

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект торгово-офісної будівлі в Києві з дослідженням напружено-деформованого стану вузла стикування колони та балки перекриття

Виконав: студент _____ курсу, групи МБд-2
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

	_____	<u>Яськевич Н.Б.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Крамар Г.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Данильченко С.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	<u>Ясній В.П.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	<u>Заєць М.Т.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____

ЦППО

(повна назва факультету)

Кафедра _____

Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____

Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту _____

Яськевич Наталії Богданівній

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект торгово-офісної будівлі в Києві з дослідженням напружено-деформованого стану вузла стикування колони та балки перекриття

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-10 листів формату А1

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	6
1.1 Природньо-кліматичні умови будівництва	6
1.2 Генеральний план.....	6
1.3 Архітектурно-планувальні рішення	7
1.4 Техніко-економічні показники по будівлі.....	9
1.5 Теплотехнічний розрахунок конструкцій будівлі	10
1.6 Конструктивне рішення.....	17
1.7 Інженерне обладнання	18
1.7.2 Вентиляція	19
1.7.3 Електропостачання	19
1.8 Внутрішнє оздоблення приміщень та рішення фасаду	20
1.9 Протипожежні заходи.....	20
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина	22
2.1 Загальні положення.....	22
2.2 Вихідні дані для розрахунку	22
2.3 Розрахунок вітрового навантаження.....	26
2.4 Розрахунок будівлі на вимушені коливання	28
2.5 Статична і динамічна розрахункові моделі будівлі.....	29
2.6 Конструювання армування плити перекриття	36
2.7 Конструювання армування колон	37
РОЗДІЛ 3. Науково-дослідна частина.....	39
3.1 Загальні відомості про конструкцію	39
3.2 Скінченно-елементне моделювання	39
3.3 Аналіз результатів скінченно-елементного розрахунку	41
3.4 Висновки	45
РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	47
4.1 Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці.....	47

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	50
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва від надзвичайних.....	50
ситуацій природного характеру	50
4.2.2 Коротка характеристика впливу надзвичайних ситуацій природного характеру	50
4.2.3 Заходи при землетрусі	51
4.2.4 Заходи щодо підвищення стійкості об'єкта.....	53
4.2.5 Системи сейсмозахисту будівель і споруд	54
ВИСНОВОКИ.....	55
БІБЛІОГРАФІЯ	56

ВСТУП

У випускній кваліфікаційній роботі розроблений проект на будівництво чотириповерхової торгово-офісної будівлі у Києві.

У Києві динамічно розвивається будівельна галузь, що забезпечує попит на будівельні матеріали та вироби. Будівництво чотириповерхового торгово-офісної будівлі у Києві компенсує нестачу торгових площ будівельних магазинів.

У сучасних ринкових умовах проектування торгово-офісної будівлі повинне забезпечити архітектурну привабливість, а також організувати необхідні логістичні процеси. Окрім правильного розміщення приміщень, виникає необхідність створення зручного доступу до торгових точок всім групам населенням, розміщенням такого обладнання та інженерних пристроїв в санвузлах, що не створить незручностей для осіб з особливими потребами.

Поряд із створенням комфортабельних умов для існування людини, існує необхідність в проектуванні стійких будівель за особливих умов експлуатації, наприклад при дії сейсмічних навантажень.

Актуальність теми. Забезпечення надійності будівель так їх конструкцій здійснюється шляхом застосування сучасних методів розрахунку, правильним вибором конструктивних матеріалів та удосконаленням методів будівництва. Також, одним із головних чинників є правильна експлуатація будівель та споруд.

У кваліфікаційній роботі сконцентовано значну увагу міцністним розрахункам із використанням сучасних прикладних програм, це одночасно полегшує аналіз отриманої інформації та дозволяє врахувати спільну дію багатьох зовнішніх силових чинників.

Поряд із цим, отримується оцінка роботи обраного конструктивного матеріалу. Так, зокрема поряд із значною власною вагою залізобетонних конструкцій. Цей конструкційний матеріал має широке застосування при зведенні

несучих каркасів будівель і споруд, володіючи багатьма важливими перевагами перед іншими будівельними матеріалами, серед яких можна відзначити:

- значний термін експлуатації залізобетонних конструкцій; [1]
- високі фізико-механічні властивості; [2]
- невибагливість у догляді при утриманні будівель і споруд; [2]
- доступність місцевої сировини для виготовлення залізобетону.

Мета роботи – Розробка проекту торгово-офісної будівлі в Києві з дослідженням напружено-деформівного стану вузла стикування колони та балки перекриття.

Об'єктом дослідження є поведінка монолітного залізобетонного вузла стикування колони та балки перекриття при дії зосередженого статичного навантаження.

Предметом дослідження є напружено-деформівний стан монолітного залізобетонного вузла стикування колони та балки перекриття при дії зосередженого статичного навантаження.

Доцільність проведення досліджень викликана тим, що отримані результати дадуть ширше розуміння роботи монолітного залізобетонного вузла стикування та сприятиме більш раціональному проектуванню таких конструкцій.

Завдання роботи:

- розробити основні об'ємно-планувальні, архітектурно-конструктивні рішення торгово-офісної будівлі;
- визначити інженерно-геологічні умови будівництва, визначити тип та розрахувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій з використанням методу скінченних елементів;
- розробити скінченно-елементу модель залізобетонного монолітного вузла стикування колони та балки;

- визначити локалізацію нормальних та дотичних напружень у залізобетонному монолітному вузлі стикування колони та балки;
- встановити критичну величину руйнування залізобетонного монолітного вузла стикування колони та балки;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань застосовуються методи чисельного моделювання, в тому числі моделювання методом скінченних елементів.

Наукова новизна. Вдосконалено методика моделювання залізобетонного монолітного вузла стикування колони та балки.

Практичні результати роботи можуть використовуватися проектними організаціями при виконанні розрахунків конструкцій із монолітного залізобетону. Результати скінченно-елементного розрахунку можуть застосовуватися для оцінки ефективності проектних рішень. Наведена в роботі методика моделювання може використовуватися в навчальному процесі при підготовці студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 25-26 листопада 2020 року.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: колона, балка, монолітний стик.

РОЗДІЛ 1.

Архітектурно-будівельна частина

1.1 Природно-кліматичні умови будівництва

Розміщення будівлі на відведеній ділянці виконано з урахуванням сформованих ліній забудови по прилеглим до ділянки вулицях.

Рельєф території спокійний з перепадом відміток від 41 м до 43,75 м.

Площа земельної ділянки торгово-офісного комплексу 4770 м².

Природно-кліматичні умови:

При проектуванні враховані такі природно-кліматичні умови:

Згідно кліматичного районування для будівництва по ДБН «Будівельна кліматологія та геофізика» м. Київ відноситься до району III, для якого характерні такі природно-кліматичні чинники:

Середньомісячна температура повітря становить:

в січні від -5 до +2°C, в липні - від +21 до 25°C,

середньорічна температура + 10,8°C,

абсолютний мінімум температур становить -36°C,

абсолютний максимум температур влітку досягає + 42°C.

Середньорічна сума опадів у м. Київ становить 725мм. Розподіл опадів на рік нерівномірний.

Місто м. Київ характеризується порівняно невеликою швидкістю вітру (2,5 м/сек). Протягом всього року в районі панують вітри східного і західного напрямків (30%) і північно-східного і південно-західного (37%). Найбільше число днів з сильним вітром (більш 15 м/сек) становить 39.

1.2 Генеральний план

Ділянка проекрованої торгово-офісної будівлі розташовано в південній частині м. Київ в кварталі, обмеженому вулицями Любомирська, Дніпровське шосе.

Інженерні мережі розміщуються вздовж проїздів паралельно лініям забудови. Водопровід, каналізація, кабелі прокладені в траншеях, теплові мережі в підземних каналах.

Проектом передбачена відкрита автостоянка на 46 автомобілів, забезпечений зручний підхід і під'їзд до проектованого будинку.

Покриття під'їздів і автостоянок - асфальтобетон.

План організації рельєфу виконаний з урахуванням навколишньої території і забезпечує поверхневий водовідвід з ділянки проектування від будівлі на існуючі вулиці шляхом створення ухилів в сторону вулиць.

Таблиця 1.1- ТЕП генплану

№ п/п	Назва	Од. вим.	Кількість
1	Площа ділянки	м ²	0,4770
2	Площа забудови	м ²	1597
3	Площа покриття	м ²	2008
4	Площа озеленення	м ²	1165
5	Відсоток забудови	%	34
6	Відсоток озеленення	%	75,6
7	Відсоток використаної території	%	24,4

1.3 Архітектурно-планувальні рішення

Проектом передбачені наступні планувальні і конструктивні рішення будівлі:

Об'ємно-планувальні рішення продиктовані технологічними, містобудівними, кліматичними та гідрогеологічними умовами будівництва.

Основний об'єм будівлі - чотириповерховий прямокутний в плані об'єм будівлі.

Конструктивна схема будівлі - монолітний залізобетонний 4-х поверховий рамно-в'язевий каркас з монолітними перекриттями.

Конструювання несучих елементів і вузлів їх сполучення передбачено відповідно до конструктивних розрахунків будівлі і з урахуванням вимог будівельних норм і правил проектування для будівництва в сейсмічних районах:

- ДБН «Будівництво в сейсмічних районах України».

Крок колон 6м. Довжина будівлі 60м, ширина 24 м.

Просторова жорсткість і стійкість будівель забезпечується спільною роботою колон, стін, об'єднаних монолітними дисками перекриття і покриття в єдину просторову систему.

Проектована будівля розташована на околиці м. Київ на Дніпровському шосе.

На першому, другому і третьому поверхах розміщується магазин керамічної плитки, сантехніки та супутніх будівельних товарів. На 4 поверсі розташовуються офіси.

Для офісів передбачений окремий вхід, сходові клітка і ліфт. Планувальне рішення офісів дозволяє виконати гнучке планування.

Насосна і котельня знаходяться в окремій будівлі на території забудови.

Вхідні групи торгових приміщень зорієнтовані на вул. Любомирська.

Будівля має просту форму в плані.

Розміри будівлі ширина - 24м, довжина 60 м, відмітка покрівлі 21,750.

Проектований торгово-офісний будинок є спеціалізованим магазином для продажу кераміки: облицювальної плитки, мозаїки, плит керамограніту, а також сантехніки та інших товарів для ремонту та оздоблення приміщень. Торгові зали призначені в основному для демонстрації асортименту товарів, що реалізуються.

В основному в приміщеннях передбачена середня температура повітря 21°C з відносною вологістю $\gamma = 40-60\%$ в холодний період року. Середня температура повітря -21°C з відносною вологістю $\gamma = 40-60\%$ в теплий період року.

Захист людей на шляхах евакуації забезпечується комплексом об'ємно-планувальних, ергономічних, конструктивних, інженерно-технічних і організаційних заходів.

Висота евакуаційних виходів в світлі прийнята не менше 1,9 м; ширина 1,2 м.

Двері евакуаційних виходів не мають заторів, що перешкоджають їх вільному відкриванню зсередини без ключа. Шляхи евакуації освітлені відповідно до вимог діючих нормативів.

Висота горизонтальних шляхів евакуації в світлі не менше 2м, ширина горизонтальних шляхів евакуації 1,2 м

1.4 Техніко-економічні показники по будівлі

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники

Найменування показників	Кількість
Поверховість будівлі	4 поверхи
Будівельний об'єм вище відм. $\pm 0,000$	29808 м ³
Площа забудови	1440 м ²
Площа огорожуючих конструкцій	6294,3 м ²
Загальна площа	5760 м ²
Розрахункова площа	5550
Корисна площа	5512,5
K ₁	0,95
K ₂	5,41

1.5 Теплотехнічний розрахунок конструкцій будівлі

Розрахункові умови:

1. Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{int} = 20^{\circ}\text{C}$;
2. Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{ext} = -21^{\circ}\text{C}$;
3. Тривалість опалювального періоду $z_{ht} = 158$ діб;
4. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{ext} = 4,4^{\circ}\text{C}$;
5. Градусодоби опалювального періоду $D_d = 3018^{\circ}\text{C}$ діб;

Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будівлі:

6. Призначення - громадська
7. Розміщення в забудові - окремостояча;
8. Тип - 4-поверхова;
9. Конструктивне рішення - рамно-в'язевий каркас з монолітного залізобетону.

Об'ємно-планувальні параметри будівлі

10. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі (площа стін, що включають вікна, балконні і входні двері в будівлю):

$$A_w + F + ed = Pst \cdot Hh,$$

де Pst – довжина периметра внутрішньої поверхні зовнішніх стін поверху,

Hh – висота опалювального об'єму будівлі.

$$A_{w+F+ed} = 24,25 \times 20,7 \times 2 + 60,25 \times 20,7 \times 2 = 3498,3 \text{ м}^2;$$

Площа зовнішніх стін $A_w, \text{ м}^2$ (за мінусом площі вікон і входних дверей), визначається за формулою:

$$A_w = A_w + F + ed - A_F - A_{ed},$$

Де A_F – площа вікон визначається як сума площ всіх віконних прорізів.

Для розглянутої будівлі:

$$\text{площа зашкленних поверхонь } A_F = 1284 \text{ м}^2;$$

площа вхідних дверей $A_{ed}=27,72\text{м}^2$.

$$A_w=3498,3 - 1284 - 27,72 = 2186,28 \text{ м}^2.$$

Площа покриття та перекриття над підвалом рівні:

$$A_c=A_f=24,25 * 60,25 = 1398\text{м}^2.$$

Площа типового поверху:

$$A_{st}=24,25 * 60,25= 1398\text{м}^2.$$

11. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій:

$$A_e^{sum}=A_{w+f+ed}+A_c+ A_{st}=3498,3 + 1398 + 1398 = 6294,3\text{м}^2.$$

12. Площа опалювальних приміщень (загальна площа A_h , м^2 і житлова площа A_r , м^2) визначаються за проектом:

$$A_h=1398 \times 4 + 1398 = 6990\text{м}^2; A_r=2032,23\text{м}^2.$$

13. Опалювальний об'єм будівлі, м^3 , обчислюється як добуток площі поверху на висоту (відстань від підлоги першого поверху до стелі останнього поверху):

$$V_h=A_{st} \cdot H_h=1398 \times 20,7 = 29873,95\text{м}^3;$$

14. Показники об'ємно-планувального рішення:

Коефіцієнт скління фасадів будівель

$$P=A_f/A_{w+f+ed}=1284/3498 = 0,367;$$

Показник компактності будівлі

$$K_e^{des}=A_e^{sum}/V_h=6294/29873,95 = 0,21.$$

Теплотехнічні показники

15. Згідно норм приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень повинно прийматися не нижче необхідних значень R_0^{req} , необхідні опори теплопередачі рівні для:

$$\text{Стін } R_w^{req}=3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

$$\text{вікон і балконних дверей } R_f^{req}=0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

$$\text{вхідних дверей } R_{ed}^{req}=0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

$$\text{покриття } R_c^{req}=4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

$$\text{перекриття першого поверху } R_f=1,95 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

За прийнятими опорами теплопередачі визначимо питому витрату теплової енергії на опалення будівлі q^{des} і порівняємо його з необхідною питомою витратою теплової енергії q_h^{req} , визначеною за таблицею 3.7 [11].

