

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ОПР МАТЕРІАЛІВ. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

**Матодичні вказівки та завдання
до виконання курсової роботи
та курсового проекту
для студентів теплоенергетичного факультету
всіх форм навчання**

Затверджено Методичною радою НТУУ «КПІ»

Київ
НТУУ «КПІ»
2013

Опір матеріалів. Основи проектування машин і механізмів: Метод. вказівки та завдання до викон. Курс. Роботи та курс. проекту для студентів теплоенергетичного ф-ту всіх форм навчання / Укл. С.І.Трубачев, Б.О.Яхно. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 44с.

*Рекомендовано Вченою радою ММІ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 11 від 18.06.2013 р.)*

На в ч а л ь н е в и д а н н я

**ОПІР МАТЕРІАЛІВ.
ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ
МАШИН І МЕХАНІЗМІВ**

**Матодичні вказівки та завдання
до виконання курсової роботи
та курсового проекту
для студентів теплоенергетичного факультету
всіх форм навчання**

Укладачі

*Трубачев Сергій Іванович
Яхно Богдан Олегович*

Відповідальний
редактор:

О.М. Чемерис

Рецензент:

О.П. Губарев, д-р техн. наук, проф.

За редакцією укладачів

Надруковано з оригінал-макета замовника

Загальні вказівки

Мета курсової роботи – закріпити та поглибити знання набуті студентами при вивченні курсу “Опір матеріалів”, опанувати методики самостійних розрахунків на міцність і жорсткість елементів конструкцій з вибором відповідного матеріалу, розрахункової схеми.

Курсова робота виконується студентами відповідно до вказаного викладачем варіанту. Номер варіанту складається з двох цифр: перша відповідає номеру розрахункової схеми, друга – номеру рядка чи графи в таблиці чисельних даних. При виборі варіанта необхідно дотримуватись таких правил:

1. Якщо в таблиці навантаження має від’ємний знак, на рисунку необхідно виправити його на протилежний і в подальшому знак “-“ не брати до уваги.

2. Якщо в таблиці значення одного з заданих навантажень дорівнює нулю в схемі для розв’язку задачі це навантаження не береться до уваги, незважаючи на присутність його на рисунку.

3. При відсутності на схемі одного з заданих навантажень його належить вважати при розрахунках рівним нулю, навіть якщо в таблиці подано якесь його значення.

При порушенні цих правил робота не буде зарахована.

Курсова робота повинна бути виконана на листках стандартного формату, оформлених згідно з державними стандартами і зшитих у зошит. На титульному листі повинно бути вказано назву інституту, факультету, номер групи, прізвище студента та його шифр, прізвище та ініціали викладача.

Курсовий проект з дисципліни «Основи проектування механізмів і машин» складається з двох частин. Перша частина курсового проекту відноситься до «Теорії машин і механізмів» і полягає в побудові планів положення механізму, визначенні робочого ходу, побудові планів швидкостей механізму і визначенні приведенного моменту і потужності на кривошипі. Необхідні побудови рекомендується виконувати на стандартних аркушах міліметрового папера формату А2 у відповідному масштабі.

Друга частина проекту складається з проектування привода: вибору двигуна і редуктора, розрахунку пасової та відкритої зубчастої передач, проектування вала на опорах. Супроводжується кресленнями загального виду привода, складального креслення вала на опорах, деталіровки. Креслення виконуються на стандартних аркушах ватману формату А1-А4.

Пояснювальна записка оформляється на аркушах паперу формату А4 із стандартною рамкою. Відстань від краю аркуша до рамки: зверху, знизу і праворуч – 5 мм, ліворуч – 20 мм. Допускається виконання пояснювальної записки рукописним чи друкованим способами.

Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми повинні відповідати вимогам ЕСКД і ЕСДП.

Завдання на курсовий проект видається кожному студенту індивідуально. Перша цифра в завданні відповідає номеру кінематичної схеми механізму, друга цифра – номер рядка в таблиці з даними.

Для успішного виконання курсового проекту крім методичних вказівок необхідно користуватися довідковою літературою, державними стандартами і конспектом лекцій.

Задача 1

Розрахунок стержневої системи на розтяг-стиск

/ рис.1, табл.1 /

Розрахувати зовнішнє навантаження ділянки трубопровода, виходячи з умови міцності за допустимим напруженням підвісок трубопроводів 1 та 2, які зазнають розтяг чи стиск від статичного навантаження P або q . Самий трубопровод (заштрихований елемент) вважати абсолютно жорстким брусом.

Зміст роботи

1. Накреслити розрахункову схему конструкції з указанням розмірів /рис.1/; необхідні для розв'язання задачі дані взяти з табл.1, (при цьому стержні 1 і 2 стають нахиленими; кути нахилу – в табл.)
2. Розділити конструкцію на дві частини, застосовуючи метод перерізів, замінити дії стержнів на абсолютно жорсткі бруси поздовжніми зусиллями, що діють в цих стержнях.
3. Скласти рівняння рівноваги окремо для кожної частини конструкції та визначити невідомі внутрішні зусилля, виражені через зовнішнє навантаження (P, q).
4. Записати умову міцності для найбільш навантаженого стержня та визначити з неї допустиме зовнішнє навантаження всієї конструкції.
5. Визначити напруги у всіх стержнях при навантаженні, що дорівнює допустимому. Проаналізувати результат (тобто визначити недовантаження чи перевантаження). Прийняти: $[\sigma]_- = 160 \text{ МПа}$; $[\sigma]_+ = 100 \text{ МПа}$, стержні сталеві; розміри cl і nl заокруглити до двох знаків.

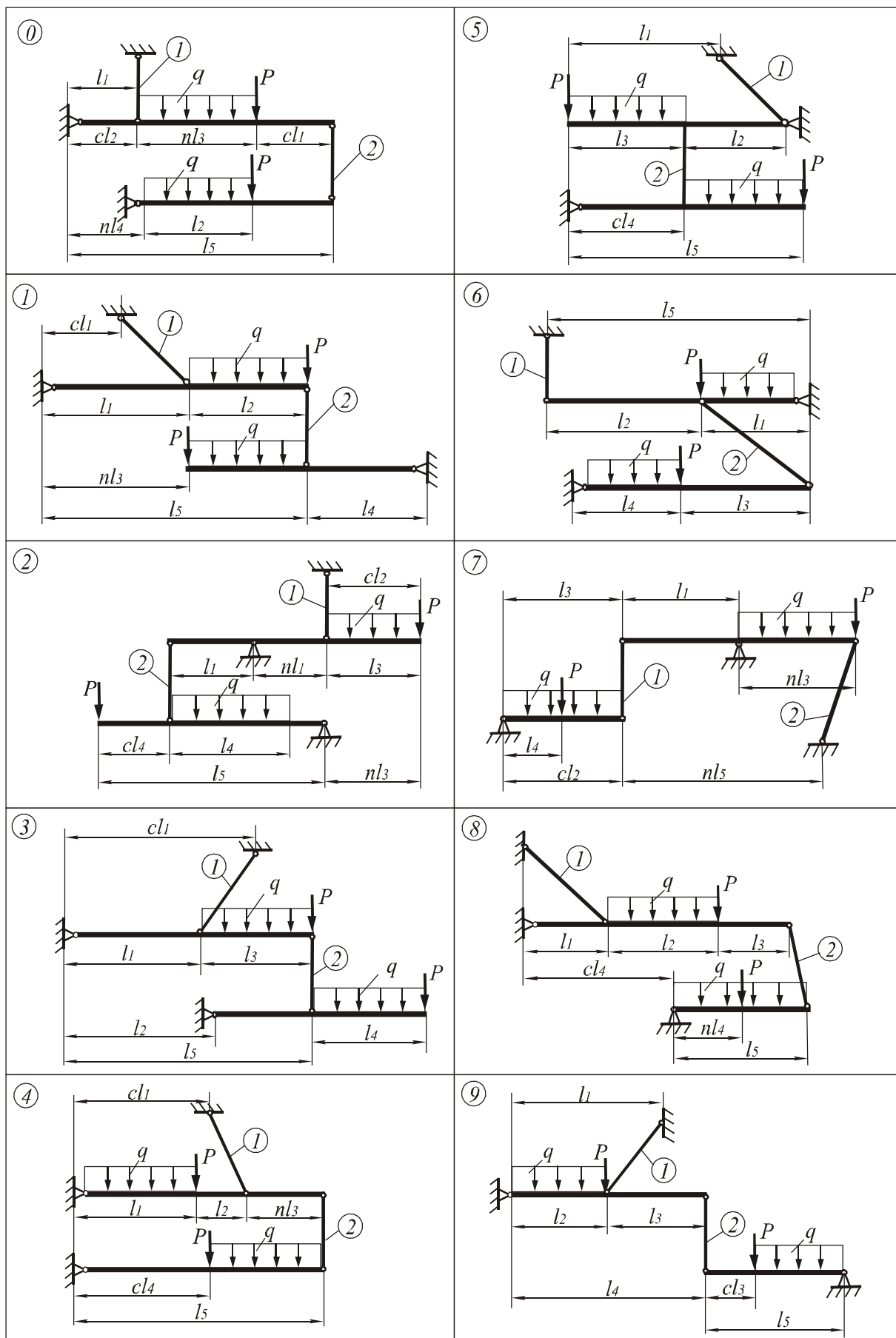


Рис.1

Таблиця 1

Варіант	c	n	$l_1,$ m	$l_2,$ m	$l_3,$ m	$l_4,$ m	$l_5,$ m	α°	β°	P	q	Сечение стержней
0	0,5	1,5	1,8	1	1,2	1,4	3,8	20	25	0		└┐ №5
1	1,3	1,2	1	1,5	1,3	1,5	3,0	30	40		0	└┐ №10
2	1,2	0,6	1,2	2,5	1,5	1,1	4,0	40	50	0		II №14
3	0,5	0,8	2	1,4	1,1	1,6	2,0	50	55		0	└┐ №8/5
4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,0	4,5	60	65	0		II №12
5	0,7	0,5	1,5	2,0	2,2	2,1	2,5	35	20		0	└┐ №16/10
6	0,4	1,1	2,0	2,5	0,5	1,8	3,2	45	35	0		└┐ №10
7	0,9	1,3	2,4	1,2	1,4	2,0	4,2	55	60		0	└┐ №12
8	0,6	0,5	2,2	2,4	2,0	1,5	2,8	65	45	0		└┐ №11/7
9	0,8	1,4	1,4	2,0	0,5	1,2	2,6	25	30		0	└┐ №12

Задача 2

Розрахунок вала на кручення.

/ рис. 2, табл.2 /

В задачі необхідно розрахувати ступінчастий вал, що передає задані потужності та має задану частоту обертання, попередньо вибравши найбільш раціональну послідовність розташування шківів на валу.

Замінивши переріз третьої ділянки вала на прямокутний, а потім на кільцевий, визначити його розміри на цій ділянці і порівняти витрати матеріалу. Співвідношення h/b для прямокутного перерізу і d/d_0 для кільцевого взяти з табл. 2.

Зміст роботи.

1. Накреслити розрахункову схему вала, вказати на ній всі необхідні для розв'язку дані.
2. Виразити обертальні моменти, що діють на кожний з шківів, через відповідну потужність і кутову швидкість / табл.2 /, користуючись співвідношенням $M=N/\omega$.
3. Визначити невідомий обертальний момент M_4 , нехтуючи моментами тертя в підшипниках і виходячи з умови рівномірності обертання вала /при цьому алгебраїчна сума прикладених до нього обертальних моментів дорівнює нулю/.
4. Побудувати епюру крутних моментів M_k .
5. Визначити для вказаного у варіанті /табл.2/ матеріалу допустимі значення дотичного напруження $[\tau]$, знайшовши для нього в довіднику σ_{on} чи τ_{on} і вибравши з рекомендованих значень коефіцієнт запасу міцності n_m чи n_b .
6. Обчислити діаметр вала на кожній ділянці з умови міцності та жорсткості, прийняти більший з них та округливши значення до стандартного розміру.
7. Визначити абсолютні кути закручування φ на окремих ділянках і для всього вала.
8. Обчислити розміри прямокутної (b та h) та кільцевої (d та d_0) однієї з ділянок вала та порівняти витрати матеріалу.

