

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТЕРЖНЕВИХ ТА ОБОЛОНКОВИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Методичні вказівки та індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни «САПР в будівництві»
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної та заочної форм навчання

Київ 2022

УДК 624.041.1

В41

Укладачі: Ю.В. Максим'юк, д-р техн. наук, професор

С.В. Мицюк, канд. техн. наук, доцент

А.А. Козак, доцент

Рецензент М.О. Вабіщевич, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск П.П. Лізунов, д-р техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки,
протокол № 1 від 30 серпня 2021 року.*

В авторській редакції.

Визначення напружено-деформованого стану стержневих та оболонкових систем за допомогою програмних комплексів:
В41 методичні вказівки та індивідуальні завдання до виконання
розрахунково-графічної / уклад.: Ю.В. Максим'юк, С.В. Мицюк,
А.А. Козак. – Київ: КНУБА, 2022. – 44 с.

Містять пояснення і вимоги до виконання індивідуальних завдань до двох розрахунково-графічних задач, список літератури та додаток.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання.

© КНУБА, 2022

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вивчаючи курс «САПР в будівництві», студенти освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» повинні виконати за допомогою програмно-обчислювальних комплексів SCAD та LIRA розрахунково-графічну роботу (РГР) «Визначення напружено-деформованого стану стержневої та оболонкової систем за допомогою програмних комплексів».

Перед виконанням розрахунково-графічної роботи студент зобов'язаний вивчити матеріали лекцій, практичних занять, а також відповідні розділи навчальної та методичної літератури з курсу «САПР в будівництві».

Розрахунково-графічна робота оформляється у вигляді пояснювальної записки на білих аркушах паперу формату А4 (210х297 мм). Зразок титульної сторінки пояснювальної записки і завдання наведені у додатку.

До зворотної сторони титульної сторінки кожної задачі прикріпити індивідуальний бланк завдання задачі. Індивідуальні завдання до двох розрахунково-графічних задач задані у вигляді схем і відповідних таблиць із значеннями вихідних параметрів. На зворотній стороні кожної схеми наведемо загальне текстове пояснення та вимоги щодо розв'язку задачі. Номери схем та варіанти чисельних значень параметрів розрахункових моделей для кожного студента задаються викладачем.

На схемі до першої задачі сталеві стержневі елементи трубчатого профілю умовно позначені однією лінією, а залізобетонні стержневі елементи, які мають прямокутний поперечний переріз, двома лініями. Опорні та проміжні з'єднання стержневих елементів умовно зображені на самих схемах. У таблицях для кожної схеми наведені варіанти геометричних параметрів і навантаження стержневої конструкції.

На схемі до другої задачі літерами можуть бути позначені контурні лінії серединної поверхні відповідних континуальних конструкцій. У таблиці даних для кожного з варіантів наведені геометричні параметри, матеріал, величини навантаження та умовні позначення закріплень конструкцій на контурних лініях. Ці умовні позначення відповідають таким граничним умовам:

Ж – жорстке закріплення (всі лінійні та кутові переміщення перерізів такого закріплення відсутні);

В – вільний край (всі лінійні та кутові переміщення перерізів вільного краю невідомі);

III – шарнірне закріплення (для всіх перерізів такого закріплення лінійні переміщення відсутні, а кутові – невідомі).

Для всіх схем приймають фізичні параметри матеріалу:

- для сталі: $E = 210 \text{ ГПа} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3 = 7,8 \text{ т/м}^3$;

- для бетону: $E = 20 \text{ ГПа} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ т/м}^2$, $\nu = 0$, $\rho = 2600 \text{ кг/м}^3 = 2,6 \text{ т/м}^3$,
де E – модуль пружності; ν – коефіцієнт Пуассона (коефіцієнт поперечної деформації); ρ – питома вага матеріалу.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних та параметрів НДС конструкції;

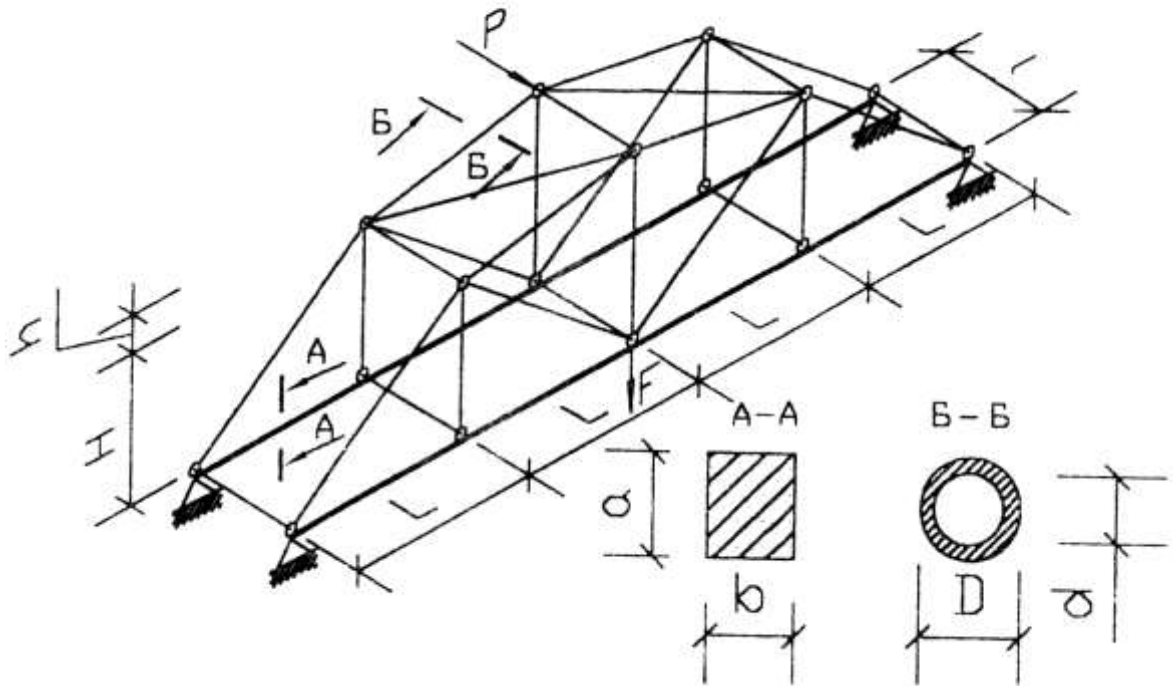
- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

ЗАДАЧА № 1

«Розрахунок НДС просторової стержневої конструкції»

Схема 1.1 Міст



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

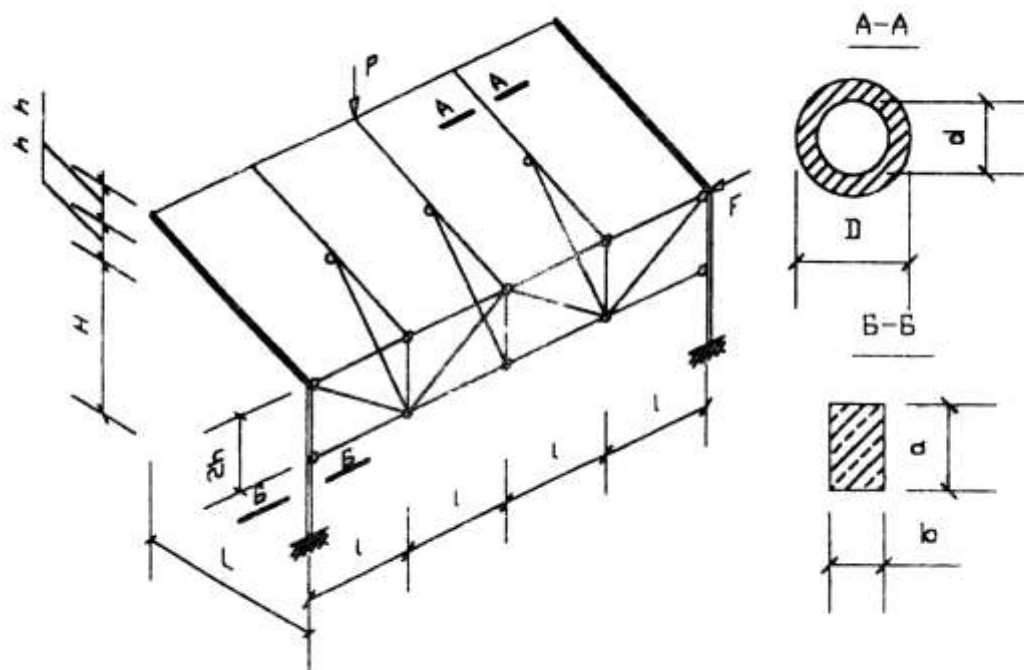
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.2. Навіс



