



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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(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 Бігуну Михайлу Вікторовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект торгово-офісного центру у Вінниці з дослідженням жорсткості металевої балки

Керівник роботи Сорочак Андрій Петрович, 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)  
6-8 листів формату А1



## ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельний .....	9
1.1 Вихідні дані.....	9
1.2 Генеральний план .....	9
1.3 Об'ємно-планувальні рішення.....	10
1.4 Конструктивні рішення будівлі .....	13
1.5 Внутрішнє оздоблення.....	14
1.6 Зовнішнє оздоблення .....	14
1.7 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції .....	14
1.8 Інженерне обладнання будівлі.....	16
1.8.1 Теплопостачання та опалення.....	16
1.8.2 Вентиляція та кондиціонування .....	16
1.8.3 Протидимний захист при пожежі .....	17
1.8.4 Зовнішні мережі водопостачання та каналізації .....	17
1.8.5 Господарсько-питний, протипожежний водогін.....	17
1.8.6 Побутова каналізація, виробнича каналізація.....	18
1.8.9 Внутрішні мережі водопостачання та каналізації .....	18
1.9 Електротехнічна частина .....	19
1.10 Системи зв'язку, структуровані кабельні системи.....	19
1.11 Автоматизована система диспетчерського управління інженерним обладнанням будівлі .....	19
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивний .....	22
2.1 Збір навантажень на каркас.....	22
2.1.1 Вітрові навантаження .....	25
2.2 Статичний розрахунок сталевих каркасу.....	30
2.3 Розрахунок і конструювання елементів каркасу.....	34
РОЗДІЛ 3. Організаційно-технологічний .....	42
3.1 Коротка характеристика об'єкта .....	42
3.2 Визначення об'ємів робіт.....	42

3.3 Вибір методів виконання робіт та основних будівельних машин і механізмів	44
3.3.1 Земляні роботи.....	45
3.4 Зведення підземної частини будівлі.....	46
3.4.1 Попередній вибір крана за необхідними технічними параметрами .....	46
3.4.2 Результати аналізу обраних варіантів механізації.....	48
3.5 Календарне планування.....	48
3.6 Проектування будгенплану об'єкта з розрахунком будівельного господарства.....	49
3.6.1 Потреба в тимчасових будівлях і спорудах.....	49
3.6.2 Водопостачання будівельного майданчика.....	50
3.6.3. Електропостачання будівельного майданчика.....	50
3.7 Техніко-економічна оцінка проекту виконання робіт.....	50
РОЗДІЛ 4. Науково-дослідний.....	52
3.1 Висновок до розділу 4.....	57
РОЗДІЛ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	58
5.1 Охорона праці.....	58
5.1.1 Основні законодавчі акти України з охорони праці.....	58
5.1.2 Охорона праці і техніка безпеки при зведенні громадської будівлі.....	59
5.1.3 Вентиляція.....	60
5.2 Цивільний захист.....	63
5.2.1 Законодавство України про цивільну оборону .....	63
5.2.2 Евакуація відвідувачів приміщень при пожежах.....	64
ВИСНОВКИ.....	67
Бібліографія.....	68

## ВСТУП

Дедалі затребуванішими в Україні стають будівлі із застосуванням металевих каркасів. Область застосування такої технології зведення доволі значна. Найшвидше впровадження металевих каркасів відбувається при будівництві громадських, промислових, а також у велико-габаритних спорудах та будівлях. Одним із найважливіших елементів у металевому каркасі є балки. Вони, сприймаючи навантаження від зовнішніх та внутрішніх факторів зазнають втомних пошкоджень, що може призвести до втрати несучої здатності [1].

Разом із вищенаведеними факторами доволі важливим є комплексне питання економічної вартості та стійкості металевих прогінних балок двотаврового перерізу.

Дослідження стійкості прогінних металевих балочних елементів завжди було актуальною задачею. Для конструкцій, які працюють в умовах тривалих та довготривалих навантажень їхня дія може спричинити поступове накопичення деформацій та подальшу втрату стійкості, як наслідок – руйнування. При виготовленні та проектуванні балочної конструкції важливим є достовірність отриманих результатів розрахунку, оскільки це дає змогу раціональніше застосовувати матеріал конструкції, забезпечивши відчутну економічність. Особливо слід звертати увагу на місця втрати локальної стійкості, таких елементів двотаврової балки як стінка та полиці, оскільки саме такі явища свідчать про подальшу втрату несучої здатності балки.