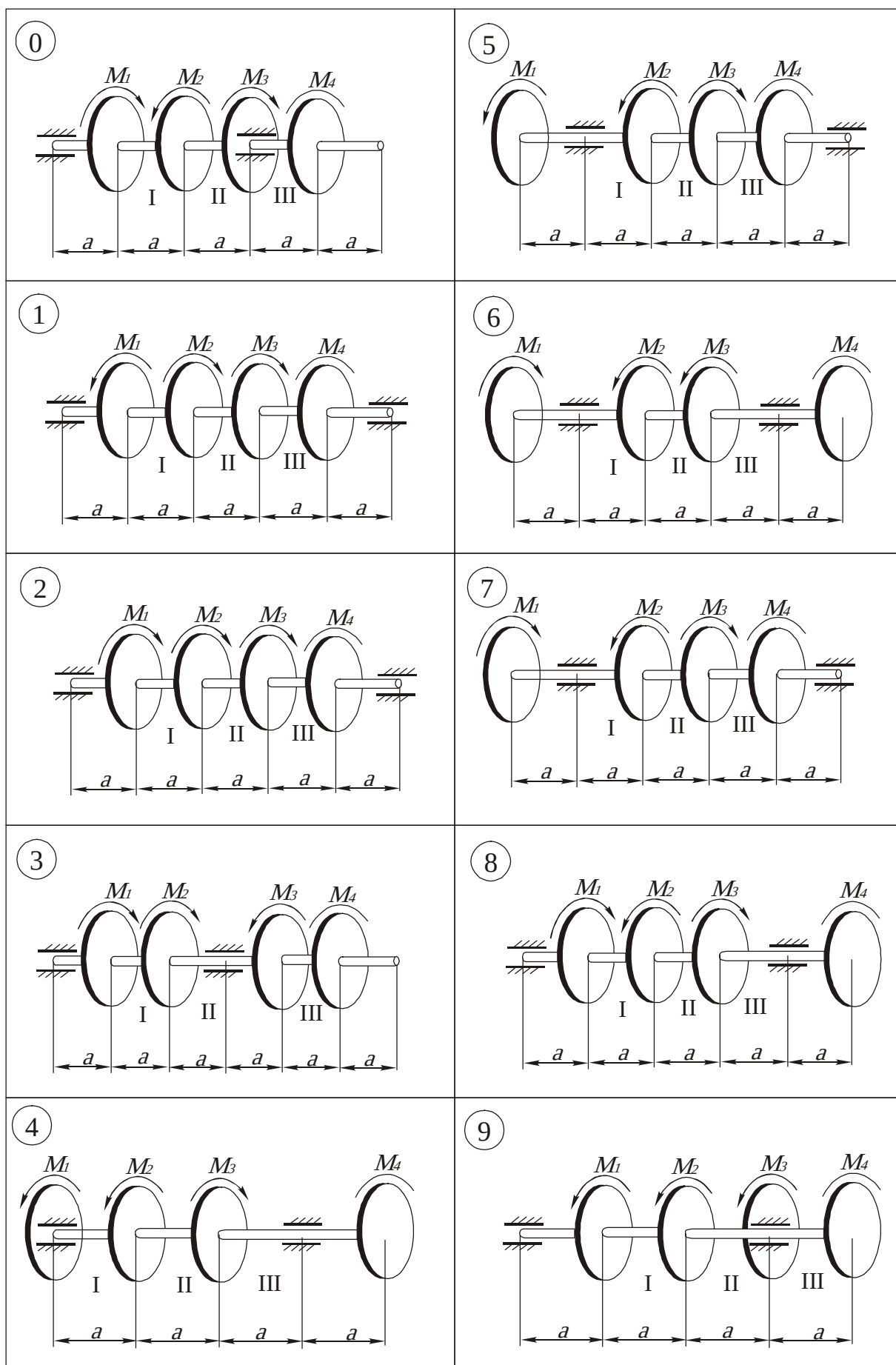


Рис. 2

Таблиця 2

Варіант	$N_1, \text{кВт}$	$N_2, \text{кВт}$	$N_3, \text{кВт}$	$\omega_1, \text{сек}^{-1}$	Матеріал	h/b	d/d_0	$a, \text{м}$
0	-25	20	40	20	Сталь10	2	1,2	0,5
1	35	-15	10	30	Сталь35	2,5	1,3	0,8
2	20	65	-25	40	Сталь45	2,4	1,4	0,4
3	-40	30	20	50	Сталь60	1,75	1,5	0,9
4	50	-25	30	60	Сталь50	2,5	1,5	0,7
5	30	10	-35	55	Сталь20	1,8	1,7	1,3
6	-25	40	60	45	Сталь40	1,4	1,8	1,1
7	75	-60	40	35	Сталь55	1,6	1,9	1,4
8	60	50	-25	25	Сталь25	1,3	2	0,6
9	15	-55	45	65	Сталь30	1,5	2,1	1,2

Задача 3

Розрахунок на міцність та жорсткість балок при згині.

/ рис. 3 / I,II,III /; табл.3 / I,II,III / /

В задачі представлені розрахункові моделі елементів каркасів котлоагрегатів, наземних переходів трубопроводів, кронштейнів опорних устроїв та їх перерізів з прокатних профілів.

Для кожної з запропонованих в задачі розрахункових схем необхідно виконати один з видів розрахунку на міцність: проектувальний / схема I /, перевірочний /схема II/, визначення вантажопідйомності / схема III /. Для балки / схема III / зробити розрахунок на жорсткість.

Для схеми III прийняти: $M_1 = k_1 qa^2$; $M_2 = k_2 qa^2$; $P_1 = k_1 qa$; $P_2 = k_2 qa$, якщо вони не дорівнюють нулю, а розміри sa та pa заокруглити до двох знаків.

Зміст роботи.

1. Накреслити розрахункові схеми балок з указанням розмірів та значень навантажень.
2. Визначити опорні реакції / крім балки із защемленням /.
3. Записати аналітичні вирази поперечних сил $Q(x)$ та згинальних моментів $M(x)$ на кожній ділянці і за ними побудувати епюри / на епюрі до схеми III ординати будуть виражені через невідоме зовнішнє навантаження q /.
4. Перевірити побудовані епюри за допомогою диференціальних залежностей.
5. Записати умову міцності за нормальними напруженнями в небезпечному перерізі балки, де $M=M_{max}$.
6. Визначити моменти опору перерізів /схеми I і II/ відносно головних центральних осей; за їх значеннями розташувати переріз раціонально.
7. Записати умову міцності за нормальними напруженнями для небезпечного перерізу для балки схеми I, підібрати двотавровий, прякутний та круглий перерізи та порівняти витрати матеріалу.
8. Визначити σ в небезпечному перерізі для балки схеми II і, порівнявши з $[\sigma]=160\text{МПа}$, підрахувати перевантаження та недоваження.
9. Для балки схеми III з умови міцності за нормальними напруженнями обчислити зовнішнє допустиме навантаження на балку по M_{max} , взятому з епюри M .
10. Визначити значення прогину /посередині прольоту чи на консолі/ способом Верцагіна та кут повороту одного з опорних перерізів за Мором для балки схеми III.

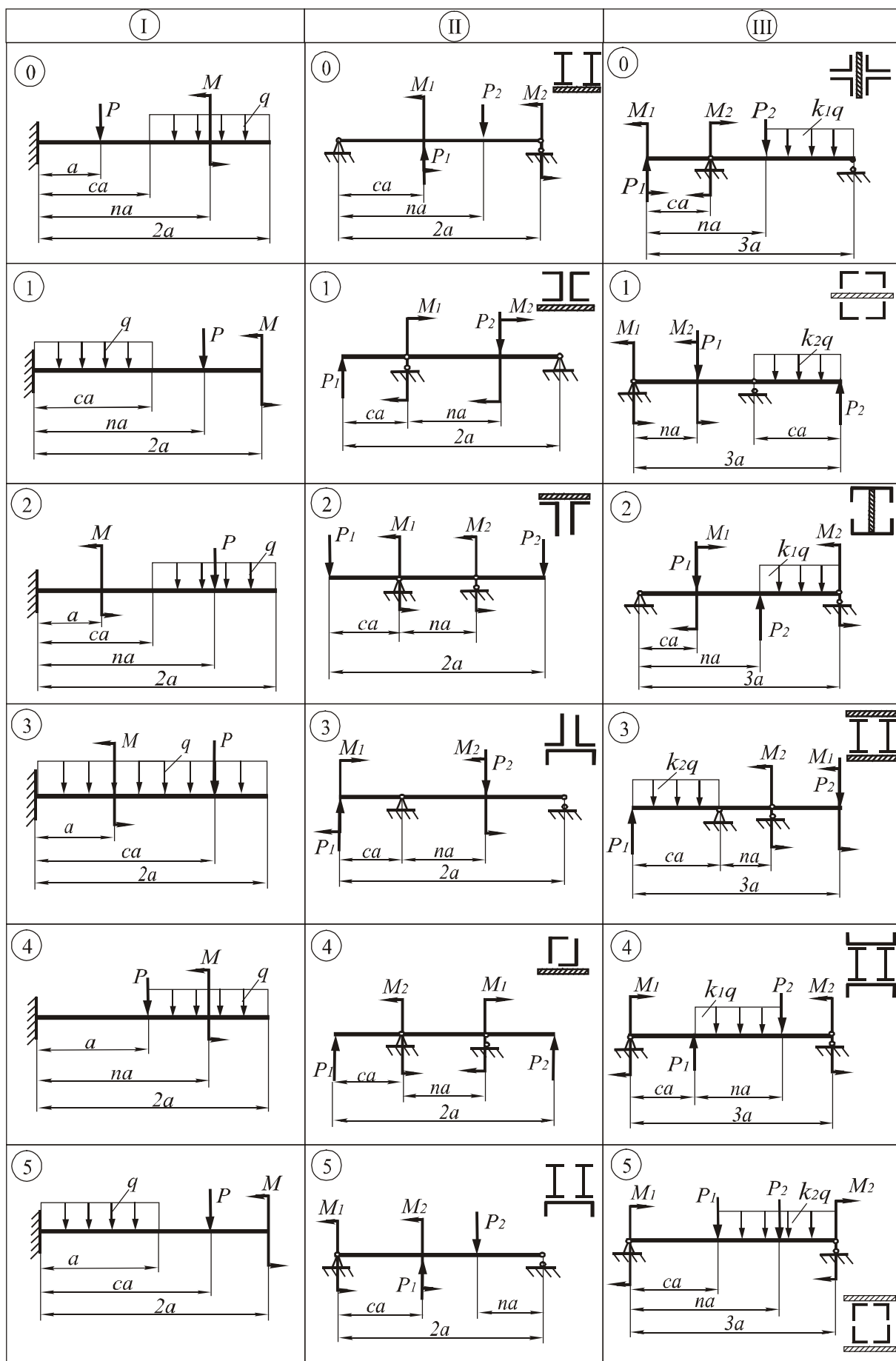


Рис.3 (I, II, III)

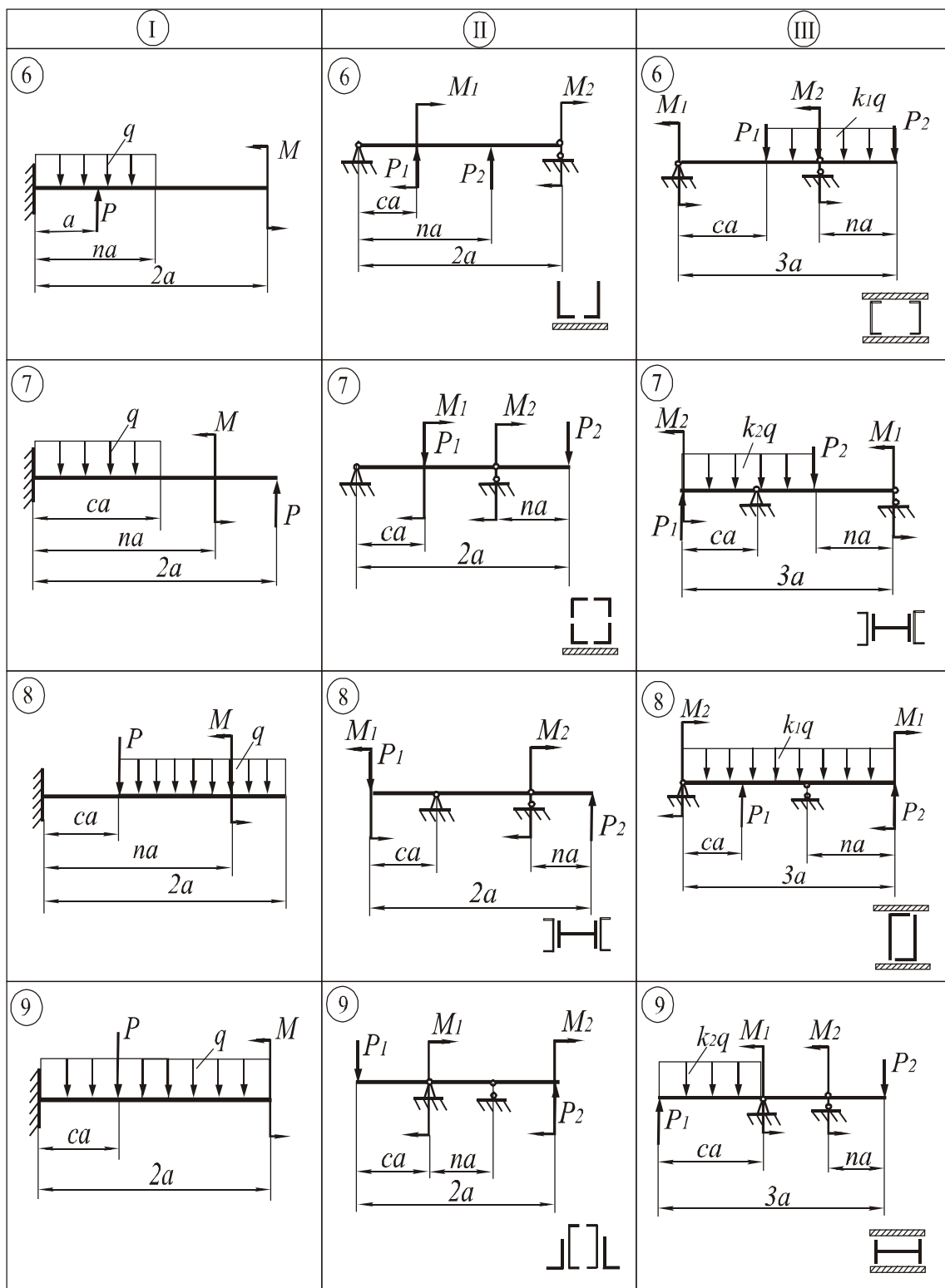


Рис. 3 (I, II, III)

Таблиця 3 /1/

Варіант	$P, кН$	$M, кНм$	$q, кН/м$	$a, м$	h/b	n	c	Матеріал
0	0	40	5	1,6	1,5	1,2	0,5	Сталь40
1	20	0	9	1,7	1,4	0,8	1,4	Сталь20
2	30	25	0	1,0	1,8	1,1	0,6	Сталь25
3	0	15	7	1,5	2	1,3	0,7	Сталь35
4	50	0	10	1,3	1,7	0,7	1,3	Сталь40
5	15	35	0	1,8	2,5	0,6	1,6	Сталь10
6	0	20	12	1,1	1,3	0,9	1,5	Сталь60
7	35	0	15	1,2	1,8	1,4	0,8	Сталь20
8	45	24	0	0,9	2,2	1,5	0,9	Сталь45
9	0	30	18	1,4	2,4	1,6	0,4	Сталь50