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

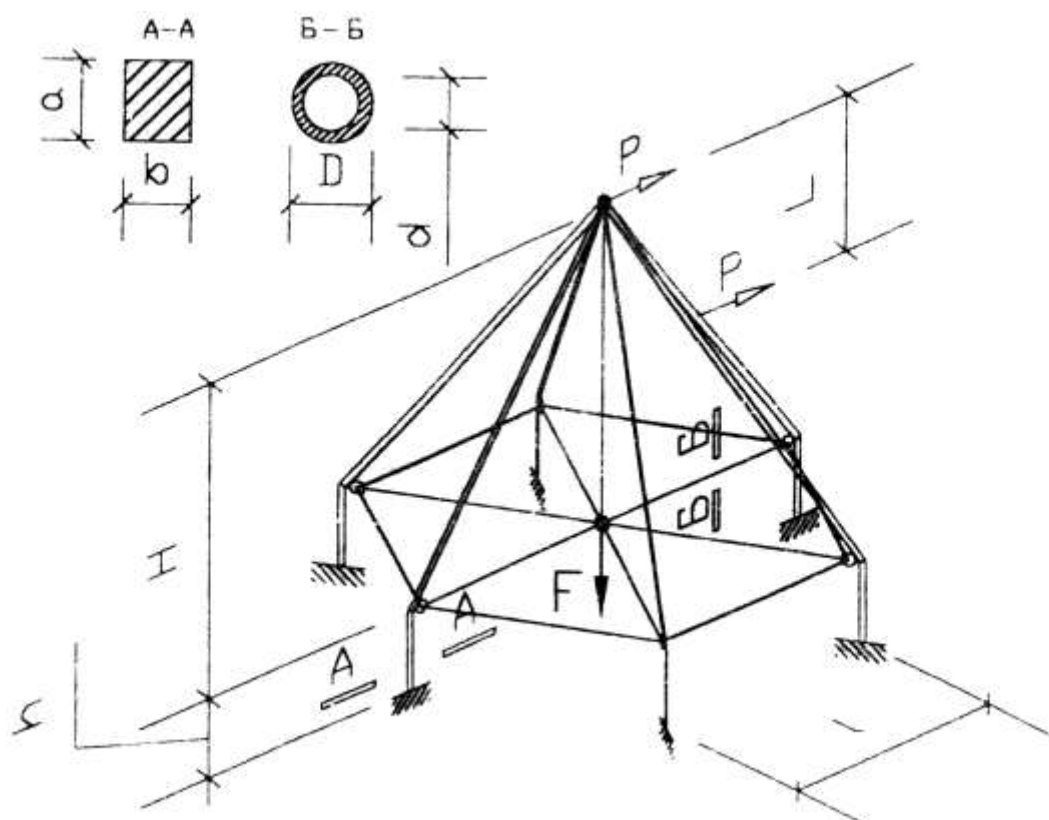
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.3. Купол



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

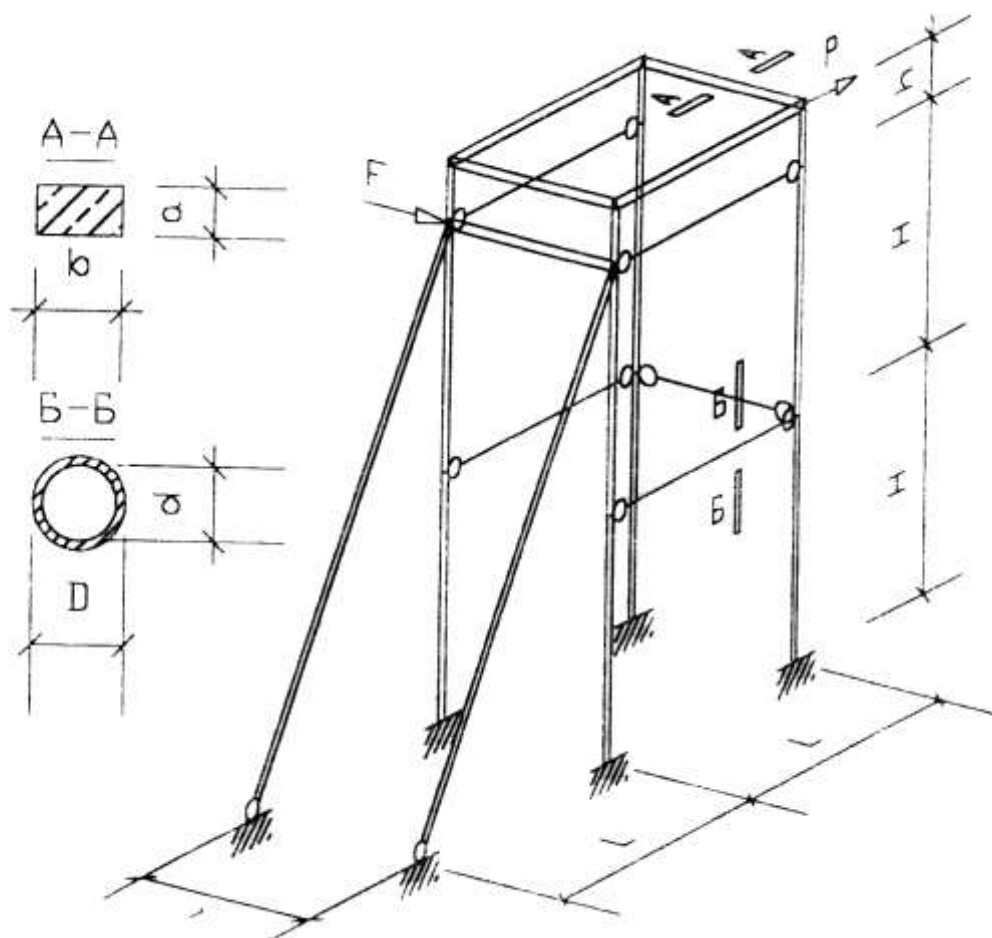
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.4. Галерея



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

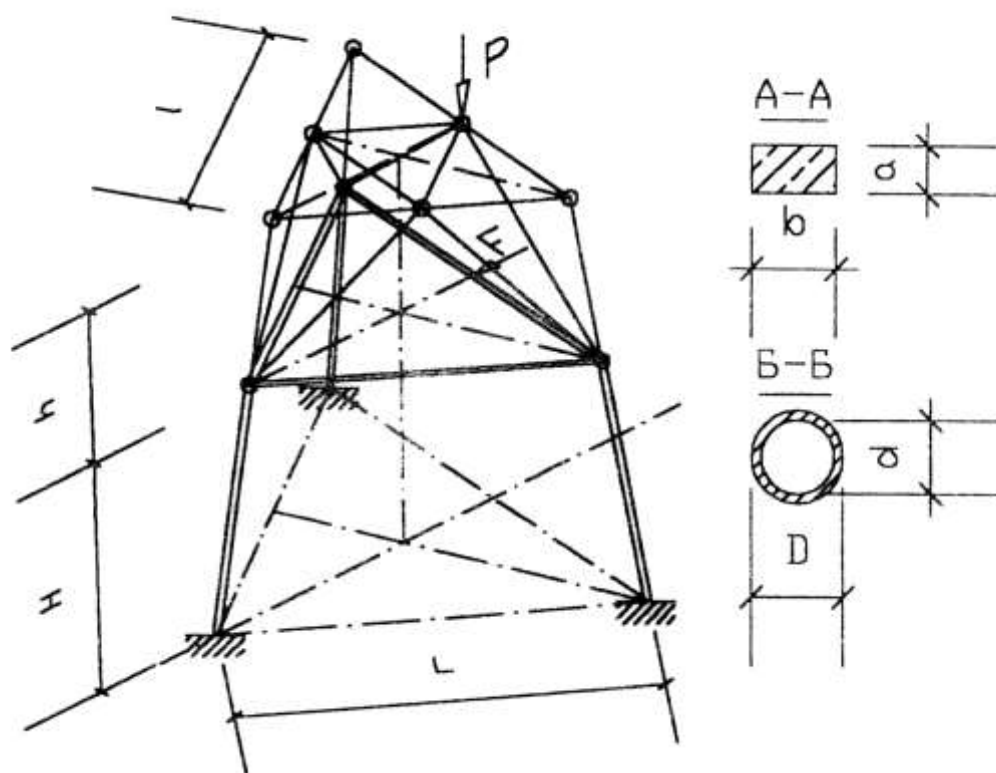
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.5. Вежа