Якщо питома витрата теплової енергії на опалення будівлі виявиться менше 5% від необхідної, то за прийнятими опорами теплопередачі визначимося з конструкціями огорожень, характеристиками матеріалів і товщиною утеплювача.

Якщо питома витрата теплової енергії на опалення будівлі виявиться більшою необхідного значення на 5%, то необхідно переглянути наведені опори теплопередачі до досягнення необхідної умови, але не нижче значень, що забезпечують санітарно-гігієнічні умови.

16. Наведений трансмісійний коефіцієнт теплопередачі будинку визначається за формулою:

$$K_m^{tr} = \beta(A_w/R_w^r + A_f/R_f^r + A_{ed}/R_{ed} + n \cdot A_c/R_c^r + n \cdot A_f/R_f^r) / A_e^{sum},$$

$$K_m^{tr} = 1,1 (2186/1,4 + 1284/0,35 + 27,72/0,35 + 0,6 \times 1398 / 1,7 + 0,6 \times 1398/1,95) / 6294,3 = 1,12 (\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})).$$

17. Необхідна кратність повітрообміну житлового будинку n_a , 1/год, згідно норм, встановлюється з розрахунку $3 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря на 1 м^2 житлових приміщень, визначається за формулою:

$$n_a = 3 \cdot A_r / (\beta_v \cdot V_h) = 3 \cdot 1398 \cdot 4 / (0,85 \times 29873,95) = 0,66 (1/\text{год}),$$

де A_r – житлова площа, м^2 ;

β_v – коефіцієнт, що враховує частку внутрішніх огорожувальних конструкцій в опалювальному об'ємі будівлі, дорівнює 0,85;

V_h – опалювальний обсяг будинку, м^3 .

18. Наведений інфільтраційний (умовний) коефіцієнт теплопередачі будинку визначається за формулою: $K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \gamma_a^{ht} \cdot k / A_e^{sum}$,

$$K_m^{inf} = 0,28 \times 0,66 \times 0,85 \times 29873,95 \times 1,272 \times 0,8 / 6294 = 0,747 (\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})).$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$,

β_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря в приміщенні, що враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, при відсутності даних приймається рівним 0,85;

V_h – опалювальний об'єм будинку;

γ_a^{ht} – середня щільність зовнішнього повітря за опалювальний період, рівна $353/(273+4,4)=1,272$

k – коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в конструкціях, 0,8 - для вікон і балконних дверей;

A_e^{sum} - загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття та перекриття підлоги першого поверху;

19. Загальний коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, визначається за формулою:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 1,12 + 0,747 = 1,867 (Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)).$$

Теплоенергетичні показники

20. Загальні втрати тепла через огорожувальну оболонку будівлі за опалювальний період Q_h , МДж, визначається за формулою:

$$Q_h = 0,084 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum},$$

$$Q_h = 0,084 \times 1,867 \times 3018 \times 6294,3 = 2883394,81 (МДж).$$

21. Питомі побутові тепловиділення q_{int} , $Вт/м^2$, слід встановлювати виходячи з розрахункового питомої електро-і газоспоживання будівлі, але не менше $10 Вт/м^2$. Приймаємо $14 Вт/м^2$.

22. Побутові теплонадходження в будівлю за опалювальний період МДж:

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot Z_{ht} \cdot A_f = 0,0864 \cdot 14 \cdot 158 \cdot 1398 \times 4 = 1068725,15 (МДж).$$

23. Теплонадходження вікна від сонячної радіації за опалювальний період визначається за формулою:

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) =$$

$$= 0,9 \times 0,9 (1257 \times 357 + 3,84 \times 539 + 3,84 \times 539 + 19,32 \times 974) = 471706,2 (МДж);$$

$\tau_F=0,9$ -коефіцієнт, що враховує затінення світлового прорізу (табл.3.8 [1])

$k_F=0,9$ - коеф. відносного проникнення сонячної радіації на вертикал. поверхні відповідно орієнтовані по сторонах горизонту (таблиця 3.8 [1] [6],
 $I_1=357\text{МДж/м}^2$ з орієнтацією на Північ;

$I_2=539\text{МДж/м}^2$ з орієнтацією на Захід;

$I_3=539\text{МДж/м}^2$ з орієнтацією на Схід;

$I_4=974\text{МДж/м}^2$ з орієнтацією на Південь.

24. Потреба в тепловій енергії на опалення будинку за опалювальний період, МДж, становить:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot V] \cdot \beta_h ,$$

$$Q_h^y = [2883394,81 - (1068725,15 + 471706,2) \cdot 0,8] \cdot 1,11 = 1816154,71 (\text{МДж}).$$

25. Питома витрата теплової енергії на опалення будівлі q_h^{des} , кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{дiб}$) визначається за формулою:

$$q_h^{des} = 10^3 \cdot Q_h^y / A_h \cdot D_d ,$$

$$q_h^{des} = 2781693,13 \times 10^3 / (6990 \times 3018) = 83,09 (\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{дiб})).$$

26. Розрахунковий коефіцієнт енергетичної ефективності системи опалення та централізованого теплопостачання будівлі від джерела теплоти приймаємо $\eta_0^{des} = 0,5$, так як будівля опалюється за рахунок індивідуальної котельні.

27. Необхідна питома витрата теплової енергії системою теплопостачання на опалення будівлі приймається за таблицею 3.7 [1] - для 4-поверхової будівлі дорівнює $80 \text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{дiб})$.

$q_h^{des} = 83,09 \text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{дiб})$, при необхідному $q_h^{req} = 80 \text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{дiб})$, що не перевищує допустиму різницю в 5 %.

Теплотехнічний розрахунок стіни

Характеристики матеріалів:

1. Вентильований фасад;

- щільність $\gamma = 1800 \text{кг/м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,35\text{Вт}/(\text{м}^0\text{С})$.

2. Утеплювач - плити жорсткі мінераловатні Фасад Баттс (ТУ 5762-002-45757203-99);

- щільність $\gamma=125\text{кг}/\text{м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,06\text{Вт}/(\text{м}^0\text{С})$.

3. Глиняна цегла;

- щільність $\gamma=1800\text{кг}/\text{м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,7\text{Вт}/(\text{м}^0\text{С})$.

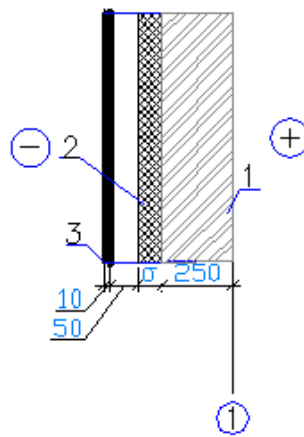


Рисунок 1.1 - Компонування стіни

Так як для градусодіб $D_d=3018$ $R_{0\text{необ}}=3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$, тоді:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,03/0,35 + \delta_{ym}/0,06 + 0,25/0,7 + \frac{1}{23} = 0,537 + \delta_{yt}/0,06$$

$$1,4 = 0,537 + \delta_{yt}/0,06$$

$$\delta_{yt} = (1,4 - 0,537) \cdot 0,06 = 0,049 \approx 0,100$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yt}=10\text{см}$

Теплотехнічний розрахунок суміщеного покриття

1. Покрівельний килим – 2 шари Термопласту (ЕПП,ЕКГ)

- щільність $\gamma=600\text{кг}/\text{м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,17\text{Вт}/(\text{м}^0\text{С})$.

2. Утеплювач - плити жорсткі мінераловатні

- щільність $\gamma=100 \text{ кг/м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,08 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}$

3. Стяжка:

- щільність $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,93 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}$.

4. Залізобетонна плита перекриття:

- щільність $\gamma=2500 \text{ кг/м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=2,04 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}$.

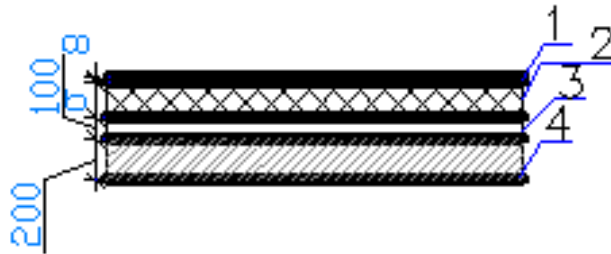


Рисунок 1.2 Компонування покриття

Опір теплопередачі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,025/0,17 + \delta_{ym}/0,08 + 0,1/0,93 + 0,2/2,04 + \frac{1}{23}$$

$$1,9 = 0,495 + \delta_{yt}/0,08$$

$$\delta_{yt} = 150 \text{ мм}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yt}=150 \text{ мм}$.

Теплотехнічний розрахунок перекриття 1-го поверху

1. Керамічна плитка; 5 мм

- щільність $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$,

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,7 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}$.

2. Цементно-піщана стяжка: 100 мм

- щільність $\gamma=1800\text{кг/м}^3$,
- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,93\text{Вт/(м}^0\text{С)}$.

3. Залізобетонна плита

- щільність $\gamma=2500\text{кг/м}^3$,
- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=2,04\text{Вт/(м}^0\text{С)}$.

4. Утеплювач - керамзит

- щільність $\gamma=400\text{кг/м}^3$,
- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_A=0,13\text{Вт/(м}^0\text{С)}$

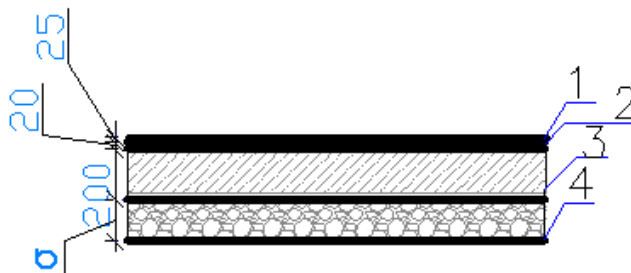


Рисунок 1.3 - Компонування перекриття

Опір теплопередачі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8.7} + 0,005/0,7 + 0,01/0,93 + 0,2/2,04 + \delta_{ym}/0,13 + \frac{1}{23}$$

$$1,95 = 0,345 + \delta_{yt}/0,08$$

$$\delta_{yt} = 0,205\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yt}=210\text{мм}$

1.6 Конструктивне рішення

Конструктивна схема будівлі - монолітний залізобетонний 4-х поверховий рамно-в'язевий каркас з монолітними перекриттями.

Просторова жорсткість і стійкість будівель забезпечується спільною роботою колон, стін, об'єднаних монолітними дисками перекриття і покриття в єдину просторову систему.

Конструювання несучих елементів і вузлів їх сполучення передбачено відповідно до конструктивних розрахунків будівлі і з урахуванням відповідних будівельних норм і правил проектування для будівництва в сейсмічних районах:

- ДБН «Будівництво в сейсмічних районах України».

В якості фундаменту застосовуються залізобетонні висячі палі довжиною 8м. Куці палі з'єднуються за допомогою ростверку.

Перекрыття - монолітні балкові, товщина перекрыття - 200 мм, розмір балок 500х600 мм, при цьому арматура балок входить в перекрыття і бетонування балок і плити перекрыття виконується одночасно. Шахти ліфтів, сходовий вузол виконуються з монолітного залізобетону. При цьому армування шахти ліфта прийнято як для жорсткого ядра, що сприймає сейсмічне навантаження. Розміщення залізобетонних діафрагм в плані прийнято виходячи з розрахунку форм власних коливань, в результаті чого для перших двох форм коливань характерно поступальний рух будівлі вздовж основних осей, для третьої форми коливань - обертальний [22].

Як зовнішнє заповнення в проекті передбачена цегляна кладка. Між поверхнями стін і колон каркаса передбачений зазор не менше 20 мм, кладка має гнучкі зв'язки з каркасом, що не перешкоджають горизонтальним зміщенням каркаса вздовж стін [21].

Покрівля плоска з внутрішнім водовідведенням в зливову каналізацію.

1.7 Інженерне обладнання

1.7.1 Опалення

Теплопостачання будівлі здійснити від власної котельні, що працює на природному газі. Теплоносій в системах опалення та теплопостачання припливних установок - вода з параметрами 80-60 С.

Система опалення будівлі комбінована. Для опалення торговельних за- лів магазинів і офісів 3-4 поверхів в приміщеннях встановлені фанкойли (ре- жим тепло-холод). Система опалення побутових і допоміжних приміщень дво- трубна горизонтальна регульована.

1.7.2 Вентиляція

Вентиляція будинку припливно-витяжна з механічним і природним спо- нуванням. Повітрообміни для різних груп приміщень прийняті:

- в магазинах по санітарній нормі зовнішнього повітря на 1 людину (20 м³/год);

- кабінети з умови подачі мінімальної кількості зовнішнього повітря 20 м³/год на людину;

- залу нарад з умови подачі мінімальної кількості зовнішнього повітря 20 м³/год на людину;

Системи вентиляції прийняті роздільні для кожного поверху.

Устаткування систем припливно-витяжної вентиляції розміщується за підвісними стелями поверхових коридорів і в венткамерах. У місцях перети- нання протипожежних перешкод встановлюються вогнезатримуючі клапани.

1.7.3 Електропостачання

Розподіл електроживлення здійснюється від силових щитів (ЩР1, -, ЩР5) 380/220В. Силові щити комплектуються автоматичними вимикачами фі- рми Schneider Electric серії Multi9 у відповідність з розрахунковою потужні- стю і розрахунків струмів короткого замикання. У електрощитах використо- вуються вимикачі з комбінованими розчеплювачами і мають відключаючий механізм, що забезпечують вимикання з витримкою часу потоку переванта- ження і швидкодіюче електромагнітне відключення для захисту від струмів

короткого замикання. При виконанні монтажних робіт звернути увагу на надійність кріплення щитків, щитів, трубних проводок. У місцях приєднання живильних, розподільних і групових ліній організувати запас проводів і кабелів 0,3 м. Все електрообладнання повинно мати сертифікати відповідності нормам і може бути замінено на обладнання з аналогічними характеристиками.

1.8 Внутрішнє оздоблення приміщень та рішення фасаду

Композиція фасадів будівлі виконана із сучасних архітектурних форм з використанням обробки фасадів з композитними панелями вентильованого фасаду, з установкою вітражів, вікон і дверей з металопластикових конструкцій.