Таблиця 3 /2/

Вар.	$P_1, кН$	$P_2, кН$	$M_1, кНм$	$M_2, кНм$	$a, м$	$C, №$	$I, №$	$L, №$	$L, №$	$\square, мм$	n	c
0	0	10	40	20	1,4	18a	22a	16	9/5.6	20×220	0,6	1,1
1	30	0	20	15	1,6	20	16	11	16/10	10×160	0,4	1,3
2	40	15	0	20	1,5	12	10	8	11/7	20×120	1,5	0,9
3	25	35	30	0	1,8	24	20	10	12,5/8	20×160	0,6	1,1
4	0	40	10	45	1,6	18	14	9	14/9	20×180	1,5	0,8
5	35	0	25	30	1,3	16	12	7,5	10/6,3	10×160	0,8	0,4
6	30	25	0	10	1,7	24a	20a	8	14/9	22×220	1,6	0,7
7	15	20	45	0	1,9	22	18	7	11/7	30×240	1,2	0,5
8	0	30	40	20	2,0	20a	24	14	16/10	30×250	0,4	1,2
9	10	0	25	35	1,8	22a	22	12,5	18/11	10×220	0,9	1,5

Таблиця 3/3/

Вар.	$a, м$	k_1	k_2	$I, №$	$C, №$	$\square, мм$	$L, №$	$L, №$	Матеріал	c	n	M_1	M_2	P_1	P_2
0	0,9	1,3	1,5	30	27	330×30	16	16/10	Сталь20	1,2	1,9	0		0	
1	0,8	1,8	1,3	10	14	110×10	5	5,6/3,6	Сталь60	0,9	1,4		0		0
2	0,7	1,5	2,1	12	16	120×15	6,3	6,3/4	Сталь10	1,0	1,3	0			0
3	1,3	1,9	1,6	14	12	140×15	7	4/2,5	Сталь25	0,6	0,8		0	0	
4	1,4	1,2	1,4	16	20	160×20	8	8/5	Сталь20	0,5	0,7	0		0	
5	1,5	1,6	2,3	18	22	180×20	9	9/5,6	Сталь30	1,8	0,6		0		0
6	0,6	2,5	2,4	20	24	200×25	10	10/6,3	Сталь50	1,4	1,3	0			0
7	1,2	2	2,6	22	27	220×25	11	11/7	Сталь35	1,6	0,7		0	0	
8	1,1	2,1	0,7	24	12	240×20	12,5	12,5/8	Сталь40	0,9	1,2	0		0	
9	1,4	2,2	1,2	27	30	270×30	14	14/9	Сталь45	1,1	0,9		0		0

Задача 4.

Розрахунок статично невизначених систем методом сил

/ рис. 4А, 4Б, 4В; табл. 4А, 4Б, 4В /

В роботі передбачено застосування канонічних рівнянь методу сил для розкриття статичної невизначеності, після чого можна виконувати розрахунок на міцність (проектувальний, перевірочний, визначення вантажопідйомності).

А. Розтяг - стиск.(рис.4а)

1. На рис.4а дається розрахункова модель навантаженого трубопровода (заштрихований абсолютно жорсткий горизонтальний брус), шарнірно закріплений одним кінцем і підтримуваний двома сталевими стержнями. Визначити зусилля в стержневих опорах трубопровода від дії навантажень q та підвищення температури t і площі їх перерізів.

2. Прийняти: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$; $\alpha = 125 \cdot 10^{-7}$. Дані взяти з табл.4А

Зміст роботи.

Розміри sa та na заокруглити до двох знаків.

1. Визначити ступінь статичної невизначеності, тобто кількість зайвих зв'язків.

2. Вибрати основну систему, відкинувши зайві зв'язки і усунувши зовнішнє навантаження /тобто задану статично невизначену систему перетворити на статично визначену/.

3. Навантажити основну систему зовнішнім навантаженням і реакціями відкинутих зв'язків, тобто отримати еквівалентну систему.

4. Записати в канонічній формі умову еквівалентності заданої статично невизначеної і вибраної статично визначеної систем, тобто рівність нулю в основній системі переміщень в напрямку відкинутих зв'язків від зовнішнього навантаження, дії температури і реакцій відкинутих зайвих зв'язків.

5. Визначити коефіцієнти, що входять в канонічне рівняння. Для цього необхідно навантажити основну систему зовнішнім навантаженням і побудувати епюру N_p , потім навантажити одиничною силою і побудувати епюру N_1 .

6. Знайти переміщення, викликане зміною температури.

7. Розв'язати рівняння відносно невідомої реакції, підставивши в нього знайдені коефіцієнти. (При цьому невідома реакція буде виражена через площу перерізу F).

8. Визначити другу опорну реакцію із рівняння рівноваги, записаного для еквівалентної статично визначеної системи.

9. Записати умову міцності для найбільш навантаженого стержня і визначити площі перерізів стержнів, що задовольняють їх співвідношенню і умові міцності. Якщо не видно, яке з зусиль в стержнях (виражене через площу перерізу) найбільше, треба записати умову міцності для двох стержнів, визначити площі F для кожного з них і вибрати найбільшу.

10. Знайти σ_{max} в стержнях і проаналізувати, чи правильно вибрано співвідношення їх площ.

Таблиця 4А

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, kH/m$	20	18	15	14	16	13	19	17	10	12
a, m	1,5	1,4	1,7	1,5	1,4	1,6	1,2	1	1,1	1,3
$\Delta t, град$	30	40	50	30	40	50	45	35	45	25
c	1,5	1,9	2	2,1	1,6	1,3	1,8	1,4	1,7	1,3
n	1,3	1,6	1,1	0,9	1,4	0,8	1,2	0,9	1,3	1,1

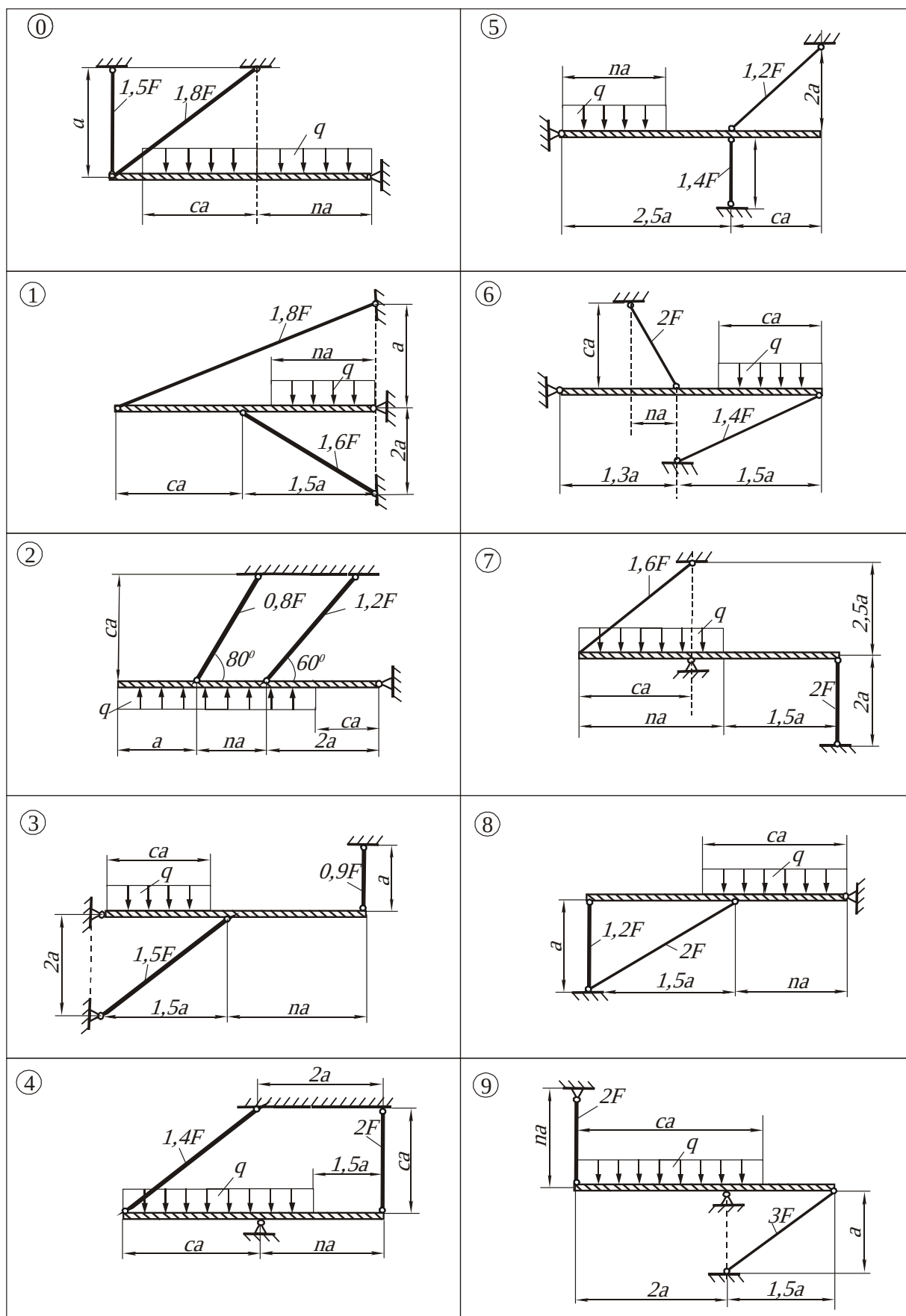


Рис.4а

Б. Кручення.

/рис. 4Б, табл. 4Б/

Сталевий стержень східчастої форми круглого перерізу жорстко закріплений на кінцях і навантажений парами сил, як вказано на схемі /рис. 4Б/.

Визначити, з розрахунку на міцність, допустимий момент M і напруження на ділянках стержня.

Прийняти: $G=8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$. Дані взяти з табл. 4Б.

Зміст роботи.

1. Визначити ступінь статичної невизначеності.
2. Відкинути зайвий зв'язок для отримання основної системи.
3. Показати еквівалентну систему.
4. Записати в канонічній формі умову еквівалентності основної і заданої систем, тобто умову рівності нулю кута закручування у відкинутому зв'язку.
5. Визначити коефіцієнти канонічного рівняння, для цього побудувати епюри $M_{кр}$ від заданого зовнішнього навантаження $X_1 = 1$.
6. Обчислити коефіцієнти рівняння способом Верещагіна, розв'язати рівняння і знайти невідомий реактивний момент / діючий у відкинутому защемленні /.
7. Побудувати епюру $M_{кр}$ для стержня, записати умову міцності для небезпечного перерізу і визначити допустиме значення M .
8. Визначити на кожній ділянці стержня при знайденому значенні M .

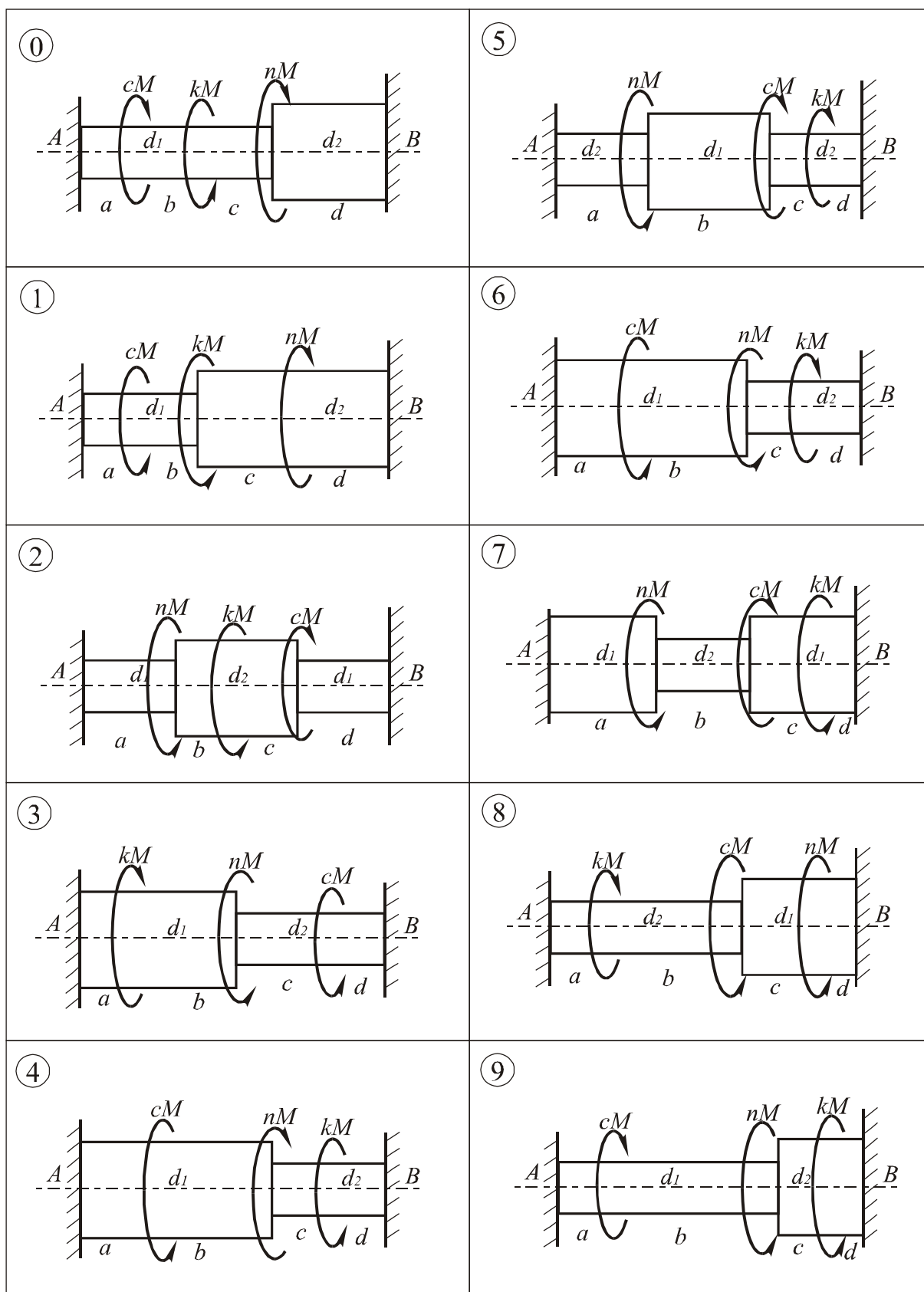


Рис.4"Б"

