). Для цієї ж цілі можна застосовувати захвати з постійною і змінною формами пальців, виконаних з гофрованої гуми з тонко- і товстостінними частинами. При подачі у внутрішню порожнину стислого повітря надувні подушечки еластичних камер пальців деформуються і згинаються.

Умови роботи захватів найважчі у всьому робототехнічному комплексі: вони реалізують постійний контакт з предметами, зовнішнім, досить часто агресивним, середовищем і тому в найбільшій степені схильні до пошкоджень.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними
2. Ознайомитись з захватами і класифікувати їх згідно з схемою на Рисунок 1.
3. Зробити висновки.

Лабораторна робота №5

Вивчення роботи пневматичного захвату

Мета роботи: ознайомитись з роботою пневматичного захвату.

Теоретичні відомості

Пневматичні захвати застосовуються в основному в різних пристосуваннях, забезпечуючи піднімання і транспортування заготовок.

Пневмозахват складається з наступних вузлів: корпусу, вузлу керування, гумового присосу. В корпусі змонтовані всі вузли захвата, сам корпус кріпиться до пристосування, яке забезпечує переміщення захвату. Вузол керування, який застосовується в керованих захватах, зазвичай являє собою клапан, розміщений на кінці штоку пневмоциліндра або електромагніту.

У порожнині гумового присоса створюється розрідження, що забезпечує утримання заготовки:

$$P = (0,3...0,35) \cdot 10^2 \text{ кН/м}^2, \quad (1)$$

Визначення підйомного зусилля захоплення (рисунк 1). При зосередженому навантаженні $Q_{\text{заг}}$, коли площа заготовки небагато більше площі захоплення і центр ваги заготовки співпадає з центром захвату, підйомна сила визначається за формулою:

$$Q_{\text{під}} = \frac{1}{\beta} \Delta p F = Q_{\text{заг}}, \quad (2)$$

де β коефіцієнт запасу, який враховує можливі втрати повітря:

$$\beta = 1,2...1,3;$$

Δp – перепад тиску;

F – площа захвату.

У випадку нецентрального прикладення навантаження підйомна сила пневмозахвату визначається за формулою:

$$Q_{\text{під}} = \frac{1}{\beta \kappa} \Delta p F, \quad (3)$$

$\kappa = 1 + \frac{4l}{D}$ – коефіцієнт, що враховує вплив згинаючого

моменту при нецентральному прикладенні навантаження;

l – відстань від центру ваги заготовки до центру захоплення;

D – діаметр пневмоприсосу.

Побудова графіку "зусилля притиску – розрідження". У вираз для визначення піднімальної сили присоса входить величина розрідження під присосом Δp . У середньому вона приймається рівною $(0,3...0,35) \cdot 10^2 \text{ кН/м}^2$, але очевидно, що ця величина залежить не тільки від стану поверхні заготовки і присоса, але і від зусилля притиску присоса до заготовки. Тому для точних розрахунків необхідно мати залежність "зусилля притиску – розрідження".

Цю залежність можна побудувати таким чином (рисунк 1):

1. Зважити присос з накладкою.
2. Залити в присос воду, закрити накладкою і зважити.
3. Різниця у вазі (з водою і без води) являє собою вагу води, яка заповнила присос чи об'єм присосу.
4. Навантажити присос зусиллям 10 Н.
5. Зважити присос після зняття навантаження.

Так як при навантаженні присос деформується й об'єм його зменшується, надлишки води виливаються, то вага її зменшується. Це

зменшення ваги присоса з водою і накладкою являє собою зміну об'єму присоса під навантаженням.

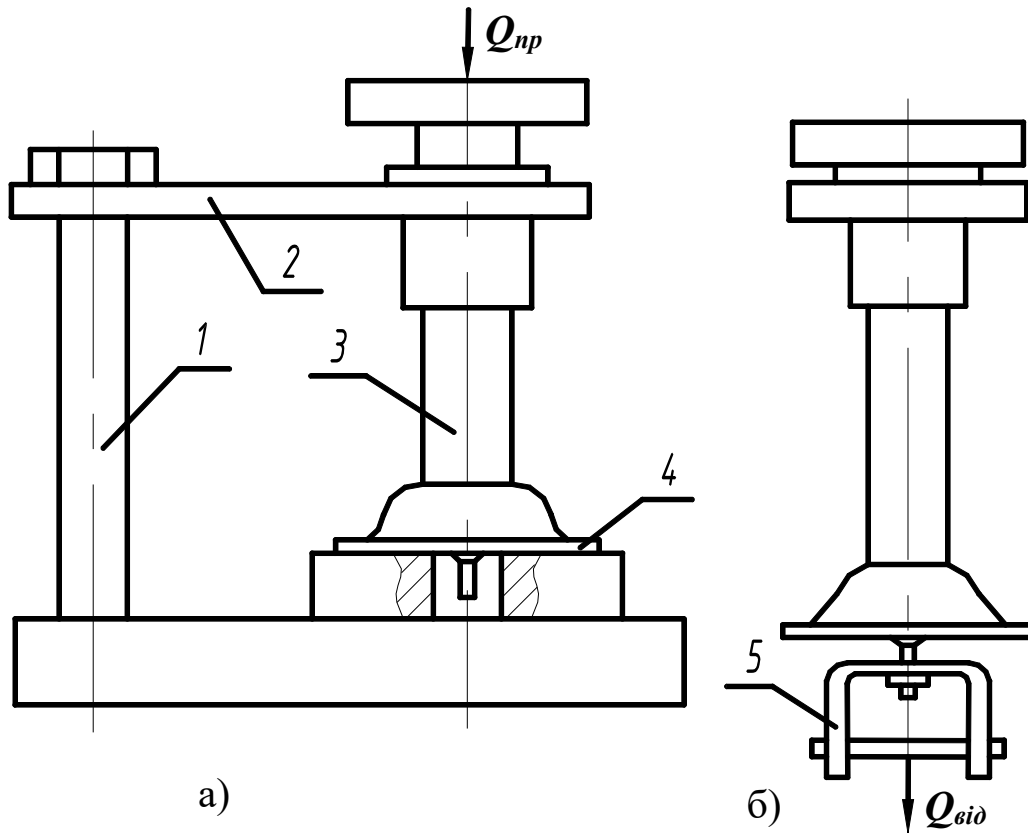


Рисунок 1 – Визначення зусилля відриву заготовки:

а) схема навантаження; б) схема відриву; 1 – стійка; 2 – кронштейн; 3 – шток; 4 – заготовка; 5 – зачіп.

6. Навантажити присос силою 30Н, 50Н, 70Н...150Н.

7. Зважити присос після зняття навантаження.

8. Скласти таблицю.

9. Різницю тисків під присосом і атмосферного приблизно можна визначити, виходячи з наступної залежності:

$$K_1 P_0 V_{\text{деф}} = K_2 P V_{\text{поч}}, \quad (4)$$

де: P_0 – атмосферний тиск, кН/м^2 ;

P – тиск під присосом після його деформації, кН/м^2 ;

$V_{\text{поч}}$ – вихідний (первинний) об'єм порожнини під присосом, м^3 ;

$V_{\text{деф}}$ – об’єм присоса під навантаженням, м³;

K_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення тиску під присосом під час його деформування: $K_1 = 1,05 \dots 1,1$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує неповне відновлення об’єму присоса після зняття навантаження: $K_2 = 0,8 \dots 0,85$.

Тоді:

$$P = \frac{K_1}{K_2} P_0 \frac{V_{\text{деф}}}{V_{\text{поч}}} \quad (5)$$

10. Побудувати графік "зусилля притиску – розрідження" (рисунок 2).

Таблиця 1 – Дані для побудови графіку “зусилля притиску –

Навантаження на присос, Н	Вага присосу з накладкою і водою, Н	Зменшення об’єму присосу під навантаженням, см ³	Об’єм присосу під навантаженням, см ³	Відношення $V_{\text{деф}}/V_{\text{поч.}}$	Зменшення тиску під присосом, кН/м ²
0	0,263	0	5,025	1	0
20	0,260	0,2	4,755	0,946	$0,054 \cdot 10^2$
40	0,258	0,49	4,535	0,903	$0,097 \cdot 10^2$
60	0,255	0,74	4,285	0,853	$0,147 \cdot 10^2$
80	0,283	0,97	4,055	0,807	$0,193 \cdot 10^2$
100	0,251	1,19	5,835	0,765	$0,237 \cdot 10^2$

Експериментальне визначення піднімальної сили в залежності від ексцентриситету прикладення навантаження і стану поверхні матеріалу. Сила притиснення присосу залежить, крім зусилля притиску (чи розрідження під присосом), ще і від ексцентриситету прикладення навантаження і стану поверхні матеріалу, що піднімається.

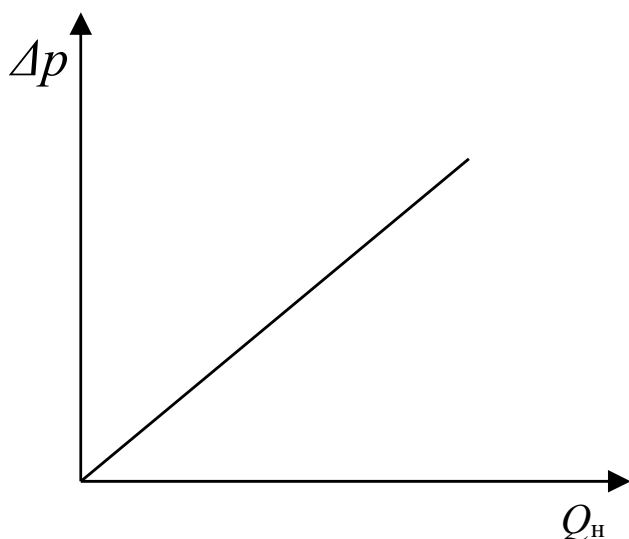


Рисунок 2 – Графік "зусилля притиску – розрідження"

Перший з цих факторів враховується розрахунковими залежностями, але залежності ці не можуть врахувати усіх факторів, що вступають у силу при нецентральному прикладенні навантаження.

Другий фактор узагалі не враховується в розрахунках, хоча він, безумовно, відіграє істотну

роль.

Хід роботи

1. Встановити заготовку під присос з визначеним ексцентриситетом, як показано на рис1. Навантажити шток визначеним зусиллям (наприклад, прикласти шток із пневмозахватом до заготовки до упора металевої частини штока в заготовку). Встановити зачіп і навішувати на нього вантаж різної величини до відриву заготовки від присоса. Зафіксувати величину ексцентриситету і найбільший вантаж, при якому заготовка ще утримувалася захватом. Змінити величину ексцентриситету і повторити експеримент. Скласти таблицю і графік залежності піднімальної сили присоса від величини ексцентриситету. Порівняти теоретичні й експериментальні дані. Зробити висновки.

2. При нульовому ексцентриситеті установити під присос заготовки з різною шорсткістю поверхні. Визначати найбільшу вагу вантажу, яка утримувалась присосом. Скласти таблицю і графік залежності піднімальної сили присосу від шорсткості. Порівняти теоретичні й експериментальні дані. Зробити висновки.