Внутрішнє оздоблення виконується в залежності від функціонального призначення приміщень і відповідно до рекомендацій протипожежних і санітарних норм. Стіни -декоративна покращена штукатурка з подальшим фарбуванням барвниками.

Поверхні стель облицьовуються підвісною стелею. Фарбування проводиться поліпшеними водоемульсійними сумішами у всіх приміщеннях з першого по четвертий поверхи.

Підлоги - в коридорах, вестибюлях, ліфтових холах, санвузлах з керамічної плитки; в офісах – ламінат. Металеві огорожі - з нержавіючої сталі.

1.9 Протипожежні заходи

За ступенем вогнестійкості будівля відноситься до II ступеня.

Протипожежна безпека будівель досягається застосуванням конструкцій і матеріалів, які мають необхідну межу вогнестійкості і забезпечують будівлі потрібну ступінь вогнестійкості.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій не нижче K1, за пожежною небезпекою і не нижче Г2, за ступенем горючості.

За ступенем займистості будівельні матеріали, що застосовуються, не нижче групи В2.

РОЗДІЛ 2.

Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Загальні положення

Розрахунок несучих конструкцій будівлі виконувався за просторовою схемою на електронно-обчислювальних машинах з використанням обчислювального комплексу «Lira» відповідно до діючих в даний час будівельних нормам і правил. Обчислювальний комплекс реалізує метод кінцевих елементів і надає можливість виконувати розрахунок на статичні і сейсмічні навантаження згідно з вимогами ДБН «Навантаження і впливи», ДБН «Будівництво в сейсмічних районах України».

В основу розрахунку покладено метод скінченних елементів в переміщеннях. В якості основних невідомих прийняті наступні переміщення вузлів:

X лінійне по осі X

Y лінійне по осі Y

Z лінійне по осі Z

UX кутове навколо осі X

UY кутове навколо осі Y

UZ кутове навколо осі Z

У ПК «Lira 9.4» реалізовані положення наступних розділів ДБН (з урахуванням змін):

ДБН «Навантаження і впливи»;

ДБН «Бетонні і залізобетонні конструкції»;

ДБН «Будівництво в сейсмічних районах»;

ДБН "Сталеві конструкції".

2.2 Вихідні дані для розрахунку

Будівля була запроектована за каркасною конструктивною схемою.

Каркас будівлі - монолітний з залізобетонними колонами, перекриттями та діафрагмами жорсткості.

Залежно від призначення конструкцій бетон застосовується класів:

- для фундаментної плити застосовується бетон класу C12/15 на сульфатостійкому портландцементі;

- для плит перекриття застосовується бетон класу C20/25, товщиною 200мм;

- для балки застосовується бетон класу C20/25, перерізом 500x600 мм;

- для колон і діафрагм жорсткості застосовується бетон класу C20/25, січенням: колони крайнього ряду - 500x500 мм, колони середнього ряду 600x600 мм;

Для армування монолітних залізобетонних конструкцій будівлі застосовується арматура класу А-400) і А-240.

При розрахунку конструкцій враховані такі природно-кліматичні умови:

- 1 район за вагою снігового покриву по ДБН «Навантаження і впливи».

Розрахункове снігове навантаження - 0,8 кПа;

- особливий район зі швидкісного напору вітру по ДБН «Навантаження і впливи». Розрахунковий вітровий тиск - 0,35 кПа;

- категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями II. Сейсмічність району - 7 балів карті;

- сейсмічність майданчика - 7 балів;

- мета розрахунку - отримання переміщень будівлі в цілому від спільної дії вертикальних і горизонтальних навантажень для порівняння їх з допустимими переміщеннями для такого типу споруд, а також отримання площ поздовжньої і поперечної арматури в елементах каркаса.

Таблиця 2.1. - Навантаження на 1м² міжповерхового перекриття

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, Па
Постійне				
1	- ламінат ($\gamma=700$ кг/м ³ , $\delta=0,025$ м) 0,025x700x10=175 Па	175	1,1	192,5
2	- цементно-піщана стяжка ($\gamma=1800$ кг/м ³ , $\delta=0,02$ м) 0,02x1800x10=360Па	360	1,1	396
3	- з/б плита перекриття 0,2x2500x10=5000	5000	1,3	6500
4	- перегородки на типовому поверсі($\gamma=600$ кг/м ³ , $\delta=0,1$ м, $h=3,0$ м) від 1м/п: 0,1x600x10x3,0=1680Па від всіх: 1680x110,5=185640Па на 1 м ² : 273268,8/1440=190Па	190	1,1	209
Всього :		5725		7297,5

Таблиця 2.2 - Навантаження від 1м/п зовнішніх стін

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, Па
Постійне				
Конструкція зовнішньої стіни				
1	- вентфасад(з підсистемою і утеплювачем)($\gamma=1800$ кг/м ³ , $\delta=0,02$ м, $h=3,0$ м) 0,02x1800x10x3,0=1008Па	1008	1,1	1108
2	- цегляна кладка ($\gamma=1400$ кг/м ³ , $\delta=0,2$ м, $h=3,0$ м) 0,2x1400x10x5,2=18200Па	18200	1,1	20020
Всього :		19208		21128

Таблиця 2.3 - Навантаження на 1м² покриття

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, Па
Постійне				
1	- цементно-піщана стяжка ($\gamma=1800$ кг/м ³ , $\delta=0,03$ м) 0,03x1800x10=540Па	540	1,3	702
2	- утеплювач ($\gamma=175$ кг/м ³ , $\delta=0,15$ м) 0,15x175x10=263Па	158	1,1	206
3	- стяжка ($\gamma=600$ кг/м ³ , $\delta=0,1$ м) 0,1x600x10=600Па	600	1,3	780
4	- З/б плита перекриття 0,2x2500x10=5000	5000	1,1	5500
Всього:		878		7188

Таблиця 6.4 – Корисне навантаження на 1м² поверхні

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, Па
Тимчасові				
	- корисне на перекриття офісних приміщень	2000	1,2	2400
	- корисне на перекриття торгових за- лів	4500	1,2	5400
	- корисне на покриття	500	1,3	840
	- коридори, сходи (з проходами, що відносяться до них)	3000	1,2	3600

2.3 Розрахунок вітрового навантаження

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження w_m на висоті z над поверхнею землі визначається за формулою

$$w_m = w_0 k c,$$

де:

w_0 - розрахункове значення вітрового тиску ($w_0=350$ Па);

коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті ($k = 1,1$ для типу місцевості В - міські території, лісові масиви та інші місцевості, рівномірно покриті перешкодами висотою більше 10 м);

k - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті ($k=1,1$ для типу місцевості В - міські території, лісові масиви і інші місцевості, рівномірно покриті перешкодами висотою більше 10 м);

c - аеродинамічний коефіцієнт (навітряні $c_e = +0,8$ підвітряні $c_e = -0,6$)

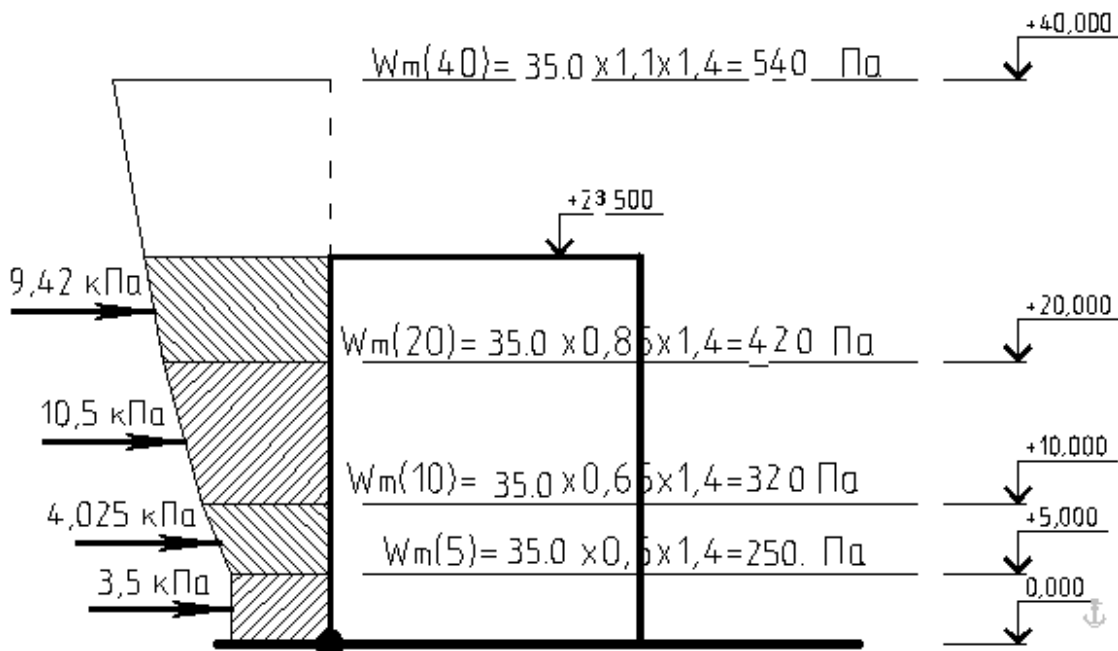


Рисунок 2.1 - Схема прикладання вітрового навантаження

$$M=3,5 \times 2,5 + 4,025 \times 7,5 + 10,5 \times 15 + 9,42 \times 23,5 = 417,8 \text{ кНм}$$

$$Q=417,8/13,75=30,39 \text{ кН}$$

$$P=30,39/27,5=1,1 \text{ кН}$$

Навантаження, що прикладається на рівні перекриття, яке припадає на 1 вузол при кроці триангуляції перекриття 500мм при висоті поверху 5,5 м:

$$Q=1,1 \times 5,5 \times 0,5 = 3,025 \text{ кН}$$

Далі прикладаємо всі навантаження, тим самим створюємо 8 завантажень:

1) Власна вага

- власна вага конструкцій з коефіцієнтом надійності за навантаженням 1,1

- навантаження від зовнішніх стін, прикладене на перекриття в вузлах в місцях обпирання стін.

- навантаження від конструкції підлоги (рівномірно розподілене)

2) Тимчасове тривале

- корисна на перекриття торгово-офісних приміщень (1-4 поверхи)

- корисна на коридори, сходи (з проходами, що відносяться до них)

3) Тимчасове корисне

- корисна на перекриття торгово-офісних приміщень (1-4 поверхи)

- корисна на коридори, сходи (з проходами, що відносяться до них)

4) Снігове

- снігове навантаження на покриття

б) Вітер по x

- вітрове навантаження уздовж глобальної осі x, прикладене в вузлах на рівні міжповерхових перекриттів

б) Вітер по y

- вітрове навантаження уздовж глобальної осі y, прикладене в вузлах на рівні міжповерхових перекриттів

7) 6 сейсміка по x

- сейсмічне навантаження
- 8) 7 сейсміка по у
- сейсмічне навантаження

2.4 Розрахунок будівлі на вимушені коливання

1) формуємо матрицю мас для завантажень №7 і №8

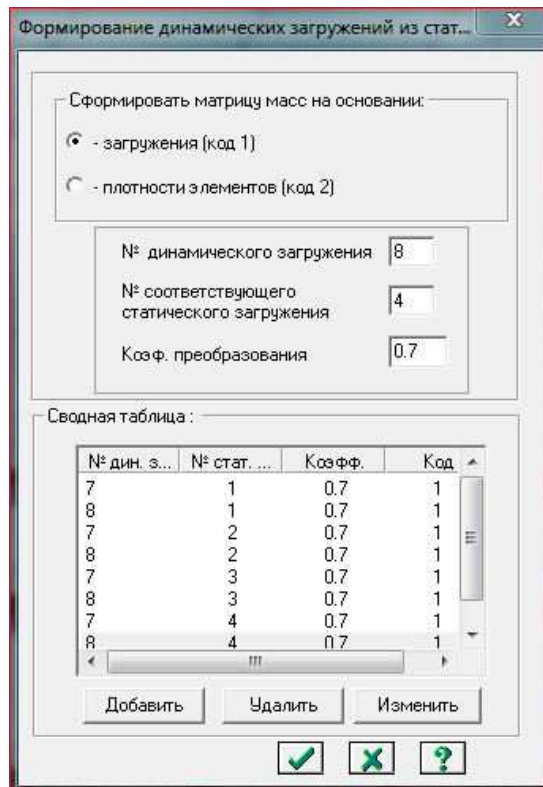


Рисунок 2.2 - Формування динамічних завантажень

2) задаємося характеристиками для розрахунку на динамічні дії

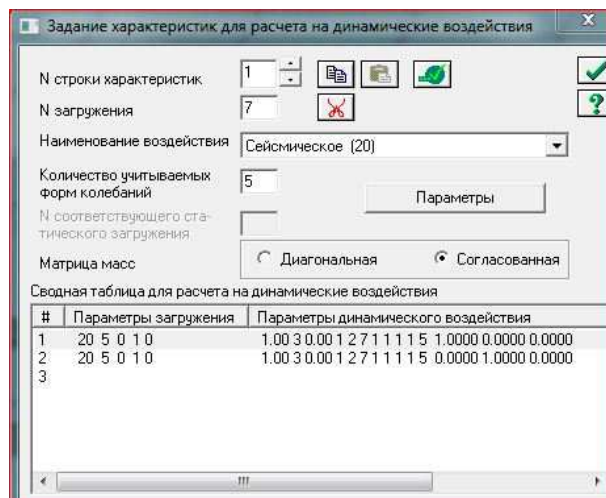


Рисунок 2.3 - Завдання характеристик для розрахунку на динамічні дії

Далі виконуємо генерацію таблиць РСЗ.

