

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ОСНОВ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН

ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО
ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ТЕОРІЇ
МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

(ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ: МХП, МЕХ, ГПМ, ПТМ)

Донецьк 2003р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра основ проектування машин

ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО
ПРОЕКТУ З ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН
(Для студентів спеціальностей МХП, МЕХ, ГПМ, ПТМ)

Розглянуто на засіданні кафедри
„Основи проектування машин”
Протокол №3 від 13.10.2004р.

Затверджено на засіданні
навчально-методичної ради
ДонНТУ
Протокол № від

УДК 621.01.(071)

Завдання та методичні вказівки до виконання курсового проекту з теорії механізмів і машин (для студентів спеціальностей МХП, МЕХ, ГПМ, ПТМ).

Укладач: ст. викладач кафедри ОПМ ДонНТУ

Е.Л. Гордієнко, - Донецьк, ДонНТУ, 2004 – 23с.

ВСТУП

Курсовий проект з теорії механізмів і машин передбачує засвоєння студентами аналітичних та графічних методів розв'язання задач синтеза і аналіза важільних, зубчастих та кулачкових механізмів. Тому у приведених нижче завданнях на курсовий проект передбачено проектування і дослідження цих трьох типів механізмів.

Крім схем механізмів дан опис кожної установки, приведені вхідні дані та методичні вказівки що до змісту проекту і синтезу важільного механізма.

ЗАВДАННЯ № 1 НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ТММ

“Спроектувати та провести дослідження механізмів вирубного пресу”

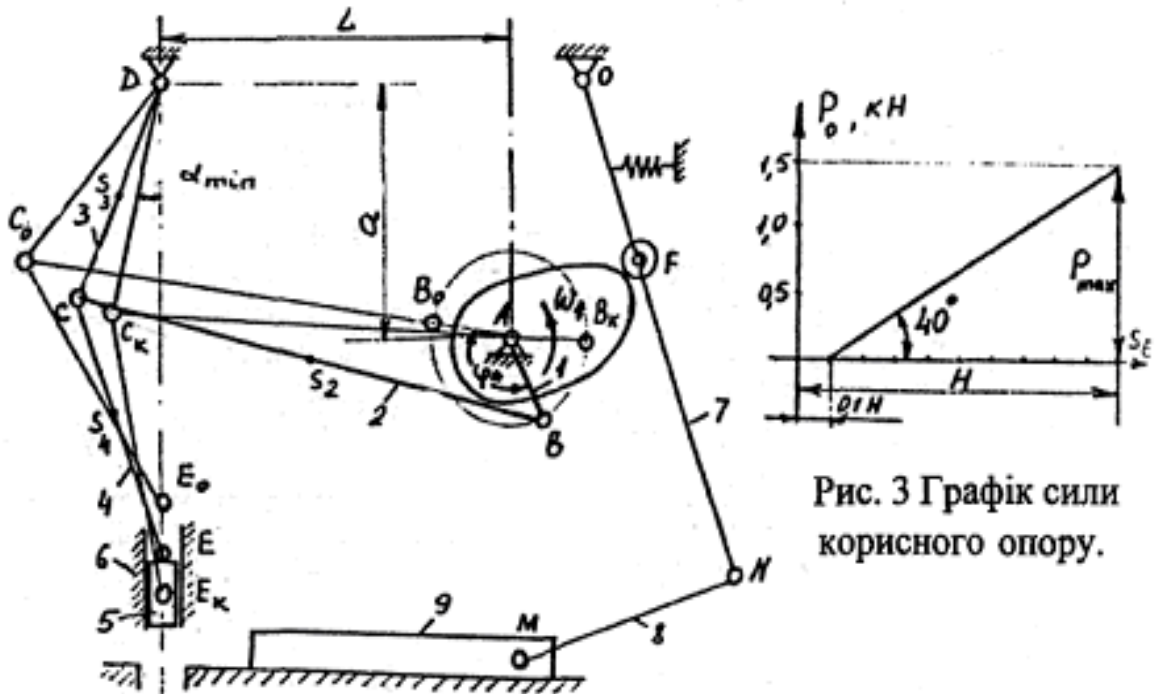


Рис. 3 Графік сили корисного опору.

Рис. 1 Схема важільного та кулачкового механізмів.

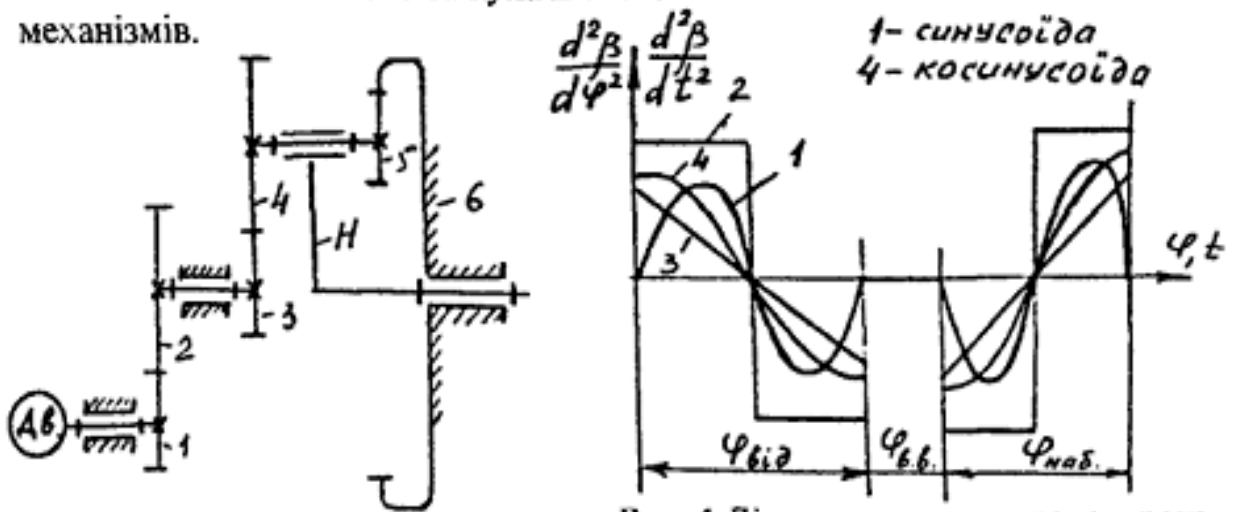


Рис. 2 Кінематична схема редуктора.

Рис. 4 Діаграми кутових прискорень штовхача.

ОПИС ВУЗЛА

Від двигуна за допомогою зубчастого редуктора обертальний рух передається на головний вал А, на якому закріплені кулачок та кривошип. Від кривошипу ланками 2,3 і 4 важільного механізму рух передається вирубному повзуну 5, який виконує вирубку. Кулачок через важелі 7 та 8 передає рух повзуну 9, який подає матеріал під вирубний повзун.

Вхідні дані

1. Частота обертання електродвигуна - $n_{дв}$ об/хв.
2. Частота обертання головного валу - n_A об/хв.
3. Числа зубців коліс - Z_1, Z_2
4. Модуль усіх коліс - m , мм.
5. Кількість сателітів - $K=3$.
6. Хід повзуна 5 - H , мм.
7. Довжини - L_3, L_4, L, a , мм.
8. Мінімальне значення кута α - α_{min}°
9. Маса, вирубного повзуна - m_5 , кг.
10. Кутова координата вала А до силового аналізу- φ^* , град.
- 11 Довжина штовхана кулачкового механізму - L_{OF} , мм.
12. Фазові кути обертання кулачка - $\varphi_{від}, \varphi_{в.в}, \varphi_{наб}$, град.
13. Найбільший кут повороту штовхача - β_{max} , град.
14. Допустимий кут тиску - α_{max} , град.
15. Діаграми кутових прискорень штовхача - рис. 4.

ЗМІСТ ПРОЕКТУ

1. Проектування та кінематичне дослідження важільного механізму.