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

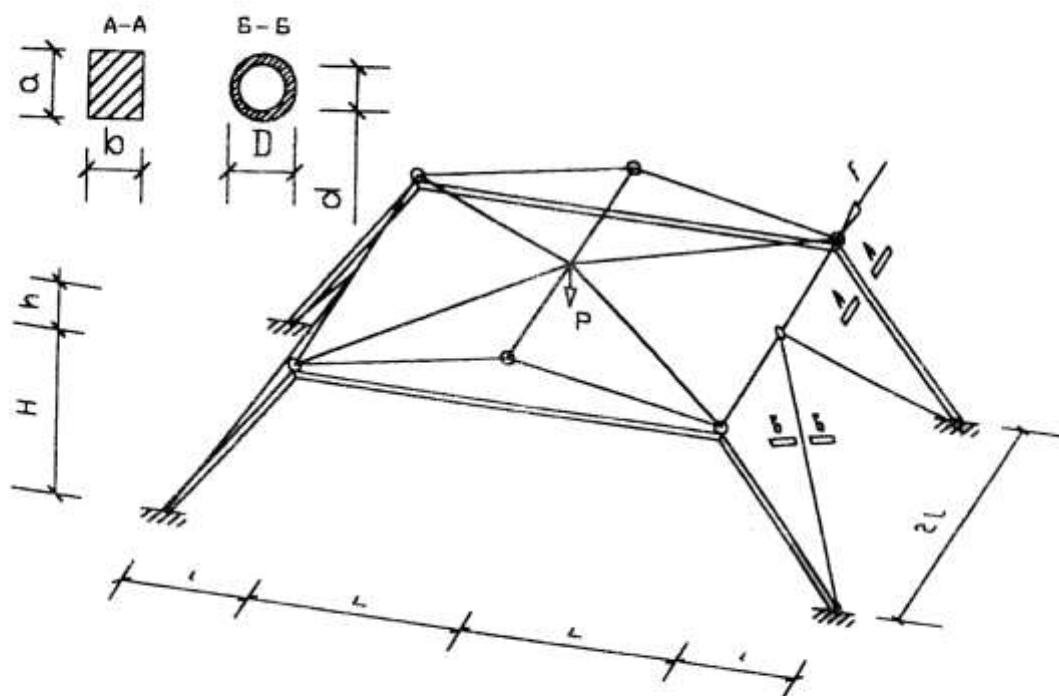
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.6. Павільйон



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

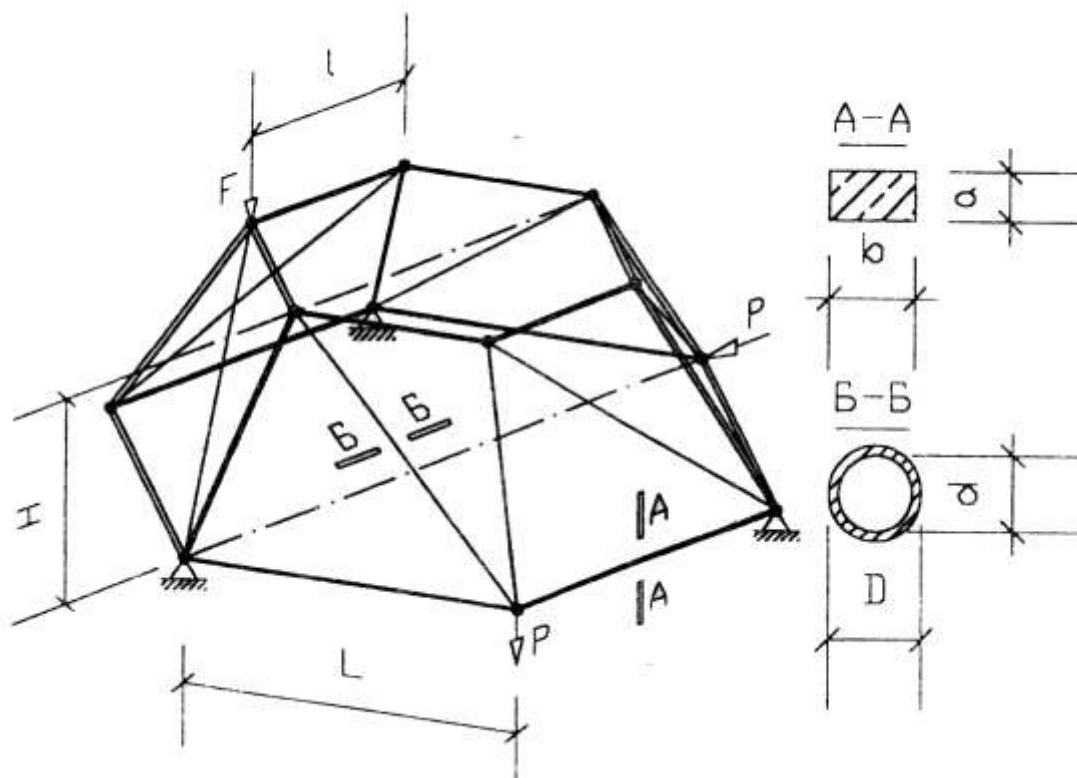
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.7. Градирня



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

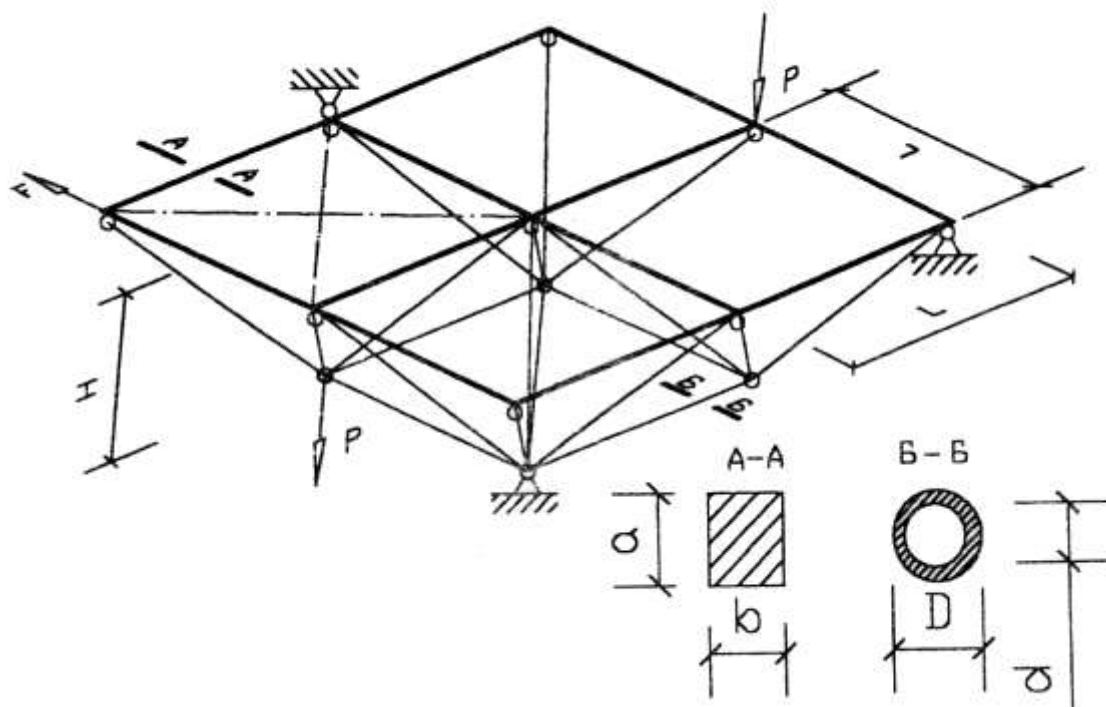
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 1.8. Структура



№ пор.	L (м)	l (м)	H (м)	h (м)	a (см)	b (см)	D (см)	d (см)	P (кН)	F (кН)
1	6,2	3,6	4,8	1,2	32	14	16	14	20	8
2	4,8	2,8	5,4	1,4	30	12	14	13	18	6
3	6,0	3,2	6,4	1,0	28	10	12	10	14	10
4	5,4	2,6	5,8	0,8	40	8	10	8	16	12
5	6,6	3,4	6,8	1,6	34	16	13	11	25	11
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) конструкції від дії зосереджених вузлових сил P та F .