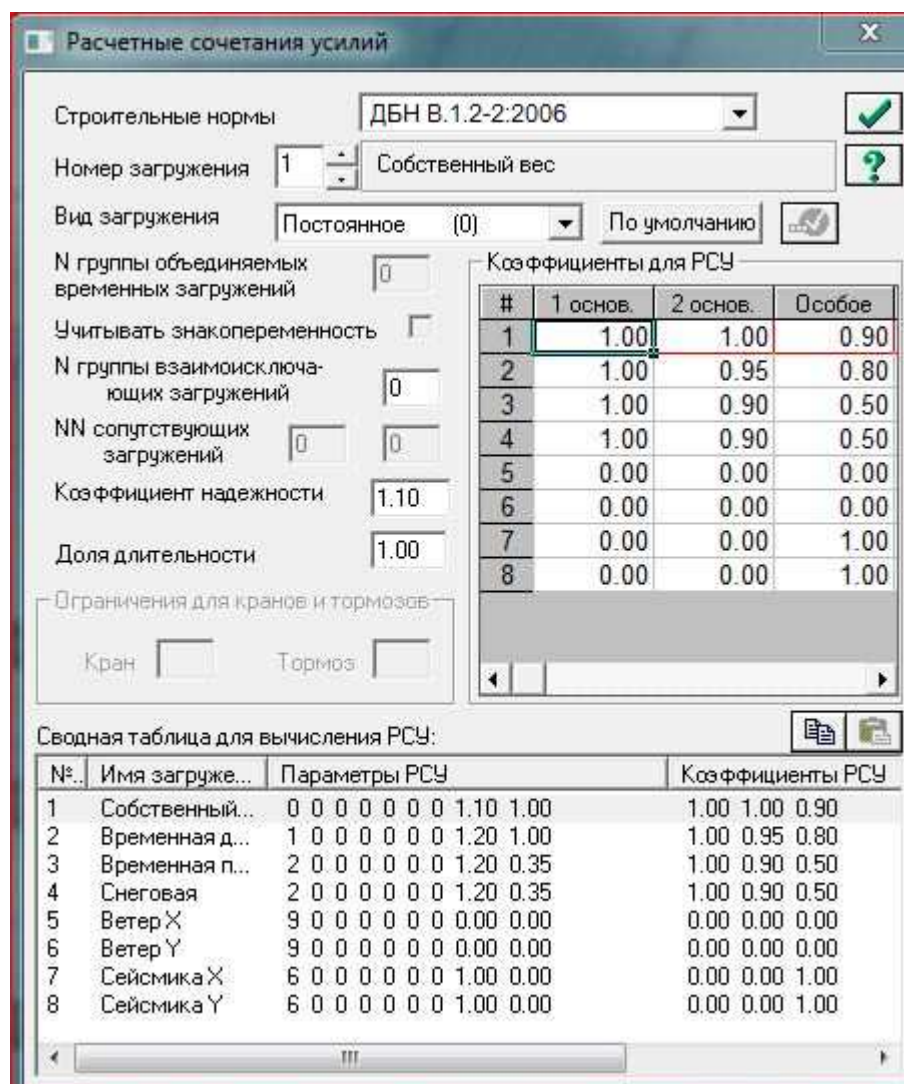


Рисунок 2.4 - Розрахункові поєднання зусиль

2.5 Статична і динамічна розрахункові моделі будівлі

Розрахункова статична і динамічна модель будівлі розроблені відповідно до конструктивних особливостей проектованої будівлі.

При розрахунку остов будівлі змодельовано як каркасну систему в монолітному виконанні із жорсткими рамними вузлами.

Перекриття (монолітні залізобетонні плити) і діафрагми моделювалися скінченними елементами типу згинально-плосконапружений скінченний елемент (елемент з плоскої оболонки). Зовнішні стіни в розрахунку враховувалися у вигляді лінійно розподіленого навантаження на перекриття.

Розрахункова динамічна модель будівлі прийнята у вигляді просторової багатомасової дискретної системи з зосередженими у вузлах масами. На малюнку 3.5 представлена просторова модель будівлі. Кожен вузол має 6 ступенів свободи.

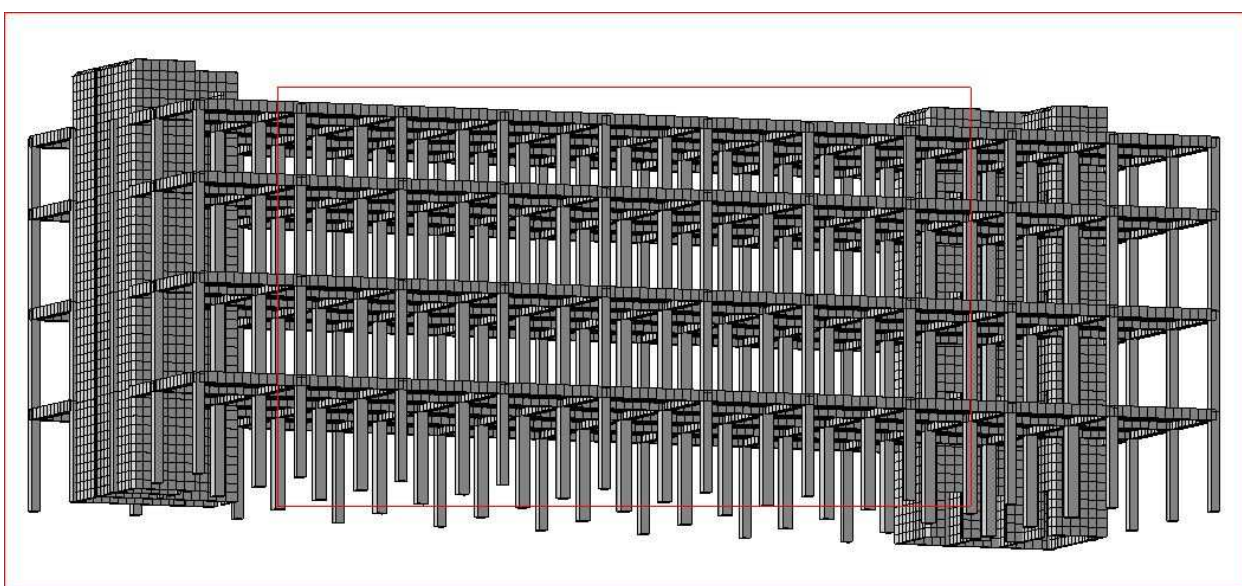


Рисунок 2.5 - просторова модель будівлі

Розташування і кріплення несучих конструкцій вироблено з урахуванням конкретних характеристик жорсткості будівлі.

Сейсма Y
Составляющая 1

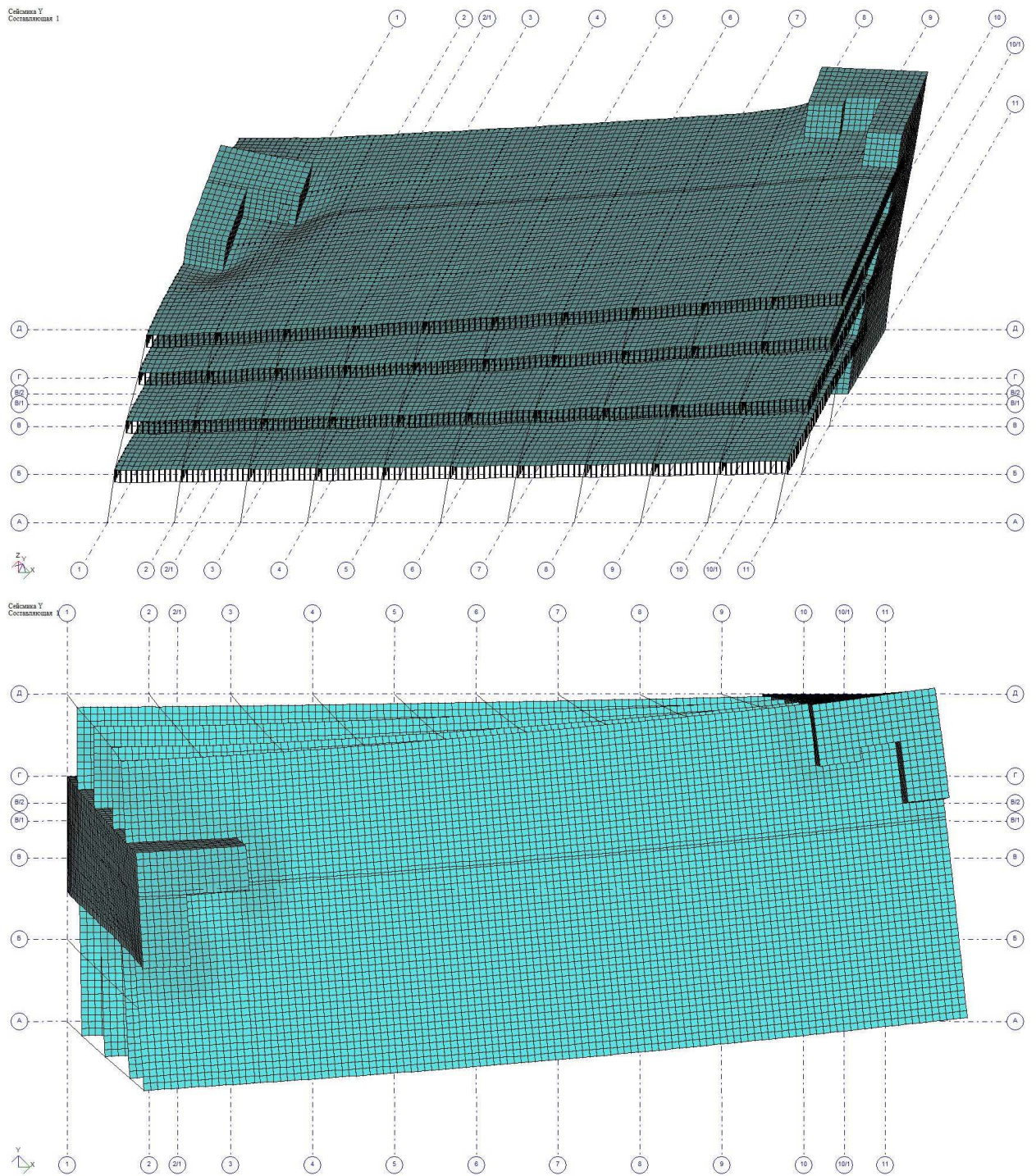


Рисунок 2.6. 1-а форма власних коливань.

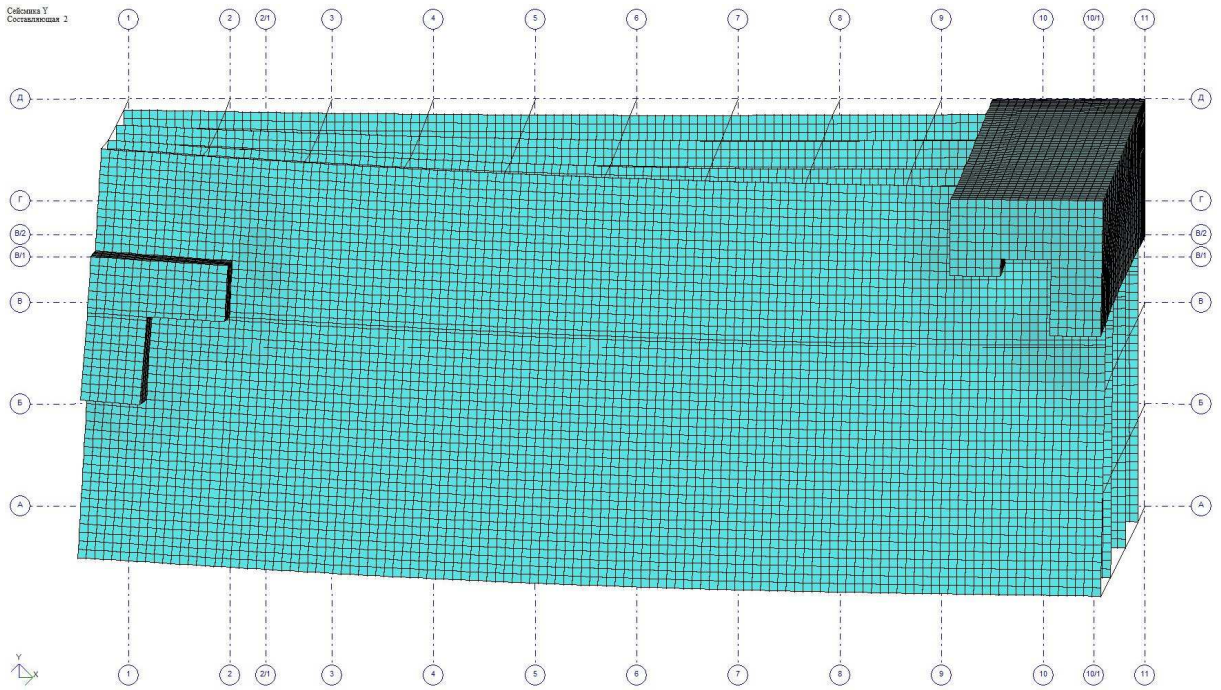
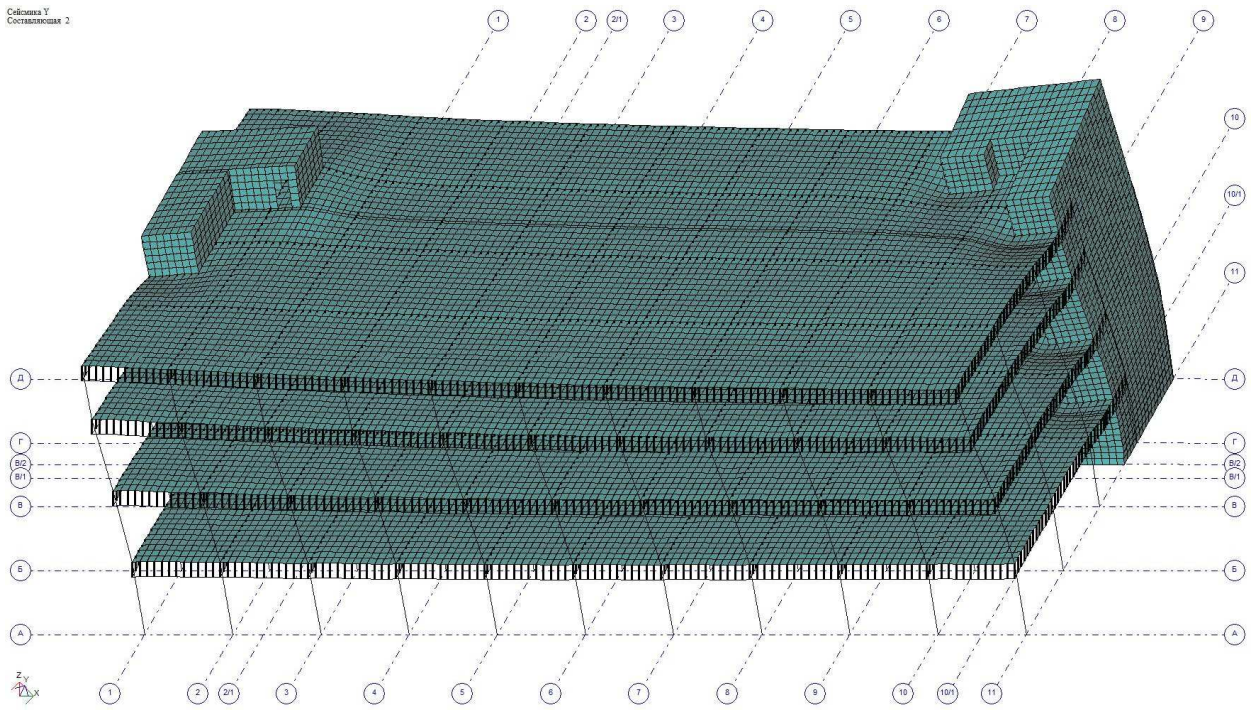


Рисунок 2.7. 2-а форма власних коливань.