- 1.1. Визначити довжини ланок (див. додаток).
- 1.2. Накреслити 12 планів механізму, відповідних 12 рівновіддаленим положенням кривошипа. За нульове прийняти положення механізму, відповідне крайньому лівому стану повзуна 5 (див. додаток).
- 1.3. Для заданих планів механізму побудувати плани швидкостей та прискорень.
- 1.4. Визначити аналітичним методом кінематичні параметри руху ланок 2і3 та накреслити їх графіки.

2. Силове дослідження важільного механізму.

- 2.1. Для заданого кутовою координатою φ^* положення механізму визначити сили реакцій в усіх кінематичних парах та зрівно-важувальний момент на головному валу А.
- 2.2. Перевірити зрівноважувальний момент за способом М.Е. Жуковського.

Примітка. Маса ланок 2, 3 і 4 важільного механізму обчислити за формулою: $m_i = q \cdot L_i$, кг, де q - маса 1 метра довжини, L_i – довжина ланки у метрах. Прийняти $q = 120$ кг/м.

Центральні моменти інерції цих ланок обчислити за формулою: $J_{si} = 0,1 m_i L_i^2$, кгм². Центри мас ланок прийняти на середині їх довжин.

3. Синтез зубчастого редуктора.

- 3.1. Виконати розрахунок нерівнозміщеного евольвентного зачеплення коліс 1 і 2.
- 3.2. Побудувати картину зачеплення та графіки коефіцієнтів ковзання профілів.
- 3.3. Підібрати числа зубців коліс планетарного механізму та провести його кінематичний аналіз за двома методами.

4. Синтез кулачкового механізму.

4.1 За заданим законом $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}(\varphi)$ інтегруванням знайти закони

$\frac{d\beta}{d\varphi}(\varphi)$ та $\beta(\varphi)$. Накреслити ці графіки.

4.2. Знайти найменший радіус центрального профілю кулачка за умовою допустимого кута тиску.

4.3. Побудувати центровий та робочий профілі кулачка.

ДОДАТОК

Синтез важільного механізму

За даними H , L_3 , L_4 , L , $\dot{\alpha}_{\min}$ та a треба знайти довжини ланок L_1 і L_2 . Рішення - графоаналітичне.

Будуємо за допомогою $\dot{\alpha}_{\min}$, L_3 і L_4 ланки **3** та **4** в положенні, яке відповідає нижньому стану повзуна **5** - E_K (див. рис.1). Відклавши від точки E_K хід повзуна H , знаходимо точку E_0 і за розміром L_4 засічкою будуємо точку C_0 .

За допомогою відстаней L і a знаходимо положення точки A . З'єднавши з цією точкою C_0 і C_K , одержуємо:

$$\left. \begin{array}{l} AC_0 = L_1 + L_2 \\ AC_K = L_2 - L_1 \end{array} \right\}$$

Отже:

$$L_1 = \frac{AC_0 - AC_K}{2}, \quad L_2 = \frac{AC_0 + AC_K}{2}$$

Таблиця вхідних даних до завдання № 1

Ва рі ант	$n_{дв}$ об/хв	n_A об/хв	Z_1	Z_2	m мм	H мм	$L_3=L_4$ мм	L мм	α_{min} град.	a мм	m_5 кг	φ^* град	L_{OF} мм	$\varphi_{вв}$ град	$\varphi_{наб}$ град	β_{max} град	α_{max} град	Тип діагр. приск	
1	1485	60	14	30	3	60	160	240	10	190	18	30	110	40	70	16	30	1	
2		62	15	32	4	62	165	245	9	190	19	90	115	40	75	18	30	2	
3		64	16	33	5	64	170	250	8	200	20	150	120	40	80	19	35	3	
4		66	13	34	3	66	175	255	7	200	21	60	125	40	80	20	35	4	
5		68	12	30	4	68	180	260	6	210	22	120	130	40	100	16	30	1	
6		70	14	23	5	70	185	265	5	210	18	90	135	40	110	17	30	2	
7		72	15	27	3	72	190	270	8	215	19	180	140	40	95	18	35	3	
8		74	16	26	4	74	195	275	10	215	20	120	120	40	60	19	35	4	
9		76	12	25	5	76	200	280	9	220	21	150	130	40	65	20	30	1	
10		78	13	26	3	78	205	285	8	220	22	210	140	50	70	16	30	2	
11		80	14	24	4	80	210	290	7	230	18	300	125	50	95	17	35	3	
12		66	15	30	5	82	215	295	6	230	19	120	135	50	95	18	35	4	
13		62	16	31	3	84	220	300	5	240	20	210	145	50	95	19	30	1	
14		64	14	32	4	86	225	305	5	240	21	270	120	50	115	20	30	2	
15		60	15	34	5	88	230	310	7	245	22	240	130	50	80	17	35	3	
16		68	16	36	3	90	235	315	6	248	18	60	125	90	90	18	35	4	
17		70	13	38	4	92	240	320	8	260	19	90	135	110	50	100	19	30	1
18		72	14	40	5	94	245	325	9	260	20	120	140	100	30	80	20	30	2
19		74	15	29	4	96	250	330	10	270	21	150	115	85	30	105	21	35	3
20		76	16	34	4	98	255	340	7	270	22	270	130	90	30	120	18	35	4
21		73	14	30	5	80	210	295	9	220	24	210	120	80	30	100	19	30	2
22		75	15	32	4	84	220	305	8	240	26	330	125	95	40	110	20	30	3
23		77	13	26	5	86	220	310	9	250	25	300	130	100	40	80	18	30	4
24		75	16	30	4	88	230	310	8	250	27	60	135	110	30	90	17	30	2

ЗАВДАННЯ № 2 НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ 3 ТММ

“Спроекувати та провести дослідження механізмів пересування корзини коксонаправляючої”