Лабораторна робота №6

Датчики, що використовуються в технологічних процесах.

Мета роботи: Ознайомитись з типами датчиків, які використовуються в технологічних процесах та принципом їх роботи.

Теоретичні відомості

Більшість величин, що характеризують технологічні процеси, мають неелектричний характер: температура, освітленість, швидкість, прискорення, розміри, об'єм, тиск, маса і т.д. Тому в автоматичних системах контролю і керування використовують різноманітні перетворювачі неелектричних величин в електричні сигнали.

Головним елементом вимірювального перетворювача є датчик. Важливий параметр датчика - динамічна чутливість, рівна відношенню зміни вихідної величини датчика до зміни вхідної величини:

$$K = \frac{\Delta Y}{X}.$$

Окрім достатньої чутливості, датчик повинен забезпечити необхідну точність перетворення в заданому діапазоні зміни вхідної величини, володіти достатньою швидкодією (бути малоінерційним) не мати помітного зворотного впливу на реєстровану величину.

За принципом дії датчики ділять на параметричні – перетворюючі вхідну величину в зміну параметрів (R , L , C) електричного ланцюга та генераторні - перетворюючі енергію вхідної величини безпосередньо в електричну енергію.

Очевидно, що для отримання електричного сигналу від параметричного датчика необхідний електричний ланцюг з

додатковим джерелом електричної енергії. Цей допоміжний електричний ланцюг, в якому проходить перетворення зміни опору Z на вході ланцюга ($U = f(z)$) називається вимірювальним ланцюгом.

Вихідні сигнали датчиків у більшості випадків дуже слабкі. Тому до складу перетворювача входить підсилювач. Якщо потрібний коефіцієнт підсилення $K = U_{вих.} / \Delta U_{вх.} < 10$, то використовують простий однокаскадний транзисторний підсилювач. При $K > 10$ доцільно застосовувати багатокаскадний підсилювач, виконаний у вигляді інтегральної схеми.

Якщо перетворювач неелектричної величини в електричний сигнал повинен працювати з цифровим пристроєм керування, то до складу перетворювача необхідно включити пристрій, який виробляє квантування сигналу по рівню і по часу. Такий пристрій називають аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП).

Таким чином, в загальному випадку структурна схема перетворювача неелектричної величини в цифровий електричний сигнал складається з датчика, вимірювального ланцюга, підсилювача і АЦП (рисунок 1).

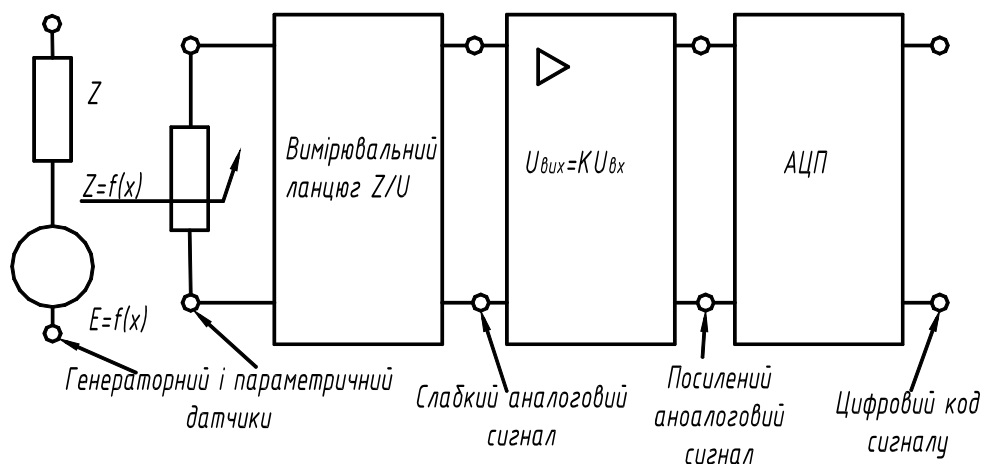


Рисунок 1 – Схема перетворювача неелектричної величини в цифровий електричний сигнал.

Існують мікросхеми, які об'єднують в одному корпусі всі елементи перетворювача, окрім датчика.

Розглянемо найбільш поширені типи датчиків.

Контактні датчики, призначені для дискретних вимірювань механічних переміщень (рисунок 2). Контакти датчика замикають або розмикають електричний ланцюг при переміщенні, досягнувши заданої величини. Такі датчики широко застосовуються для контролю розмірів деталей в системах автоматичної сигналізації перевищення заданого параметра, в клавішних пристроях вводу інформації

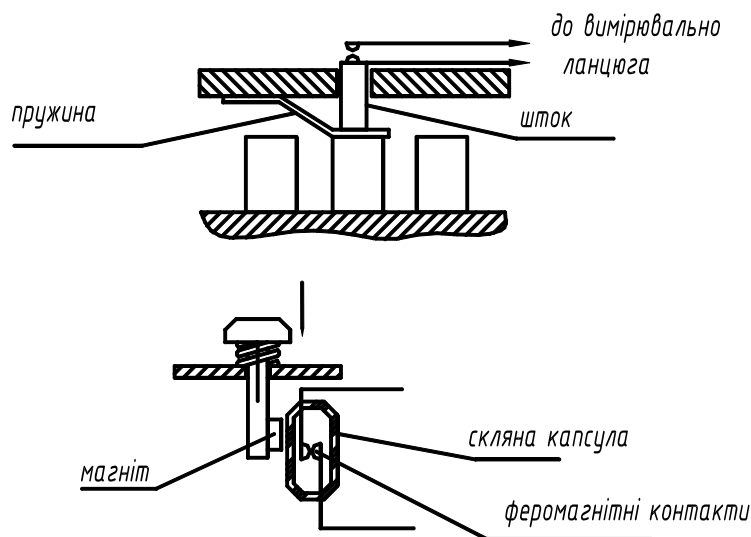


Рисунок 2 – Контактні датчики

Потенціометричні датчики служать для вимірювання кутових та лінійних механічних переміщень. Вони представляють собою звичайні реостати, включені по схемі потенціометра (рисунок 3).