Таблиця 4Б

Варіант	$a, м$	$b, м$	$c, м$	$d, м$	Матеріал	$d_1, мм$	$d_2, мм$	c	n	k
0	0,5	1	0,4	0,7	Сталь10	40	30	0	-1,1	1,6
1	0,4	0,6	0,8	1,0	Сталь50	80	70	-0,7	0	1,8
2	0,6	0,8	1,0	0,6	Сталь30	50	40	0,6	-1,2	0
3	0,3	0,5	0,6	1,2	Сталь20	40	30	0	2	-0,8
4	0,4	0,8	0,9	0,5	Сталь45	30	20	-1,4	0	0,7
5	0,7	1,2	0,5	0,9	Сталь20	40	20	0,8	-1,5	0
6	0,2	0,5	0,9	1,1	Сталь40	60	50	0	1,6	-1,3
7	0,7	0,4	0,9	1,2	Сталь30	50	40	-0,9	0	1,1
8	0,8	0,8	0,4	1,3	Сталь45	70	80	1,2	-0,9	0
9	0,3	0,5	0,7	0,8	Сталь60	70	80	0	1,3	-1,0

В. Згин

/ рис. 4В, табл. 4В /

Розкрити статичну невизначеність і визначити допустиме навантаження $[P]$ або $[q]$ для вказаних нерозрізних балок /див. рис.4В/,представляючих собою розрахункові схеми плоского прямого магістрального трубопроводу. Для спрощення кільцевий переріз трубопроводу замінюємо прокатним профілем, геометричні характеристики якого дані в таблицях сортамента. Розміри sa та na заокруглити до двох знаків.

Прийняти $[\sigma] = 160 МПа$. Дані взяти з табл. 4В.

Зміст роботи

1. Визначити ступінь статичної невизначеності.
2. Вибрати раціональну основну, а потім і еквівалентну системи.
3. Записати систему канонічних рівнянь метода сил, що виражають рівність нулю переміщень в напрямку відкинутих зв'язків від зовнішнього навантаження та реакцій цих зв'язків.
4. Визначити вільний доданок і коефіцієнти рівнянь способом Верещагіна, для чого побудувати епюри згинаючих моментів (M_p ; M_i) для основної системи, навантаживши її зовнішніми навантаженнями /епюри M_p / і одиничними навантаженнями ($X_i = 1$) в напрямку невідомих реакцій відкинутих зв'язків. При цьому при побудові всіх епюр (M_p ; M_i) визначити опорні реакції.
5. Розв'язати систему рівнянь і визначити реакції відкинутих зв'язків X_i .
6. Визначити з рівнянь статки, складених для еквівалентної статично визначеної системи, решту реакцій в заданій системі.
7. Побудувати епюри M і Q для еквівалентної системи /ординати епюр будуть виражені через невідоме зовнішнє навантаження P /.
8. Записати умову міцності за нормальними напруженнями для небезпечного перерізу, де $M=M_{max}$ і визначити P .

Таблиця 4В

Варіант	k_1	k_2	c	n	Двотавр №	Швелер №	a_m
0	1,5	0	0,5	1,8	10	14	1
1	0	0,9	0,4	1,6	12	16	0,8
2	0,7	0	1,2	0,5	14	20	1,2
3	0	1,4	1,3	0,7	16	30	1,4
4	2,2	0	0,9	0,8	22	10	0,9
5	0	1,5	0,8	1,7	24	18	0,6
6	0,8	0	1,6	0,5	18	27	0,4
7	0	0,5	1,7	0,31	27	12	1,1
8	1,6	0	0,6	1,4	30	22	0,7
9	0	0,7	0,7	1,3	20	24	1,3

③	⑤
①	⑥
②	⑦
③	⑧
④	⑨

Рис.4”В”

Задача 5

Складний опір

/ рис.5, табл.5 /

В задачі пропонується виконати проектувальний розрахунок елементів системи в загальному випадку просторової дії сил.

При цьому в різних стержнях системи має місце як частковий, так і загальний випадок складного опору.

Форми перерізу: □-1 □-2 ○-3

Прийняти $[\sigma]^{III} = 160 \text{ Мпа}$.

Зміст роботи

1. Побудувати епюри внутрішніх зусиль N ; $M_{кр}$; M_y ; M_z .
2. Визначити найбільш навантажений переріз для кожного стержня системи, зобразити його і показати діючі в цьому перерізі внутрішні силові фактори. Звернути увагу на раціональне розташування перерізу /прямокутного/.
3. З'ясувати, який вид складного опору присутній в небезпечному перерізі, побудувати епюри напружень від діючих в небезпечному перерізі внутрішніх зусиль і за допомогою їх визначити найбільш напружені /небезпечні/ точки.
4. Відповідно до виду напруженого стану в небезпечній точках записати умову міцності.
5. Визначити необхідні розміри перерізів вказаної форми, заокруглити їх в бік більших розмірів і перевірити остаточні розміри за допомогою повної умови міцності, нехтуючи силовими факторами, що дають менші складові напружень; або оцінити, скільки відсотків складає напруження від тих силових факторів, котрими знехтували.

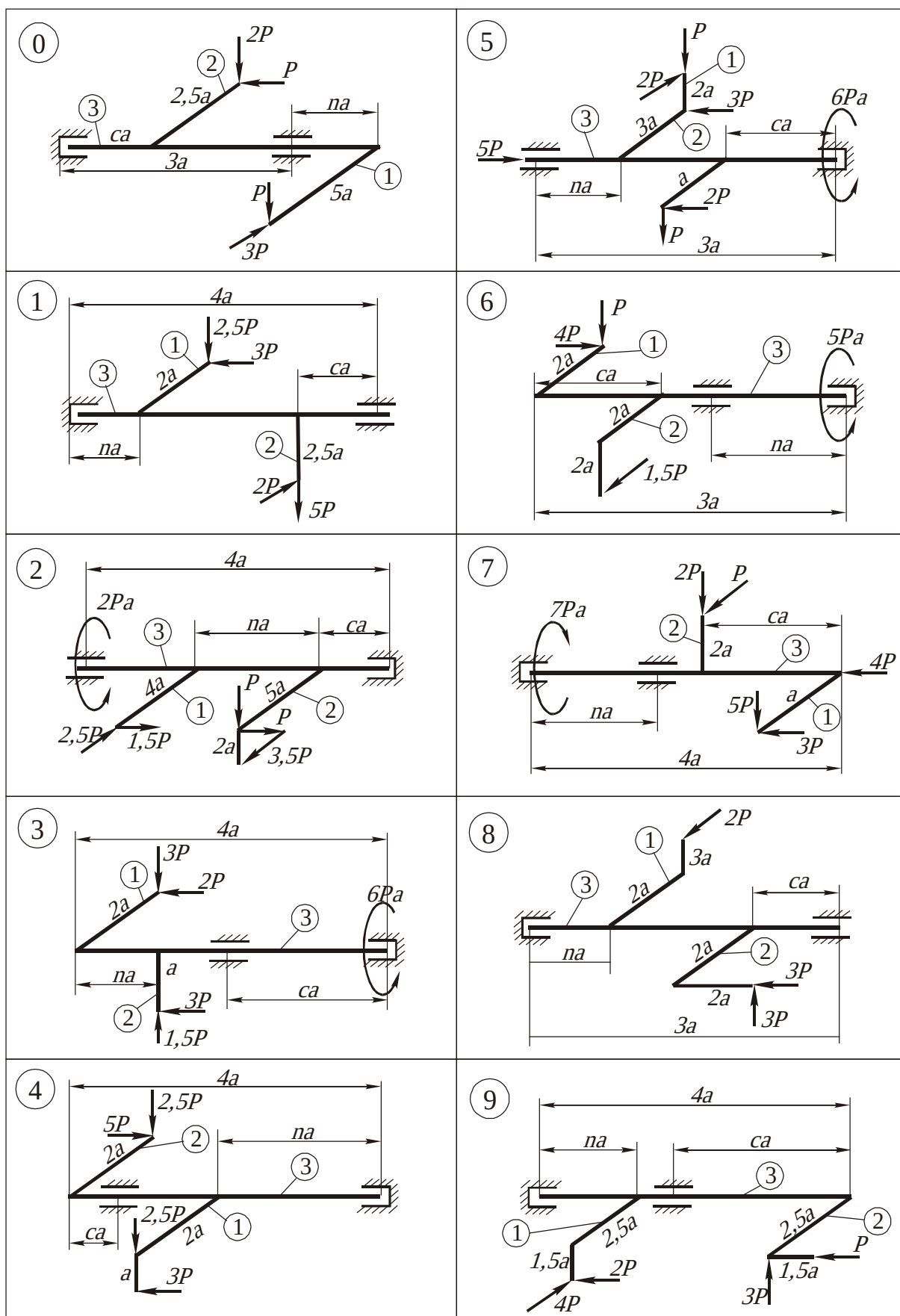


Рис. 5

Таблиця 5

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a, \text{ м}$	0,6	0,9	0,8	0,4	0,5	0,4	0,8	0,8	0,9	0,5
$P, \text{ кН}$	10	15	18	11	12	13	16	16	17	14
h/b	1,1	1,7	1,6	1,5	1,4	1,8	1,2	1,2	1,3	1,9
c	1,7	0,8	1,9	0,9	1,7	1,2	1,3	1,3	0,9	0,8
n	0,9	1,4	0,7	1,5	0,6	0,8	0,9	0,9	1,8	1,7

Значення sa та na заокруглити до двох знаків.

Задача 6

Розрахунок тонкостінної посудини на опорах.

/ рис.6, табл.6 /

Сталева тонкостінна циліндрична посудина з днищами встановлена на чотирьох симетрично розташованих опорах. Посудина знаходиться під внутрішнім тиском P і заповнена на $2/3$ висоти H рідиною з питомою вагою γ . Допустиме напруження на розтяг для матеріала посудини $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$. Підібрати переріз стоек з умови стійкості. Прийняти для стоек $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

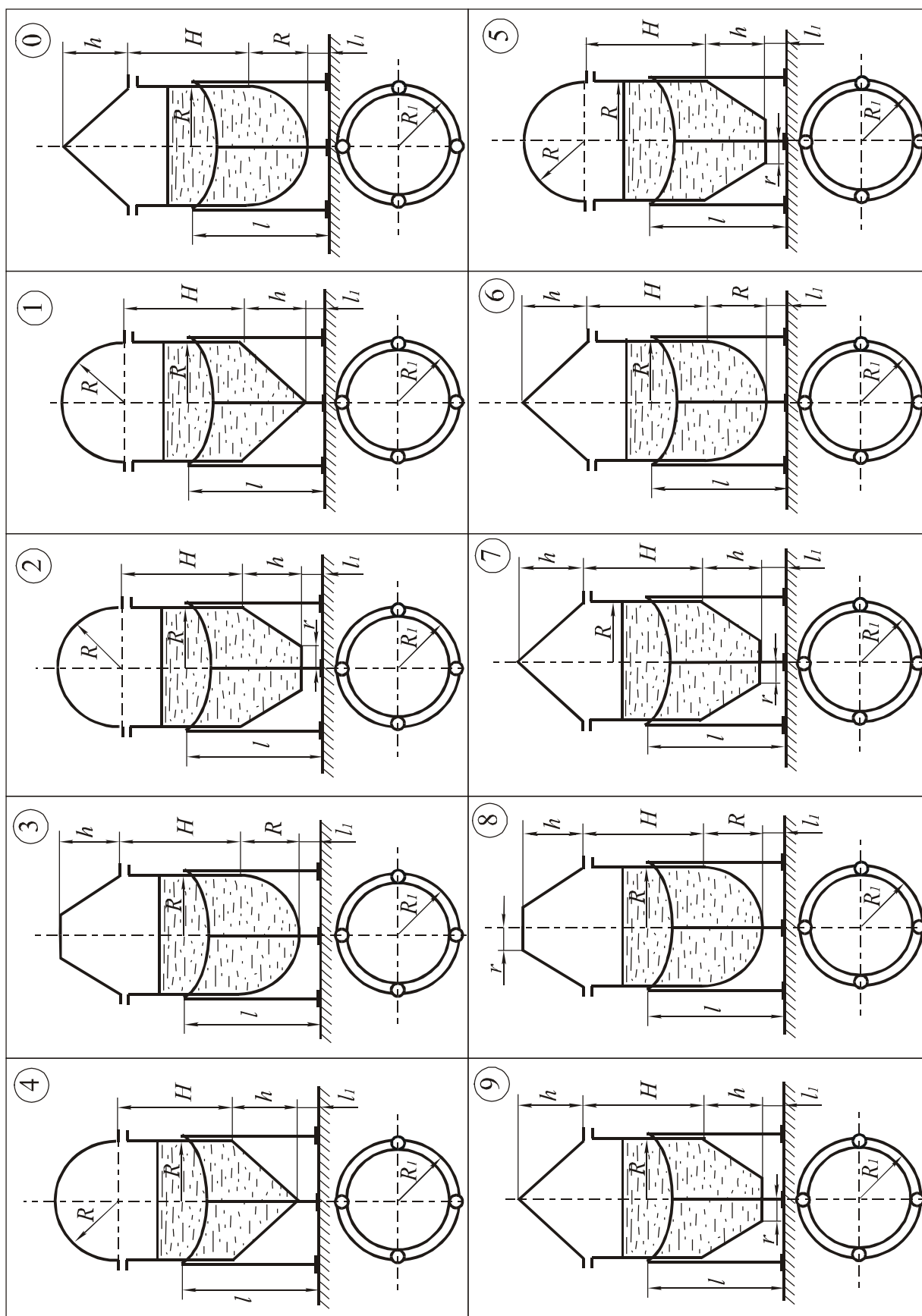


Рис. 6

Зміст роботи.