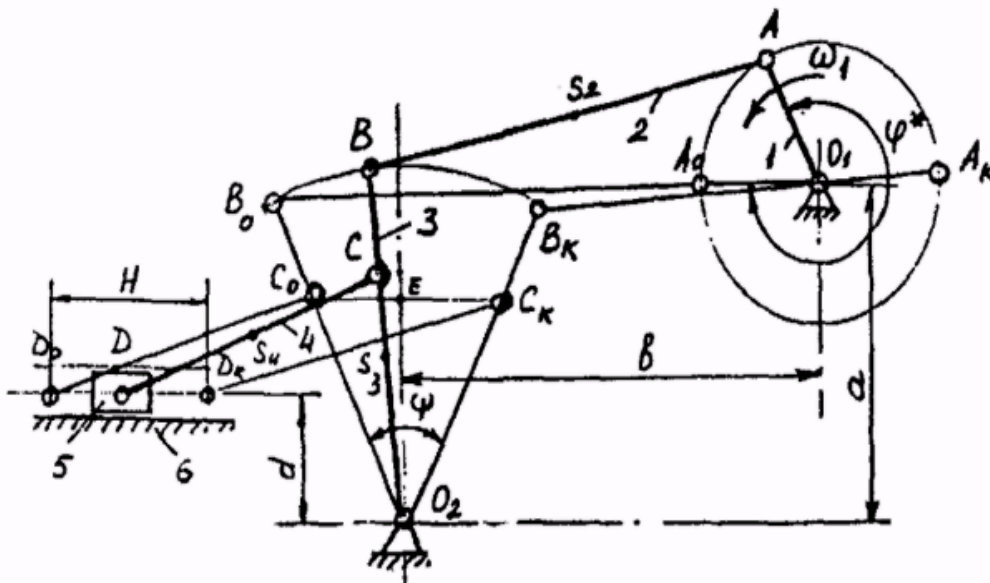


Рис. 1 Схема важільного механізму

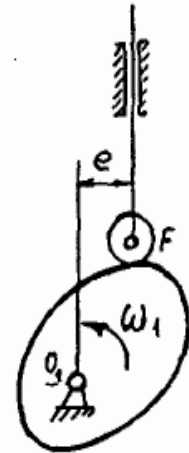


Рис. 3 Схема кулачкового механізму

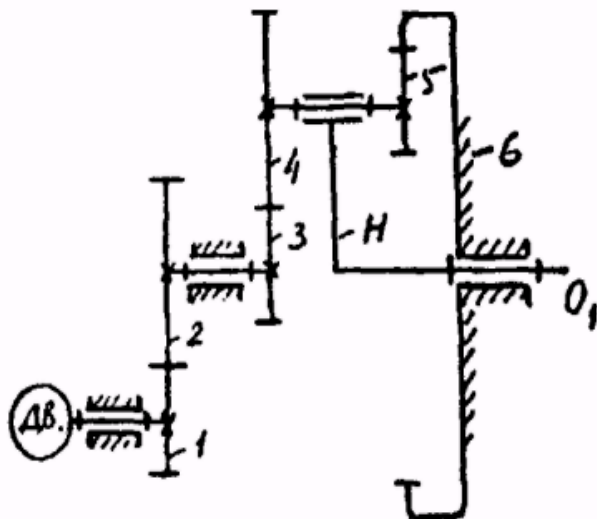


Рис. 2 Кінематична схема редуктора

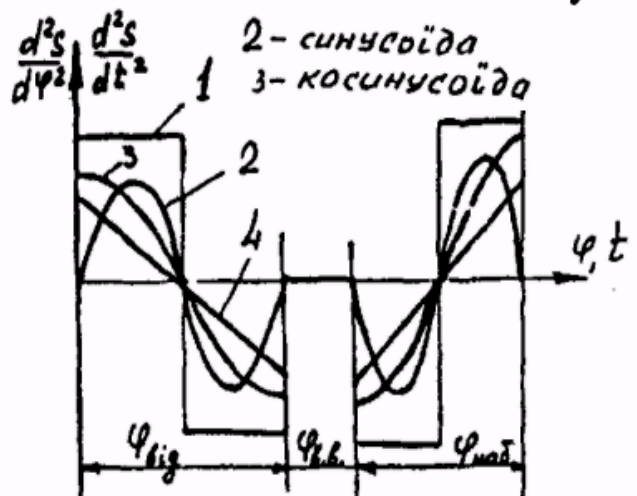


Рис. 4 Діаграми прискорень штовхача

ОПИС УСТАНОВКИ

Головний вал O_1 важільного механізму (рис. 1) обертається від двигуна через зубчастий редуктор (рис. 2). На валу O_1 закріплен кривошип 1, від якого ланками 2, 3 та 4 рух передається повзуну 5, який підводить корзину до рами для напрямку кокса у гасильний вагон та відводить її в початковий стан, коли машина з коксо-направляючою рухається вздовж коксових печей. Кулачковий механізм (рис. 3) передає рух плунжеру масляного насоса.

Вхідні дані

1. Частота обертання електродвигуна - $n_{дв}$ об/хв.
2. Частота обертання головного валу - n_1 об/хв
3. Числа зубців коліс - Z_1, Z_2
4. Модуль усіх коліс - m , мм.
5. Хід корзини (повзуна 5) - H , мм.
6. Відстані - a, b, d , мм.
7. Кут між крайніми положеннями ланки 3 - ψ , град.
8. Відношення довжин ланок -

$$\lambda_1 = \frac{L_{DC}}{L_{O2C}} * \lambda = \frac{L_{O2B}}{L_{O2C}}$$

9. Сила опору пересуванню корзини - P_o , Н.
10. Кутова координата вала O_1 до силового аналізу- φ^* , град.
11. Хід штовхана кулачкового механізму - h , мм.
12. Ексцентриситет - e , мм.
13. Фазові кути обертання кулачка - $\varphi_{від}, \varphi_{в.в}, \varphi_{наб}$, град.
14. Мінімальний кут передачі руху - γ_{min} , град.
15. Діаграма прискорень штовхана - рис. 4.

ЗМІСТ ПРОЕКТУ

1. Проектування та кінематичне дослідження важільного механізму.

- 1.1. Визначити довжини ланок (див. додаток).
- 1.2. Накреслити 12 планів механізму, відповідних 12 рівновіддаленим положенням кривошипа. За нульове прийняти положення механізму, відповідне крайньому лівому стану повзуна 5 (див. додаток).
- 1.3. Для заданих планів механізму побудувати плани швидкостей та прискорень.
- 1.4. Визначити аналітичним методом кінематичні параметри руху ланок 2 і 3 та накреслити їх графіки.

2. Силове дослідження важільного механізму.

- 2.1. Для заданої кутової координатою φ^* положення механізму визначити сили реакцій в усіх кінематичних парах та зрівно-важувальний момент на головному валу O_1 .
- 2.2. Перевірити зрівноважувальний момент за способом М.Е. Жуковського.

Примітка. Вагу ланок 1, 2, 3 і 4 важільного механізму обчислити за формулою: $G_i = q * L_i$, Н, де q - вага 1 метра довжини, L_i – довжина ланки у метрах. Прийняти $q = 1000$ Н/м.

Центральні моменти інерції цих ланок обчислити за формулою: $J_{si} = 0,1 m_i * L_i^2$, кгм². Вага повзуна 5: $G_5 = 1,5G_4$. Центри мас ланок прийняти на середині їх довжин.

3. Синтез зубчастого редуктора.

- 3.1. Виконати розрахунок нерівнозміщеного евольвентного зачеплення коліс 1 і 2.
- 3.2. Побудувати картину зачеплення та графіки коефіцієнтів ковзання профілів.

3.3. Підібрати числа зубців коліс планетарного механізму та провести його кінематичний аналіз за двома методами.

4. Синтез кулачкового механізму.

4.1. За заданим законом $\frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ інтегруванням знайти закони

$\frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ та $S(\varphi)$. Накреслити ці графіки.

4.2. Знайти найменший радіус центрального профілю кулачка за умовою допустимого кута тиску.

4.3. Побудувати центровий та робочий профілі кулачка.

ДОДАТОК

Визначення довжин ланок важільного механізму. Розглянемо механізм у двох крайніх положеннях (див. рис. 1). Довжина хорди C_0C_K дорівнює ходу корзини H , так як вісь симетрії кута ψ вертикальна.

Тоді:

$$L_{CO_2} = \frac{L_{EC_0}}{\sin \frac{\psi}{2}} = \frac{H}{2 \sin \frac{\psi}{2}}$$