Враховуючи вищезазначені обставини та фактори, загальноприйняті методи розрахунку балочних конструкцій не враховують в достатньому обсязі цих особливостей. Так, згідно усталених підходів розрахунку, досить трудомістким і складним є процес розрахунку стійкості металевої двотаврової балки при комплексній дії внутрішніх та зовнішніх навантажень, що призводить до надмірного запасу міцності та необґрунтованого удорожчання будівельних конструкцій та всієї споруди загалом.

Поряд із цим, сучасні покоління електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) та значний розвиток програмного забезпечення(ПЗ), з використанням чисельних методів, дає можливість враховувати безліч чинників для оцінки стійкості балочних конструкцій [4].

Дослідження прийнятих конструктивних варіантів на загальну та локальну стійкість металевих прогінних балок дають можливість з високою довірчою ймовірністю визначити функціональну придатність конструкції, а одержані результати становитимуть теоретичний і практичний інтерес.

**Актуальність теми.** Значне використання двотаврових металевих балок сприяє вдосконаленню існуючих методів розрахунку, які підвищили б надійність таких конструкцій при дії експлуатаційних навантажень та зумовили б певний економічний ефект. Так, металеві двотаврові балки громадських будівель передбачають вплив на них різноманітного зовнішніх та внутрішніх чинників і, відповідно, працюють в умовах підвищених навантажень. При цьому розрахунок загальної та місцевої стійкості виконаний за існуючою аналітичною методикою, зумовлює недовантаження матеріалу двотаврових металевих балок і є однією із причин підвищення вартості балок та збільшення їхньої власної ваги. Тому сучасні методики з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) сприяють раціональному проектуванню та покликані дати змогу забезпечити підвищення економічності двотаврових металевих балок, що є актуальним в сьогодення.

**Доцільність проведення досліджень** зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість забезпечити довговічність та економічність металевих двотаврових балок і будівлі в цілому впродовж усього терміну експлуатації.

**Метою роботи** є розробка проекту торгово-офісного центру у Вінниці з дослідженням жорсткості металевої балки.

**Завданнями роботи** є:

- розробити основні об'ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення торгово-офісного центру;

- визначити інженерно-геологічні умови будівництва, визначити тип та розрахувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- визначити особливості роботи та розрахунку стійкості металевих двотаврових балок;
- розробити скінченно-елементну модель металевої двотаврової балки;
- провести розрахунок стійкості металевої двотаврової балки чисельним методом;
- на підставі аналізу отриманих розрахункових даних дати рекомендації стосовно економічного проектування металевих двотаврових балок;
- розробити заходи по охороні праці, цивільному захисту населення.

**Галуззю застосування** результатів роботи є проектування, виготовлення, експлуатація та відновлення пошкоджених двотаврових металевих балок.

**Об'єктом дослідження** є металеві двотаврові балки змінного поперечного перерізу при дії статичних та циклічних навантажень.

**Предметом дослідження** є стійкість металевих двотаврових балок.

**Методами дослідження** є метод скінченних елементів реалізований у прикладному програмному комплексі «ЛПРА».

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в тому, що:

– отримала подальший розвиток методика комп'ютерного моделювання з визначення стійкості металевих двотаврових балок.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення та оптимізації конструкції металевих двотаврових балок при проектуванні.

**Апробація результатів** магістерської 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:** металева балка, циклічне навантаження.

## РОЗДІЛ 1.

### Архітектурно-будівельний

#### 1.1 Вихідні дані

Майданчик для будівництва торгово-офісного центру у Вінниці характеризується наступними кліматологічними, гідрологічними та топографічними умовами:

- кліматичний район 1;
- вага снігового покриву на горизонтальній поверхні землі становить 160 кг/м<sup>2</sup>;
- швидкісний тиск вітру на висоті 10 м від поверхні землі - 45 кг/ м<sup>2</sup>;
- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря – -22<sup>0</sup>С;
- нормативна глибина сезонного промерзання – 90 см.;
- кількість опадів за рік – 514 мм;
- розрахункова сейсмічність – 6 балів.
- ступінь вогнестійкості – II.