Статична характеристика потенціометричного датчика у режимі холостого ходу (коли опір навантаження R_n набагато більше опору реостату R) являє пряму лінію:

$$U_{\text{вих.}} = \frac{UX}{I}$$

Із зменшенням R_H характеристика буде відхилятися від лінійного. Зв'язавши повзун потенціометра з механічним чутливим елементом (мембраною, поплавком, коромислом, діафрагмою), можна контролювати тиск, рівень рідини, положення флюгера, швидкість, потік повітря і т.д.

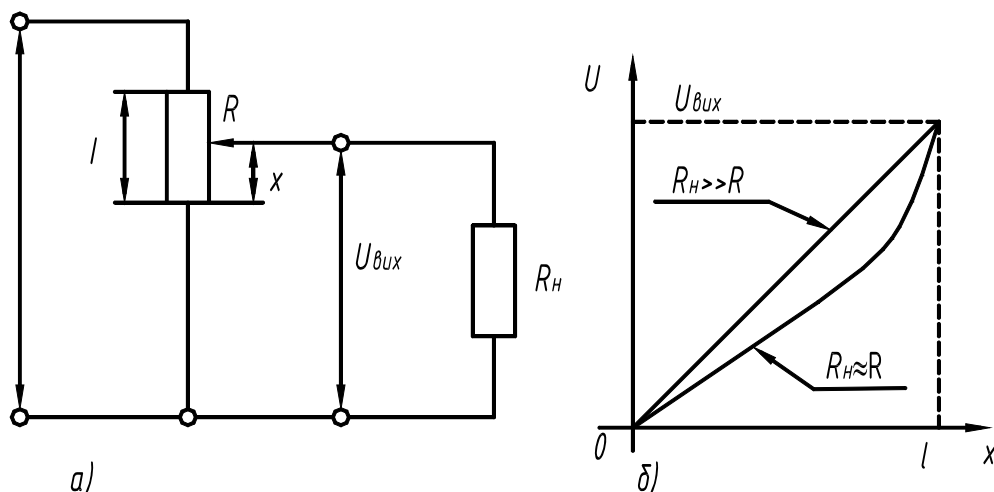


Рисунок 3 – Потенціометричні датчики:

- а) включення датчика за схемою потенціометра;
- б) статична характеристика потенціометричного датчика у режимі холостого ходу.

Основними позитивними сторонами є простота конструкції, можливість використання в ланцюгах як постійного, так і змінного струму. Основні недоліки визначаються наявністю контакту ковзання, що понижує надійність роботи та обмежує строк служби.

Індуктивні датчики являють собою котушку, індуктивність якої міняється при зміні вимірюваного параметру.

Більша частина індуктивних датчиків призначена для вимірювання кутових механічних переміщень. В цьому випадку індуктивний датчик складається з котушки, навитої на феромагнітний

сердечник та рухомого феромагнітного якорю (рисунок 4). Якір механічно зв'язаний з контрольованим об'єктом. При переміщенні об'єкта якір зміщується (віддаляється, наближається чи обертається) відносно сердечника. Це веде до зміни магнітного потоку Φ , індуктивності L і індуктивного опору ωL обмотки.

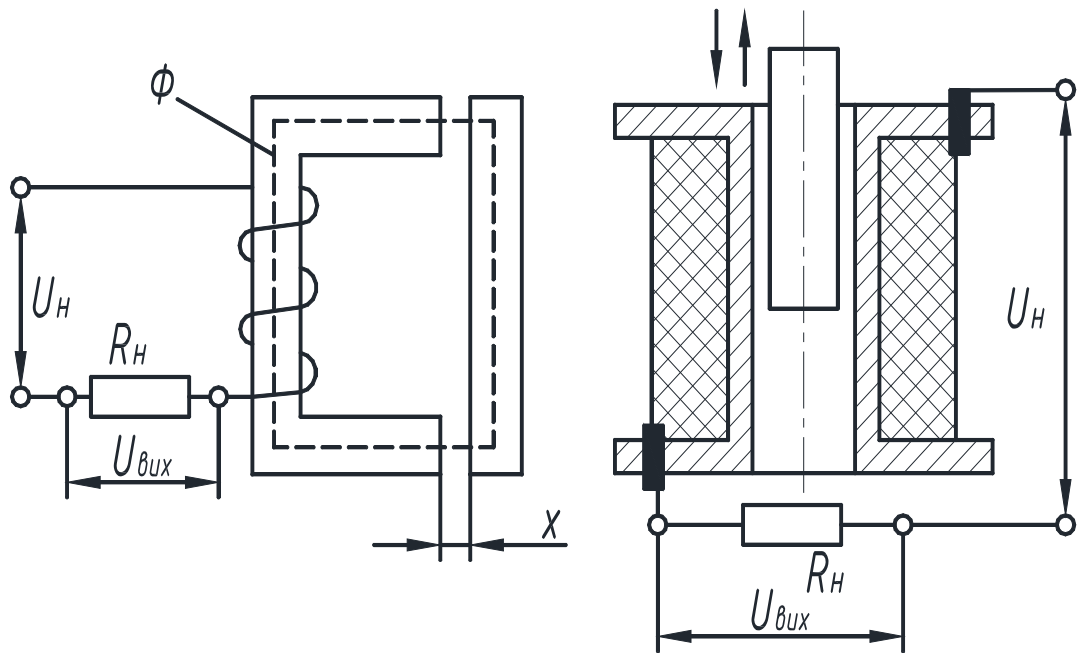


Рисунок 4 – Індуктивні датчики

Ємнісні датчики являють собою конденсатор, ємність якого змінюється із зміною контрольованої величини. Так як ємність конденсатора залежить від діелектричної проникності середовища між обкладками, площі між обкладками, площі обкладок і відстані між ними, то існують три принципово різних типи конструкцій ємнісних датчиків:

- із змінною відстанню між пластинами (рисунок 5а);
- з змінною робочою площею обкладок (рисунок 5б, в);
- із змінною діелектричною проникністю (рисунок 5г).

Ємність датчиків мала і знаходиться у межах 10...100 пФ,

тому вони працюють на достатньо високих частотах – $10^4 \dots 10^7$ Гц. Включають ці датчики або в містковий, або в генераторний вимірювальний ланцюг.

Основна перевага ємнісних датчиків – висока чутливість. З їх допомогою можна проводити прецизійні вимірювання механічних переміщень (ємнісний мікрометр) з точністю до 0,1 мкм.

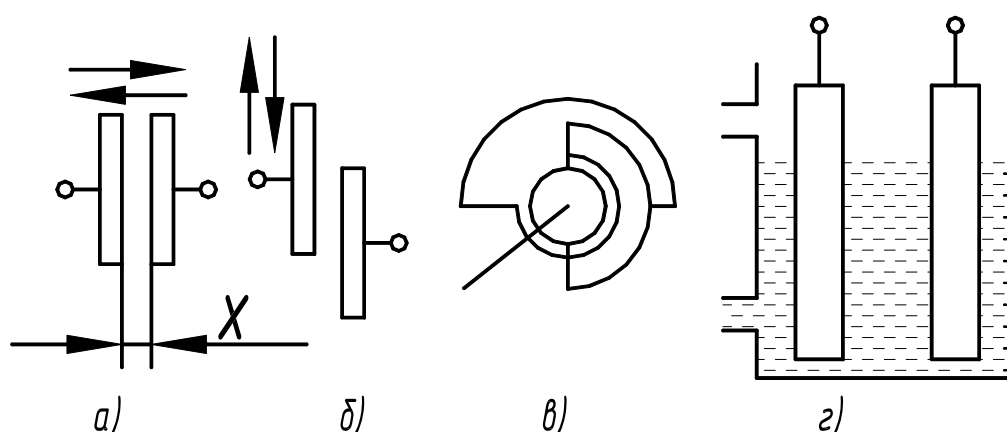


Рисунок 5 – Ємнісні датчики

Тензометричні датчики застосовують для вимірювання пружних деформацій і динамічних навантажень. В промисловості використовуються дрові, фольгові і напівпровідникові. Дрові тензодатчик являє собою константний дріт діаметром біля 10 мкм, який наклеєний на цигарковий папір (Рисунок 6). Для вимірювання деформації датчик наклеюється на деталь так, щоб його поздовжня вісь співпадала з напрямком деформації. При навантаженнях P дріт разом з деталлю буде сприймати розтяг або стискування в результаті якого змінюється довжина l , площа поперечного перерізу S , а відповідно і опір датчика:

$$R = \frac{\rho l}{S}.$$

Опір тензодатчиків 50...2000 Ом, довжина поздовжньої осі 5...30 мм, максимально допустимі деформації не більше 1%. Коефіцієнт тензочутливості:

$$k = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l},$$

для дротових тензометрів $k = 2$, для напівпровідникових $k = 100$.

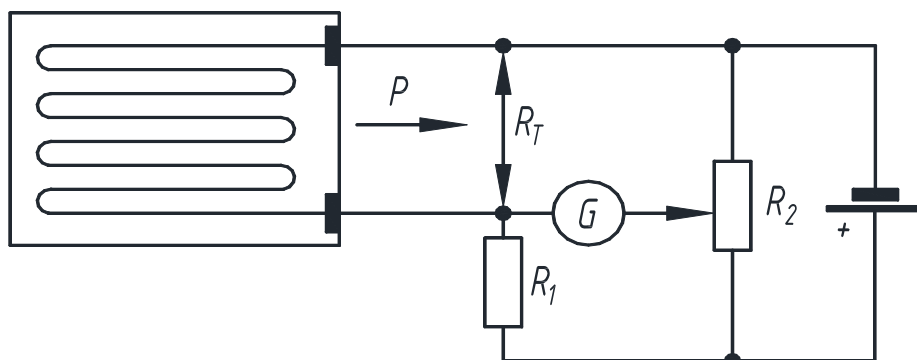


Рисунок 6 – Мостова схема включення тензодатчика.

Термістори (терморезистори) перетворюють зміну температури в зміну опору. Основний параметр термістора - температурний коефіцієнт опору:

$$\alpha = \frac{\Delta R / R}{\Delta T},$$

де $\Delta R / R$ – відносна зміна опору при зміні температури на ΔT .

Термопари відносяться до класу генераторних датчиків і застосовуються для вимірювання температури. Принцип дії термопар оснований на використанні ефекту виникнення ЕРС при нагріві контактної пари з двох різних металів (термоелектричний ефект).

Фотоелектричні датчики змінюють свої параметри при дії на них світла. Їх основна перевага у високій чутливості і відсутності

механічного зв'язку з вимірюваним об'єктом. У якості фотоелектричних датчиків використовуються: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори.