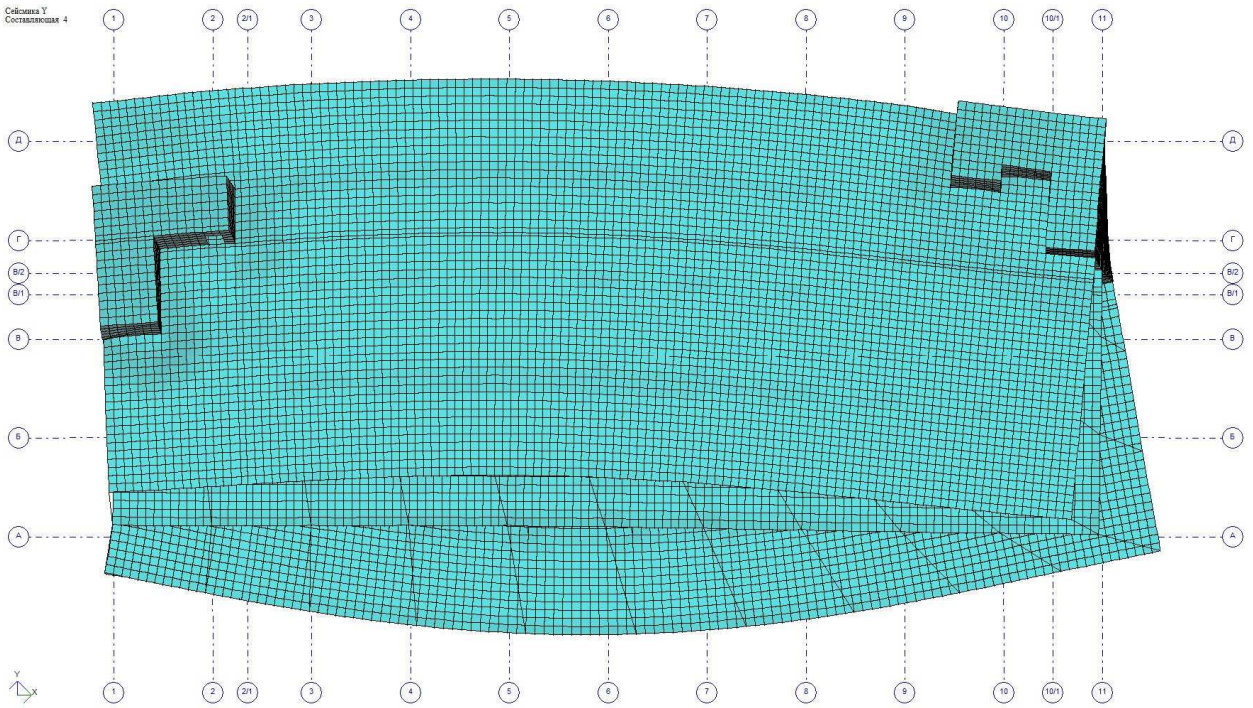
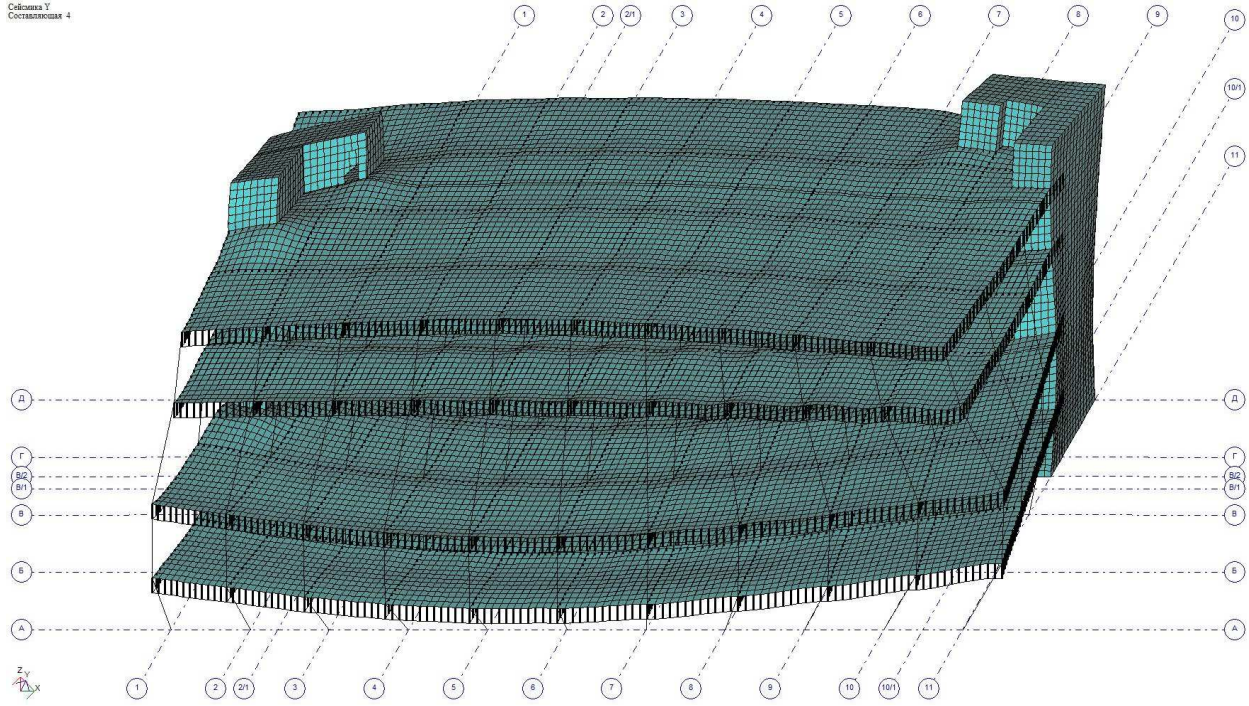


Рисунок 2.8. 3-тя форма власних коливань.

Розміщення ядер жорсткості, їх розміри, досить «дрібні» кроки колон і монолітні перекриття дозволили створити жорстку систему.

Діафрагми жорсткості прийняті однорідними по висоті з товщиною стін 200 мм в поперечному напрямку. Плити перекриттів плоскі товщиною 200 мм з бетону класу С20/25. Розрахунок поздовжньої і поперечної арматури проводився також по ПК «Ліра» за допомогою підсистеми ЛІР-АРМ.

Розрахунок поздовжньої арматури на дію поздовжньої сили і згинальних моментів виконується на дію всіх РСЗ за критерієм мінімальної витрати арматури кроковим методом при послідовно збільшуваних зусиллях (від прийнятих початкових зменшених значень РСЗ до їх дійсних величин).

Після виконання розрахунку переходимо в підсистему ЛІР-АРМ для подальшого конструювання. Задаємося типом конструкції, бетоном і арматурою для плити перекриття.

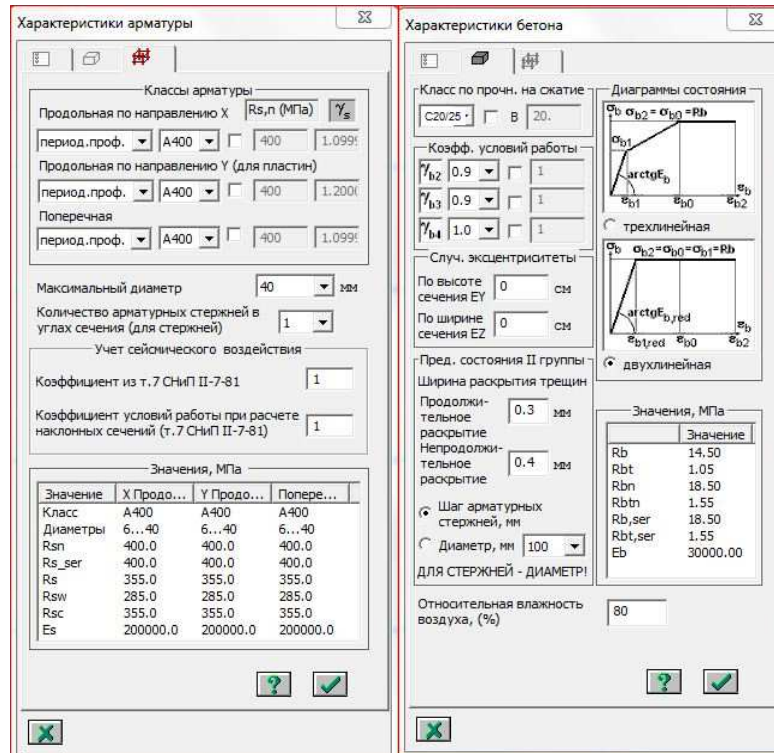


Рисунок 2.9 - Характеристики матеріалів (бетон і арматура)

Виконуємо розрахунок арматури. Далі здійснюємо підбір армування плити перекриття. Результати підбору представлені на рис. 2.10-2.13

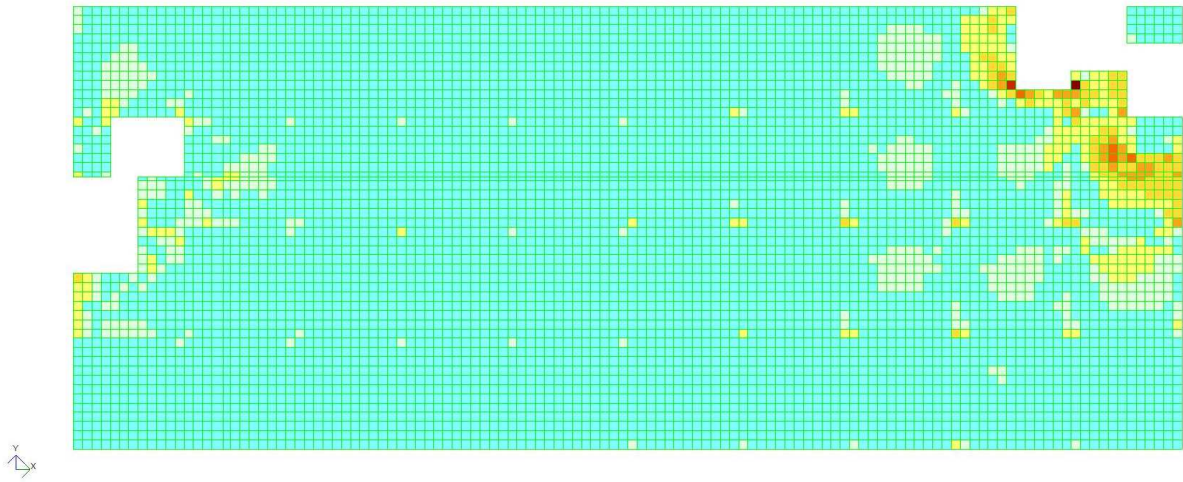
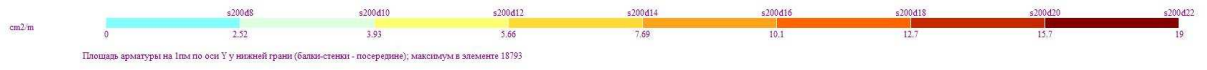


Рисунок 2.10 - Площадь арматуры вдоль буквенных осей нижней зоны

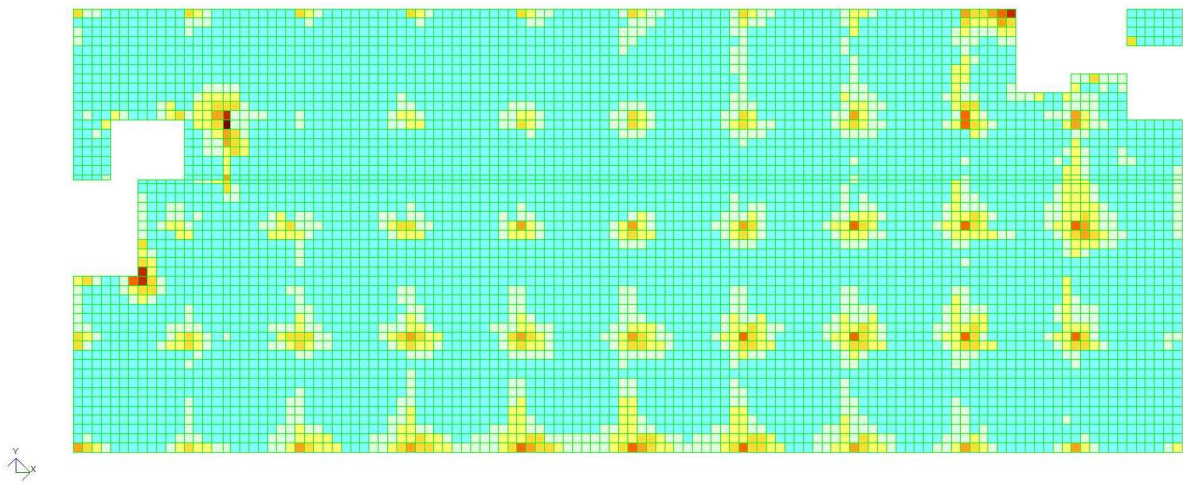
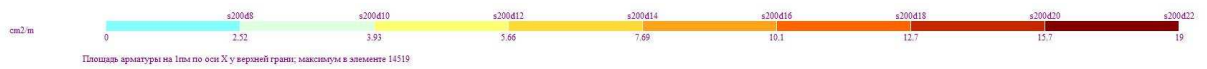