Необхідно виконувати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

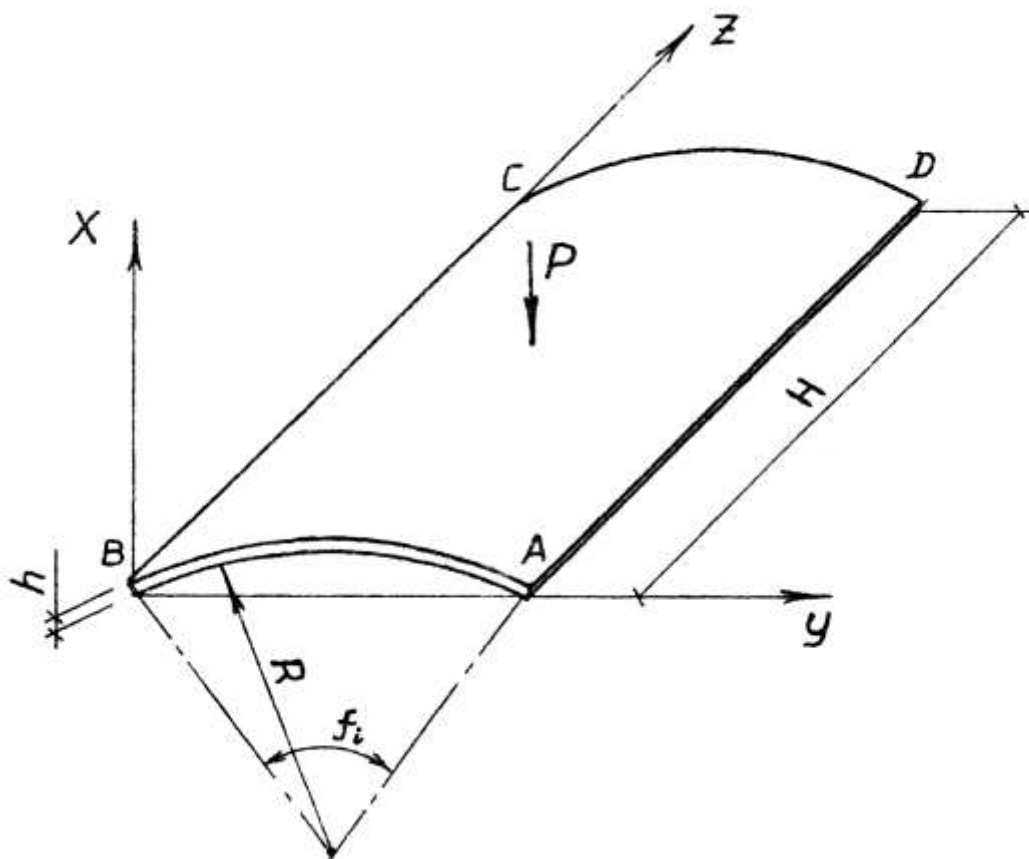
- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

ЗАДАЧА № 2
«Розрахунок НДС континуальної конструкції»

Схема 2.1. Циліндрична панель



№ пор.	Матеріал	R (м)	H (м)	h (см)	f_i (град)	P (кН)	Умова закріплення контурних ліній			
							AB	BC	CD	AD
1	Сталь	2,50	4,00	0,06	30	10,0	Ж	В	Ж	В
2	Сталь	2,80	4,20	0,08	35	15,0	Ж	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	3,10	4,50	0,10	40	20,0	В	Ш	В	Ш
4	Бетон	3,40	5,00	12	45	30,0	Ш	Ш	Ш	Ш
5	Бетон	3,70	5,50	16	50	35,0	Ш	В	Ш	В
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) циліндричної панелі покриття від дії власної ваги та центрально прикладеної вертикальної зосередженої сили P .

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

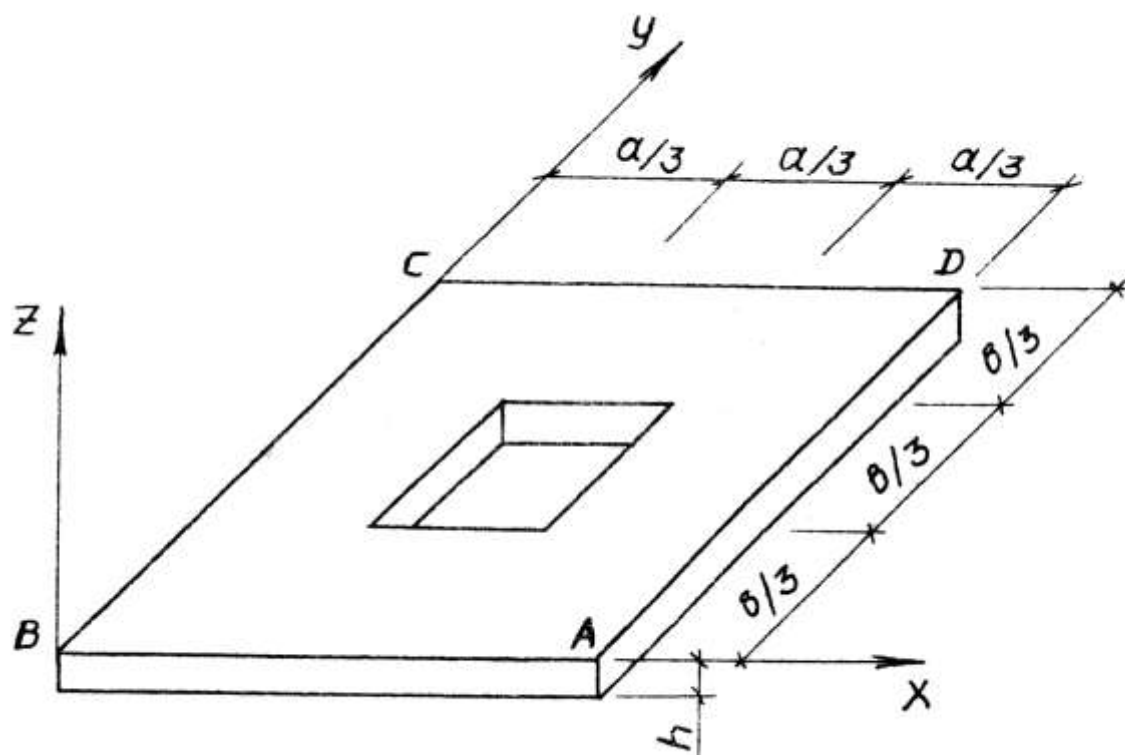
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.2. Плита перекрыття



№ пор.	Матеріал	a (м)	b (м)	h (см)	q (кН/м ²)	Умова закріплення контурних ліній			
						AB	BC	CD	AD
1	Сталь	2,40	3,20	0,05	4,0	Ж	В	Ж	В
2	Сталь	2,70	3,60	0,06	5,0	Ж	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	3,00	4,20	0,07	6,0	В	Ш	В	Ш
4	Бетон	3,20	4,60	0,12	7,0	Ш	Ш	Ш	Ш
5	Бетон	3,60	5,40	0,2	8,0	Ш	В	Ш	В
6									

Визначити напружено-деформований стан (НДС) плоскої плити перекриття з отвором в центрі від дії рівномірно розподіленого навантаження q , яке діє в напрямку нормалі до серединної поверхні.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