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними.
2. Зняти характеристики потенціометричного, індуктивного, ємнісного, тензометричного, терморезисторного датчиків.
3. Визначити похибку вимірювання.
4. Зробити висновки.

Лабораторна робота №7

Логічні елементи цифрових пристроїв.

Мета роботи: ознайомитись з принципами роботи логічних елементів, елементами алгебри логіки.

Теоретичні відомості.

Логічні елементи являють собою електронні пристрої, в яких оброблювана інформація закодована у вигляді двійкових чисел, що відображаються напругою (сигналом) високого і низького рівня. Термін "логічні" прийшов в електроніку з алгебри логіки, яка оперує змінними величинами і їх функціями, котрі можуть приймати тільки два значення "0" і "1".

Пристрої, що реалізують логічні функції, називаються логічними або цифровими пристроями.

На входи пристрою подають комбінації двійкових змінних. Вихідні і вхідні змінні зв'язані між собою логічною функцією. Якщо логічному "0" відповідає напруга низького рівня, а логічній "1" – високого, то таку логіку називають позитивною і навпаки, якщо за логічний "0" приймають напругу високого рівня, а за логічну "1" – низького рівня, то таку логіку називають заперечувальною.

Символи "0" і "1" в алгебрі логіки не мають кількісного змісту і використовуються для позначення якості висловлювання: наприклад "хибно" і "істинно", "ні" і "так" і т.д.

Для аналітичного запису багато логічних операцій позначають спеціальними символами. Так, риска над змінною позначає логічне заперечення (інверсію), знак " $\vee$ " - логічне додавання, а знак " $\cdot$ " (крапка) - логічне множення. Ці три перераховані функції часто

називають основними функціями. Так як з допомогою них можна найбільш просто виразити будь-яку іншу логічну функцію.

Число аргументів однозначно визначає число різних функцій від цих аргументів. При числі аргументів, рівному n , число їх різних комбінацій складе 2^n , а число функцій вже 4^n . При будь-якому числі змінних значення:

- функції "І" рівне логічній "1" тільки при рівності "1" всіх змінних;
- функції "І-НІ" рівне логічному "0" тільки при рівності "1" всіх змінних;
- функції "АБО" рівне логічному "0" тільки при рівності "0" всіх змінних;
- функції "АБО-НІ" рівне логічній "1" тільки при рівності "0" всіх змінних (таблиця 1).

ЗАКОНИ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ

Комутативний закон

$$X_1 \cdot X_2 = X_2 \cdot X_1$$

$$X_1 \vee X_2 = X_2 \vee X_1$$

Асоціативний закон

$$X_1 \cdot (X_2 \cdot X_3) = (X_1 \cdot X_2) \cdot X_3 \quad X_1 \vee (X_2 \vee X_3) = (X_1 \vee X_2) \vee X_3$$

Дистрибутивний закон

$$X_1 \cdot (X_2 \vee X_3) = X_1 \cdot X_2 \vee X_1 \cdot X_3 \quad X_1 \vee X_2 \cdot X_3 = (X_1 \vee X_2) \cdot (X_1 \vee X_3)$$

Правило повторення

$$X \cdot X = X$$

$$X \vee X = X$$

Правило заперечення

$$X \cdot \bar{X} = 0$$

$$X \vee \bar{X} = 1$$

Правило подвійного заперечення

$$\overline{(\overline{X})} = X$$

Правило склеювання

$$X1 \cdot (X1 \vee X2) = X1$$

$$X1 \vee X1 \cdot X2 = X1$$

Правило Моргана

$$\overline{X1 \cdot X2} = \overline{X1} \vee \overline{X2}$$

$$\overline{X1 \vee X2} = \overline{X1} \cdot \overline{X2}$$

Операції з "0" і "1"

$$X \cdot 1 = X$$

$$X \vee 0 = X$$

$$X \cdot 0 = 0$$

$$X \vee 1 = 1$$

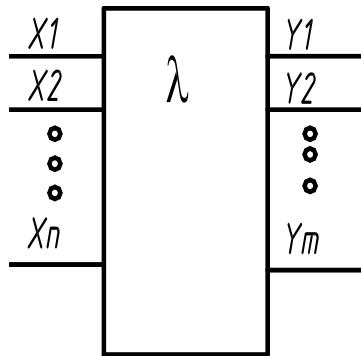
Таблиця 1

Змінна			Логічна функція			
X1	X2	X3	I	I-НІ	АБО	АБО-НІ
0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1	0

Логічний елемент – це електронний пристрій, який реалізує одну з логічних операцій. Якщо значення функції на виході елемента однозначно визначається комбінацією вхідних змінних в даний момент часу, то елемент відноситься до комбінаційної логіки.

На принциповій схемі логічний елемент зображають прямокутником, всередині якого ставиться зображення показника функції ("&" – функція "І", "1" – функція "АБО"). Звичайно лінії з лівої сторони прямокутника показують входи, з правої – виходи елемента (рисунок 1). Якщо будь-який вхід позначається кружком, то це значить, що функція виконується для сигналу низького рівня

(заперечувальна логіка). Якщо кружком позначений вихід, то елемент проводить логічне заперечення (інверсію) результату операції,



вказаної всередині прямокутника (рисунок 2).

Рисунок 1 – Умовне графічне зображення логічного елемента.