$$L_{BO_2} = \lambda_2 * L_{CO_2} \quad L_{DC} = \lambda_1 * L_{CO_2}$$

На рис. 1 маємо: $L_{BoO_1} = L_{AB} + L_{O_1A}$

$$L_{BKO_1} = L_{AB} - L_{O_1A}$$

Одержуємо: $L_{AB} = \frac{L_{BoO_1} + L_{BKO_1}}{2}$

$$L_{O_1A} = \frac{L_{BoO_1} - L_{BKO_1}}{2}$$

Таблиця вхідних даних до завдання №2

Ва рі ант	$n_{дв}$ об/хв	$n_{об}$ об/хв	Z_1	Z_2	m мм	H мм	a мм	b мм	d мм	ψ град	λ_1	λ_2	P_0 Н	φ^* град	h мм	e мм	γ_{min}	$\varphi_{вд}$	$\varphi_{вв}$	$\varphi_{наб}$	Тип діаграми прискор.
1		50	12	30	3	500	1000	900	500	40	1,5	1,8	5000	30	70	15	45	90	30	120	1
2		52	13	34	3	400	1000	900	500	50	2,2	1,7	5500	60	75	20	50	100	40	110	2
3		54	14	30	4	700	1000	900	500	60	1,5	1,2	6000	90	80	25	45	110	30	130	3
4		56	15	34	4	600	1000	900	450	40	2,0	1,2	5000	120	85	15	50	115	40	140	4
5		58	16	30	5	500	1000	900	500	50	1,8	1,6	5500	150	90	20	45	120	30	110	1
6		60	15	32	5	400	1000	900	400	40	2,2	1,8	6000	180	95	25	50	125	40	120	2
7		62	14	32	4	700	1000	900	500	40	1,5	1,2	5000	210	100	15	45	130	30	130	3
8		64	13	32	5	600	1000	900	400	50	1,8	1,2	5500	240	70	20	50	135	40	140	4
9		66	12	28	3	500	1000	900	500	60	2,0	1,8	6000	270	75	25	45	140	30	110	1
10		68	11	26	4	700	1000	900	500	50	1,7	1,1	6500	300	80	15	50	145	40	110	2
11		70	12	34	3	600	1000	900	400	60	1,8	1,2	7000	330	85	20	45	150	30	115	3
12		72	13	28	4	300	1000	900	500	40	2,5	1,8	7500	30	90	25	50	145	50	120	4
13		74	14	28	5	500	1000	900	500	40	2,0	1,5	5000	60	95	15	45	140	60	125	1
14		76	15	30	4	400	1000	900	500	50	1,8	1,5	6000	90	100	20	50	135	50	130	2
15		78	16	28	3	700	1000	900	500	60	1,8	1,3	6500	120	72	25	45	130	60	90	3
16		80	11	30	5	600	1000	900	500	40	1,7	1,5	7000	150	74	15	50	125	50	95	4
17		55	12	24	3	500	1000	900	400	50	1,6	1,3	7500	180	76	20	45	120	60	100	1
18		65	13	30	5	400	1000	900	400	40	1,8	1,4	5000	210	78	25	50	115	50	105	2
19		75	14	24	4	700	1000	900	600	40	1,6	1,3	5500	240	82	15	45	110	60	110	3
20		60	15	26	3	600	1000	900	500	50	1,6	1,3	6000	270	84	20	50	105	50	120	4
21		62	16	24	5	300	1000	900	550	40	2,2	2,0	6500	300	86	25	45	100	60	130	1
22		64	12	26	3	500	1000	900	600	60	2,2	1,5	7000	330	88	15	50	95	50	140	2
23		66	13	22	4	700	1000	900	500	50	1,6	1,0	5500	60	92	20	45	90	60	145	3
24		68	14	26	4	600	1000	900	400	60	1,6	1,4	6000	90	94	25	50	85	50	100	4
25		70	15	22	5	300	700	800	400	60	2,2	2,0	6500	210	96	15	45	80	60	110	2
26		65	13	30	4	400	1000	900	500	45	2,0	1,6	6000	240	95	15	55	120	50	100	4
27		68	14	28	3	450	1000	900	600	45	2,2	1,7	5400	120	98	20	50	100	60	120	3
28		70	15	36	5	550	1000	900	450	45	2,1	1,4	6300	150	88	15	60	130	50	120	2

1480

ЗАВДАННЯ № 3 НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ТММ

“Спроекувати та провести дослідження механізмів поршневого насоса”

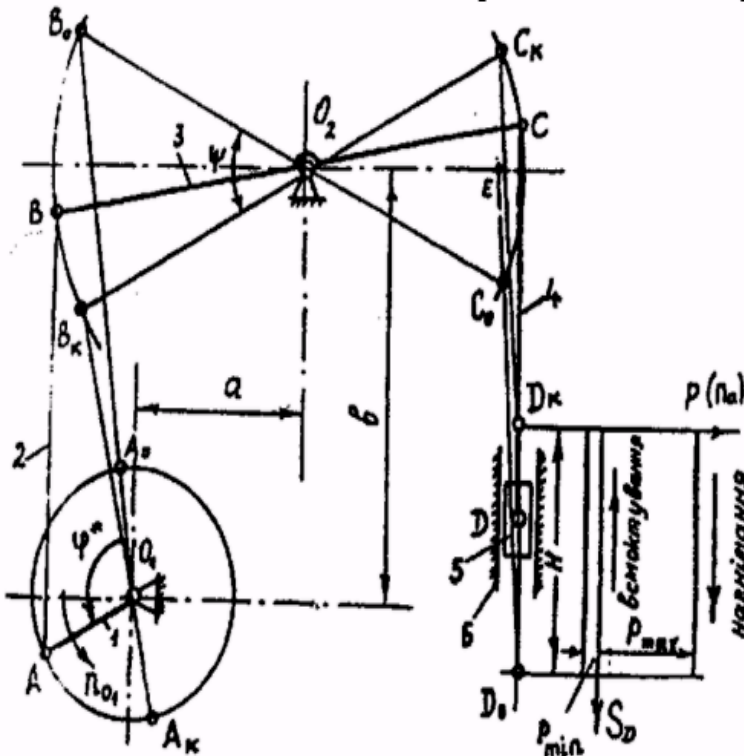


Рис. 1 Схема важільного механізму

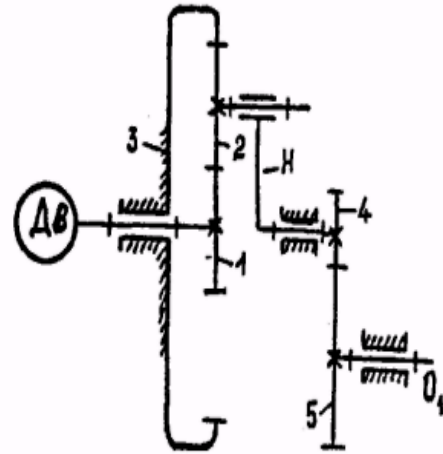


Рис. 2 Схема зубчастого редуктора

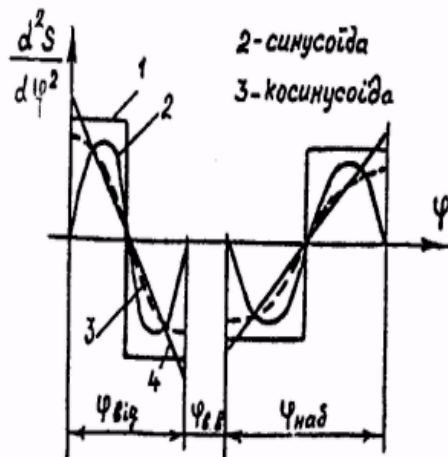


Рис. 4 Діаграми аналогів прискорення штовхача

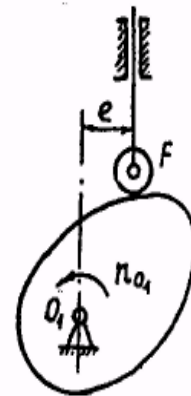


Рис. 3 Схема кулачкового механізму

ОПИС УСТАНОВКИ

Одноциліндровий поршневий насос призначен для підвищення тиску рідини в гідросистемі та подачі її в напірний трубопровід. Головний вал важільного механізму (рис. 1) обертається від двигуна через зубчастий редуктор (рис. 2). Коли поршень 5 рухається уверх, відбувається всмоктування рідини в циліндр 6 за тиском нижче атмосферного P_{min} , а коли униз - відбувається нагнітання рідини у напірний трубопровід при тиску P_{max} . Кулачковий механізм (рис. 3) передає рух пристрою, призначеному для змазування механізмів.