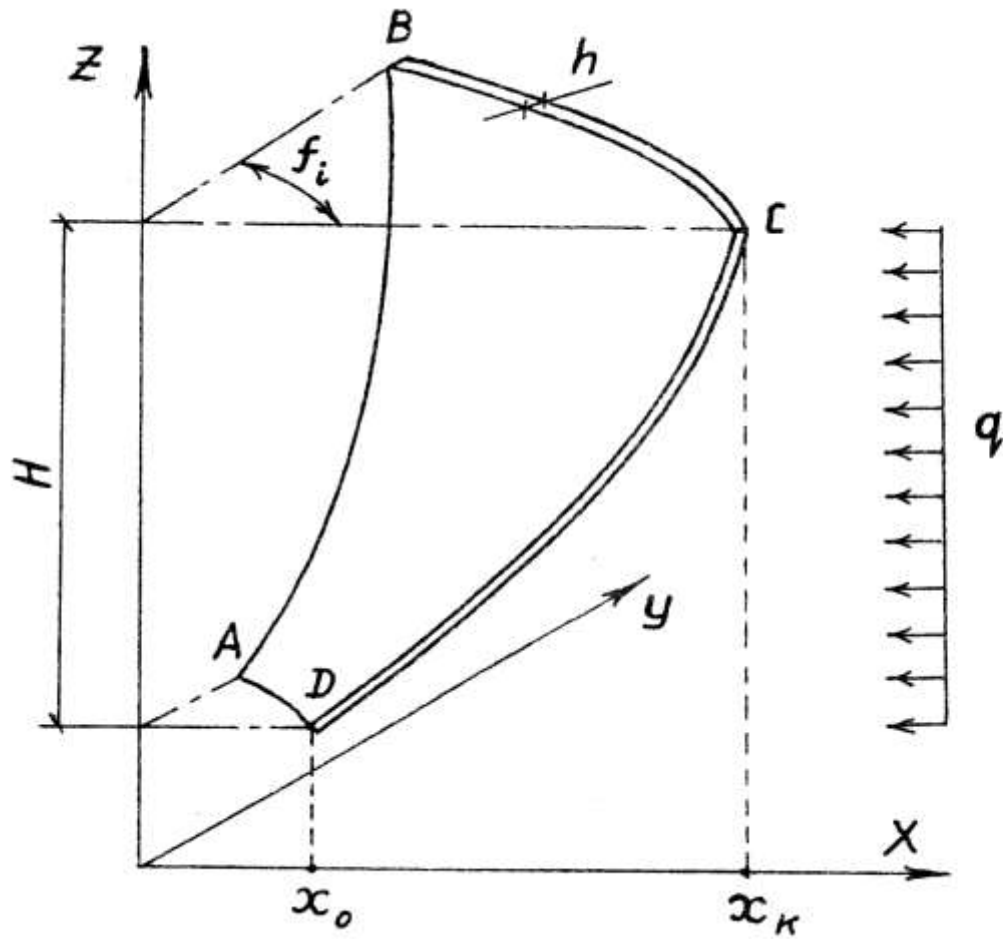
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.3. Оболонка обертання



№ пор.	Матеріал	H (м)	h (см)	f_i (град)	q (кН/м ²)	Умова закріплення контурних ліній			
						AB	BC	CD	AD
1	Сталь	3,00	0,05	30	10,0	Ж	В	Ж	В
2	Сталь	3,50	0,06	35	15,0	Ж	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	4,00	0,07	40	20,0	В	Ш	В	Ш
4	Бетон	4,50	0,12	45	30,0	Ш	Ш	Ш	Ш
5	Бетон	5,00	0,2	50	35,0	Ш	В	Ш	В
6									

Визначити напружено-деформований стан (НДС) оболонки від дії на її поверхню рівномірно розподіленого навантаження q . Оболонка задана за допомогою твірної $Z = 0.5X^2 + 1$ на відрізку $X \in [X_0, X_k]$, де $X_0 = 2m$, $X_k = \left| \sqrt{2H + 4} \right| m$.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

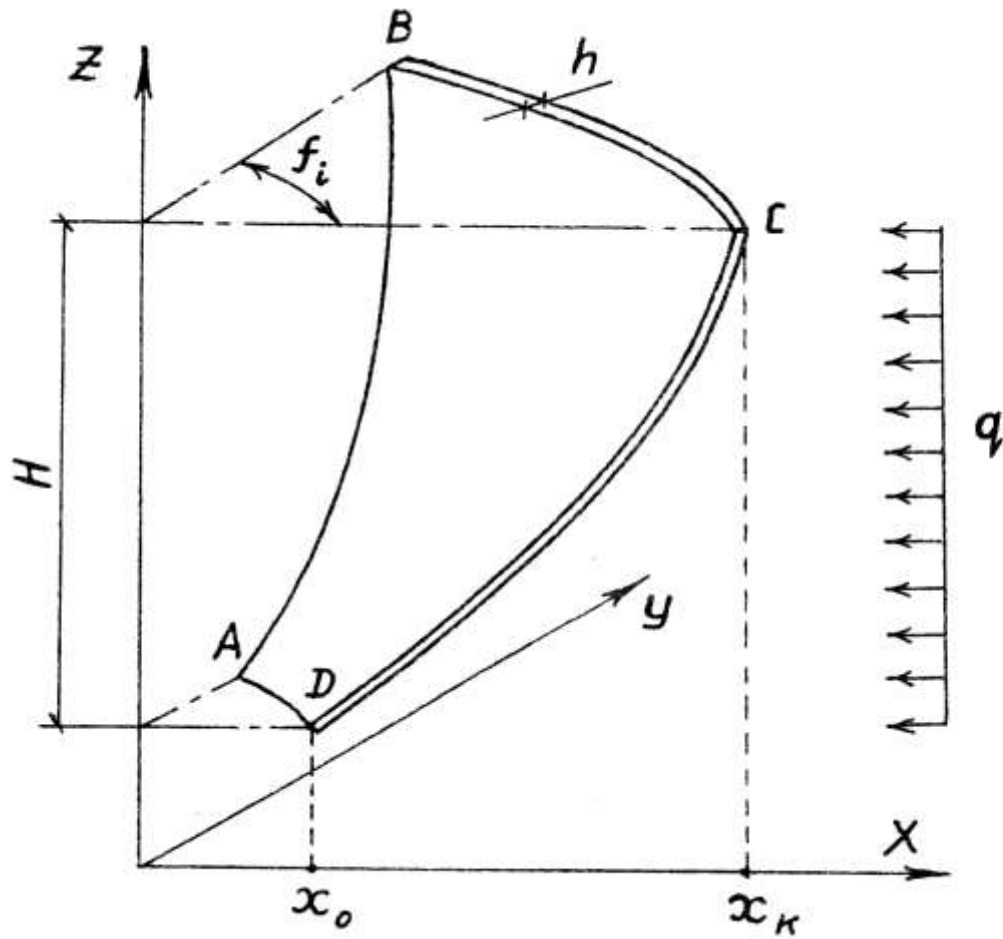
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.4. Оболонка обертання



№ пор.	Матеріал	h (см)	f_i (град)	q (кН/м ²)	Умова закріплення контурних ліній			
					AB	BC	CD	AD
1	Сталь	0,05	30	2,0	Ж	В	Ж	В
2	Сталь	0,06	35	3,0	Ж	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	0,07	40	4,0	В	Ш	В	Ш
4	Бетон	0,12	45	5,0	Ш	Ш	Ш	Ш
5	Бетон	0,2	50	6,0	Ш	В	Ш	В
6								

Визначити напружено-деформований стан (НДС) оболонки від дії рівномірно розподіленого навантаження q , яка задана твірною. Твірна визначається координатами X_i , Z_i , що наведені в таблиці:

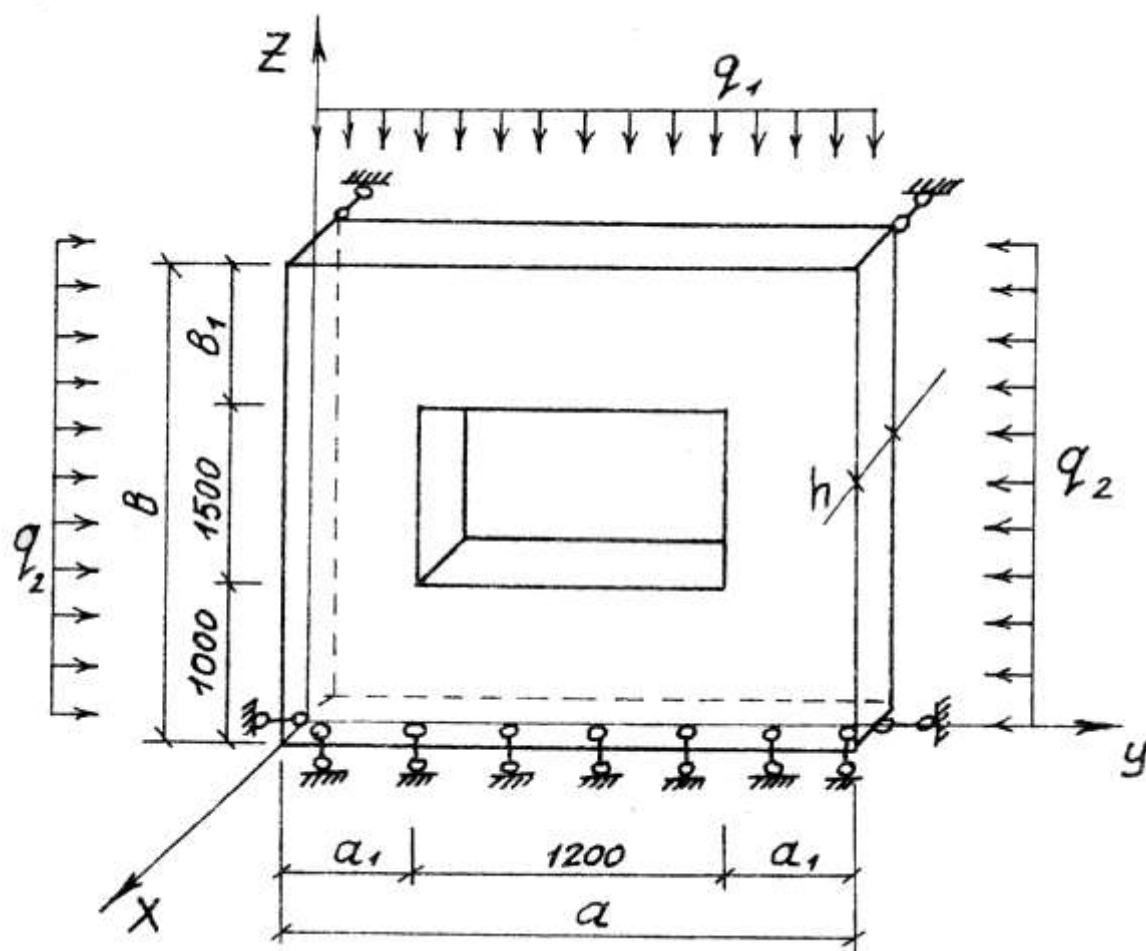
X_i (м)	Z_i (м)
1,5	1,2
2,0	2,1
2,5	3,6
3,0	5,9
3,5	9,1

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;
- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;
- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.5. Стінова панель



№ пор.	Матеріал конструкції	a (м)	b (м)	h (см)	q_1 (кН/м ²)	q_2 (кН/м ²)
1	Сталь	3,0	3,3	0,06	10	2
2	Сталь	3,6	3,0	0,08	15	3
3	Сталь	4,4	4,0	0,10	20	4
4	Бетон	4,8	3,8	12	25	5
5	Бетон	6,0	3,5	16	30	6
6						

Визначити напружено-деформований стан (НДС) стінової панелі від дії зовнішнього рівномірно розподіленого навантаження q_1 , q_2 при заданих на схемі граничних умовах.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

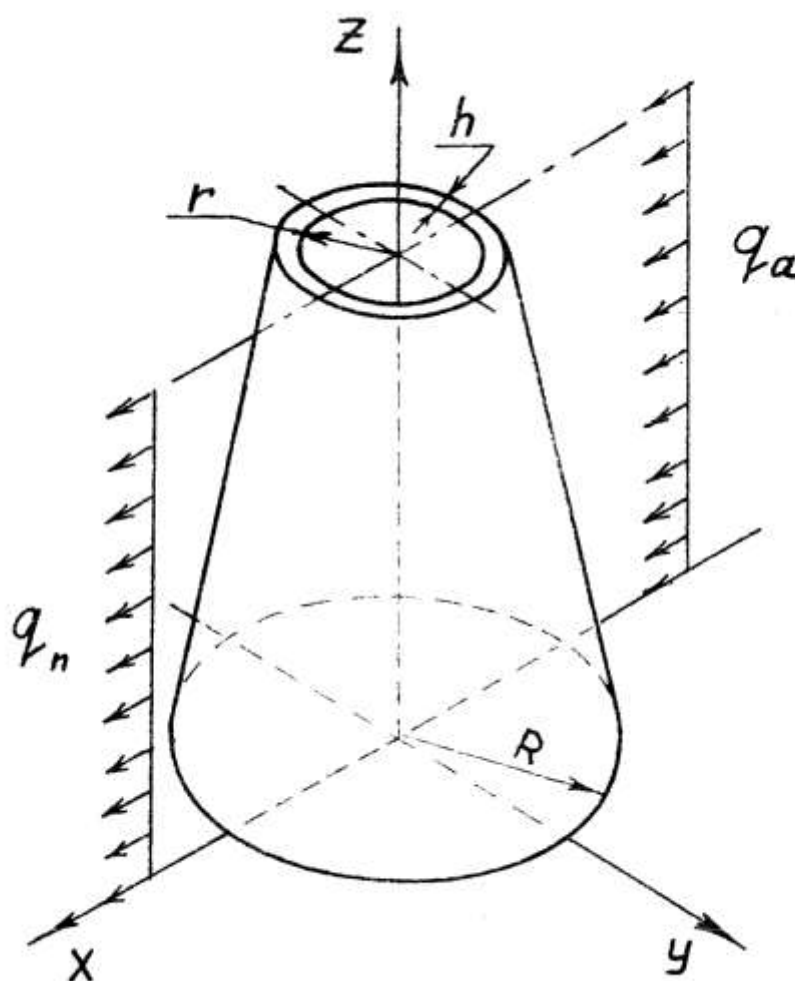
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.6. Резервуар



№ пор.	Матеріал конструкції	R (м)	H (м)	h (см)	q_0 (кН/м ²)	r (м)
1	Сталь	3,0	5,0	0,06	0.35	1.0
2	Сталь	3,5	6,0	0,08	0.45	1.5
3	Сталь	2.5	7,0	0,10	0.55	1.2
4	Бетон	4,0	8,0	12	0.60	0.8
5	Бетон	4.5	9,0	16	0.80	0.9
6						

Визначити напружено-деформований стан (НДС) резервуара, який заданий у вигляді зрізаного конуса, від дії на його бокову поверхню рівномірно розподіленого навантаження вітру q_a , q_p , де q_a , – розрахункове активне вітрове навантаження, q_p , – розрахункове пасивне вітрове навантаження. Нижній контур оболонки жорстко прикріплений до фундаменту. Використати умову симетрії.

