

## **Тема 5. Навантаження і впливи. Вибір розрахункових поєднань зусиль. Типи і величини навантажень. Сполучення кінцевих елементів і типів навантажень. Суть розрахункових поєднань зусиль. Порядок завдання розрахункових поєднань зусиль**

### ***5.1 Класифікація навантажень***

При розрахунку конструкцій навантаження і дії приймаються за [1].

За часом дії навантаження і впливи відносяться до постійних (коли напрям, місце і час їх дії можна вважати незмінними) і тимчасових: тривалим, короткочасним і особливим (навантаження, які в окремі періоди будівництва і експлуатації можуть бути відсутніми).

До постійних навантажень і впливів відносяться: вага постійних частин будівель і споруд, вага і тиск ґрунтів, дії попередньої напруги.

До тимчасових тривалих навантажень і впливів відносяться: вага стаціонарного устаткування, вага рідин і сипких матеріалів в місткостях, тиск газів і рідин в резервуарах, газгольдерах і трубопроводах, навантаження на перекриття складів, бібліотек, архівів і подібних приміщень, тривалі температурні технологічні дії і т.п.

До короткочасних навантажень і дій відносяться: атмосферні (снігові, вітрові, ожеледні навантаження і температурні кліматичні дії), навантаження від підйомно-транспортного устаткування, навантаження на перекриття житлових і суспільних будівель від маси людей, меблів і подібного легкого устаткування, ремонтних матеріалів в зонах обслуговування і ремонту устаткування і т.п.

До особливих навантажень і впливів відносяться: сейсмічні і вибухові дії, навантаження і дії, що викликаються несправністю або поломкою устаткування і різкими порушеннями технологічного процесу; дії просадки ґрунта, обумовлених корінною зміною структури ґрунтів (деформації посадочних ґрунтів при замочуванні або постійно мерзлих при відтаванні, просадки ґрунтів в районах гірських вироблень і карстових районах).

## **5.2 Типи і величини навантажень**

Суму дій на будівлю, що розраховується, зручно описувати у вигляді окремих дій (завантажень):

- а) постійні навантаження (власна вага конструкцій);
- б) тимчасові тривалі навантаження (вага стаціонарного технологічного устаткування і т.п.);
- в) короткочасні навантаження (атмосферні: снігові, вітрові);
- г) короткочасні навантаження (крани – вертикальні і гальмівні навантаження);
- д) особливі навантаження (просідання ґрунту, сейсміка і т.п.).

Кожній схемі завантаження привласнюють свій номер. Необхідно пам'ятати, що перші порядкові номери привласнюють завантаженням із статичними діями, а подальші номери - з динамічними діями. Навантаження задаються у вигляді зосереджених або розподілених сил і моментів.

Для завдання навантаження в ПК «ЛІРА» необхідно вказати наступні числа [2].

Перше число - вказується номер вузла (якщо навантаження вузлове) або номер елемента (якщо навантаження місцеве, тобто прикладене поза вузлом);

Друге число - вид навантаження з наступного набору:

**0** - вузлове навантаження, орієнтоване відносно осей глобальної системи координат;

**5** - місцеве зосереджене навантаження у вигляді сили або моменту, орієнтоване відносно осей місцевої системи координат;

**6** - місцеве рівномірно розподілене навантаження, орієнтоване відносно осей місцевої системи координат;

**7** - місцеве нерівномірно розподілене навантаження, орієнтоване відносно осей місцевої системи координат;

**8** - місцеве температурне навантаження.

Третє число рядка - напрям дії навантаження з наступного набору:

1 - якщо навантаження діє уздовж осі  $X$  або  $X1$  і є зосередженим або розподіленим навантаженням;

2 - якщо навантаження діє уздовж осі  $Y$  або  $Y1$  і є зосередженим або розподіленим навантаженням;

3 - якщо навантаження діє уздовж осі  $Z$  або  $Z1$  і є зосередженим або розподіленим навантаженням;

4 - якщо навантаження є моментом і діє навкруги осі  $X$  або  $X1$ ;

5 - якщо навантаження є моментом і діє навкруги осі  $Y$  або  $Y1$ ;

6 - якщо навантаження є моментом і діє навкруги осі  $Z$  або  $Z1$ .