Вхідні данні

1. Частота обертання електродвигуна - $n_{дв}$ об/хв.
2. Частота обертання головного валу - n_{O1} , об/хв.
3. Числа-зубців коліс 4 і 5 - Z_4, Z_5
4. Модуль усіх коліс - m , мм
5. Хід поршня 5 - H , мм.
6. Діаметр циліндра - d , мм.
7. Кут між крайніми положеннями ланки 3 - ψ^* град.
8. Відстані - a, b , мм
9. Відношення довжини ланок - $\lambda_1 = \frac{O_2 B}{O_2 C}, \lambda_2 = \frac{DC}{O_2 C}$
10. Максимальний тиск рідини - P_{max} , Па
11. Кутова координата вала O_1 до силового аналізу- φ^* , град.
12. Хід штовхана кулачкового механізма - h , мм.
13. Ексцентриситет - e , мм.
14. Фазові кути обертання кулачка - $\varphi_{від}, \varphi_{в.в}, \varphi_{наб}$, град.
15. Мінімальний кут передачі руху - γ_{min} , град.
16. Діаграма прискорень штовхача - рис. 4.

ЗМІСТ ПРОЕКТУ

1. Проектування та кінематичне дослідження важільного механізму.

- 1.1. Визначити довжини ланок (див. додаток).
- 1.2. Накреслити 12 планів механізму, відповідних 12 рівновіддаленим положенням кривошипа. За нульове прийняти положення механізму, відповідне найнижчому стану повзуна 5 (див. рис. 1).
- 1.3. Для заданих планів механізму побудувати плани швидкостей та прискорень.
- 1.4. Визначити аналітичним методом кінематичні параметри руху ланок 2 і 3 та накреслити їх графіки.

2. Силове дослідження важільного механізму.

- 2.1. Для заданого кутовою координатою φ^* положення механізму визначити сили реакцій в усіх кінематичних парах та зрівноважувальний момент на головному валу O_1 .
- 2.2. Перевірити зрівноважувальний момент за способом М.Е. Жуковського.

Примітка. Вагу ланок 1, 2, 3 і 4 важільного механізму обчислити за формулою: $G_i = q \cdot L_i$, Н, де q - вага 1 метра довжини, L_i - довжина ланки у метрах. Прийняти $q = 1200$ Н/м.

Центральні моменти інерції цих ланок обчислити за формулою: $J_{si} = 0,1 m_i \cdot L_i^2$, кгм². Вага повзуна 5: $G_5 = 2G_4$. Центри мас ланок прийняти на серединах їх довжин. Прийняти $P_{min} = 0$.

3. Синтез зубчастого редуктора.

- 3.1. Виконати розрахунок нерівнозмщеного евольвентного зачеплення

коліс 4 і 5.

3.2. Побудувати картину зачеплення та графіки коефіцієнтів ковзання профілів.

3.3. Підібрати числа зубців коліс планетарного мезанізму та провести його кінематичний аналіз за двома методами.

4. Синтез кулачкового механізму.

4.1. За заданим законом $\frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ інтегруванням знайти закони

$\frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ та $S(\varphi)$. Накреслити ці графіки.

4.2. Знайти найменший радіус центрального профілю кулачка за умовою допустимого кута тиску.

4.3. Побудувати центровий та робочий профілі кулачка.

ДОДАТОК

Визначення довжин ланок важільного механізму.

Розглянемо механізм у двох крайніх положеннях (див. рис. 1). Довжина хорди S_0S_k дорівнює ходу поршня H , так як вісь симетрії кута ψ горизонтальна.

Тоді:

$$L_{CO_2} = \frac{L_{EC_0}}{\sin \frac{\psi}{2}} = \frac{H}{2 \sin \frac{\psi}{2}}$$

$$L_{BO_2} = \lambda_1 * L_{CO_2} \quad L_{DC} = \lambda_2 * L_{CO_2}$$

На рис. 1 маємо: $L_{BoO_1} = L_{AB} + L_{O_1A}$

$$L_{BkO_1} = L_{AB} - L_{O_1A}$$

Одержуємо: $L_{AB} = \frac{L_{BoO_1} + L_{BkO_1}}{2}$

$$L_{O_1A} = \frac{L_{BoO_1} - L_{BkO_1}}{2}$$

Таблиця вхідних даних до завдання № 3

Ва рі ант	n _{дв} об/хв	n ₀₁ об/хв	Z ₄	Z ₅	m мм	H мм	d мм	ψ град	a мм	b мм	λ ₁	λ ₂	P _{max} Па	φ [*] град	h мм	e мм	φ _{від} град	φ _{вв} град	φ _{наб} град	γ _{min} град	Тип діагр. приск.	
1	1480	125	16	25	4	100	100	36	105	230	1,3	1,2	30x10 ⁴	30	70		85	60	130	50	1	
2		130	14	26	5	110	100	38	100	230	1,2	1,2		35x10 ⁴	60	74	20	90	70	110	50	2
3		135	15	30	3	120	90	40	110	230	1,3	1,2			40x10 ⁴	90	76		95	80	130	
4		140	13	24	5	130	80	42	105	230	1,1	1,15	45x10 ⁴			120	78	25	100	80	145	50
5		115	15	28	4	140	110	44	100	230	1,1	1,15		50x10 ⁴		150	80		105	70	150	50
6		120	13	28	3	105	100	46	90	210	1,3	1,35			55x10 ⁴	180	82	25	110	60	90	
7		125	15	32	3	115	80	48	90	230	1,2	1,35	60x10 ⁴			210	84	18	115	65	100	50
8		130	16	30	4	125	90	50	100	230	1,3	1,35		65x10 ⁴		240	86		120	75	95	
9		142	14	24	5	135	100	36	110	230	1,0	1,2			70x10 ⁴	270	88	20	130	85	120	50
10		128	13	22	5	104	110	38	105	220	1,2	1,3	75x10 ⁴			300	90	25	125	60	150	
11		134	12	25	4	114	100	40	100	230	1,3	1,3		80x10 ⁴		330	92		135	70	100	50
12		120	12	28	3	124	80	42	110	220	1,2	1,2			85x10 ⁴	120	94	25	140	80	95	
13		118	12	22	5	134	90	44	105	250	1,3	1,2	90x10 ⁴			150	70	18	145	80	100	55
14		115	13	26	4	112	100	46	100	230	1,4	1,2		95x10 ⁴		180	72		150	60	120	
15		136	15	25	5	122	110	48	95	220	1,2	1,3			100x10 ⁴	210	74	20	100	70	80	55
16		90	14	32	3	132	110	50	110	220	1,3	1,2	105x10 ⁴			60	76		105	65	90	
17		92	13	30	3	142	100	50	105	220	1,2	1,4		110x10 ⁴		270	78	18	110	75	140	55
18		94	14	25	4	106	80	48	90	200	1,2	1,35			115x10 ⁴	90	80		115	85	130	
19		95	16	28	4	116	90	46	85	200	1,15	1,2	120x10 ⁴			30	82	20	120	50	100	55
20		100	16	26	5	126	100	44	105	250	1,4	1,0		125x10 ⁴		210	84	24	130	55	95	
21		88	15	34	4	136	90	40	100	230	1,0	1,0			130x10 ⁴	120	86	26	105	60	90	55
22		95	15	24	3	146	80	42	105	230	1,0	1,0	135x10 ⁴			330	88		140	65	110	
23		85	12	20	5	108	100	44	95	220	1,3	1,25		140x10 ⁴		240	90	24	150	70	120	55
24		105	14	20	3	118	110	46	100	220	1,3	1,2			145x10 ⁴	150	92	26	145	75	90	
25		98	13	23	4	128	90	36	110	230	1,0	1,0	150x10 ⁴			60	94	18	155	80	110	50
26		102	13	20	5	138	100	46	105	230	1,1	1,25		155x10 ⁴		120	96	26	160	85	100	
27		90	14	28	3	120	80	48	90	230	1,3	1,2			160x10 ⁴	210	90		140	90	90	50
28		110	16	24	4	144	100	40	100	240	1,0	1,2	165x10 ⁴			270	86	16	130	50	95	
29		98	12	24	5	125	80	42	105	230	1,2	1,1		170x10 ⁴		300	84		120	55	105	55
30		80	14	22	4	135	90	44	110	240	1,2	1,15				90	78		110	60	120	