Рисунок 2.11 - Площадь арматуры вдоль буквенных осей верхней зоны

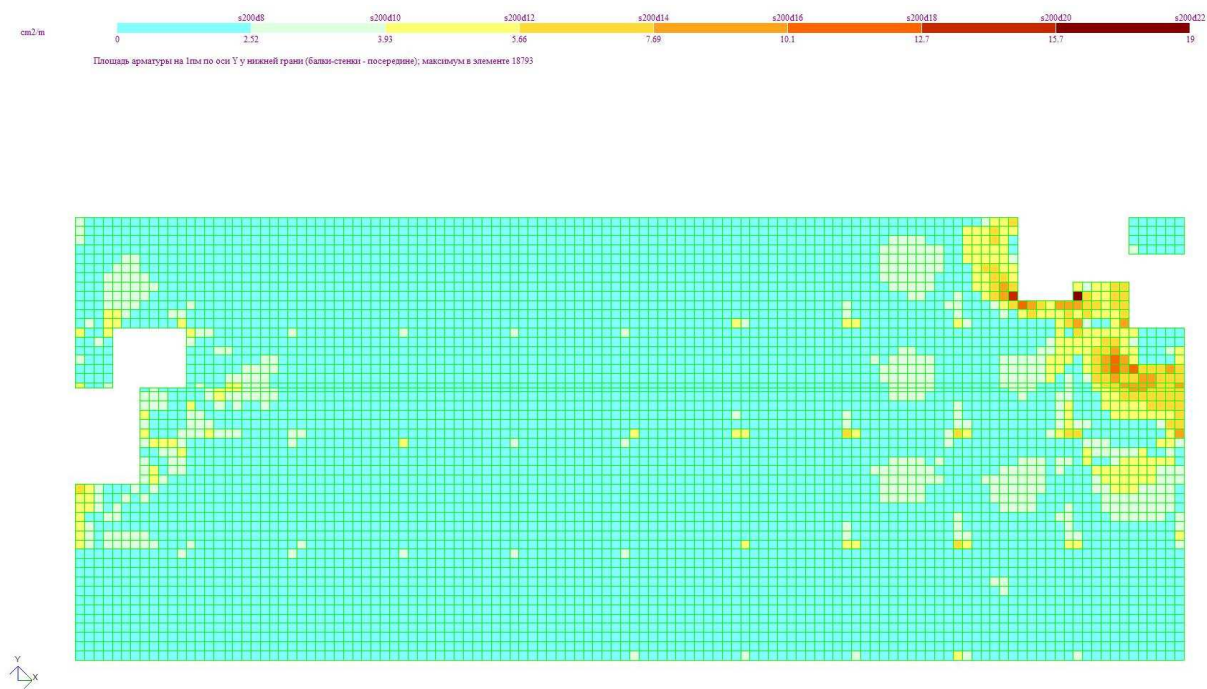


Рисунок 2.12 - Площа арматури вздовж цифрових осей нижньої зони

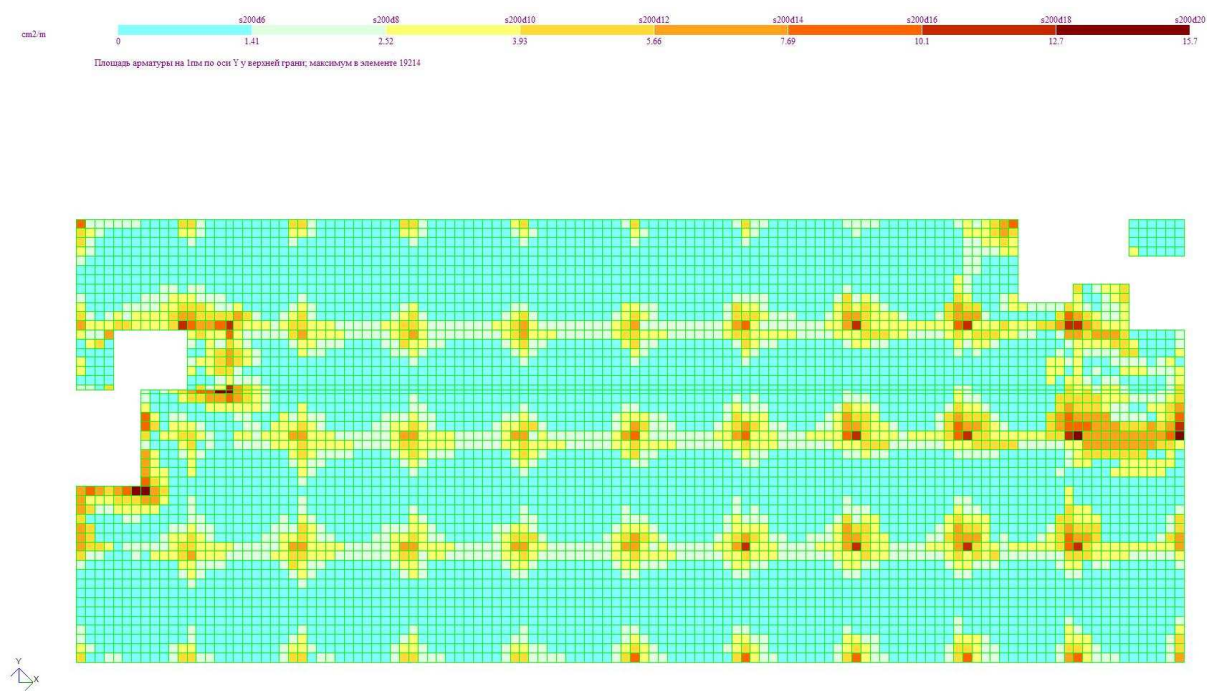


Рисунок 2.13 - Площа арматури вздовж цифрових осей верхньої зони

2.6 Конструювання армування плити перекриття

Для армування плити перекриття застосовується наступна арматура:

- поздовжня уздовж буквених осей -A-400;

- поздовжня уздовж цифрових осей - А-400;
- поперечна - А-240;

За результатами розрахунку отримуємо площу поздовжньої арматури:
Верхнє армування.

- площа уздовж буквених осей - 10,1-20,1 см²/пм, (d16 А-400 крок 200);
- площа уздовж цифрових осей - 10,1-28,1 см²/пм, (d16 А-400І крок 200);

Нижнє армування.

- площа уздовж буквених осей - 10,1-22,7 см²/пм;
- площа уздовж цифрових осей - 10,1-28,1 см²/пм;

Приймаємо розкладку арматури.

Верхнє основне армування.

- уздовж буквених осей встановлюємо арматуру діаметром 16мм з кроком 200мм;

- уздовж цифрових осей встановлюємо арматуру діаметром 14мм з кроком 200мм.

Нижнє армування.

- уздовж буквених осей встановлюємо арматуру діаметром 16мм з кроком 200мм;

- уздовж цифрових осей встановлюємо арматуру діаметром 16мм з кроком 200мм;

У місцях з підвищеним внутрішнім напруженням додатково встановлюються сітки з арматури.

Арматура верхня і нижня встановлюється у вигляді плоских каркасів. У проектному положенні каркаси закріплюються за допомогою бетонних вкладишів.

2.7 Конструювання армування колон

Необхідна площа робочої арматури в елементах графічно відображена на рис. 2.14

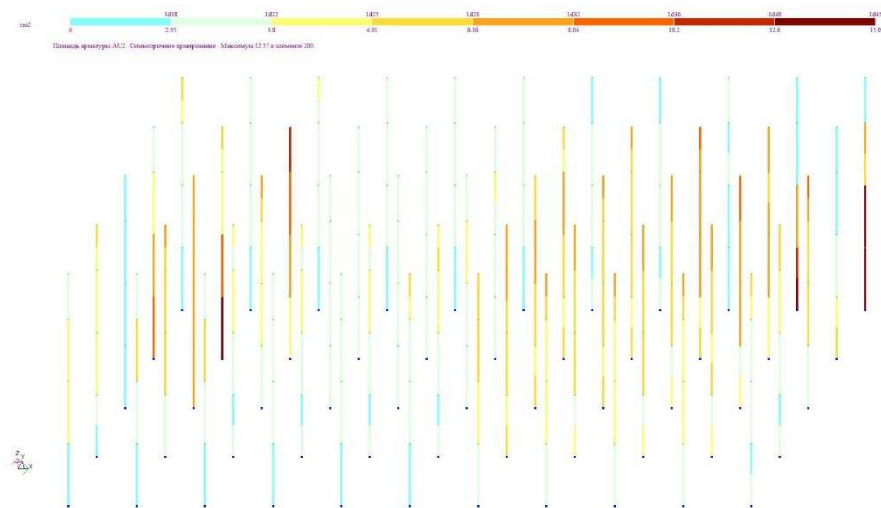


Рисунок 2.14 - Площа арматури в колонах

В результаті розрахунків визначили переріз монолітних колон та їх армування при заданій міцності матеріалу. За підсумками розрахунків прийнято:

- переріз колон Км-1 - 500x500 мм;
- армування - 4 стрижнів d22 А-400;
- армування - 4 стрижнів d22 А-400.
- бетон класу С20/25.
- поперечне армування $\varnothing 8$ А-240 з кроком 200 мм; на відстані менше 1,2 м від перерізу з плитами крок 100 мм.
- переріз колон Км-2 - 600x600 мм;
- армування - 4 стрижнів $\varnothing 25$ А-400;
- армування - 4 стрижнів $\varnothing 25$ А-400.
- бетон класу С20/25.
- поперечне армування $\varnothing 8$ А-240 з кроком 200 мм; на відстані менше 1,2 м від перерізу з плитами крок 100 мм.

РОЗДІЛ 3.

Науково-дослідна частина

3.1 Загальні відомості про конструкцію

З'єднання балки та колони однією з найбільш критичних частин конструкції залізобетонного каркасу та відіграє важливу роль у сейсмічних характеристиках будівель.

Коли з'єднання балки та колони, що сприймає згинальний момент, піддається додатково дії бокових зусиль, з'єднання балки та колони схильне до руйнування зрізу шва через великі дотичні напруження, що з'являються внаслідок дії протилежних за знаком моментів з обох боків.

Залізобетонні з'єднання балки та колони, особливо без поперечного армування, можуть проявляти крихке руйнування, коли напруження зосереджені в районі з'єднання під час дії землетрусу. Крихка поведінка стику може поставити під загрозу пластичну теорію деформування та очікувані міцнісні характеристики конструкції при впливі сейсмічного навантаження.

Цей тип руйнувань є несприятливим, оскільки він має небажані наслідки для сейсмічних характеристик такого типу будівель, особливо при дії значних опорних моментів.

3.2 Скінченно-елементне моделювання

Нелінійний скінченно-елементний розрахунок залізобетонного з'єднання балка-колона виконується за допомогою ANSYS APDL. Геометричні та фізичні нелінійності розглядаються для того, щоб правильно змоделювати поведінку з'єднань та режим руйнування зрізу швів при сейсмічному навантаженні.

На стадії попереднього моделювання задаються геометричні розміри та граничні умови, типи елементів, властивості матеріалу та нелінійні характеристики.

3D 8-вузлові шестигранні елементи, що мають 3 ступені свободи в кожному вузлі (переміщення в напрямках X, Y та Z), використовуються для моделювання бетонних елементів для запобігання ефекту блокування зрізу.

Для моделювання арматури використовуються 2-вузлові елементи, що мають 3 ступені свободи в кожному вузлі (переміщення в напрямках X, Y та Z в системі глобальних координат).

Скінченно-елементний розрахунок з'єднання виконується у форматі нелінійного статичного аналізу, і процедура аналізу враховує як фізичні, так і геометричні нелінійності. При нелінійному аналізі загальні задані навантаження, що діють на скінченно-елементну модель, будуть розділені відповідно до приростів навантаження. В кінці кожного приросту конструкція знаходиться в приблизній рівновазі, і матриця жорсткості конструкції буде модифікована для відображення нелінійних змін жорсткості конструкції.

Для бетонних елементів по всій геометрії вибирається рівномірний розмір скінченно-елементної сітки - 40 мм. Такий же розмір сітки прийнятий для арматурних прутків. З цією конфігурацією зразок залізобетонного з'єднання має 11438 елементи та 12615 вузлів.

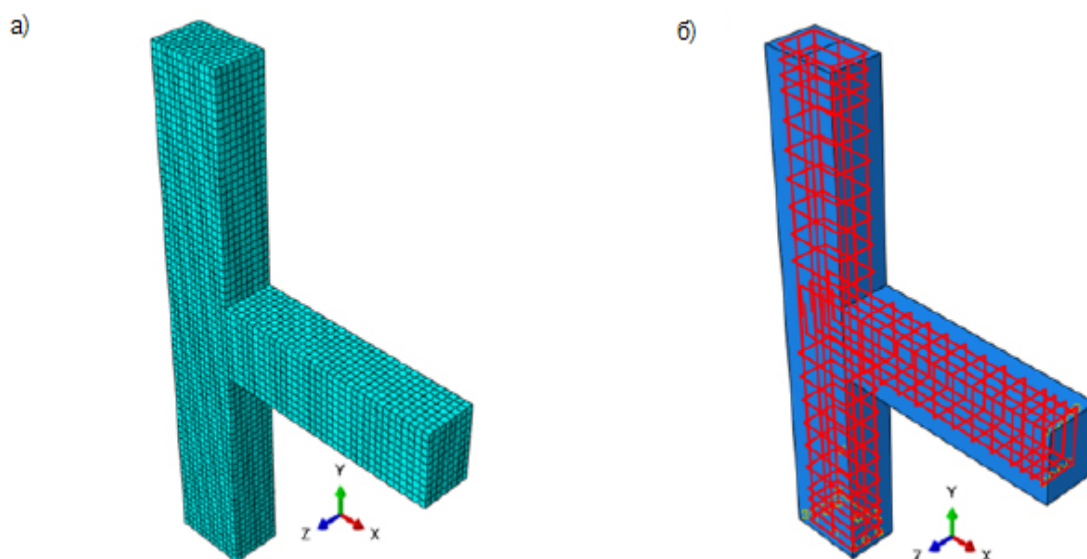


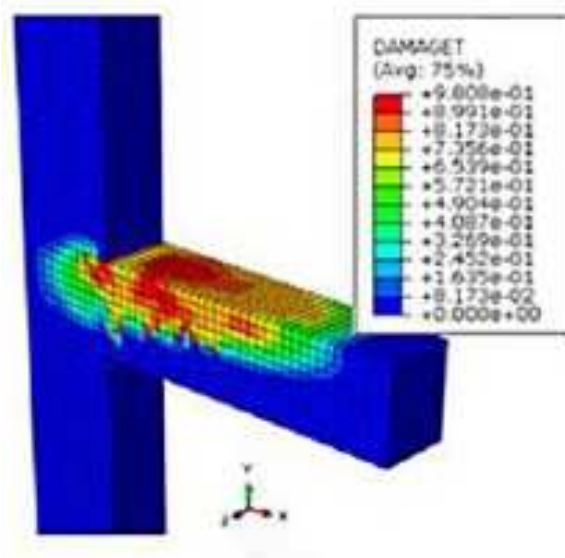
Рис 3.1 Скінченно-елементна модель стику
а) повноцінна модель б) арматурний каркас

Модель жорстко защемлена на обох кінцях колони. Навантаження величиною 21.1 кН прикладається до вільного кінця балки і зростає до повного руйнування моделі. Геометричні розміри вузла відповідають вузлу по осях А-1

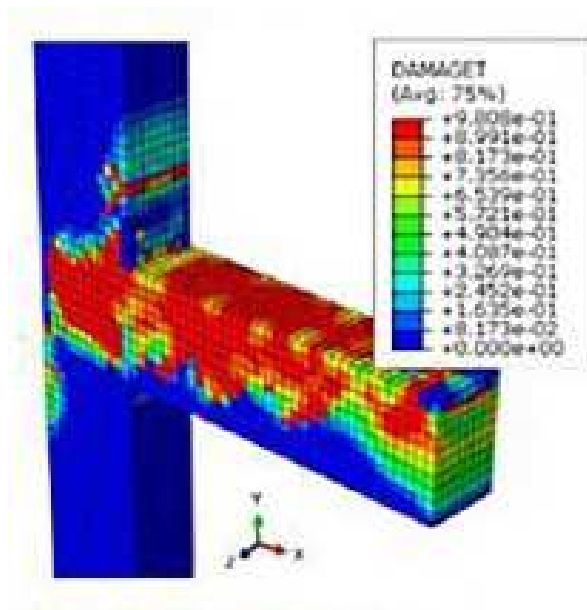
3.3 Аналіз результатів скінченно-елементного розрахунку

Розрахункова модель імітує нелінійне поведінку бетону як при розтягуванні так і при стиску відповідно. Величина максимальної пластичної деформації є основним показником появи тріщин у бетоні.