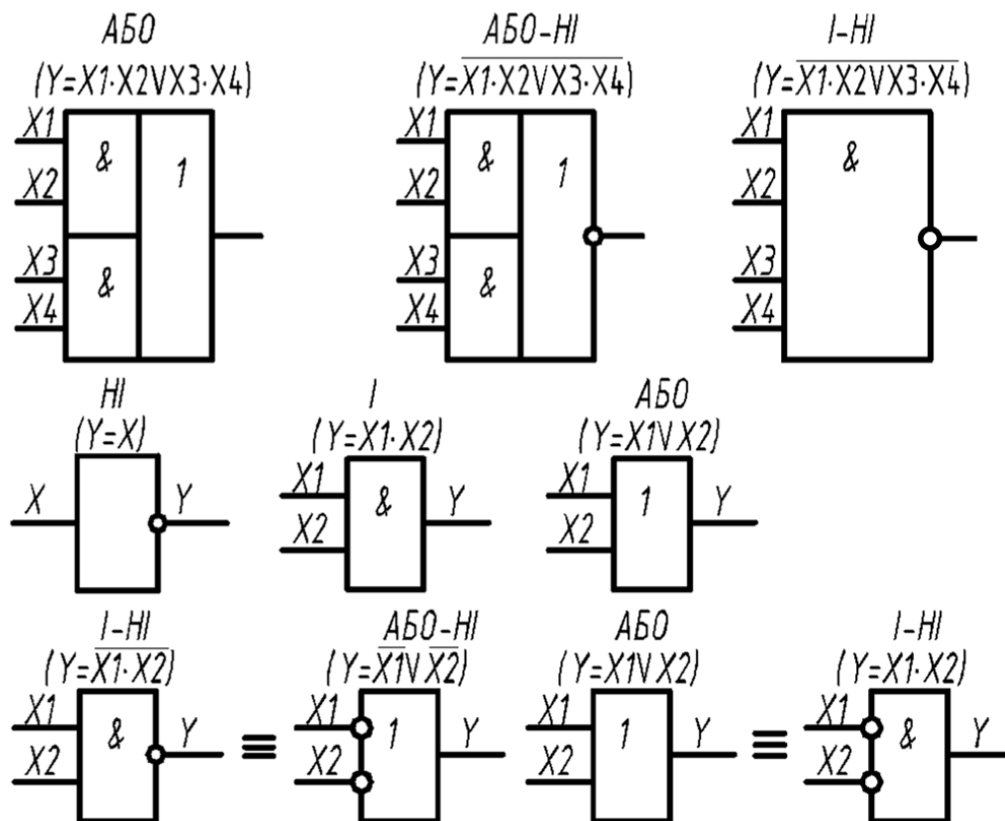


Рисунок 2 – Основні логічні елементи

Хід роботи.

1. Подаючи на входи логічних елементів, сигнали низького і високого рівня, визначити, яку логічну функцію реалізують ці елементи.

2. Визначити до якого типу логіки відносяться логічні елементи.

Лабораторна робота №8

Тема: Розрахунок подачі заготовок в прес-ножиці

Теоретичні відомості

Розділення прокату на заготовки виконують на ножицях (прес-ножицях). При цьому прокат стандартної довжини подається на рольганг з привідними роликми, що обертаються. Періодичність переміщення прокату на відстань, яка рівна довжині заготовки, що нарізається, визначається часом різання (находженням рухомого ножа в контакт з матеріалом) і переміщенням прокату до упору. Якщо цей час переміщення менший або рівний часу руху ножа над ним, то розділення може відбуватись при неперервній роботі ножиць. В протилежному випадку, періодичність включення ножиць необхідно узгодити з часом безпосереднього різання і подачі матеріалу до упору.

Сила, яка викликає переміщення заготовки до упору, може бути визначена за формулою:

$$P = fQ_3. \quad (1)$$

Робота переміщення заготовки на величину подачі рівна кінетичній енергії в кінці подачі:

$$PT = \frac{mV_{\max}^2}{2}. \quad (2)$$

Тоді:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2PT}{m}} = \sqrt{2fgT}, \quad (3)$$

а так як:

$$V_{cep} = \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2} \text{ і } V_{\min} = 0, \quad (4)$$

то:

$$V_{cep} = \frac{1}{2} V_{\max} = \sqrt{\frac{fgT}{2}}. \quad (5)$$

Тоді час подачі заготовки:

$$t = \frac{T}{V_{cep}} = \sqrt{\frac{2T}{fg}}. \quad (6)$$

При цьому необхідне виконання умови:

$$V_{\max} \leq V_p, \quad (7)$$

де V_p – кутова швидкість роликів рольганга.

Для встановлення можливості неперервної роботи ножиць з автоматичною подачею матеріалу привідним рольгангом, визначаємо кількість ходів ножиць:

$$n = k_3 \left(1 - \frac{\alpha_k}{\pi} \right) \sqrt{\frac{fg}{T}}, \quad (8)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу;

α_k – кут між вертикальною віссю і кривошипом в момент контакту рухомого ножа з заготовкою.

Якщо отримане значення n більше числа ходів ножиць, то неперервна робота ножиць можлива. В протилежному випадку інтервал між включенням ножиць розраховується за формулою:

$$t_{вкл} = \frac{60}{n}. \quad (9)$$

Кінетична енергія заготовки в кінці подачі може акумулюватись пружиною упору, попередньо стисненою зусиллям P_n

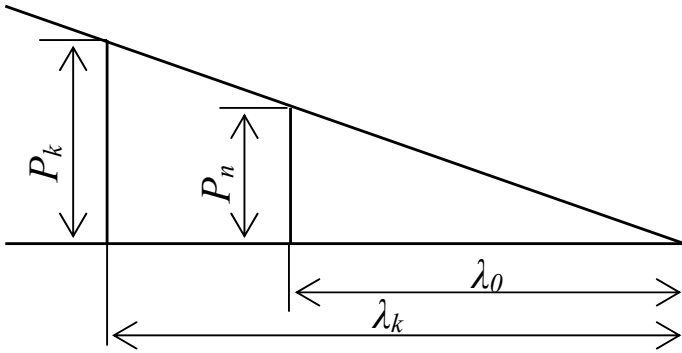


Рисунок 1–Характеристика пружини стиснення

на величину λ_0 (характеристика пружини стиснення). Деформацію пружини $\lambda_k - \lambda_0$ за рахунок удару можна визначити з рівняння балансу енергії (P_k – зусилля стиснення