970

1480

ЗАВДАННЯ № 4 НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ТММ
 "Спроекувати та провести дослідження механізмів
 вирубного пресу"

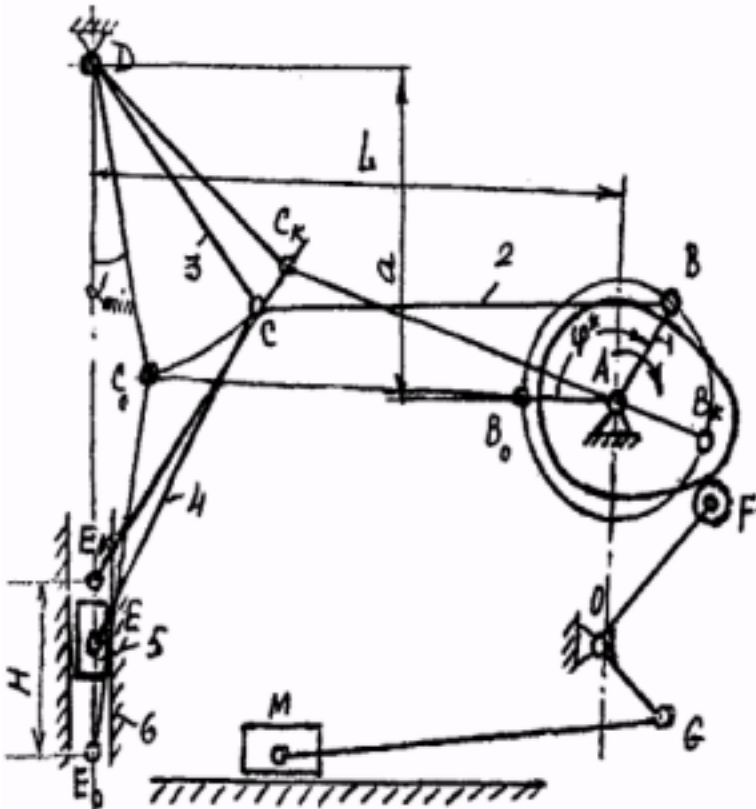


Рис. 1 Схема важільного та кулачкового механізмів

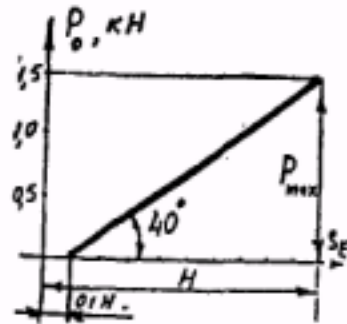


Рис. 3 Графік сили корисного опору

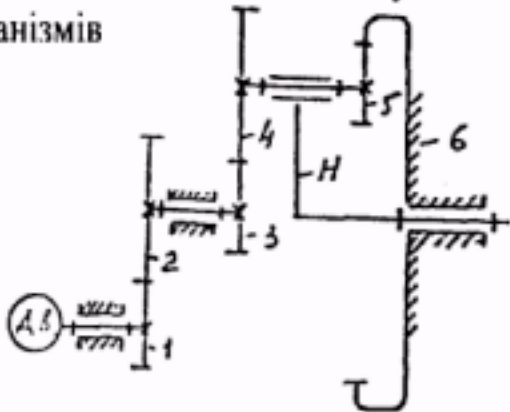


Рис. 2 Кінематична схема редуктора

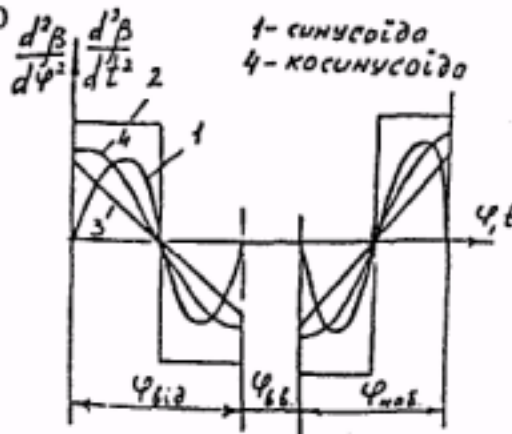


Рис. 4 Діаграми кутових прискорень штовхача

ОПИС ВУЗЛА

Від двигуна за допомогою зубчастого редуктора обертальний рух передається на головний вал А, на якому закріплені кулачок та кривошип. Від кривошипу ланками 2,3 і 4 важільного механізму рух передається вирубному повзуну 5, який виконує вирубку. Кулачок через важелі 7 та 8 передає рух повзуну 9, який подає матеріал під вирубний повзун.

Вхідні дані

1. Частота обертання електродвигуна - $n_{дв}$ об/хв.
2. Частота обертання головного валу - n_A об/хв.
3. Числа зубців коліс 1 і 2 - Z_1, Z_2
4. Модуль усіх коліс - m , мм.
5. Кількість сателітів - $K=3$.
6. Хід повзуна 5 - H , мм.
7. Довжини - L_3, L_4, L, a , мм.
8. Мінімальне значення кута α - α_{min}^o
9. Маса, вирубного повзуна - m_5 , кг.
10. Кутова координата вала А до силового аналізу - φ^* , град.
11. Довжина штовхана кулачкового механізму - L_{OF} , мм.
12. Фазові кути обертання кулачка - $\varphi_{від}, \varphi_{в.в}, \varphi_{наб}$, град.
13. Найбільший кут повороту штовхача - β_{max} , град.
14. Допустимий кут тиску - α_{max} , град.
15. Діаграми кутових прискорень штовхача - рис. 4.

ЗМІСТ ПРОЕКТУ

1. Проектування та кінематичне дослідження важільного механізму.

1.1. Визначити довжини ланок (див. додаток).

1.2. Накреслити 12 планів механізму, відповідних 12 рівновіддаленим положенням кривошипа. За нульове прийняти положення механізму, відповідне крайньому лівому стану повзуна 5 (див. додаток).

1.3. Для заданих планів механізму побудувати плани швидкостей та прискорень.

1.4. Визначити аналітичним методом кінематичні параметри руху ланок 2 і 3 та накреслити їх графіки.

2. Силове дослідження важільного механізму.

2.1. Для заданої кутової координатою φ^* положення механізму визначити сили реакцій в усіх кінематичних парах та зрівноважувальний момент на головному валу А.

2.2. Перевірити зрівноважувальний момент за способом М. Е. Жуковського.

Примітка. Маса ланок 2, 3 і 4 важільного механізму обчислити за формулою: $m_i = q \cdot L_i$, кг, де q - маса 1 метра довжини, L_i – довжина ланки у метрах. Прийняти $q = 120$ кг/м.

Центральні моменти інерції цих ланок обчислити за формулою: $J_{si} = 0,1 m_i L_i^2$, кгм². Центри мас ланок прийняти на серединах їх довжин.

3. Синтез зубчастого редуктора.

3.4. Виконати розрахунок нерівнозмщеного евольвентного зачеплення коліс 1 і 2.

3.5. Побудувати картину зачеплення та графіки коефіцієнтів ковзання профілів.

3.6. Підібрати числа зубців коліс планетарного механізму та провести його кінематичний аналіз за двома методами.

4. Синтез кулачкового механізму.

4.1 За заданим законом $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}(\varphi)$ інтегруванням знайти закони

$\frac{d\beta}{d\varphi}(\varphi)$ та $\beta(\varphi)$. Накреслити ці графіки.

4.4. Знайти найменший радіус центрового профілю кулачка за умовою допустимого кута тиску.

4.5. Побудувати центровий та робочий профілі кулачка.

ДОДАТОК

Синтез важільного механізму

За даними H , L_3 , L_4 , L , α_{\min} та a треба знайти довжини ланок L_1 і L_2 . Рішення - графоаналітичне.