Формули для підрахунку q_a , q_p мають такі вирази:

$$q_a = q_0 \cdot k \cdot c_a \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n,$$

$$q_p = q_0 \cdot k \cdot c_p \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n,$$

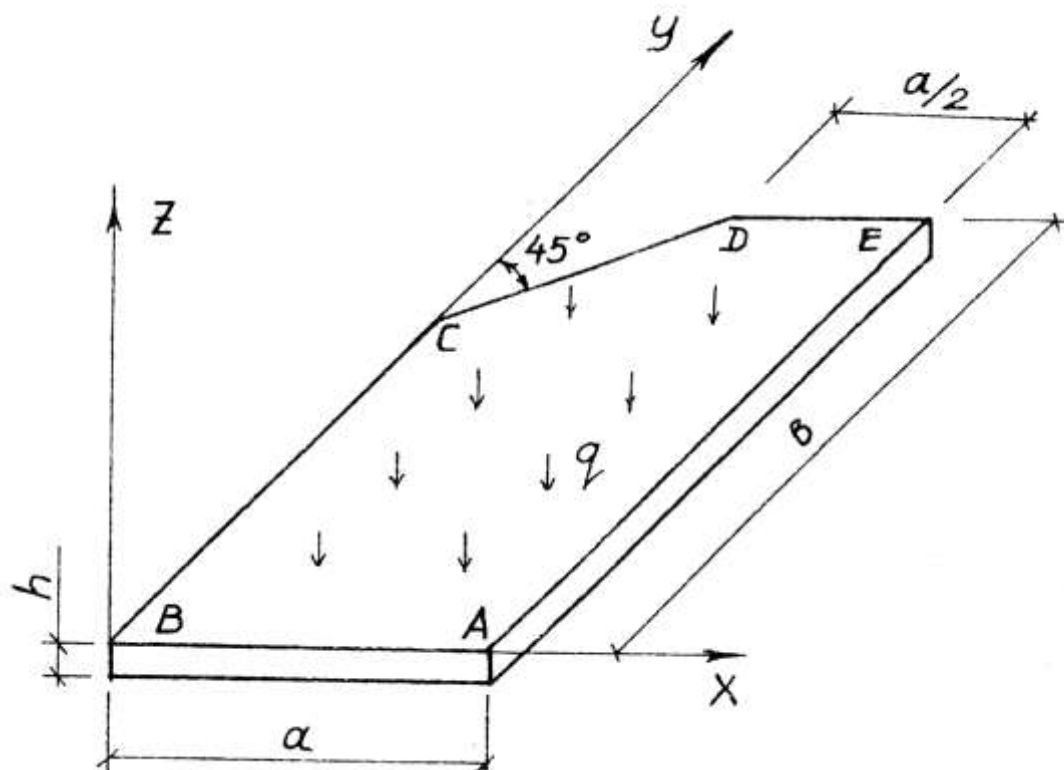
де $\gamma_f = 1.2$, $\gamma_p = 0.9$, $k = 0.65$, $c_a = 0.8$, $c_p = 0.6$, q_0 – нормативне вітрове навантаження, яке залежить від району будівництва (м. Київ).

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;
- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;
- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.7. Плита балкона



№ пор.	Матеріал	a (м)	b (м)	h (см)	q (кН/м ²)	Умова закріплення контурних ліній			
						BCD	DE	EA	AB
1	Сталь	1,2	1,8	0,05	12	В	В	Ш	Ш
2	Сталь	1,6	2,0	0,06	16	В	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	2,0	2,4	0,07	20	В	В	Ш	Ш
4	Бетон	2,4	3,0	0,08	30	В	Ж	Ж	Ж
5	Бетон	1,8	2,7	0,09	35	В	В	Ш	Ш
6									

Визначити напружено-деформований стан (НДС) плити не прямокутної форми від дії власної ваги та зовнішнього рівномірно розподіленого навантаження q .

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

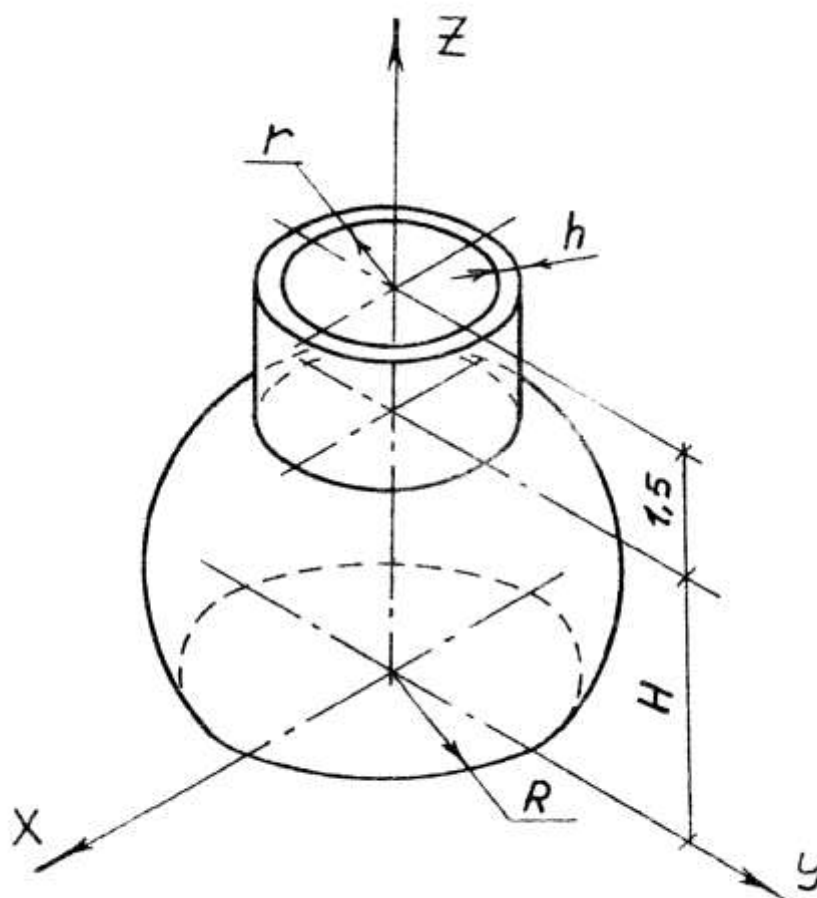
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.8. Купол



№ пор.	Матеріал	H (м)	h (см)	R (м)	r (м)
1	Сталь	5,00	0,06	3,0	1,0
2	Сталь	6,50	0,08	3,5	1,5
3	Сталь	8,00	0,10	4,0	2,0
4	Бетон	4,50	12	4,5	1,2
5	Бетон	3,00	16	5,0	1,5
6					

Визначити напружено-деформований стан (НДС) оболонки сферичного купола від дії власної ваги. В опорній частині купол за допомогою шарових шарнірів прикріплений до стіни. Використати умову симетрії.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

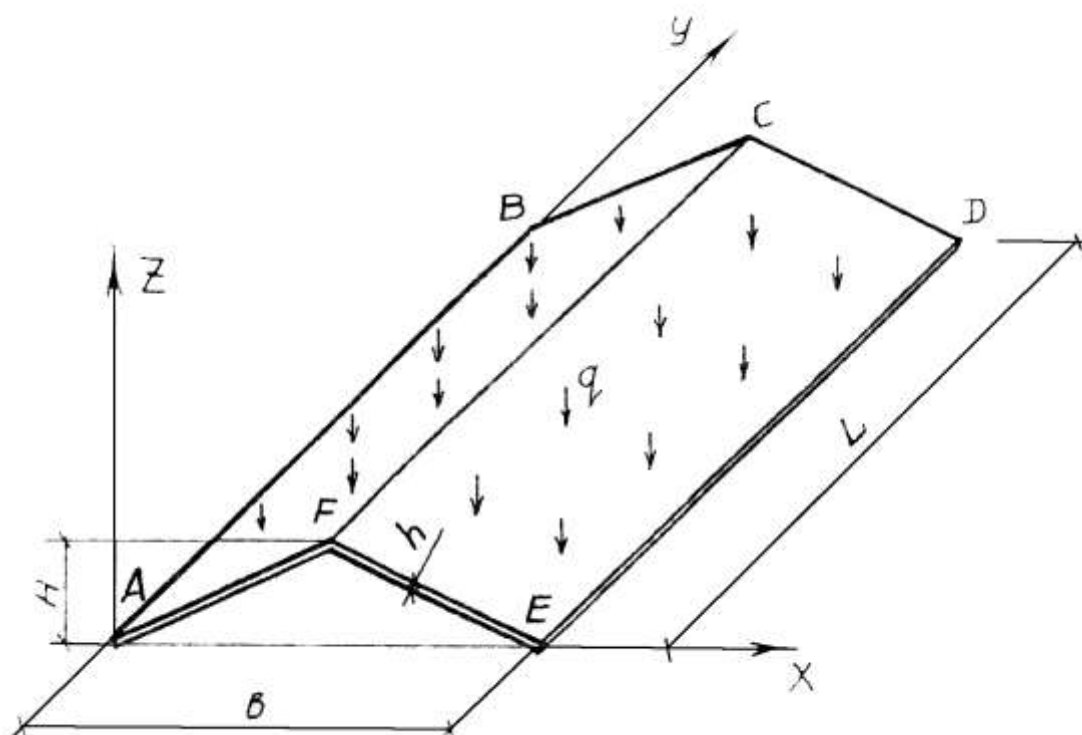
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.9. Складка покриття



№ пор.	Матеріал	L (м)	b (м)	H (м)	h (м)	q (т/м ²)	Умова закріплення контурних ліній			
							AB	BC	CD	AD
1	Сталь	4,00	3,0	1,0	0,06	2,0	Ж	В	Ж	В
2	Сталь	6,50	4,0	1,5	0,08	2,5	Ж	Ж	Ж	Ж
3	Сталь	6,00	5,0	2,0	0,10	3,0	В	Ш	В	Ш
4	Бетон	7,00	4,5	2,5	12	3,5	Ш	Ш	Ш	Ш
5	Бетон	9,00	3,5	3,0	16	5,0	Ш	В	Ш	В
6										

Визначити напружено-деформований стан (НДС) складки покриття від дії рівномірно розподіленого навантаження q .