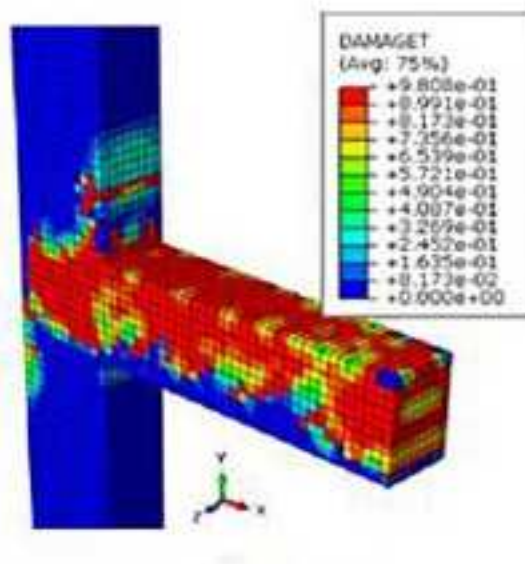
На рисунках 3.2 – 3.9 показано пошкодження бетону при розтягуванні, так і при дії стиску разом та схемою розтріскування швів при різних ступенях навантаженості.



a)

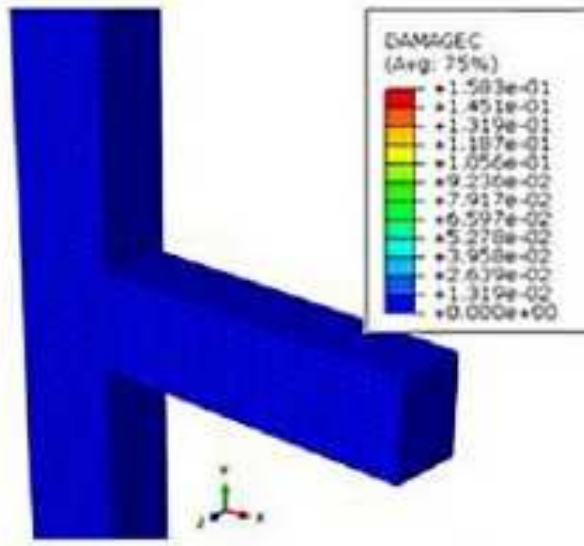


б)

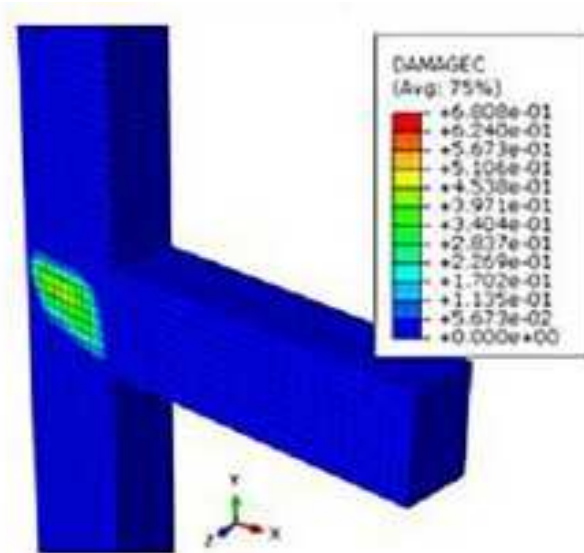


в)

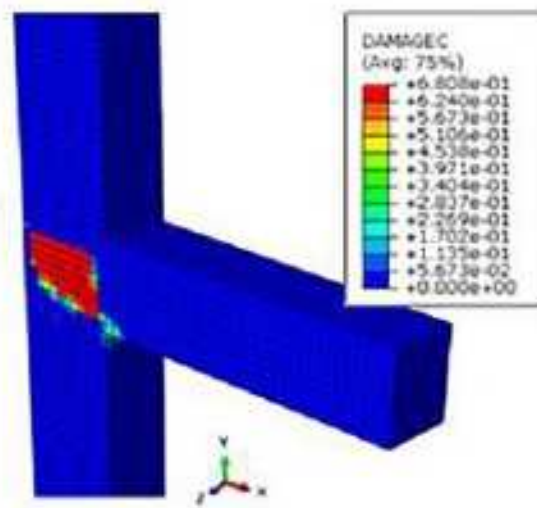
Рис 3.2 Розподіл розтягуючих напружень при дії зосередженої сили в 21,1 кН(а) 37,5кН(б) та 54,2 кН(в)



a)

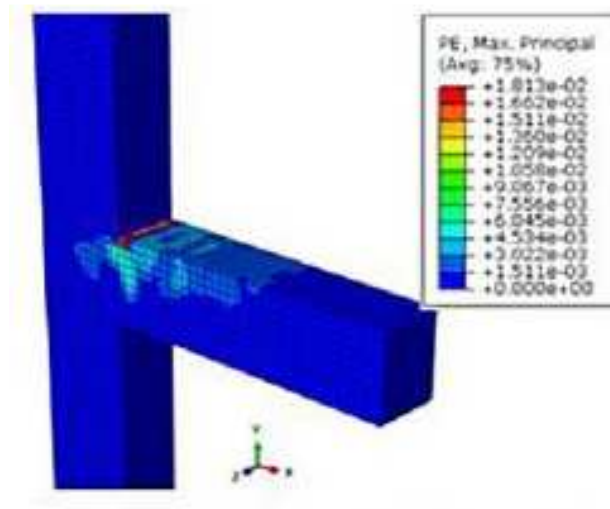


b)

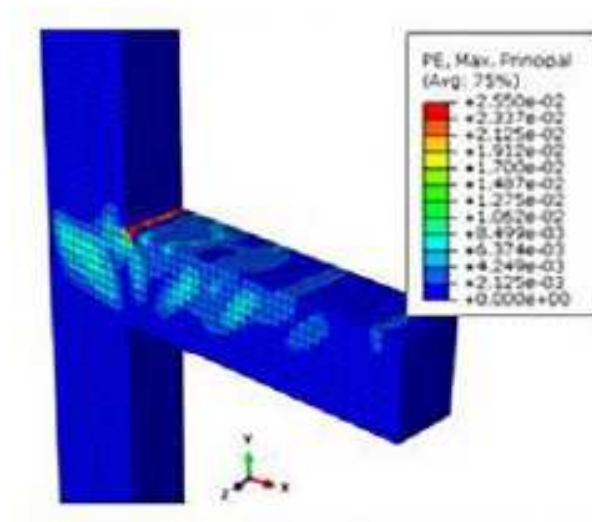


в)

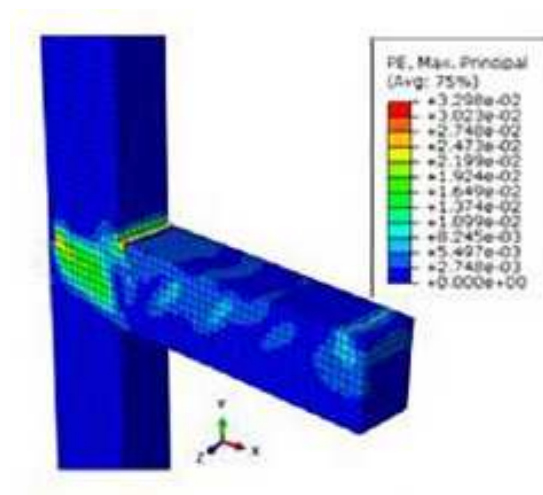
Рис 3.3 Розподіл стискаючих напружень при дії зосередженої сили в 21,1 кН(а) 37,5кН(б) та 54,2 кН(в)



а)



б)



в)

Рис 3.4 Розподіл дотичних напружень при дії зосередженої сили в 21,1 кН(а) 37,5кН(б) та 54,2кН(в)

В результаті розрахунку встановлено, що руйнівним зусиллям для даного стику балки з колоною є зосереджена сила величиною 54,2 кН

3.4 Висновки

В результаті скінченно-елементного розрахунку, виконаного в програмному комплексі ANSYS APDL, визначено руйнівне зусилля, яке становить 54,2 кН для досліджуваної моделі. Визначено місця концентрації та розподіл

нормальних та дотичних напружень за умови дії зосередженої сили різної величини.

Так, нормальні напруження локалізовані на верхній грані балки. Дотичні напруження сконцентровані в тілі колони в місці стику балки.

Розподіл напружень є характерним для даної розрахункової схеми вузла.

РОЗДІЛ 4

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення» небезпечні і шкідливі фактори - це виробничі фактори, вплив яких може призвести до погіршення здоров'я робітників чи травм. Згідно п.5 проводиться організація управління охороною праці. Площі санітарно-побутових приміщень проводяться згідно т.6.1 ДБН А.3.2-2-2009.

Під час монтажу будівельних конструкцій основними шкідливими виробничими факторами слід вважати:

- машини і механізми, що рухаються і працюють, включаючи вантажопідіймальні;
- переміщення при підйомі і установці в проектне положення конструктивних елементів будівельних конструкцій, а також укрупнених блоків будинків і споруд;
- втрату стійкості монтуємих чи змонтованих будівельних майданчиків;
- розташування робочого місця на висоті від поверхні землі, підлоги, міжповерхових перекриттів і робочих чи монтажних площадок;
- недостатню освітленість робочої зони;
- дію вітру на вантажопідіймальні крани, а також на окремо змонтовані будівельні конструкції чи частини будинків і споруд;
- фізичні перевантаження при перенесенні вантажів вручну;
- підвищену чи знижену температуру повітря робочої зони;

- небезпечну і шкідливу дію на людей електричного струму, електричної дуги, електромагнітного випромінювання і статичної електрики;
- вплив підвищеного рівня ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань при виконанні електрозварювальних робіт, а також іонізуючих випромінювань при контролі якості зварених швів;
- токсичний і дратівний вплив на дихальні шляхи газів і аерозолів, що утворюються при зварювальних роботах;
- токсичний і дратівний вплив лакофарбових матеріалів, а також пари від них на дихальні шляхи людини при виконанні антикорозійних робіт;
- використання порохового монтажного інструмента.

Фахівцям, робота яких пов'язана з монтажем будівельних конструкцій, в обов'язковому порядку доводиться інструкція, в якій перераховані їх безпосередні обов'язки і правила, що стосуються охорони праці і, в першу чергу, зачіпають дотримання пожежної безпеки.

Пожежна безпека - це стан об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека забезпечується завдяки створенню системи заходів пожежної профілактики і активного пожежного захисту.

Пожежна профілактика - комплекс організаційних заходів і технічних засобів, що спрямовані на запобігання можливого виникнення пожежі чи зменшення її наслідків,

Система активного пожежного захисту - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів по боротьбі з пожежами і запобігання дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також обмеження матеріальних збитків від неї.

Для запобігання пожеж у будівельних організаціях розробляють організаційні, технічні, режимного характеру, пожежно-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні та інші заходи режимів експлуатації машин і обладнання, за яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я при роботі, контакт нагрітих деталей обладнання з горючими матеріалами.

До організаційних заходів належать правильний вибір технології; недопущення захаращення приміщень і будівельних майданчиків; навчання працівників правилам пожежної безпеки; спеціальне розміщення матеріалів на складах та техніки в гаражах і ремонтних майстернях.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору і монтажу електрообладнання, систем блискавкозахисту об'єктів і влаштування заземлення, іскрогасників тощо.

Заходи режимного характеру - це заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть самозагорятись і т. ін.

Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, забезпечення об'єктів первинними засобами вогнегасіння, а також підтримування постійно в справному стані водопровідної системи тощо.

Заходів будівельно-конструктивного характеру вживають в процесі проектування і будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель, а також при конструюванні машин і обладнання.

Це лише невелика частина заходів, що стосуються запобігання головних ризиків на будь – якому будівельному майданчику.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва від надзвичайних ситуацій природнього характеру

Зведення багатьох об'єктів будівництва в даний час неможливо без урахування їх реакції на сейсмічні навантаження. Дослідження їх міцності експериментальними методами без глибокого теоретичного аналізу не дає необхідних результатів.

4.2.2 Коротка характеристика впливу надзвичайних ситуацій природнього характеру

В Україні щороку виникає від 100 до 300 надзвичайних ситуацій природнього походження. Стихійні лиха — це небезпечні природні явища, процеси атмосферного, гідрологічного, геологічного, біосферного або іншого походження таких масштабів, які призводять до катастрофічних ситуацій з раптовим порушенням систем життєдіяльності населення, руйнуванням і знищенням матеріальних цінностей, об'єктів народного господарства, що у свою чергу може спричинити аварії й катастрофи. Справжнім лихом є землетруси, повені, зсуви, селеві потоки, бурі, урагани, снігові заноси, пожежі лісів, торфу, полів і населених пунктів. Тільки за останні 20 років вони забрали життя більше трьох мільйонів чоловік. За даними ООН, за цей період майже один мільярд жителів нашої планети потерпіли від стихійних лих. Для ліквідації їх наслідків залучаються сили і засоби цивільного захисту, часто значна частина населення і військові формування, а на відповідні роботи витрачаються багато

сил і великі матеріальні кошти. Кожне стихійне лихо має свої причини виникнення, притаманні тільки йому особливості впливу на навколишнє середовище, фізичну суть і руйнівні сили. Проте їм характерні й загальні властивості — це великий просторовий захват, сильна психологічна дія на населення і значний вплив на навколишнє середовище. Знаючи характер стихійних лих, причини їх виникнення, можна завчасно вжити заходів і тим самим запобігти деяким з них або значно зменшити їх руйнівний вплив, спланувати правильні дії населення для проведення рятувальних робіт. Велике значення має проведення профілактичних робіт з метою запобігання збиткам від стихії або зменшення їх. Важливо своєчасно провести роботи, спрямовані на локалізацію стихійного лиха, щоб зменшити зони руйнувань, скоротити до мінімуму збитки і своєчасно надати допомогу потерпілим. В Україні найчастіше спостерігаються такі надзвичайні ситуації природного походження: — небезпечні геологічні явища: зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні різного походження; — небезпечні метеорологічні явища: зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь; — небезпечні гідрологічні явища: повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод; — природні пожежі лісових та торф'яних масивів; — масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

4.2.3 Заходи при землетрусі

Івано-Франківська область, як частина Карпатського регіону, відноситься до сейсмонебезпечних регіонів України. Сейсмічна активність, як і в будь-якому куточку планети, фіксується постійно, але більшість землетрусів не відчутна. Останні раз сейсмічні поштовхи відчувались на території Івано-Франківщини 27 жовтня 2004 року під час землетрусу з епіцентром у Румунії. Інтенсивність землетрусу на Івано-Франківщині склала 2-3 бали за шкалою MSK-64.