Будуємо за допомогою α_{\min} , L_3 і L_4 ланки **3** та **4** в положенні, яке відповідає нижньому стану повзуна **5** - E_K (див. рис.1). Відклавши від точки E_K хід повзуна H , знаходимо точку E_0 і за розміром L_4 засічкою будуємо точку C_0 .

За допомогою відстаней L і a знаходимо положення точки A .

З'єднавши з цією точкою C_0 і C_K , одержуємо:

$$\left. \begin{aligned} AC_0 &= L_1 + L_2 \\ AC_K &= L_2 - L_1 \end{aligned} \right\}$$

Отже:

$$L_1 = \frac{AC_0 - AC_K}{2}, \quad L_2 = \frac{AC_0 + AC_K}{2}$$

Таблиця вхідних даних до завдання № 4

Ва рі ант	$n_{дв}$ об/хв	$n_{л}$ об/хв	Z_1	Z_2	m мм	H мм	$L_3=L_4$ мм	L мм	α_{min} град.	a мм	m_s кг	ϕ^* град	L_{OF} мм	$\phi_{від}$ град	$\phi_{вв}$ град	$\phi_{наб}$ град	β_{max} град	α_{max} град	тип діагр. приск
1		60	14	30	3	60	160	250	10	190	18	30	110	80	40	70	16	30	1
2		62	15	32	4	62	165	255	9	190	19	90	115	85	40	75	18	30	2
3		64	16	33	5	64	170	260	8	200	20	150	120	80	40	80	19	35	3
4		66	13	34	3	66	175	265	7	200	21	60	125	85	40	80	20	35	4
5		68	12	30	4	68	180	270	6	210	22	120	130	90	40	100	16	30	1
6		70	14	23	5	70	185	275	5	210	18	90	135	100	40	110	17	30	2
7		72	15	27	3	72	190	280	8	215	19	180	140	95	40	95	18	35	3
8		74	16	26	4	74	195	285	10	215	20	120	120	70	40	60	19	35	4
9		76	12	25	5	76	200	290	9	220	21	150	130	85	40	65	20	30	1
10		78	13	26	3	78	205	295	8	220	22	210	140	90	50	70	16	30	2
11		80	14	24	4	80	210	300	7	230	18	300	125	75	50	95	17	35	3
12		66	15	30	5	82	215	305	6	230	19	120	135	85	50	95	18	35	4
13		62	16	31	3	84	220	310	5	240	20	210	145	105	50	95	19	30	1
14		64	14	32	4	86	225	315	5	240	21	270	120	105	50	115	20	30	2
15		60	15	34	5	88	230	320	7	245	22	240	130	90	50	80	17	35	3
16		68	16	36	3	90	235	325	6	248	18	60	125	90	50	90	18	35	4
17		70	13	38	4	92	240	330	8	260	19	90	135	110	50	100	19	30	1
18		72	14	40	5	94	245	335	9	260	20	120	140	100	30	80	20	30	2
19		74	15	29	4	96	250	340	10	270	21	150	115	85	30	105	21	35	3
20		76	16	34	4	98	255	350	7	270	22	270	130	90	30	120	18	35	4
21		73	14	30	5	80	210	305	9	220	24	210	120	80	30	100	19	30	2
22		75	15	32	4	84	220	315	8	240	26	330	125	95	40	110	20	30	3
23		77	13	26	5	86	220	320	9	250	25	300	130	100	40	80	18	30	4
24		75	16	30	4	88	230	320	8	250	27	60	135	110	30	90	17	30	2

1485

ЗАВДАННЯ № 5 НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ТММ
“Спроекувати та провести дослідження механізмів
дверезнімального пристрою коксової печі”

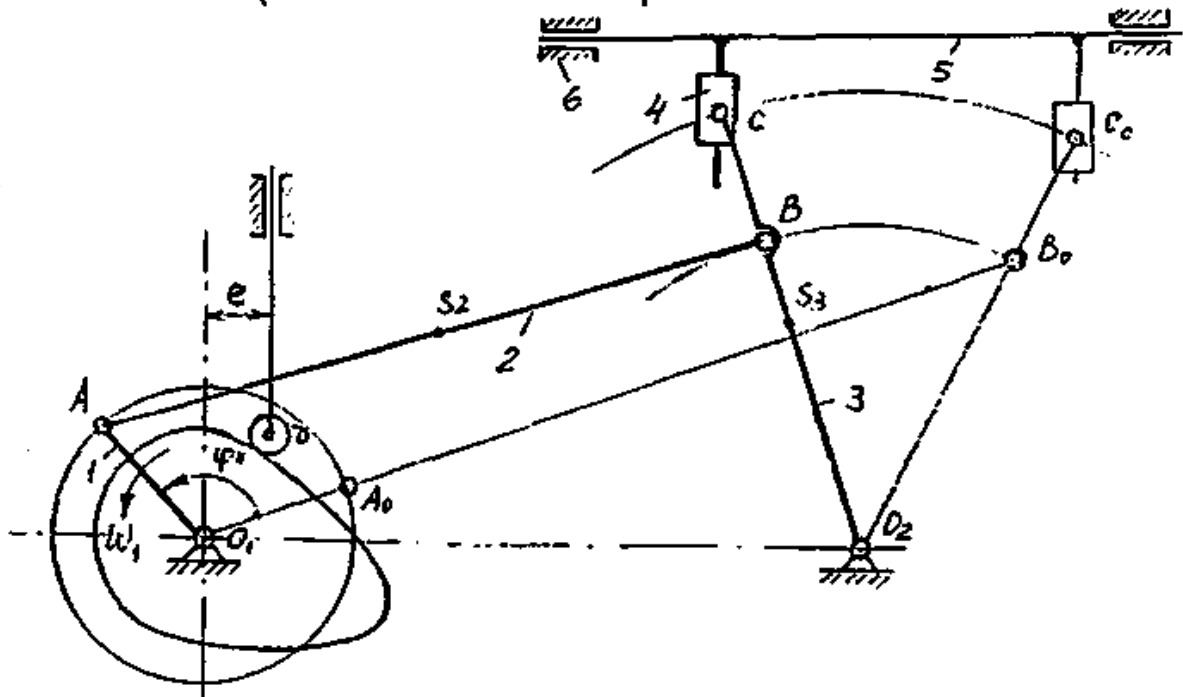


Рис. 1 Схема важільного та кулачкового механізмів

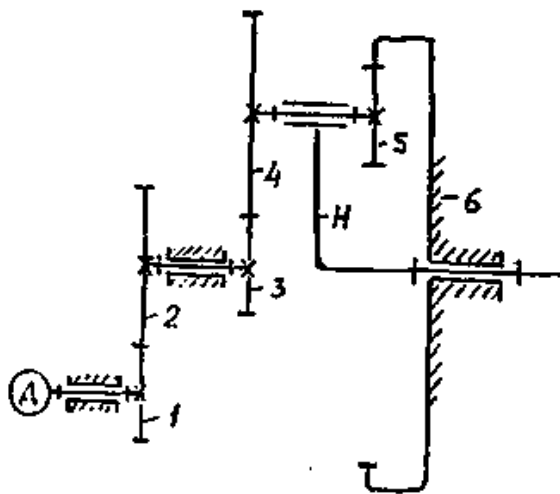


Рис. 2 Схема зубчастого редуктора

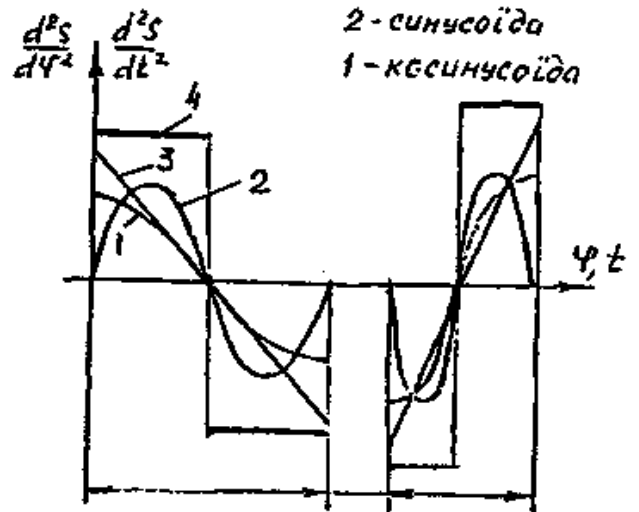


Рис. 3 Діаграми прискорення штовхача

ОПИС УСТАНОВКИ

Механізм дверезнімального пристрою призначен для знімання дверей коксової печі при її завантажуванні та розвантаженні. Головний вал важільного механізму (рис.1) обертається від двигуна через зубчастий редуктор (рис.2). Від кривошипу ланками 2,3 і 4 важільного механізму рух передається повзуну 5, який підходить до дверей печі і відкриває їх. Кулачковий механізм передає рух плунжеру масляного насоса.