1. Обчислити товщину стінки посудини в небезпечному перерізі, користуючись безмоментною теорією, враховуючи додаток на корозію.

2. Визначити навантаження на стойку, враховуючи вагу рідини, самої оболонки та її днищ.

3. Підібрати переріз стойки з розрахунку на стійкість, вважаючи стойку на одному кінці (верхньому) закріплену шарнірно, на другому - жорстко.

Прийняти: $R_1=R$; $l_1=0,2l$; $r=1/3R$

Таблиця 6

Варіант	P МПа	γ кН/м ³	H м	h м	R м	l м	Перерізи стойки
0	1,5	20	4,5	1,3	1,3	2,5	С
1	1,2	30	3,5	1,0	1,2	2,2	І
2	2,1	35	3,0	0,8	1,0	1,8	Л
3	1,9	25	3,6	0,6	1,1	2,0	Л
4	1,6	30	3,5	0,5	0,9	1,9	І
5	1,8	40	2,8	0,7	0,8	2,0	С
6	1,4	25	4,0	1,1	1,1	3,0	Л
7	2,0	20	3,8	0,9	1,0	2,5	Л
8	1,7	40	2,6	0,5	0,6	2,1	С
9	1,3	25	4	1,2	1,3	2,4	І

Порядок виконання курсового проекту з дисципліни
“Основи проектування машин і механізмів”

1. Побудова планів положення механізму, визначення крайніх положень робочої ланки та робочого ходу.
2. Побудова планів швидкостей.
3. Визначення потужності на кривошипі O_1A
4. Вибір двигуна і кінематичний розрахунок.
5. Розрахунок пасової передачі.
6. Розрахунок відкритої зубчастої передачі.
7. Проектування і розрахунок вала.
7. Вибір муфти.
8. Перевірочний розрахунок підшипників.
9. Вибір і розрахунок шпонок.
10. Проектування корпусних деталей.
11. Проектування рами.
12. Розрахунок привода на надійність роботи.

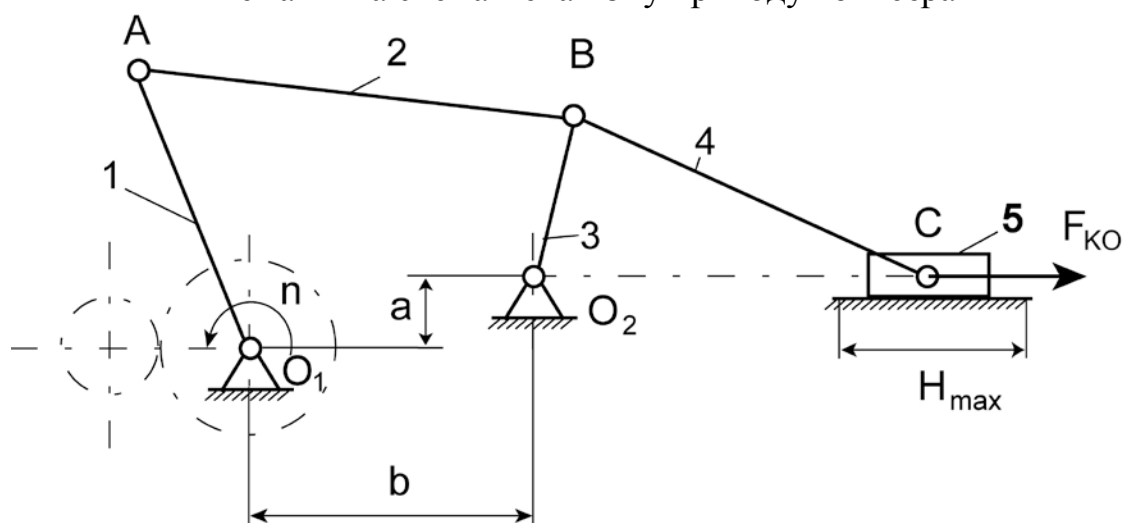
Список рекомендованої літератури

1. Писаренко Г.С., Квітка Е.С., Уманський Е.С. Опір матеріалів. – К. Вища школа., 2004
2. Бюргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М. Наука., 1986
3. Ицкович Г.М., Винокуров А.И., Минин Л.С. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М. Высшая школа. 1999
4. Розрахунки на міцність і жорсткість елементів конструкцій: Метод. Вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Опір матеріалів” для студ. Теплоенергетичного ф-ту всіх форм навчання. Укладачі Шемерган

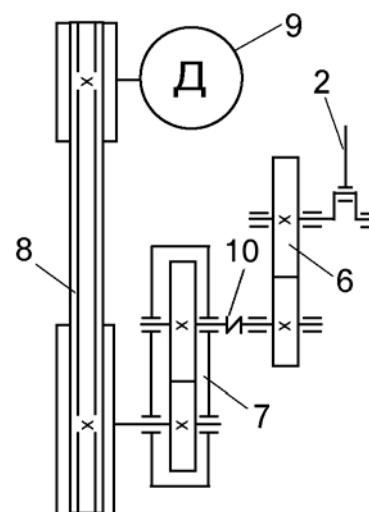
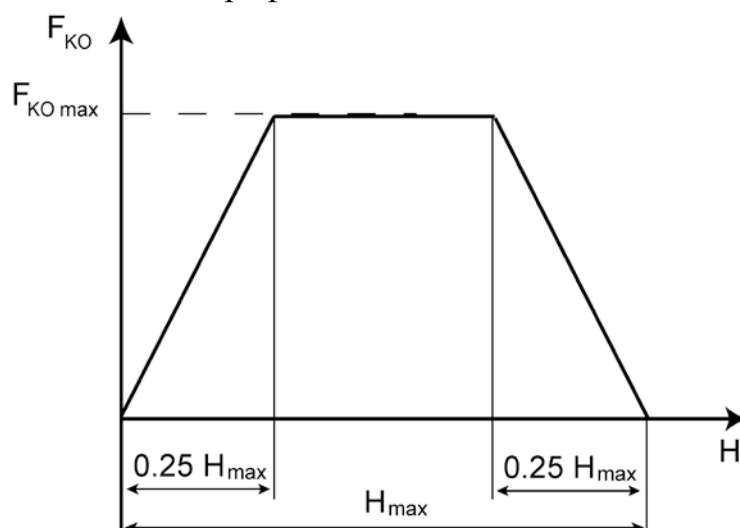
- А.О., Бобир М.І., Трубочев С.І., Гігіняк Ф.Ф. – К. ІВЦ “Видавництво “Політехніка”. 2002
5. Заболонский К.И., Беляев М.С. Прикладная механика. – К. Вища шк., 1979.
 6. Павлице В.Т. Основы конструирования та розрахунков деталей машин. – Л. Афіша. 2003.
 7. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М. Высш. шк., 2000.
 8. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. – Х. Основа., 1991.
 9. Детали машин. Атлас конструкций. Под ред. Решетова Д.Н. – М. Машиностроение., 1992.
 10. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.; Высш. шк., 1989.
 11. Орлов Н.И. Основы конструирования. – М. Машиностроение., 1988.
 12. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М. Машиностроение., 1992.
 13. Иванов М.Н. Детали машин. М. Высш. шк. 1998.
 14. Краузе Г.Н. и др. Редукторы (справочное пособие). – Л. Машиностроение., 1972.
 15. Чернавский С.А., Козинский Б.С., Боков К.Н. Проектирование механических передач.. – М. Машиностроение., 1984.
 16. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Прикладная механика». Составители Афанасьев М.К., Степанец Н.А. – К. КПИ 1979.
 17. Основы конструирования механізмів і машин. Методичні вказівки до курсового проектування. Укладач Яхно Б.О. – К. Політехніка., 2006.

Завдання № 1

кінематична схема механізму приводу конвеєра



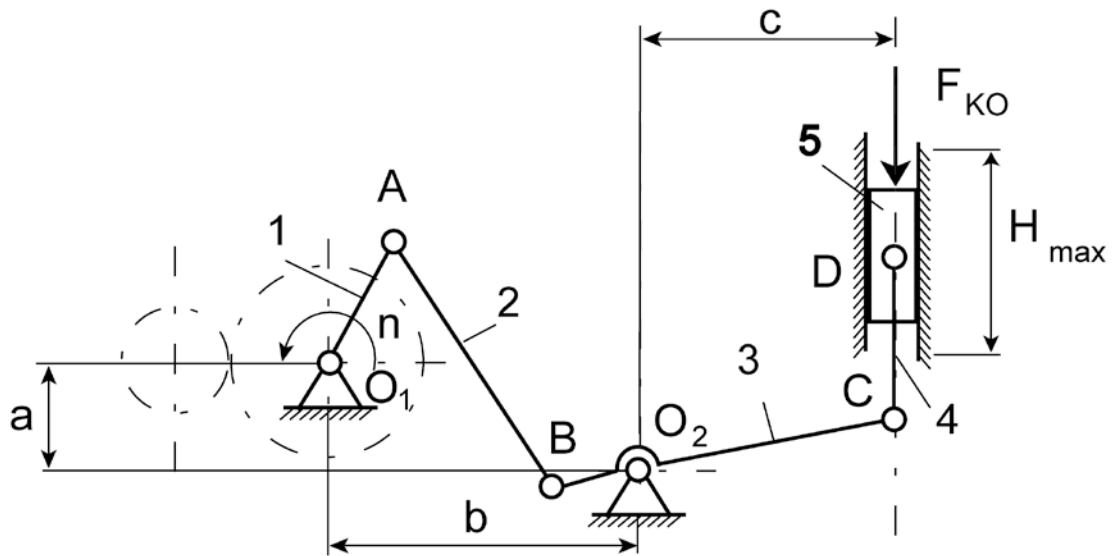
графік навантаження



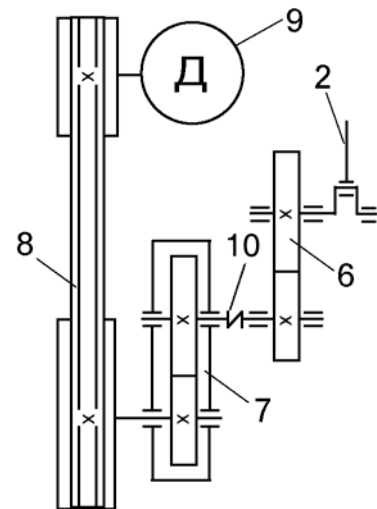
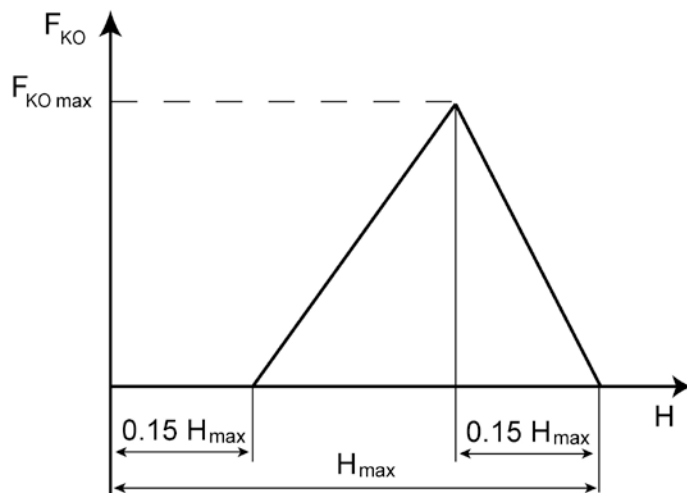
1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	a, мм	b, мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	160	150	120	380	70	50	170	50
2	162	150	123	390	75	60	175	52
3	165	150	130	400	80	60	180	54
4	170	160	135	410	75	70	185	65
5	175	160	140	420	75	70	190	45
6	180	175	145	430	80	75	200	42
7	185	175	150	440	85	80	210	41
8	190	185	155	450	90	85	220	40
9	195	190	160	460	95	90	230	38
10	200	200	165	470	100	95	240	35