Кліматичні характеристики наведені по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія

В основі фундаментів залягають супіски пилюваті без домішок органічних речовин малого ступеня водонасичення, тверді, непросідаючі, ненабухаючі без навантажень, незасолені.

#### 1.2 Генеральний план

«Торгово-офісний центр у Вінниці» розташований в центральному районі міста, в кварталі багатосекційних 9 - 12 поверхових житлових будинків по вул. Багалія.

При розробці генерального плану враховувалися такі фактори:

- функціональне зонування території в ув'язці з існуючою територією

житлової забудови і в тому числі в частині дотримання коефіцієнту природного освітлення;

- під'їзди до завантажувальних закритих дебаркадерів;
- санітарні та пожежні норми;
- парковки автотранспорту.

Головним фасадом будівля орієнтована на вул. Багалія. Рельєф ділянки має невеликий ухил з півночі на південь. Благоустрій та озеленення ділянки розроблені з урахуванням функціональних зон, організації рельєфу і розміщення підземних комунікацій. Покриття проїздів - асфальтобетонне, тротуарів - бетонна плитка. Водовідвід від внутрішніх водостоків будівлі вирішено по бетонних лотках з випуском на проїжджу частину і далі в дощову каналізацію. Озеленення вирішується посадками багаторічних квітів і трав на вазонах. Газони прилеглої території засіваються насінням багаторічних трав. На ділянці будівництва немає зелених насаджень, що підлягають знесенню. Проектом благоустрою передбачається влаштування двох відкритих автостоянок.

Господарсько-побутові стоки відводяться в мережу міської каналізації. Для збору сміття майданчик обладнаний мусороконтейнерами з подальшим вивезенням на смітник ТПВ. У проекті передбачається застосування сучасного обладнання, що відповідають високими екологічними вимогами. Шкідливі викиди в атмосферу відсутні.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники по генплану

	Найменування показників	Одиниця виміру	Кільк.
1	2	3	4
1	Площа ділянки	га	0,3634
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	1618,10
3	Будівельний об'єм, усього:	м <sup>3</sup>	85915,74
4	Будівельний об'єм вище 0,000	м <sup>3</sup>	76459,20
5	Будівельний об'єм нижче 0,000	м <sup>3</sup>	9456,54
6	Загальна площа будівлі	м <sup>2</sup>	23559,00

### 1.3 Об'ємно-планувальні рішення

«Торгово-офісний центр у Вінниці» є п'ятнадцяти поверховою спорудою багатофункціонального використання.

Будівля має прямокутні розміри в плані 42 x 39 м. На першому поверсі будівлі розташовані:

- спортивний магазин з самостійним входом,
- головний вестибюль офісів;
- завантажувальні дебаркадери кафе;
- електроцитова.

Другий поверх займають:

- фітнес-центр.

Вхід в фітнес-центр по зовнішніх сходах, розташований на розі будівлі. На третьому поверсі для обслуговування співробітників, що працюють в будівлі, розміщується зал - кафе з баром і всі допоміжні і робочі приміщення. Доставка продуктів та видалення відходів здійснюється спеціальними малими ліфтами і за допомогою сходів. Вхід в сходи - з приміщення завантажувальної, на першому поверсі, із боку двору. З четвертого по п'ятнадцятий поверхи розташовуються офісні приміщення.

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень громадського призначення

	Назва приміщення	Од. вим.	Кільк.
1	Площа приміщень кафе, всього:	м <sup>2</sup>	1349,71
	в тому числі: обідній зал	м <sup>2</sup>	476,30
	робочі приміщення 1 поверху	м <sup>2</sup>	71,00
	робочі приміщення 3 поверху	м <sup>2</sup>	795,41
2	Площа приміщень фітнес-центру, всього:	м <sup>2</sup>	1387,15
	в тому числі: тренажерний зал	м <sup>2</sup>	425,20
	зал аеробіки	м <sup>2</sup>	66,00
	зал йоги	м <sup>2</sup>	92,50
	солярій	м <sup>2</sup>	55,60
	робочі приміщення	м <sup>2</sup>	747,85
3	Площа приміщень спортивного магазину, всього:	м <sup>2</sup>	925,23
	в тому числі: торговий зал	м <sup>2</sup>	551,00
	приміщення складу	м <sup>2</sup>	122,00
	робочі приміщення	м <sup>2</sup>	252,23
4	Площа підземної автостоянки	м <sup>2</sup>	2092,40

Входи і виходи з приміщень 4-15 поверхів обладнані двома

незадимлюваними сходовими клітками з виходом однієї з них через вестибюль 1-го поверху, інший - через повітряну зону. Крім цього вертикальний зв'язок забезпечується трьома вантажопасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 1000кг, один з яких може використовуватися пожежниками в разі пожежі.