пружини на λ_k (Рисунок 1.)):

$$W = P(\lambda_k - \lambda_n) = (\lambda_k^2 - \lambda_0^2) \frac{Z}{2}, \quad (10)$$

де W – кінетична енергія системи після удару:

$$W = \frac{Q_z^2 V_{\max}^2}{2g \left(Q_z + Q_o + \frac{1}{3} Q_{np} \right)}, \quad (11)$$

де Q_o – маса упора;

Q_{np} – маса пружини;

Z – жорсткість пружини.

Для гвинтових циліндричних пружин з круглого дроту діаметром d , середнім діаметром D і числом витків i :

$$Z = \frac{Jd^4}{8D^3i}. \quad (12)$$

Для середньовуглецевих сталей модуль пружності $J=8,2 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$; для високовуглецевих – $J=7,6 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$; для кремнемарганцевої сталі $J=7,5 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$.

Швидкість заготовки і рухомих частин упору після удару:

$$V = \frac{Q_3 V_{\max}}{Q_3 + Q_0 + \frac{1}{3} Q_{np}}. \quad (13)$$

З виразу

$$\alpha_n = k_3 (2\pi - \alpha_k - \alpha_{k_1}), \quad (14)$$

де α_{kl} – кут між вертикальною віссю і кривошипом в момент виходу рухомого ножа ножиць з заготовки;

а також співвідношення:

$$\lambda_k - \lambda_0 = \frac{P_k - P_n}{Z}, \quad (15)$$

визначається величина стиснення пружини $\lambda_k - \lambda_0$. Виходячи з відомої залежності:

$$P_{np} = \lambda Z, \quad (16)$$

а також (12) і (15) є можливим визначити розмір пружини (або пружин). Час стиснення пружини на величину $\lambda_k - \lambda_0$ при $P_n = P$ може бути визначено, як півперіод гармонічних коливань:

$$t_{cm} = \pi \sqrt{\frac{\left(Q_3 + Q_0 + \frac{1}{3} Q_{np}\right) (\lambda_k - \lambda_0)}{P_k - P_n}}. \quad (17)$$

Додавши до розрахованого за (6) часу подвоєний час стиснення пружини (t_{cm}), визначимо час подачі заготовки до упору:

$$t_n = t + 2t_{cm}. \quad (18)$$

Хід роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними даними.
2. Провести розрахунки згідно з даними таблиці 1.
3. Зробити висновки.

Таблиця 1 – Дані для розрахунку подачі заготовок в прес-ножиці.

№ варіанту	T , мм	Q_z , Н	Q_o , Н	N , с ⁻¹	d , мм	D , мм	i	P_n , кН	λ_o , мм	α_k
1.	250	15	120	120	10	50	8	10	30	40
2.	260	16	120	180	10	50	8	11	30	39
3.	270	17	130	120	10	50	8	12	30	38
4.	280	18	130	180	10	50	8	13	30	37
5.	290	19	140	120	15	75	10	14	30	36
6.	300	20	140	180	15	75	10	13	40	35
7.	310	21	150	120	15	75	10	12	40	34
8.	320	22	150	180	10	50	8	11	40	33
9.	330	23	180	120	10	50	8	10	40	32
10.	340	25	180	180	10	50	8	11	30	31
11.	350	26	160	120	15	75	10	12	30	30
12.	360	27	160	180	15	75	10	13	30	31
13.	250	21	140	120	15	75	10	14	40	32
14.	260	22	150	180	15	75	10	13	40	33
15.	270	23	150	120	15	75	10	12	40	34
16.	280	25	180	180	10	50	8	11	40	35
17.	290	26	180	120	10	50	8	10	30	36
18.	300	27	160	180	10	50	8	11	30	37
19.	310	15	160	120	15	75	10	12	30	38
20.	320	16	120	180	15	75	10	13	30	39
21.	330	17	120	120	10	50	8	10	30	40
22.	340	18	130	180	10	50	8	11	30	39
23.	350	19	130	120	10	50	8	12	30	38
24.	360	20	140	180	10	50	8	13	30	37
25.	360	18	140	120	15	75	10	14	40	36

Література

1. Ямпольский В.С. Основы автоматики и электронно-вычислительной техники - М.: Просвещение, 1991.-223 с.: ил.
2. Смирнов А.М., Васильев К.И. Основы автоматизации кузнечно-прессовых машин – М.: Машиностроение, 1987. –269с.:ил.
3. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник –М.: Машиностроение, 1983. –376с.

Зміст

Загальні вказівки	3
1. Розрахунок валкових подач	5
2. Розрахунок подачі матеріалу з рулону і правильно- розмотуючих пристроїв	9
3. Вивчення основних технологічних характеристик і даних промислового робота М20П.40.	14
4. Захоплюючі пристрої промислових роботів.	19
5. Вивчення роботи пневматичного захвату	25
6. Датчики засобів автоматизації.	30
7. Логічні елементи цифрових пристроїв.	38
8. Розрахунок подачі матеріалу в прес-ножиці.	42
Література	47

Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

А 22 **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. Фещук. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 52 с.

Видання містить методичні вказівки до виконання лабораторних 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

Підп. до друку _____ 2021 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