Таким чином, поєднання другого і третього числа характеризує тип навантаження. Можливість завдання того або іншого типу навантаження на той або інший тип КЕ детально розглянемо в розділі 4.3.

Далі вказуються величини, які характеризують данне навантаження - чисельна величина, знак і прив'язка дії його.

Позитивне значення зосереджених сил або розподіленого навантаження прийнято проти напрямку відповідної осі системи координат (загальної або місцевої) (рис. 5.1, а). Позитивні моменти діють за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з кінця відповідної осі (рис. 5.1, б).

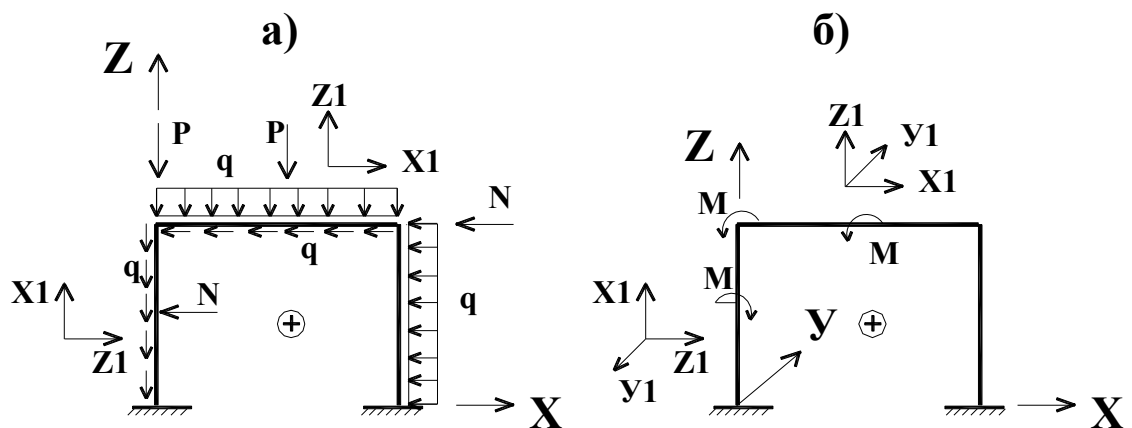


Рисунок 5.1 - До визначення позитивного значення навантажень: а – для зосереджених сил і розподілених навантажень; б – для згинаючих моментів.

Кількість чисел залежить від виду навантаження, яке описують.

Вузлова зосереджена сила або момент, а також рівномірно розподілене навантаження, діюче по всій довжині кінцевого елемента, описується одним числом - їх величиною.

Місцеве навантаження у вигляді зосередженої сили або моменту описується двома числами: величиною і прив'язкою до початку елемента (рис. 5.2, а).

Місцеве трапецієвидне навантаження описується чотирма величинами: величина навантаження зліва і її прив'язка, величина навантаження справа і її прив'язка. Тут можливі окремі випадки, такі, як шматково-рівномірне навантаження і трикутне навантаження на ділянці і по всьому елементу (рис. 5.2, б).