Вхід в фітнес-центр самостійний, по зовнішніх сходах на другий поверх.

Вхід в кафе передбачений як безпосередньо з поверхів офісної частини будівлі сходами і трьома ліфтами, так і з вулиці через центральний вестибюль. Для обслуговування відвідувачів з вулиці передбачено самостійні сходи, що ведуть з центрального вестибюля в аванзал кафе, де є гардероб верхнього одягу і санвузли.

У двох підвальних поверхах розміщуються стоянки для автомобілів. В'їзди в приміщення стоянок з боку вулиці. У верхньому рівні стоянок, на позначці - 3,000 передбачені інженерно-технічні приміщення: тепловий пункт, насосна станція пожежогасіння, приточно-витяжні венткамери. Всі приміщення мають самостійний вихід на вулицю.

Над п'ятнадцятим поверхом офісів розташовані технічні приміщення для розміщення вентиляційних камер та інших приміщень.

Для харчування співробітників офісів на третьому поверсі будівлі запроектовано кафе на 250 місць. Для переміщення співробітників по поверхах передбачені пасажирські ліфти.

Кафе на 250 місць запроектовано з роботою на сировину. Потужність виробництва - 4500 страв в день, 1200 борошняних виробів. У кафе є: зал з баром, гарячий цех, холодний цех з приміщенням зберігання і різання хліба, мийна столового посуду, мийна кухонного посуду, цех борошняних виробів, м'ясо-рибний цех, овочевий цех, приміщення завідувача виробництвом, складська група з чотирма охолоджуваними камерами, гардеробом персоналу, приміщення персоналу, санвузли, адміністративні приміщення, комора прибирального інвентарю, гардероб для офіціантів, приміщення для офіціантів.

Всі виробничі приміщення обладнані технологічним і холодильним

обладнанням згідно свого призначення і норм оснащення підприємств громадського харчування. Доставка продуктів здійснюється спеціальним автотранспортом. Розвантаження продуктів здійснюється в дебаркадері, розташованому на першому поверсі, де встановлені два ліфта по 250 кг. Один з ліфтів призначений для сировини, інший - для готової продукції (хліба). Крім цього на першому поверсі є приміщення для зберігання харчових відходів. Харчові відходи подаються з кафе і доставляються в приміщення для зберігання швидкопсувних харчових продуктів. Передбачені 4 холодильні камери, а також у всіх виробничих приміщеннях холодильне обладнання.

#### **1.4 Конструктивні рішення будівлі**

Конструктивно рішення виконано за каркасною схемою з зовнішніми огорожувальними самонесучими стінами, опираються по поверхах на ригелі каркасу і збірними перекриттями. Каркас будівель розроблений з сталевих елементів по рамно-в'язевий схемі в поздовжньому і поперечному напрямках на всю висоту будівлі.

Зовнішня стіна являє собою наступну конструкцію:

- зовнішня верста (цегла) товщиною 250мм;
- внутрішній оздоблювальний шар з плит ГВЛ завтовшки 10,0 мм по металевому каркасу із заповненням ISOVER KL-37 = 50мм,  $\gamma = 15\text{кг} / \text{м}^3$ ;
- утеплення зовнішнє - з утеплювача типу «ISOVER».

Перший, внутрішній шар - ISOVER KL-35 = 100мм.  $\gamma = 17\text{кг} / \text{м}^3$ ;

Другий, верхній шар - ISOVER RKL = 30мм.  $\gamma = 70\text{кг} / \text{м}^3$

Навісні фасади системи «U-Кон» із заповненням керамогранітом товщиною 9мм.  $\gamma = 20\text{кг} / \text{м}^2$ .