Вхідні дані

1. Частота обертання електродвигуна - $n_{дв}$ об/хв.
2. Частота обертання головного валу - n_A об/хв.
3. Числа зубців коліс 1 і 2 - Z_1, Z_2
4. Модуль усіх коліс - m , мм.
5. Довжини ланок важільного механізму – $L_{O1A}, L_{AB}, L_{O2B}, L_{O1O2}, a$, мм.
6. Відношення довжин ланок - $\lambda = \frac{O_2C}{O_2B}$
7. Сила опору пересуванню повзуна:
 Без дверей - P_1 , Н
 З дверима - P_2 , Н
8. Хід штовхана кулачкового механізму - h , мм.
9. Кутова координата вала O_1 до силового аналізу - φ^* , град.
10. Ексцентриситет - e , мм.
11. Фазові кути обертання кулачка - $\varphi_{від}, \varphi_{в.в}, \varphi_{наб}$, град.
12. Мінімальний кут передачі руху - γ_{min} , град.
13. Діаграми кутових прискорень штовхача - рис. 3.

ЗМІСТ ПРОЕКТУ

1. Проектування та кінематичне дослідження важільного механізму.

- 1.1. Визначити довжини ланок (див. додаток).
- 1.2. Накреслити 12 планів механізму, відповідних 12 рівновіддаленим положенням кривошипа. За нульове прийняти положення механізму, відповідне крайньому лівому стану повзуна 5 (див.рис 1).
- 1.3. Для заданих планів механізму побудувати плани швидкостей та прискорень.
- 1.4. Визначити аналітичним методом кінематичні параметри руху ланок 2 і 3 та накреслити їх графіки.

2. Силове дослідження важільного механізму.

- 2.1 Для заданої кутової координатою φ^* положення механізму визначити сили реакцій в усіх кінематичних парах та \square рівноважу вальний момент на головному валу O_1 .
- 2.2 Перевірити зрівноважувальний момент за способом М.Е. Жуковського.

Примітка. Маса ланок 1, 2, 3 важільного механізму обчислити за формулою: $m_i = q \cdot L_i$, Н, де q - вага 1 метра довжини, L_i - довжина ланки у метрах. Прийняти $q = 80$ Н/м.

Центральні моменти інерції цих ланок обчислити за формулою: $J_{si} = 0,1 m_i \cdot L_i^2$, кгм². Вага повзуна 5: $m_5 = 1,5 m_3$. Центри мас ланок прийняти на середині їх довжин.

3. Синтез зубчастого редуктора.

- 3.4. Виконати розрахунок нерівнозміщеного евольвентного зачеплення коліс 4 і 5.
- 3.5. Побудувати картину зачеплення та графіки коефіцієнтів ковзання профілів.

3.6. Підібрати числа зубців коліс планетарного мезанізму та провести його кінематичний аналіз за двома методами.

4. Синтез кулачкового механізму.

4.1. За заданим законом $\frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ інтегруванням знайти закони

$\frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ та $S(\varphi)$. Накреслити ці графіки.

4.2. Знайти найменший радіус центрального профілю кулачка за умовою допустимого кута тиску.

4.3. Побудувати центровий та робочий профілі кулачка.

Таблиця вхідних даних до завдання №5

Ва рі ант	$n_{дв}$ об/хв	n_A об/хв	Z_1	Z_2	m мм	L_{01A} мм	L_{AB} мм	L_{02B} мм	L_{0102} мм	λ	P_1 Н	P_2 Н	φ^* град	h мм	e мм	γ_{min} град	$\varphi_{від}$ град	$\varphi_{вв}$ град	$\varphi_{наб}$ град	Тип діагр. приск		
1	1460	60	12	28	3	0,135	0,665	0,450	0,525	1,4	200	4000	30	70	10	90	60	120	1			
2		62		30	32	4	0,150	0,810	0,600	0,600			210		60	72	12	100	65	110	2	
3		64		32	30	5	0,140	0,670	0,475	0,500			220		90	74	15	110	70	130	3	
4		66	13	30	6	0,110	0,660	0,450	0,475		1,5	230	4500	120	76	18	120	75	140	4		
5		68		32	4	0,125	0,600	0,400	0,450			240			150	78	10	125	50	110	1	
6		70		28	5	0,175	0,500	0,425	0,475		1,6	250			180	80	12	115	55	120	2	
7		72	14	32	3	0,150	0,720	0,480	0,540		1,7	260	5000	210	82	14	130	60	130	3		
8		74		34	4	0,175	0,550	0,450	0,425			270			240	84	16	135	65	140	4	
9		76		30	5	0,125	0,675	0,500	0,500		1,8	280			270	86	10	140	70	110	1	
10		78	15	28	3	0,135	0,610	0,450	0,450			290	5500	300	88	12	145	60	105	2		
11		80		30	4	0,125	0,600	0,350	0,500		1,9	300			330	90	14	150	65	115	3	
12		82		32	5	0,115	0,560	0,325	0,450			285		5200	30	92	16	140	70	120	1	
13		84		34	3	0,110	0,660	0,500	0,450			275				60	94	18	135	75	125	2
14		86		32	4	0,125	0,675	0,400	0,550		1,55	265				90	96	10	130	60	90	3
15		78	1500	28	5	0,125	0,750	0,500	0,500			255	5500	120	75	12	125	65	95	4		
16	80	26		3	0,150	0,725	0,425	0,600		1,64	245			150	85	14	120	70	100	1		
17	77	31		4	0,150	0,775	0,450	0,600			235	4800		180	95	16	115	75	105	2		
18	75	34		5	0,125	0,575	0,375	0,450		1,75	225				210	71	18	110	60	110	3	
19	73	34		3	0,150	0,650	0,450	0,550			215				240	73	10	105	65	120	3	
20	69	13		30	4	0,160	0,785	0,500	0,650		1,85	205		5500	270	77	12	100	70	130	2	
21	67			26	5	0,090	0,710	0,350	0,600			190				300	79	14	90	75	140	1
22	65			28	6	0,150	0,850	0,550	0,650		1,45	180				330	81	16	85	60	145	4
23	63	14		35	4	0,110	0,610	0,400	0,500		1,72	210		4800	300	73	10	95	65	150	2	
24	61			36	3	0,130	0,730	0,480	0,600			220				120	85	12	80	70	100	1
25	69		32	6	0,160	0,800	0,540	0,630			230		60		87	15	90	75	110	3		
26	65	15	34	4	0,170	0,805	0,570	0,700		1,88	240	5200	90	89	16	95	60	130	1			
27	75		30	5	0,130	0,790	0,540	0,570			250			150	82	15	100	65	125	2		
28	80		33	6	0,135	0,665	0,450	0,525			200			21	75	12	95	70	140	1		
29	70	12	29	4	0,150	0,775	0,450	0,600		1,74	240	5200	270	84	14	105	60	95	2			
30	67		27	5	0,135	0,610	0,450	0,450			220			30	78	16	130	40	100	3		