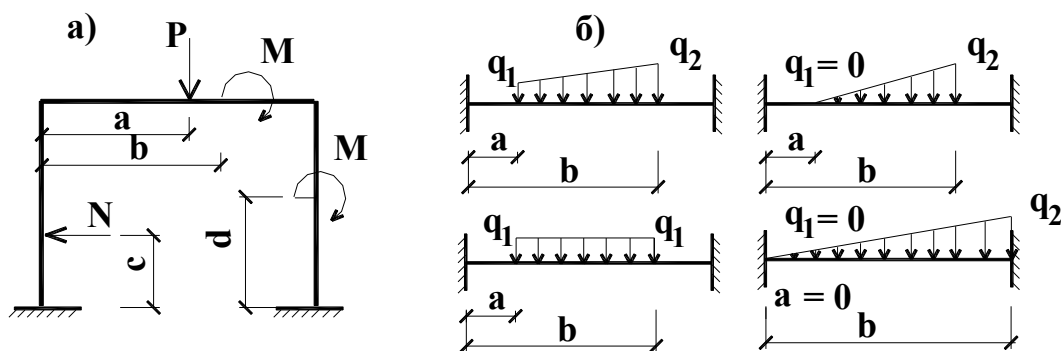


Рисунок 5.2 - До завдання місцевого навантаження: а - зосереджених сил і моментів; б – розподіленого навантаження.

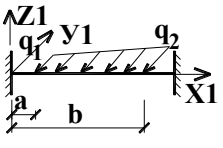
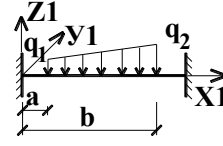
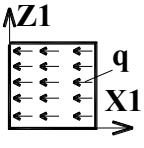
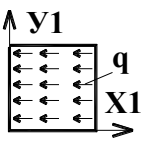
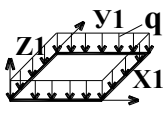
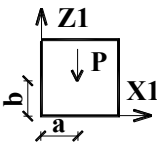
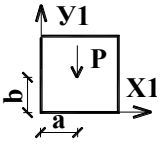
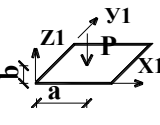
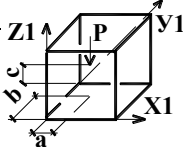
### 5.3 Сполучення кінцевих елементів і типів навантажень

Розглянемо можливість завдання того або іншого типу навантаження на той або інший тип кінцевого елемента в табл. 5.1.

Таблиця 4.1 - Сполучення навантажень і елементів

			Тип	
--	--	--	-----	--

Тип КЕ	Найменування навантаження	Схема навантаження	навантаження		Кількість величин			
			2	3	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1, 2 3, 4 5, 10	Міцєві зосереджені сили		5	1	P (Т)	a (м)		
			5	2				
			5	3				
	Міцєві зосереджені моменти		5	4	M (ТМ)	a (м)		
			5	5				
			5	6				
1, 2 3, 4 5, 10	Міцєве рівномірне розподілене навантаження		6	1	q (Т/м)			
			6	2				
			6	3				

	Місьцеве нерівномірно розподілене навантаження		7	2	$q_1$ (Т/М)	a (М)	$q_2$ (Т/М)	b (М)	
			7	3	$q_1$ (Т/М)	a (М)	$q_2$ (Т/М)	b (М)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
21,22 23,24	Рівномірно розподілене навантаження в площині елементу		6	1	$q$ (Т/М <sup>2</sup> )				
			6	3					
41,42		6	1						
		6	2						
11,12 41,42	Те ж з площини елементу		6	3	$q$ (Т/М <sup>2</sup> )				
21,23	Зосереджена навантаження в площині елементу		5	1	P (Т)	a (М)	b (М)		
			5	3					
41		5	1						
		5	2						
11, 41	Те ж з площини елементу		5	3	P (Т)	a (М)	b (М)		
31	Зосереджене								

навантаження на об'ємний елемент		5	1				
		5	2	P	a	b	c
		5	3	(Т)	(М)	(М)	(М)
Рівномірно розподілене навантаження за об'ємом і по гранях	N <sub>гр</sub> =0 навантаження за об'ємом	6	1	q	N <sub>гр</sub>		
		6	2			(Т/М <sup>3</sup> )	
		6	3				
	N <sub>гр</sub> =1 при X1=0 N <sub>гр</sub> =2 при X1=a	6	1	q	N <sub>гр</sub>		
		N <sub>гр</sub> =3 при Y1=0 N <sub>гр</sub> =4 при Y1=b	6			2	(Т/М <sup>2</sup> )
			N <sub>гр</sub> =5 при Z1=0 N <sub>гр</sub> =6 при Z1=c			6	3