Геометрична незмінність каркаса забезпечується в поперечному напрямку - пристроєм жорстких вузлів сполучення ригелів з колонами. На рівні перекриттів виконується жорсткий диск шляхом анкерування плит перекриття між собою і з

ригелями. Сполучення колон з фундаментної плити - жорстке. Фундаменти будівель запроектовані: монолітна залізобетонна плита з бетону класу C15 / 20 (F75) на палях. Зовнішні стіни підвалу - залізобетонні блоки з монолітними шпонками з бетону C15 / 20. Міжповерхові перекриття виконані зі збірних залізобетонних плит перекриттів. Покрівля плоска поєднана.

### **1.5 Внутрішнє оздоблення**

Різноманіття видів внутрішньої обробки приміщень дозволяє застосовувати різні сучасні оздоблювальні матеріали.

Прийнято наступні види обробки приміщень:

стіни - декоративна штукатурка, водоемульсійна фарбування, шпалери, в санвузлах керамічна глазурована плитка.

підлоги - керамограніт, лінолеум, керамічна плитка.

стелі - підвісні, типу ARMSTRONG.

### **1.6 Зовнішнє оздоблення**

У зовнішній обробці будівлі використані сучасні матеріали в частині влаштування вентиляваного фасаду утеплювачем типу «Isover» з зовнішнім оздоблювальним шаром - з керамограніту.

Вітражні системи на головному фасаді - алюмінієві профілі SCHÜKO з анодованим покриттям із заповненням 2х камерними склопакетами.

Віконні заповнення - система SCHÜKO з двокамерним заповненням.

### **1.7 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції**

а) Тип будівлі - громадська будівля

- б) Район будівництва - Вінниця
- в) Розрахункова температура внутрішнього повітря,  $t_{в} = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- г) Відносна вологість внутрішнього повітря,  $\varphi = 55\%$ ,
- д) Вологісний режим приміщення - нормальний
- е) Умови експлуатації огорожувальних конструкцій – Б
- ж) Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що дорівнює середній температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92,  $t_{н} = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- з) Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\alpha_{в} = 8,7\text{ Вт / (м}^2\cdot\text{ }^{\circ}\text{C)}$ ,
- і) Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\alpha_{н} = 23\text{ Вт / (м}^2\cdot\text{ }^{\circ}\text{C)}$ ,
- к) Середня температура опалювального періоду з середньою добовою температурою повітря  $\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{оп.пер.} = -9,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- л) Середня тривалість опалювального періоду з середньою добовою температурою повітря  $\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $z_{оп.пер.} = 227\text{ дб}$ .

Таблиця 1.3 – Конструкція стінового огородження

Вид огородження	Матеріал	Товщина шару, $\delta$ , м	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda$ , Вт/(м $^{\circ}\text{C}$ )
Стіна	ISOVER RKL	0,03	0,04
	ISOVER KL-35	0,1	0,042
	Цегла глиняна, звичайна на цементно-піщаному розчині	0,25	0,81
	ISOVER KL-37	0,05	0,044
	плити ГВЛ	0,01	0,22

Визначити градусо-доби опалювального періоду:

$$G_{СОП} - (t_{в} - t_{отгр.})z_{отгр.} = 6606 \quad (1.1)$$

Визначити необхідний опір теплопередачі  $R_{отгр} = 3,3$ . Визначити опір теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_{к} + \frac{1}{\alpha_{н}} = 5,338 \quad (1.2)$$



де  $R_k$  – термічні опори окремих шарів огороджувальних конструкцій,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , визначаються за формулою:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \frac{0,03}{0,04} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,05}{0,044} + \frac{0,01}{0,22} \quad (1.3)$$
$$= 0,75 + 2,38 + 0,309 + 1,136 + 0,045 = 5,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$R_0^\phi \geq R_0^{\text{тп}}$ , отже вимоги ДБН виконані, тепловий захист забезпечений.

## **1.8 Інженерне обладнання будівлі**

### **1.8.1 Теплопостачання та опалення**

Теплопостачання будівлі передбачається від існуючих теплових мереж.

Параметри теплоносія в системах опалення приміщень 95-700С. Система опалення будівлі запроектована двотрубна горизонтальна.