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

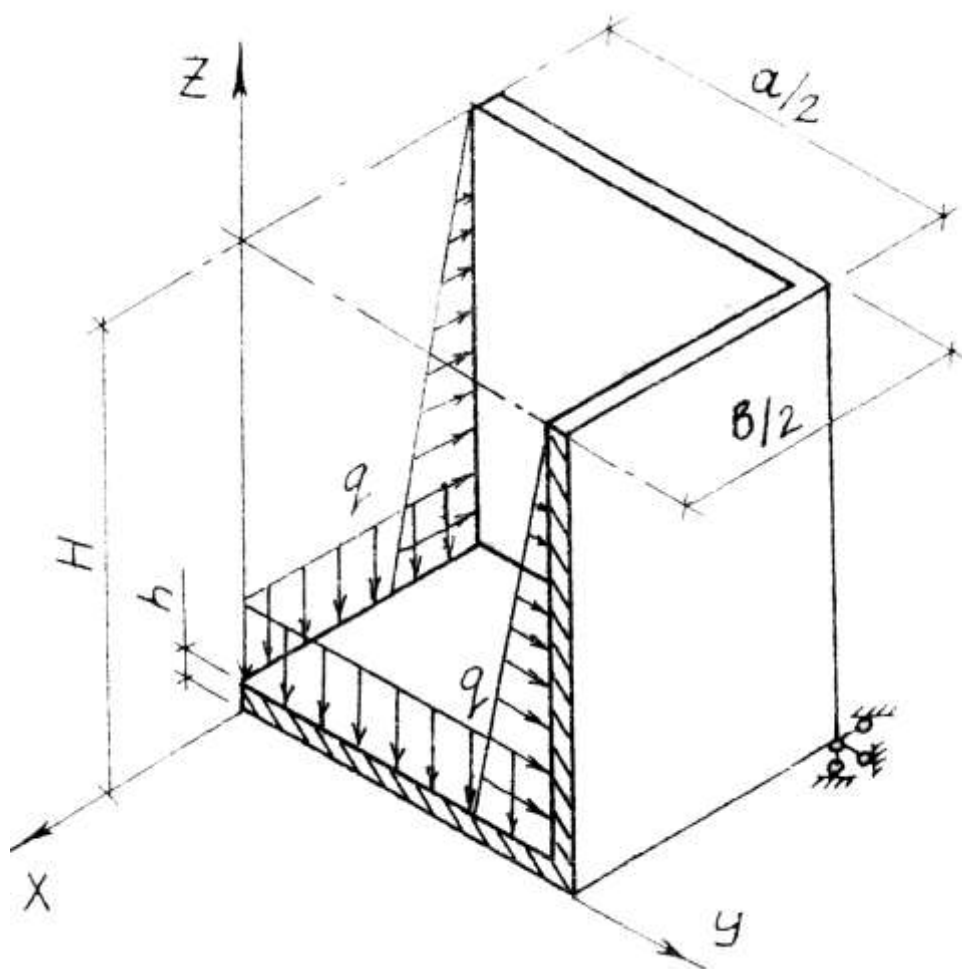
- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки.

Схема 2.10. Резервуар



№ пор.	Матеріал	H (м)	h (см)	a (м)	b (м)
1	Сталь	1,00	0,06	3,0	1,0
2	Сталь	1,50	0,08	3,5	3,0
3	Сталь	2,00	0,10	4,0	2,0
4	Бетон	2,50	12	4,5	4,0
5	Бетон	3,00	16	5,0	3,5
6					

Визначити напружено-деформований стан (НДС) резервуара прямокутної форми від дії на його поверхню внутрішнього гідростатичного тиску, інтенсивність q (Па) якого лінійно змінюється по висоті від нуля до $q_{\max}$, яка обчислюється за формулою:

$$q_{\max} = \rho_B \cdot g \cdot H,$$

де ρ_B – густина води ($\rho_B = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$), g – прискорення вільного падіння ($g = 9.8 \text{ м} / \text{с}^2$), H – висота резервуара.

Резервуар обпирається за допомогою шарових шарнірів на фундамент в чотирьох кутових точках. Використати умову симетрії.

Необхідно виконати наступні етапи розрахунку конструкції:

- накреслити на папері розрахункову модель конструкції, показати схематично на ній опорні з'єднання, навантаження та нумерацію вузлів після створення її за допомогою комп'ютера;

- скласти алгоритми побудови розрахункової моделі, розв'язку задачі та видачі результатів розрахунку;

- за допомогою комп'ютера визначити НДС заданої конструкції, отримати файли вхідних даних і параметрів НДС конструкції;

- роздрукувати таблицю переміщень.

Результати виконаної роботи оформити у вигляді пояснювальної записки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Комп'ютерний курс: підручник / В.А. Баженов, С.Я. Гранат, О.В. Шишов. – К.: Каравела, 1999. – 584 с.
2. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання: підручник / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, О.В. Шишов. – К.: ПАТ «ВІПОЛ», 2013. – 896 с.
3. *Баженов В.А.* Будівельна механіка. Комп'ютерні технології: підручник / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, О.В. Шишов. – К.: Каравела, 2009. – 696 с.
4. *Барабаш М.С.* Основи комп'ютерного моделювання: навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К.: НАУ, 2019. – 353 с.
5. *Барабаш М.С.* Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій: навчальний посібник / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко. – К.: НАУ, 2012. – 572 с.
6. *Барабаш М.С.* Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛІРА-САПР: монографія / М.С. Барабаш, М.М. Сорока, М.Г. Сур'янінов. – К.: Екологія, 2018. – 270 с.
7. *Кукушкин И.С.* SCAD OFFICE V.21 новый облик CADMASTER, 2014. – № 3. – С. 70-72
8. *Куликов В.* Краткий сравнительный анализ программ SCAD, «Лира» («Мираж») и MicroFe Проект. – 1996. – № 2-3
9. *О взаимодействии SCAD и Revit* / А.А. Маляренко // Бюллетень строительной техники, 2011. – № 12, 60.
10. *Семенов А.А.* Проектно-вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Часть II. Применение при расчете железобетонных конструкций в курсовом и дипломном проектировании: учебное пособие / А.А. Семенов, А.И. Габитов. – М: СКАД СОФТ, 2011. – 280 с.
11. *Новые возможности SCAD Office 21.1.9.5* / А.В. Теплых, Р.Б. Ожогин // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 4. – С. 43-47.

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра будівельної механіки

Розрахунково-графічна робота
з дисципліни «САПР в будівництві»
«ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
СТЕРЖНЕВОЇ ТА ОБОЛОНКОВОЇ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ
ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ»

Виконав студент будівельного
факультету курсу
Група (шифр групи)
(Прізвище ім'я та по батькові
студента)

Перевірив (посада, прізвище та
ініціали викладача)

Київ 202_ – 202_ н.р.

Для нотаток

Навчально-методичне видання

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТЕРЖНЕВИХ ТА ОБОЛОНКОВИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Методичні вказівки та індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни «САПР в будівництві»
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної та заочної форм навчання

Укладачі: **МАКСИМ'ЮК** Юрій Всеволодович,
МИЦЮК Сергій Вікторович,
КОЗАК Андрій Анатолійович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 01.07.2022. Формат 60 × 84 ^{1/16}
Ум. друк. арк. 2,56. Обл.-вид. арк. 2,75.
Електронний документ. Вид. № 7/ІІІ-22.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідectво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р