Завдання № 2
кінематична схема механізму пресу



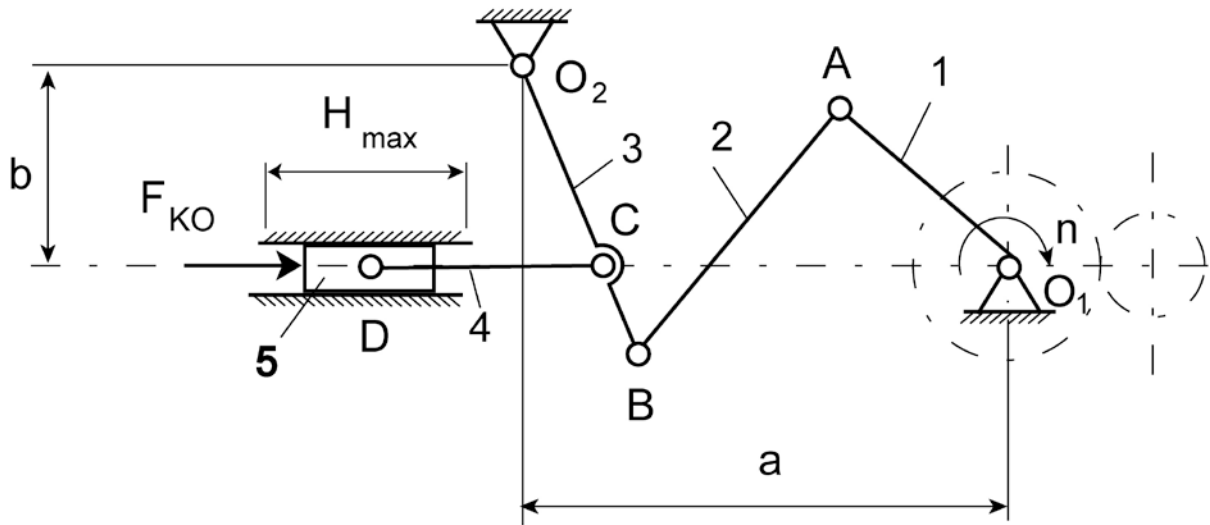
графік навантаження



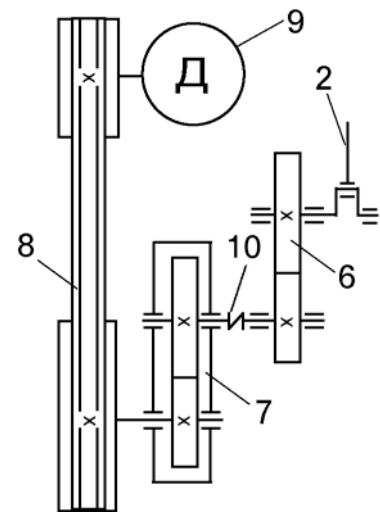
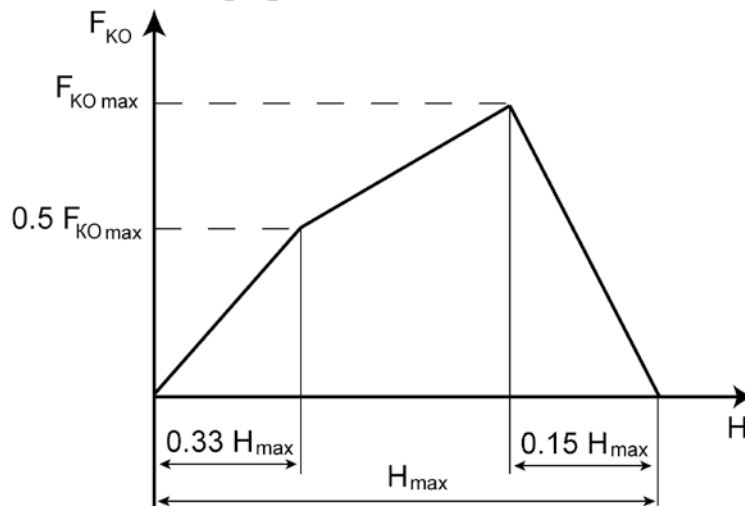
1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_{BO_2} , мм	a, мм	b, мм	c, мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	60	200	400	150	200	130	200	200	40	50
2	62	205	410	160	205	135	205	205	35	45
3	65	210	415	170	210	135	210	205	38	55
4	68	215	420	180	215	140	210	210	42	60
5	70	220	425	185	215	145	215	210	45	65
6	72	225	430	190	220	145	220	215	47	70
7	75	230	435	195	225	150	225	215	50	68
8	78	235	440	200	230	155	230	220	40	74
9	80	240	445	205	235	160	235	225	35	75
10	85	245	450	210	240	165	240	230	45	80

Завдання № 3
кінематична схема механізму приводу печі



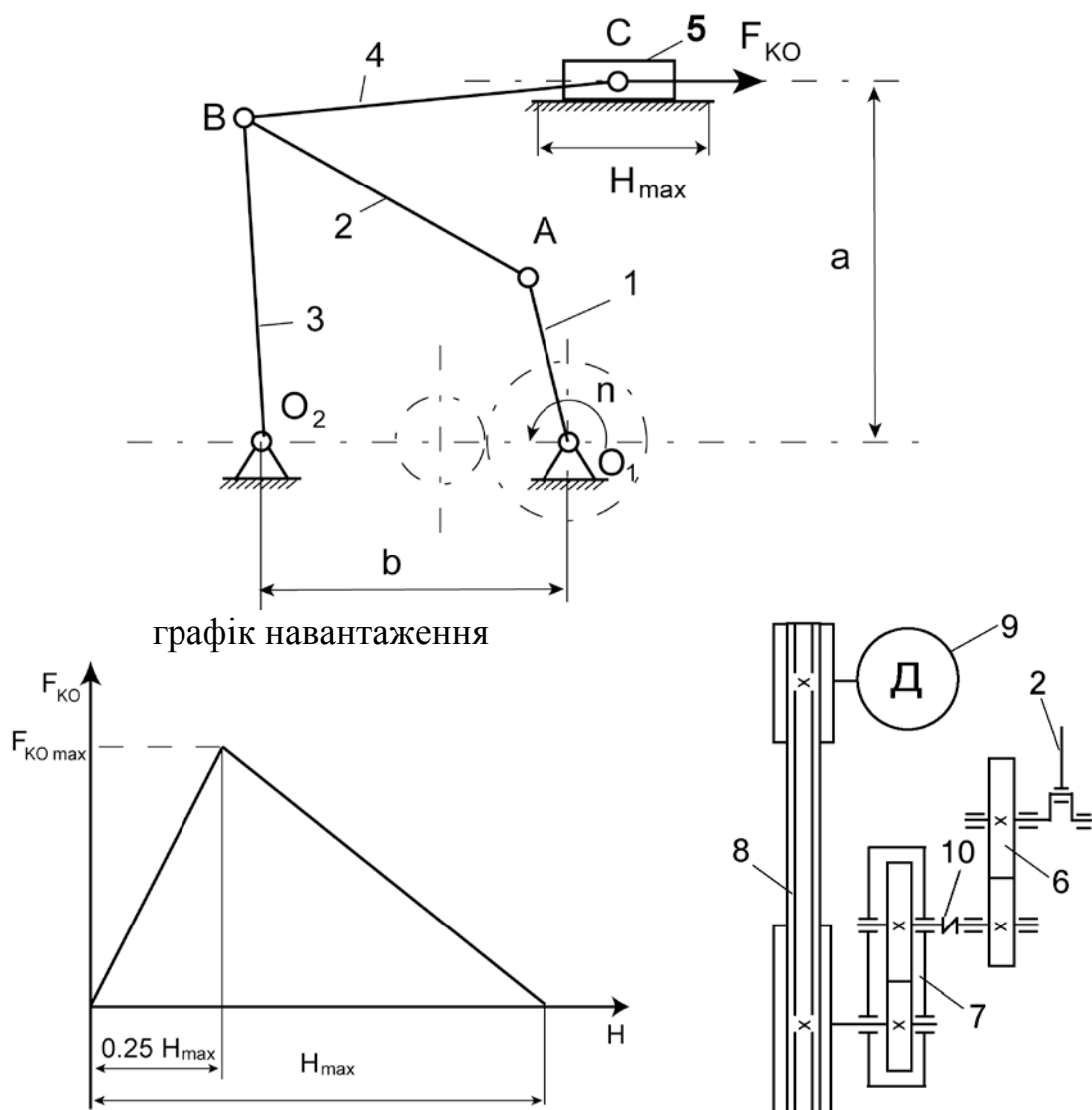
графік навантаження



1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_{CB} , мм	a, мм	b, мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	70	260	250	150	60	270	140	100	90
2	65	290	240	140	100	260	150	110	70
3	60	250	240	140	90	265	135	105	65
4	75	260	250	160	100	270	140	115	55
5	80	280	270	170	100	280	160	105	52
6	72	250	260	160	95	275	145	110	52
7	82	290	275	190	110	280	170	115	64
8	85	290	290	190	120	300	200	100	68
9	70	280	240	140	100	260	130	120	70
10	75	250	260	170	90	300	150	110	72

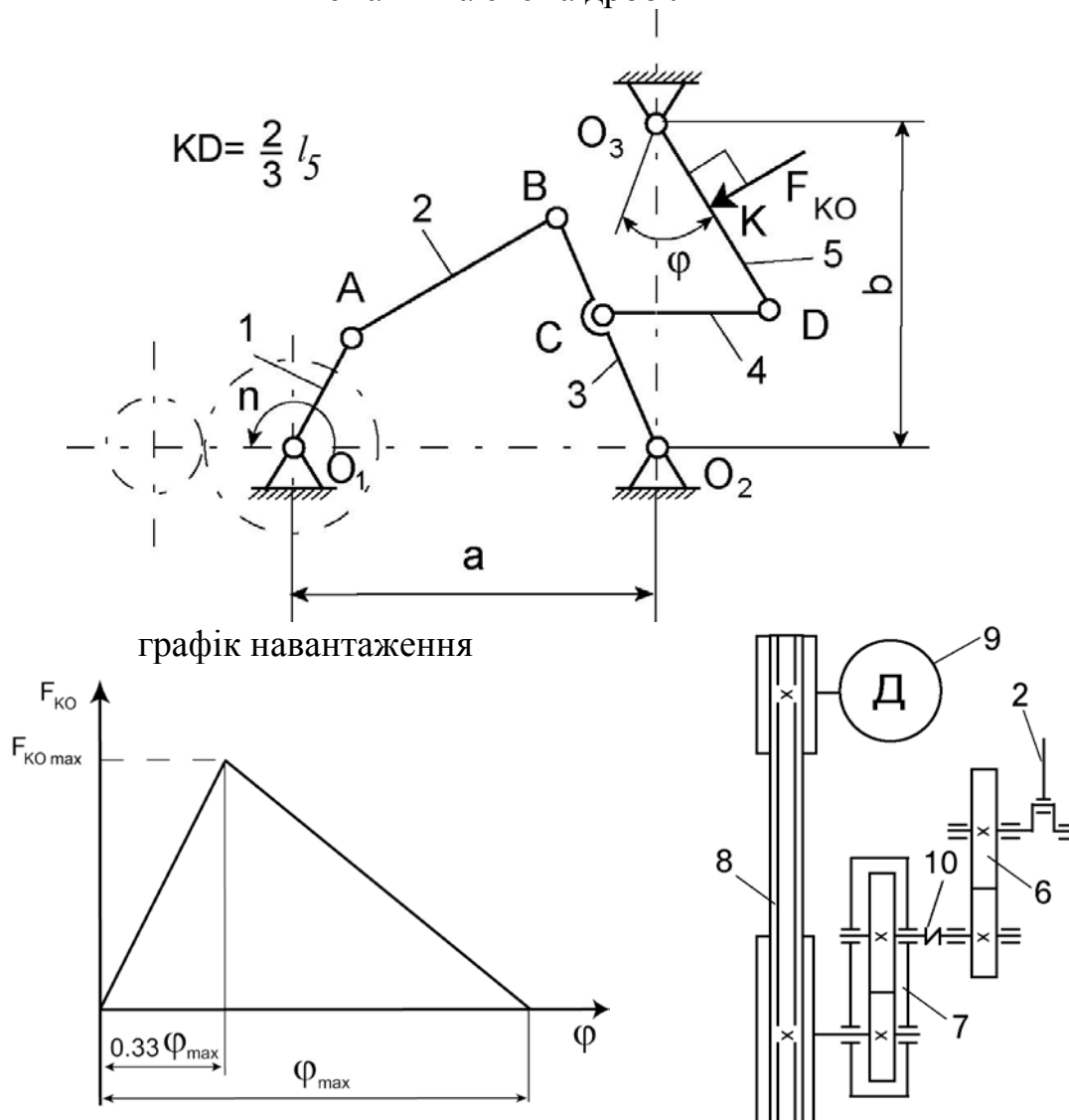
Завдання № 4
кінематична схема толкателя термічної печі



1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	a , мм	b , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO, max}$ кН
1	70	400	220	300	200	400	90	40
2	65	410	220	250	200	400	85	42
3	60	390	200	250	190	390	90	32
4	75	420	240	320	220	410	95	40
5	80	450	250	340	240	420	85	41
6	70	390	250	300	200	400	90	45
7	80	420	250	350	250	430	92	45
8	75	430	250	330	230	420	95	46
9	65	390	220	240	190	380	87	42
10	70	410	210	310	210	420	94	44