Нагрівальні прилади у всіх системах конвектори «Ізотерм», в сміттекамери - реєстри з гладких труб. Для регулювання тепловіддачі приладів застосовуються теплорегулюючі клапани. Трубопроводи систем опалення передбачаються зі сталевих водогазопровідних і електрозварювальних труб. Магістральні трубопроводи прокладаються з ухилом в бік вузла керування.

### **1.8.2 Вентиляція та кондиціонування**

Вентиляція будинку передбачається припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Для зниження шуму, що передається від обладнання всі вентиляційні системи, обладнані шумоподвляючими пристроями.

Вентиляція підземної автостоянки запроектована припливно-витяжна з механічним спонуканням. Повітрообмін визначений з розрахунку розчинення шкідливостей. Витяжка здійснюється з верхньої і нижньої зон автостоянки в співвідношенні 50х50. Припливне повітря подається в робочу зону.

Для створення комфортних умов перебування людей в будівлі передбачена

поповерхова система центрального кондиціонування.

### **1.8.3 Протидимний захист при пожежі**

Висотна частина будівлі виконана з незадимлюваними сходовими клітками, тому проектом передбачено видалення диму при пожежі через спеціальну шахту димовидалення з механічною вентиляцією і з установкою на кожному поверсі клапанів димовидалення (клапани типу КДП-5). Канали димовидалення розроблені в будівельних конструкціях і мають межу вогнестійкості не менше 1 години. Установка димовидалення ПВС1 розташована на технічному поверсі. Відкривання клапанів димовидалення - автоматичне, від сповіщувачів пожежної сигналізації, встановлених кнопок, інстальованих на кожному поверсі.

Проектом передбачена установка подачі зовнішнього повітря для підпору окремим каналом в верхню частину ліфтових шахт (для забезпечення в них під час пожежі надлишкового тиску, що перешкоджає проникненню диму в ліфтову шахту).

### **1.8.4 Зовнішні мережі водопостачання та каналізації**

На майданчику громадської будівлі запроектовані наступні мережі:

- господарсько-питний, протипожежний водопровід;
- побутова, виробнича каналізація.

### **1.8.5 Господарсько-питний, протипожежний водогін**

Водопровід запроектований для подачі води на потреби господарсько-питного, протипожежного водопостачання адміністративно-торгової будівлі.

Джерелом водопостачання майданчика адміністративно-торгової будівлі є існуючий водопровід. Мережі водопроводу передбачаються із сталевих електрозварювальних труб Ф100мм по ГОСТ 10704-91 з внутрішнім полімерним покриттям і зовнішньою гідроізоляцією. Пожежогасіння майданчика вирішується від існуючих і проєктованих гідрантів.

### **1.8.6 Побутова каналізація, виробнича каналізація**

Побутова каналізація запроектована для відведення побутових і близьких за складом до побутових стоків від громадської будівлі. Відведення стічних вод від кафе здійснюється самостійними випусками Ф100мм. Каналізація виконується з чавунних труб Ф200мм по ГОСТ 9583-75.

### **1.8.9 Внутрішні мережі водопостачання та каналізації**

В адміністративно-торговому будинку запроектовані наступні мережі водопроводу і каналізації:

- господарсько-питний водопровід;
- протипожежний водопровід;
- трубопровід гарячого водопостачання і циркуляції;
- побутова каналізація;
- каналізація фітнес-центру;
- каналізація кафе;
- дощова каналізація.

Подача води в будинок передбачається за двома вводам діаметром Ф100мм кожен. На вводі в будинок встановлюється водомірний вузол для обліку води. Для забезпечення необхідного тиску води у споживачів, в підвалі будівлі запроектовані насосні установки на системах господарсько-питного, протипожежного і циркуляційного водопостачання.

Для відведення стічних вод з покрівлі будівлі встановлюються водостічні воронки з електропідігрівом. Дощові і талі води з покрівлі будівлі по системі внутрішніх водостоків скидаються в водовідвідні лотки. Система водостоків запроектована зі сталевих труб  $\Phi 100$ мм.

## **1.9 Електротехнічна частина**

Електропостачання об'єктів здійснюється від проекрованої трансформаторної підстанції з двома трансформаторами по 1000кВА кожен. Трансформаторна підстанція прибудовується до адміністративної будівлі.

На першому поверсі будівлі передбачається електрощитова, в якій розміщуються ввідні пристрої для всіх проектованих об'єктів.