Епіцентрами більшості землетрусів, які відчутно коливають Івано-Франківську область, знаходяться у Румунії в зоні Вранча. Вплив цієї сейсмічної зони на Івано-Франківську область може, теоретично, досягати 8 балів за шкалою MSK-64, тобто, можна очікувати великі тріщини в стінах і слабкі руйнування будинків, падіння труб, пам'ятників. Хоча найвищий бал 6 і подекуди 7 було зафіксовано в 1802 році. Землетруси починаються раптово і охоплюють значні території. Руйнування будівель, зсуви і обвали крутих схилів є головними причинами людських жертв і великих матеріальних збитків при сильних землетрусах. Сейсмічними вважають райони, де зареєстровані або теоретично очікувані землетруси у 6 балів та вище. Основні вимоги до будівництва у сейсмічних районах зведено до вжиття таких заходів: 1. Вибір ділянки для будівництва. 2. Вибір конструктивного рішення (КР) та об'ємно-планувального рішення (ОПР). 3. Забезпечення високої якості будівництва. 4. Поділ будівель і споруд антисейсмічними швами. Будівельні майданчики під населені пункти і споруди обираються з урахуванням геологічних даних, якнайдалі від можливих або явних розривних порушень, далеко від крутих схилів, що загрожують обвалами і зсувами. Несприятливими для будівництва вважають пухкі ґрунти і тріщинуваті породи. При виборі ділянки для забудови враховують такі поняття як сейсмостійкість будівельних об'єктів та сейсмічність будівельного майданчика. Сейсмостійкістю називають здатність ґрунтів, будівель і споруд протистояти сейсмічним впливам. Заходи з підвищення сейсмостійкості будівель застосовуються у районах із сейсмічністю у 7 балів і вище. Нормативне обґрунтування цих заходів здійснюється за «ДБН В.1.112:2006. Будівництво у сейсмічних районах України». За сейсмічності більше 9 балів зведення капітальних будівель заборонено.

4.2.4 Заходи щодо підвищення стійкості об'єкта

Одне з основних завдань в області цивільного захисту ЦЗ - проведення заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єктів в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу. Під стійкістю функціонування будівельного об'єкта розуміють здатність його в надзвичайних ситуацій виконувати покладену на нього функцію, а при отриманні слабких і середніх руйнувань або порушенні зв'язків з постачання, відновлювати виконання покладеної функції в мінімальні терміни. Розглянутий мною об'єкт будівництва є не стійким до дії ударних хвиль, тому що розглянуті мною безкаркасні арочні ангари мають невелику товщину стінки і власну вагу, що не забезпечує належної стійкості будівлі, отже, необхідно розробляти низку заходів щодо підвищення його стійкості. Для цього необхідно зробити наступне: 1. Підвищити стійкість промислової споруди шляхом встановлення більш міцного металевого каркасу, встановлення більш міцних рам для дверей і вікон, зменшення прольоту несучих конструкцій, а також зміцнення стін будівлі більш міцними матеріалами. 2. Для підвищення стійкості кранів та кранового обладнання до впливу ударної хвилі доцільно забезпечити їх жорстку фіксацію на міцному фундаменті, розташовувати устаткування за міцними елементами будівлі і споруд на ймовірному напрямку дії ударної хвилі, забезпечити додаткові точки фіксації і кріплення. Також необхідно встановлювати контрфорси, що підвищують стійкість обладнання до дії швидкісного напору ударної хвилі. 3. Для підвищення стійкості кабельних наземних ліній слід помістити їх під землю, також можливе їх зміцнення за рахунок укладання їх всередину, а також за рахунок застосування броньованих кабелів.

4.2.5 Системи сейсμοзахисту будівель і споруд

Загальна класифікація систем сейсμοзахисту споруд представлена на рис. 4.2. Вона складається з традиційних методів забезпечення сейсможіткості та спеціальних засобів сейсμοзахисту.



Рисунок 4.2 - Загальна класифікація систем сейсможзахисту споруд.

ВИСНОВКИ

У роботі виконані наступні завдання:

- розроблена архітектурна частина проекту в складі пояснювальної записки, основні архітектурні рішення будівлі і генплан;

- в розрахунково-конструктивній частині виконаний розрахунок монолітних залізобетонних колон і перекриттів будівлі, підібрані перерізи основних елементів;

- розроблено скінченно-елементу модель залізобетонного монолітного вузла стикування колони та балки;

- визначено зони локалізації нормальних та дотичних напружень у залізобетонному монолітному вузлі стикування колони та балки;

- встановити, що критичною величиною зусилля при якому відбувається руйнування залізобетонного монолітного вузла стикування колони та балки є 54,2кН;

- розроблено заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. –104 с.
3. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006
4. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
5. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
6. Зоценко, Н. Л. Закрепление оснований цементацией буросмесительным методом [Текст] \\\Н. Л. Зоценко, И. И. Ларцева, В. И. Марченко // Геотехнические проблемы мегаполисов: тр.междунар. конф. по геотехнике, Т. 5. – М.: ПИ «Геореконструкция», 2010. – С. 1781–1788.
7. Винников, Ю. Л. Численный расчет армированного основания в вероятностной постановке [Текст] / Ю. Л. Винников, М. А. Харченко, В. И. Марченко // Численные методы расчетов в практической геотехнике: сб. статей науч.-техн.конф. / СПбГАСУ. – С-Пб., 2012. – С. 86–93.
8. Винников, Ю. Л. Імовірнісний аналіз напружено-деформованого стану армованої основи методом скінчених елементів [Текст] / Ю. Л. Винников, М. О. Харченко, В. І. Марченко // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. / НУВГП. – Рівне, 2012. – Вип. 23. – С. 555–562.
9. Won, J. A probabilistic approach to estimate one dimensional consolidation settlements [Текст] / J. Won // Proc. of the 17th Intern. Conf. on

Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Olexandria, 2009. – P. 2012–2015.

10. Pereira, C. Shallow Foundation Design through Probabilistic and Deterministic [Текст] / C. Pereira & L. Caldeira // Proc. of the 3rd Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2011). – Munich, 2011. – P. 199–207.

11. Kisse, A. A Consistent Failure Model for Probabilistic Analysis of Shallow Foundations [Текст] / A. Kisse // Proc. of the 3rd Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2011). – Munich, 2011. – P. 385–392.

12. Baars, S. Adaption of finite element models for probabilistic design [Текст] / M. A. Deptula, E. Dembicki, Ph. Gotteland // Proc. of the 11rd Baltic Sea Geotechnical Conf. «Geotechnics in Maritime Engineering». – Gdansk, Poland, 2007. – P. 683–689.

13. Haldar, A. Reliability Assessment Using Stochastic Finite Elements Analysis [Текст] / A. Haldar, S. Mahadevan. – New York: John Wiley, 2000. – 220 p.

14. Stefanou, G. The stochastic finite element methods: past, present and future [Текст] / G. Stefanou // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – Vol. 198, № 9–12, 2009. P.

15. Мурин А.Я. Міцність нормальних перерізів залізобетонних блоків, підсилених зовнішньою композитною арматурою // Вісник національного університету "Львівська політехніка" "Теорія і практика будівництва". – 2008. – №627. – С. 155–158.

16. Боярчук Б.А. Міцність, тріщиностійкість та деформативність залізобетонних конструкцій при різних способах підсилення розтягнутої зони: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / Б.А. Боярчук. – Луцьк, 2003. – 157с.

17. Смолянінов М.Ю. Підсилення залізобетонних елементів, що зазнають згину, акриловим полімеррозчином // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2005. – Вип. 12. – С. 432-439.

18. Погореляк А.П. Исследование работы железобетонных изгибаемых элементов на поперечную силу при многократно-повторных нагрузениях: дисс. канд. техн. Наук / А.П. Погореляк - Ровно, 1981. 174 с.

19. Панчук Ю.М. Деформативність згинальних залізобетонних елементів при короткочасних малоциклових навантаженнях високих рівнів // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2001. – Вип. 1. – С. 105.

20. Бабич Є.М. Деструктивні особливості і малоциклова втомленість важкого бетону при малоцикловому стиску / Є.М. Бабич, Ю.М. Панчук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2004. – Вип. 4. – С. 106 - 110.

21. Панчук Ю.М. Дослідження деформацій стиснутого бетону і розтягнутої арматури залізобетонних балок зі змішаним армуванням при мало циклових навантаженнях високих рівнів // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2005. – Вип. 5. – С. 226 - 235.

22. Коваль П.М., Полюга Р.І. Малоциклові навантаження в роботі автотодорожніх мостів // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2008. – Вип. 17. – С. 341-347.

23. Валовий О.І. Міцність залізобетонних балок, підсилених у розтягнутій зоні із бетонів на відходах збагачених залізних руд при малоциклових навантаженнях високих рівнів / О.І. Валовий, П.І. Герб // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2010. – Вип. 20. – С. 473 – 480.

24. Валовий О.І. Розрахунок прогинів залізобетонних балок, підсилених у розтягнутій зоні із бетонів на відходах збагачених залізних руд при малоциклових навантаженнях високих рівнів / О.І. Валовий, П.І. Герб // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2011. – Вип. 22. – С. 781 – 786.

25. Борисюк О.П. Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів

залізобетонних згинальних елементів, підсилених зовнішньою композитною арматурою за дії малоциклових навантажень / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Рекомендації. – Рівне: НУВГП, 2012. – 38 с.

26. Борисюк О.П. Міцність, жорсткість та тріщиностійкість нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: НТУ, 2012. – Випуск 2 (32). – Т.2. – С. 3 – 10.

27. Борисюк А.П. Расчет прочности за нормальными сечениями, жесткостью и трещиностойкостью железобетонных балок, усиленных композитными материалами на основе углепластиков в растянутой зоне / А.П. Борисюк, А.П. Конончук // Строительство в прибрежных курортных регионах: материалы 7-й международной научно-практической конф. – Сочи: СГУ, 2012. – С. 84 – 88.

28. Борисюк О.П. Жорсткість та тріщиностійкість згинальних залізобетонних елементів підсилених вуглепластиками в розтягнутій зоні / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: материалы III международной научно-технической Интернет-конференции. – Харьков: ХНАГХ, 2012. – С. 9 – 15.

29. Бабич Є.М. Розрахунок нерозрізних залізобетонних балок із використанням деформаційної моделі / Бабич Є.М., Бабич В.Є., Савицький В.В. // Рекомендації. – Рівне, 2005. – 37 с.

30. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертжей. – Томск, 1990. 320с.

31. Гольшев А.Б., Ткаченко И.Н. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений. – К.:Логос,2001. – 172с.

32. Усиление строительных конструкций. Хило Е.Р., Попович Б.С. –

Львов: Вища школа: Изд – во при Львов. ун – те, 1985. - 156с.

33. Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С.. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. – М.: Стройиздат, 1990. - 250с.

34. Расчет и технические решения усиления железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований/ А.Б. Голышев, П.И.Кривошеев, П.М. Козелецкий и др.: под ред. А.Б. Голышева. – К.: Логос. – 2008. – 304с.

35. Куликов А.Н. К вопросу определения трещиностойкости фибро-железобетона при осевом растяжении // Исследования в области железобетонных конструкций. Сб. тр. ЛИСИ, № 111. - Ленинград: ЛИСИ, 1976. - С. 9 - 22.

36. Кваша В.Г. Розрахунок міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених зовнішнім наклеєним композитним армуванням, на основі деформаційної моделі / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2008. – Вип. 16. Ч.1. – С. 363-371.

37. Клампущ М.Д. Розрахунок міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених вуглецевими полімерами / М.Д. Клампущ, В.Г. Кваша // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2007. – Вип. 15. – С. 270-276.

38. Внешние армирование железобетонных конструкций композитными материалами. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. М.: Стройиздат. 2007, 182с.

39. Перераспределение моментов в неразрезных железобетонных балках, упроченных слоистыми углепластиками. Аиелло М.А., Валенте Л., Риццо А.. Мех. композит. матер. 2007. 43, № 5 с. 667 – 686.

40. Бамбура А.Н. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе / А.Н. Бамбура, А.Б. Гурковский // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник. - Київ: НДІБК, 2003.- Випуск 59.- Книга 1.- С. 121 – 130.

41. Крусъ Ю.О. Метод визначення малоциклової втомленості бетону із застосуванням енергетичних гіпотез / Ю.О. Крусъ // Проблеми теорії і практики залізобетону: Збірник наукових статей.- Полтава,1997.- С. 265 – 268.
42. Meier U. Strengthening of Structures with CFRP Laminates, Advanced Composite Materials in Civil Engineering Structures, / U. Meier, K. Kaiser // Proceedings of the Specialty Conference (ASCE), Las Vegas, Nevada, 1991. p. 224-232.
43. Ritchie P. External Reinforcement of Concrete Beams / P. Ritchie, D. Thomas, G. M. Connelly // Iszng Fiber-Reinforced Plastics, AC 1 Structural Jornal, 8 (4), 1991, pp. 490-500.
44. Bond behaviour of CFRP reinforcement for tarsional strengthing of solid and box – section RC beams. Al – Mahaidi Riadh, Hii Adrian K.Y. Composites. B.2007.38, №5 – 6,с.720 – 731.
45. http://nebook.net/book_osnovi-ekonomchnih-teorj_568_page_1
46. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці / За ред.. Гандзюка М. П. - К.: Каравела 2003 - 405 с.
47. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В.В., та інші. Основи охорони праці: Підручник. -К.: Основа, 2006. -444 с.
48. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях, Ткачук К.Н. и др.-К.: Техника, 1991 -285 с.
49. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.
50. Пожежна безпека. Навч. посіб. /За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтех-ніка, 1999-255 с.
51. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене. — К.: Видавництво А.С.К., 2007. - 944 с.