Завдання № 5
кінематична схема дробілки

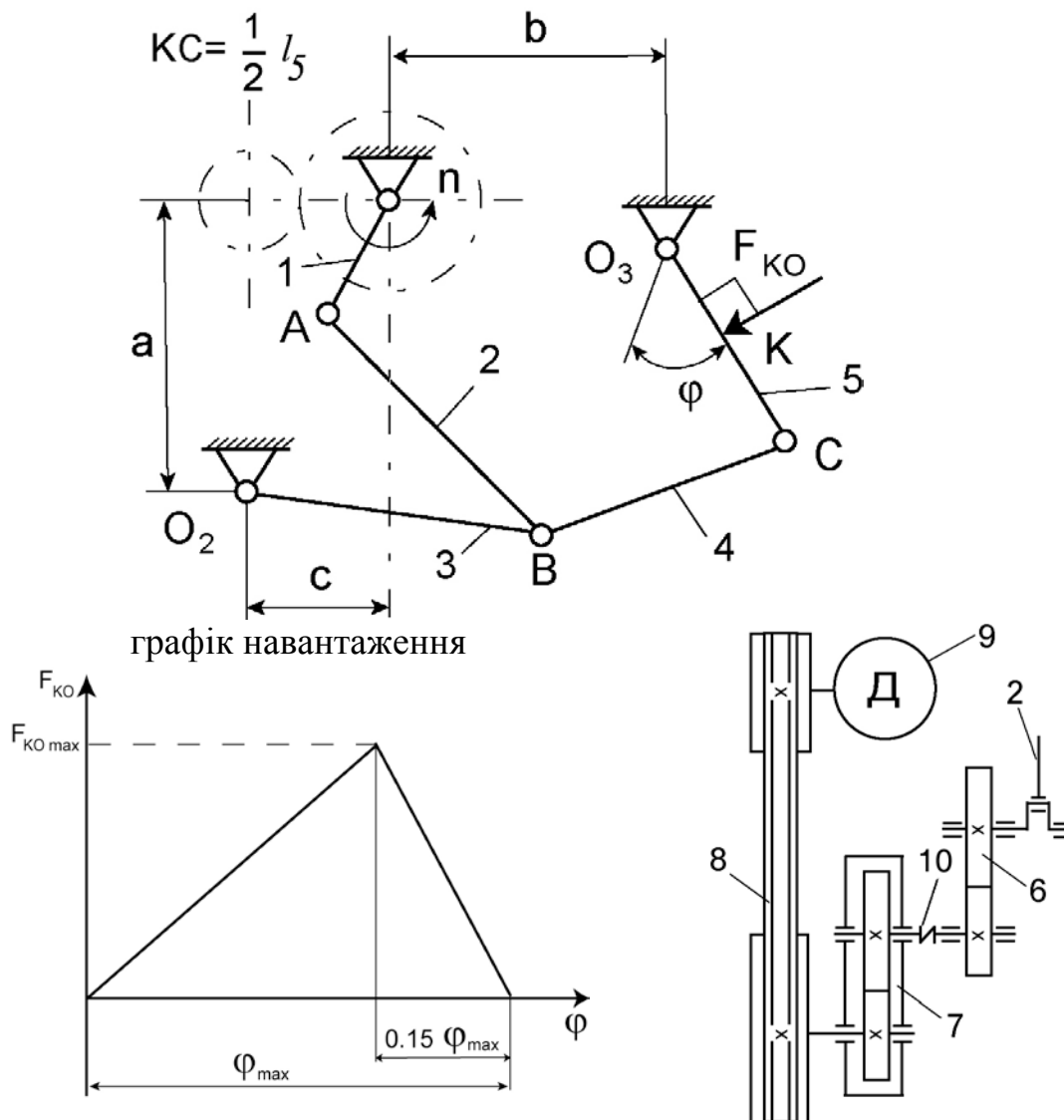


1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_5 , мм	l_{CO} , мм	a , мм	b , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO, max}$ кН
1	70	250	250	106	250	150	270	260	90	150
2	65	240	245	105	260	150	272	260	92	140
3	60	240	240	108	255	150	280	270	95	160
4	55	250	250	110	255	155	280	275	98	185
5	50	250	250	115	260	155	285	270	100	170
6	50	260	260	118	260	160	290	280	105	180
7	55	270	270	120	265	160	290	285	108	200
8	60	270	270	125	270	165	300	285	100	185
9	65	280	280	130	270	165	300	290	115	190
10	70	290	290	135	275	170	300	290	120	155

Завдання № 6

кінематична схема дробівки з шарнірною розпоркою



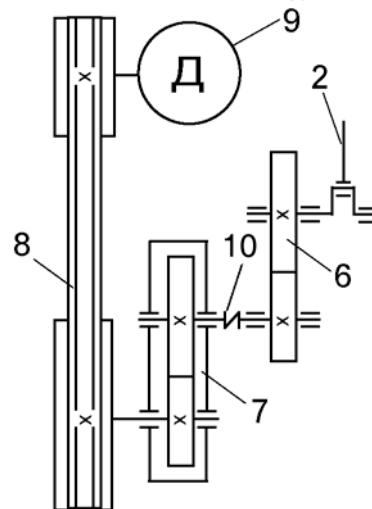
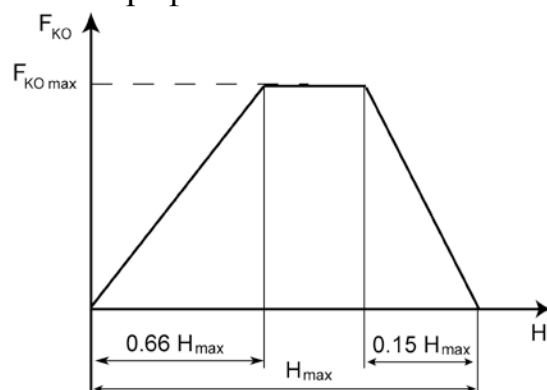
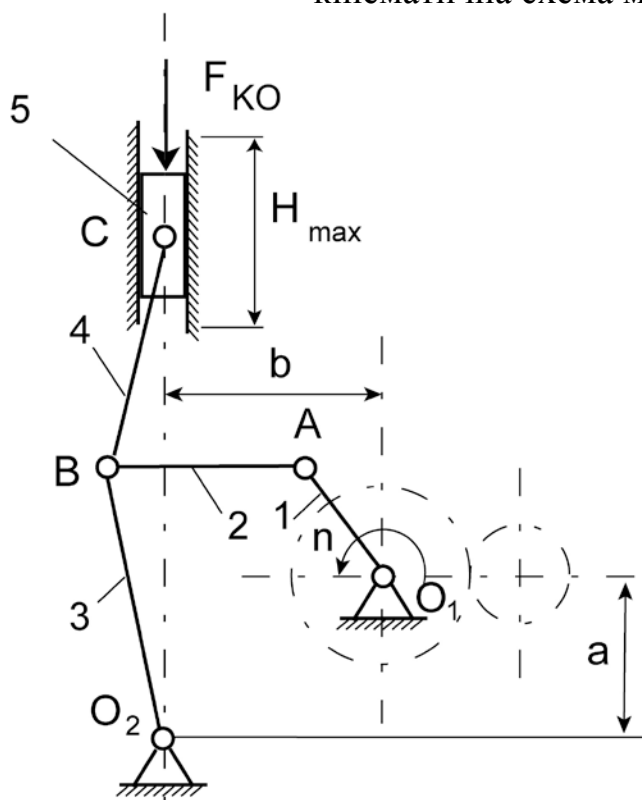
1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_5 , мм	a , мм	b , мм	c , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	60	270	220	230	250	180	180	250	95	250
2	60	275	225	230	260	175	175	240	100	240
3	65	290	230	230	265	180	180	250	102	230
4	65	290	230	210	270	180	180	250	105	220
5	70	270	235	220	260	175	175	240	108	210
6	70	280	245	230	270	180	180	250	110	200
7	75	280	250	235	270	180	180	260	112	260
8	75	295	260	240	275	185	185	265	115	270
9	80	295	260	250	280	190	190	270	118	280
10	80	300	270	260	290	200	200	280	120	290

Завдання № 7

кінематична схема механізму преса

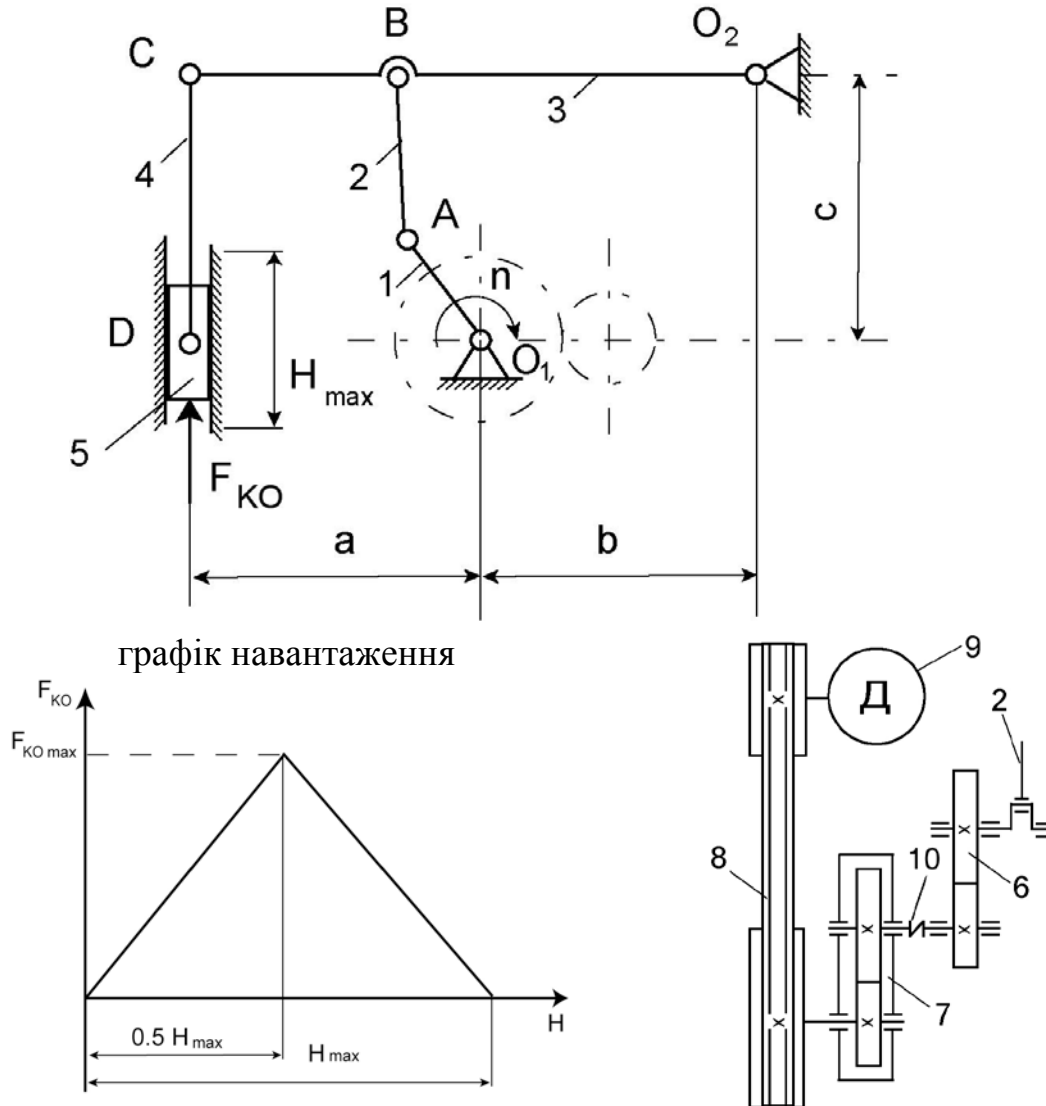
графік навантаження



1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	a , мм	b , мм	n , $\frac{\text{ХВ}}{1}$	$F_{KO, \max}$ кН
1	40	240	190	190	160	230	90	600
2	45	240	195	195	150	235	100	600
3	45	250	200	200	180	235	95	620
4	50	250	200	195	180	240	102	620
5	40	230	195	200	165	240	108	650
6	45	230	190	290	155	235	110	650
7	45	250	200	190	155	240	115	620
8	50	250	210	190	160	245	120	640
9	50	260	190	190	170	250	115	680
10	40	250	185	185	170	250	112	670

Завдання № 8
кінематична схема балансного преса

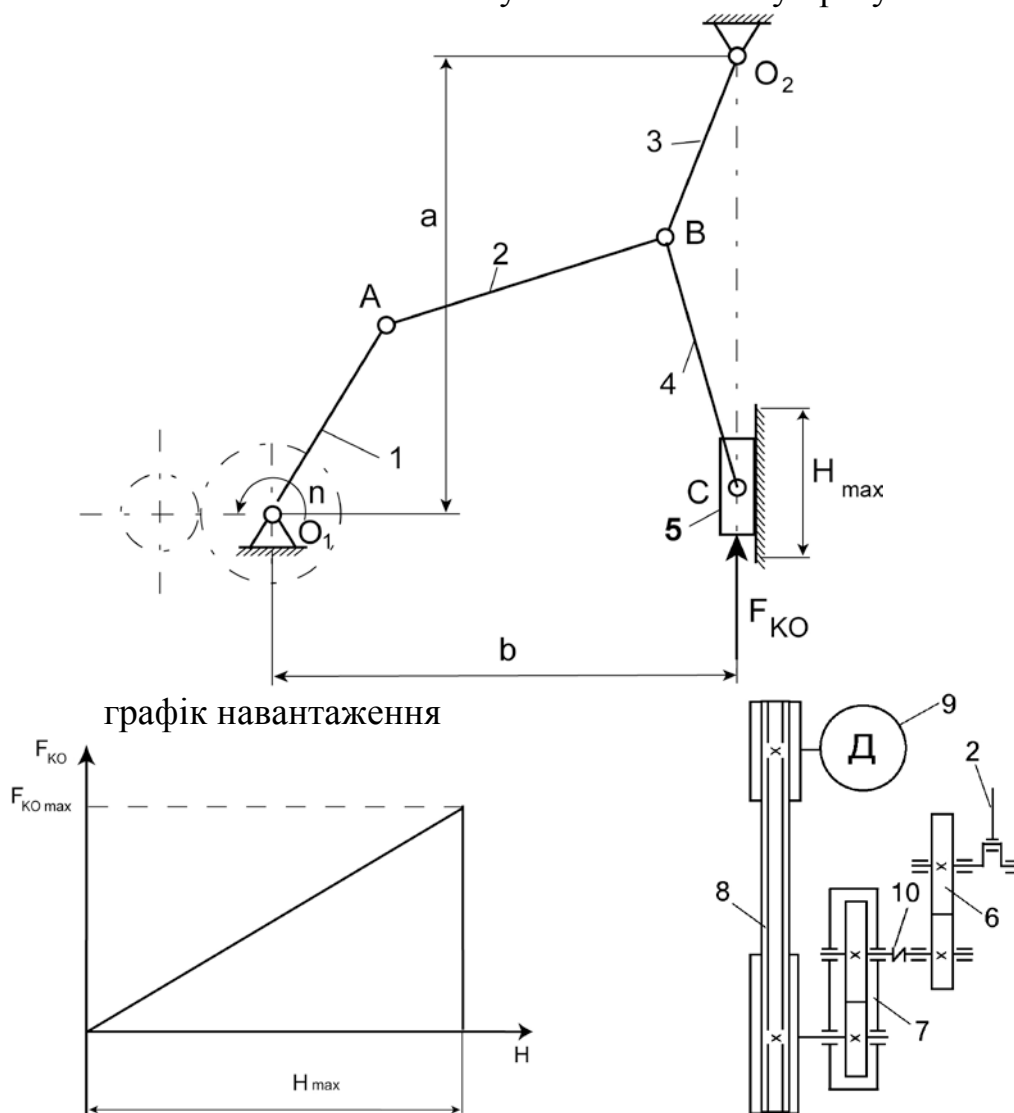


1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_{CB} , мм	a , мм	b , мм	c , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO, max}$ кН
1	50	120	300	160	150	220	70	140	130	400
2	55	120	320	170	160	210	75	145	140	410
3	60	120	340	170	170	210	75	145	135	370
4	50	125	340	175	170	220	80	145	130	530
5	55	130	340	180	170	230	80	150	125	440
6	60	130	360	180	180	240	80	150	120	450
7	65	135	360	85	180	240	85	150	115	360
8	70	140	370	190	180	245	85	160	113	570
9	65	140	370	195	180	245	85	160	105	480
10	70	145	380	200	180	250	90	160	100	490