#### 5.4 Суть розрахункових поєднань зусиль

Навантаження на конструкції впливають не роздільно, а в поєднанні один з одним. Розрізняють наступні поєднання навантажень:

а) основні, які складаються з постійних, тимчасових тривалих і короточасних навантажень;

б) особливі, які складаються з постійних, тимчасових тривалих, короточасних і одного з особливих навантажень.

Основні поєднання навантажень підрозділяються на дві групи:

**I** - постійні навантаження + тимчасові тривалі навантаження + одне найбільше короточасне навантаження. Всі навантаження приймаються з коефіцієнтом поєднань рівним  $n_c = 1,0$ .

**II** - постійні і тимчасові тривалі навантаження з коефіцієнтом поєднань рівним  $n_c = 1,0$  плюс дві і більш короточасних навантажень з коефіцієнтом поєднань  $n_c = 0,9$ .

Особливі поєднання складаються за наявності сейсмічних, просадочних і інших особливих дій.

Задача розрахувача полягає у визначенні тих поєднань окремих завантажень, які можуть бути вирішальними (самими небезпечними) для кожного елемента (або кожного перетину елемента), що перевіряється, тобто у визначенні розрахункових поєднань зусиль (РПЗ). Ця задача в програмі «ЛПРА» виконується блоком вибору РПЗ.

Для того, щоб не визначати всі можливі поєднання завантажень і не працювати з такою громіздкою інформацією, призначені критерії, що дозволяють обмежити вибір тільки реальних, самих небезпечних комбінацій завантажень. Для всіх типів кінцевих елементів в "ЛПРІ" РПЗ вибираються по критерію найбільших головних напруг.

При виборі РПЗ враховуються і логічні зв'язки, що накладаються нормативними і вихідними даними на всі види завантажень.

Введено поняття «взаємовиключних» завантажень, тобто таких, які в одне поєднання одночасно входити не можуть. Так, наприклад, вітрова дія на споруду не може одночасно діяти з двох (трьох, чотирьох) сторін. Всі ці вітрові дії потрібно включити в одну групу взаємовиключних завантажень. До взаємовиключних навантажень також відносяться: гальмівне навантаження біля однієї і іншої, протилежної стійки рами; максимальне вертикальне навантаження від крана біля однієї і протилежної стійки одного прольоту.

Поняття «супутніх» завантажень введено для того, щоб завантаження супутнє, тобто породжене основним, не включалося б в РПЗ без основного. Але основне завантаження може бути включене в РПЗ і без йому супутніх завантажень. Так, наприклад, зусилля від гальмування візка крана не можуть включатися в РПЗ, якщо туди не ввійшли зусилля від вертикального тиску коліс крана. Вертикальне навантаження ж від крана може діяти і без поєднання з гальмівним навантаженням.



Поняття «об'єднано-короткочасних» навантажень введено для того, щоб дати можливість включати в основне поєднання не одне з короткочасних навантажень, а їх групу (або саму небезпечну по міцності комбінацію навантажень з цієї групи).

Поняття «знакозмінного» навантаження введено для того, щоб наголосити на навантаженнях, які можуть міняти напрями дії в процесі експлуатації. Так, наприклад, зусилля від гальмування візка крана вліво і вправо. Це дає можливість при виборі РПЗ узяти той напрям дії навантаження, який буде небезпечніший для конкретного елемента.

Оскільки, нормами проектування передбачено, що деякі види навантажень в деяких поєднаннях не повинні враховуватися повністю, то проведена класифікація по видах завантажень (постійне, тимчасове, кранове, сейсмичне і т.д.). Це дає можливість задавати коефіцієнти, з якими дане завантаження може входити в основні і особливі поєднання навантажень.