Завдання № 9

кінематична схема виштовхуючого механізму пресу

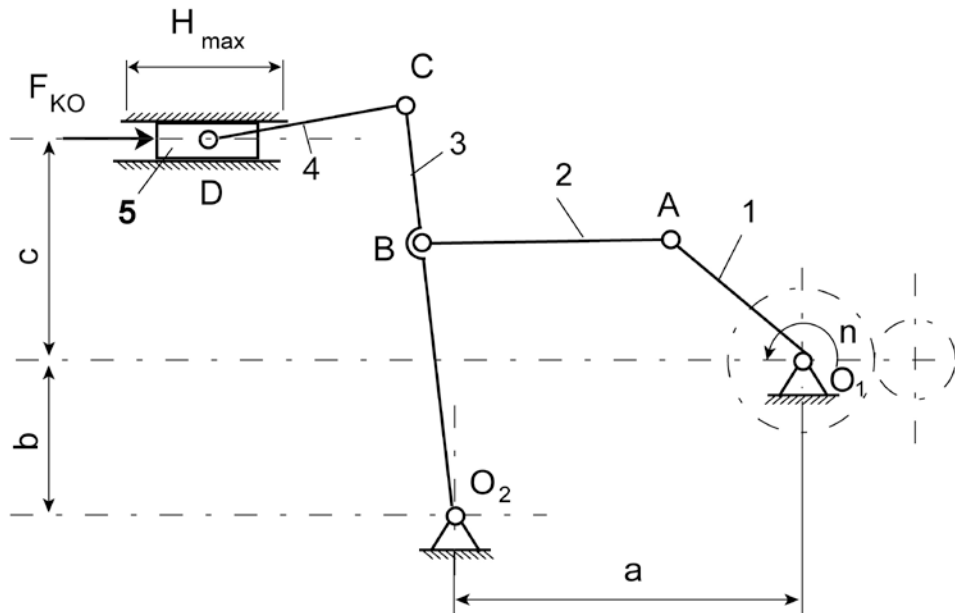


1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

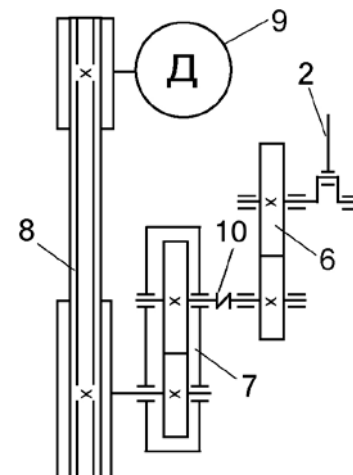
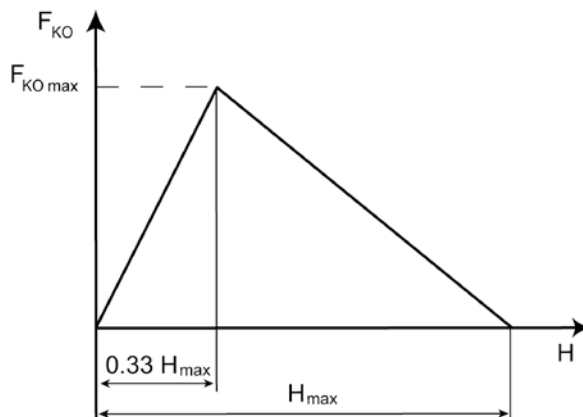
вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	a , мм	b , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	40	310	120	200	170	350	100	450
2	40	320	140	180	170	350	110	440
3	45	340	150	190	180	380	115	345
4	50	340	160	200	190	350	120	340
5	50	380	170	200	200	360	125	450
6	55	380	130	215	170	380	130	340
7	55	380	130	200	170	380	135	440
8	60	380	130	210	180	390	140	340
9	85	380	140	220	200	390	140	450
10	80	380	150	230	200	400	150	450

Завдання № 10

кінематична схема механізму пресу



графік навантаження

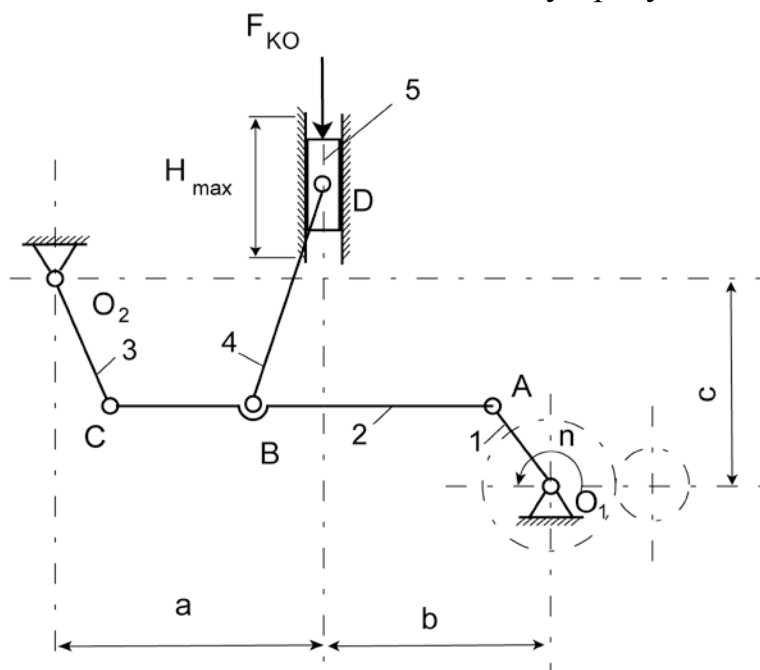


1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 - муфта.

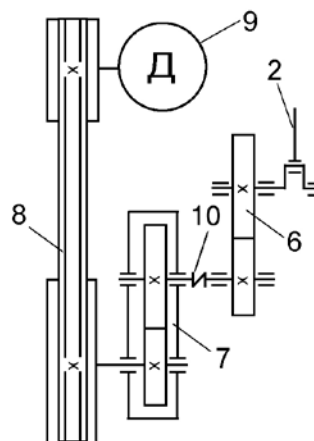
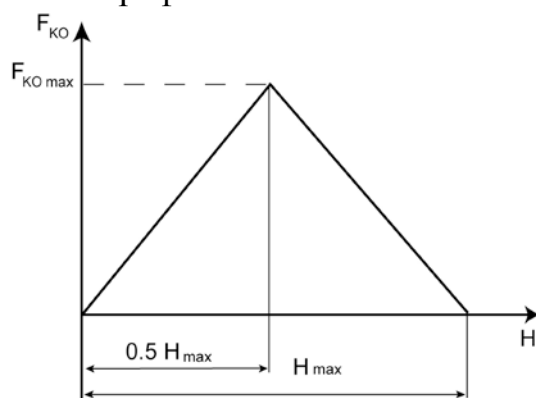
вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_{CB} , мм	a , мм	b , мм	c , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	40	240	270	330	160	240	60	220	120	300
2	42	245	270	326	165	245	55	220	125	280
3	45	250	275	325	165	250	50	200	130	350
4	50	255	275	310	170	250	55	210	135	320
5	52	255	280	310	170	255	60	230	140	275
6	55	280	280	310	175	260	65	240	120	285
7	58	280	285	300	175	280	70	215	125	260
8	80	265	285	280	180	270	70	215	130	325
9	85	265	290	290	185	270	75	200	112	360
10	70	265	300	300	190	280	75	200	115	380

Завдання № 11

кінематична схема механізму пресу



графік навантаження

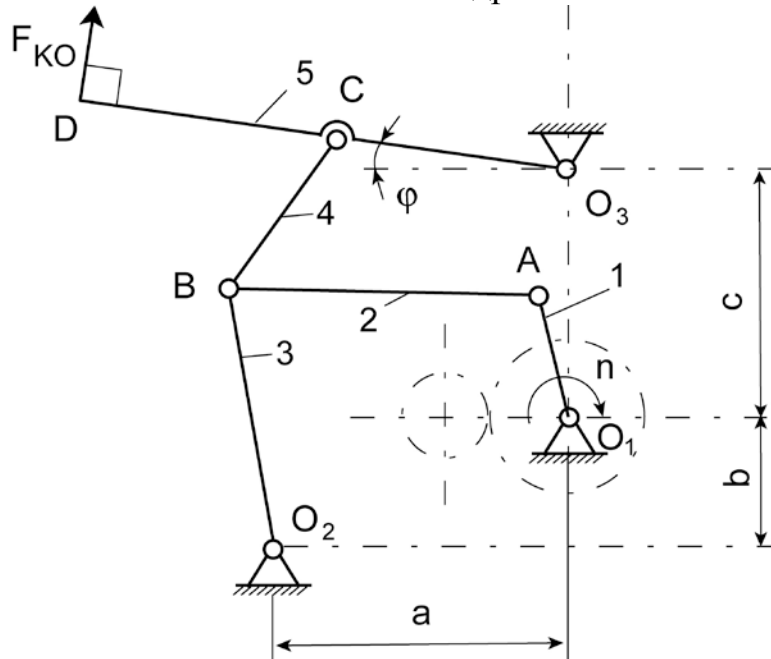


1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 – муфта.

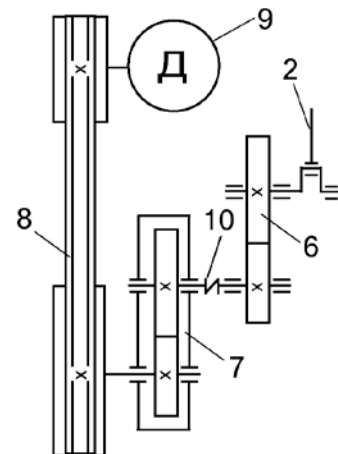
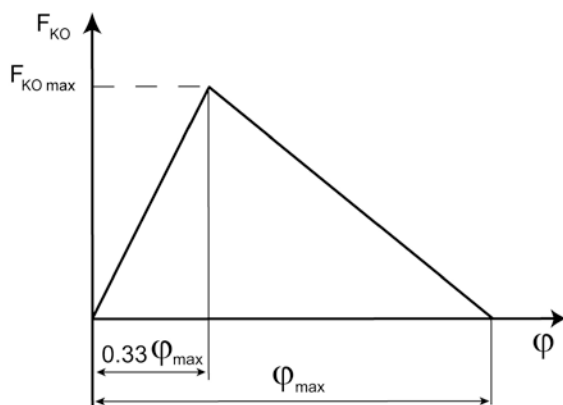
вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	a , мм	b , мм	c , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	60	600	250	180	300	300	250	100	600
2	65	690	255	190	300	300	255	98	650
3	70	700	260	150	350	350	260	95	700
4	75	750	265	155	400	400	265	92	750
5	80	600	270	150	300	300	265	90	800
6	80	690	275	160	200	450	270	88	850
7	65	700	260	170	200	500	270	85	900
8	70	600	270	175	250	300	275	82	1000
9	75	650	280	165	250	300	280	80	1100
10	80	700	290	160	350	300	290	80	1200

Завдання № 12

кінематична схема дробівки



графік навантаження



1 – кривошип; 2, 4 – шатун; 3 – коромисло, 5 – повзун; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – редуктор, 8 – пасова передача, 9 – двигун, 10 – муфта.

вар	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_5 , мм	a , мм	b , мм	c , мм	n , хв ⁻¹	$F_{KO,max}$ кН
1	50	280	180	180	270	270	160	150	100	450
2	55	290	180	190	270	275	165	150	98	430
3	58	290	190	190	275	275	165	150	102	420
4	60	295	190	195	275	280	170	155	105	460
5	62	295	195	195	280	285	170	155	110	480
6	65	300	195	200	280	290	170	160	112	490
7	68	300	200	200	290	290	180	165	115	500
8	70	310	200	220	290	300	180	170	120	500
9	75	310	220	220	300	300	180	170	128	500
10	80	315	220	210	300	300	180	175	125	500