Проектом передбачається робоче, аварійне, місцеве, евакуаційне та зовнішнє освітлення. Управління освітленням: місцеве, з щитків, через фотореле (зовнішнє освітлення).

## **1.10 Системи зв'язку, структуровані кабельні системи**

У 15-ти поверховій торгово-офісній будівлі передбачаються наступні системи:

- система слабострумових кабель-каналів,
- структурована кабельна система (СКС),
- система колективного прийому телевізійних каналів,
- система телефонного зв'язку.

## **1.11 Автоматизована система диспетчерського управління інженерним обладнанням будівлі**

В якості системи керування верхнього рівня передбачено використання

SCADA системи TRACE MODE 6. Дана система має розвинуті можливості по створенню інтерфейсів користувача, має вбудовані можливості по створенню, веденню і перегляду журналів подій, а також великий асортимент підтримуваного устаткування.

У проєктований будинок встановлюються більш 20 різноманітних систем життєзабезпечення, які відрізняються не тільки призначенням і виконуваними функціями, а й принципами роботи: електричні, механічні, транспортні, електронні, гідравлічні і т.д. Для того щоб всі ці розрізнені інженерні системи працювали в єдиному комплексі, здійснювали між собою обмін даними і контролювалися і управлялися з єдиної диспетчерської, головною ланкою інтелектуальної будівлі є система управління будівлею (англ.: Building Management System - BMS).

Всі інженерні системи підключаються до системи управління будівлею як одночасно, так і поетапно. Налагодження оптимальних алгоритмів роботи інженерії та системи управління інтелектуальної будівлі здійснюється в перші місяці роботи в будівлі людей, оскільки BMS повинна накопичити певний обсяг інформації про звички людей і режимах роботи інженерії будівлі. Програмне забезпечення BMS вже налаштоване на прийом, обробку та систематизацію даних про роботу різних інженерних систем.

#### Економічні аспекти концепції «Інтелектуальна будівля»

Застосування системи управління будівлею здорожує загальну вартість інженерії будівлі приблизно на 20 доларів США на 1 квадратний метр загальної площі будівлі.

Інтелектуальна система управління будівлею в сукупності з енергозберігаючим обладнанням дозволяє знизити щорічні комунальні платежі не менше ніж на 15-20%. Не дивлячись на те, що початкові інвестиції в будівлю, оснащене системою управління автоматикою, вищі, ніж у звичайний будинок, досвід показав, що керована електронікою будівля набагато більш економічна протягом всього життєвого циклу. Середній термін служби системи управління

будівлею становить не менше 10 років з урахуванням заміни несправних компонентів. Середній час напрацювання на відмову для системи управління будівлею становить не менше 10000 годин, а середній час відновлення працездатності - 0,5 години.

## РОЗДІЛ 2.

### Розрахунково-конструктивний

Необхідно запроектувати каркас шістнадцятиповерхового будинку з двома підземними поверхами, виконати статичний розрахунок каркасу, підібрати перерізи колон і балок, законструювати вузли сполучення колон з балками.

В ролі розрахункової схеми будівлі прийнятий рамно-в'язевий каркас. Стійкість конструкцій рамного-в'язевого каркасу забезпечується за рахунок жорстких вузлів сполучення колон з балками в напрямку осі  $x$ , жорстких залізобетонних дисків перекриття та встановленням трикутних зв'язків між колонами. Закріплення колон в фундаментній плиті - жорстке. Перекриття виконані із збірних та монолітних залізобетонних плит.

#### 2.1 Збір навантажень на каркас

Збір навантажень здійснено у відповідності до ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи.

Будівля розташована в І сніговому районі, розрахункове значення ваги снігового покриву для цього району становить  $s_g=1,6$  кН/м<sup>2</sup>.

Повне значення снігового навантаження визначається за формулою:

$$S = S_g \cdot \mu \quad (2.1)$$

де  $s_g$  – розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м<sup>2</sup> горизонтальної поверхні землі, кН/м<sup>2</sup>;

$\mu$  – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву по ґрунту до снігового навантаження на покрівлю. Збір навантажень наведено в таблиці 1.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на перекриття

Найменування навантаження	Нормативне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	f	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
I. Підлога підвалу на відм.-3,000			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. Перегородки	1.50	1.10	1.65
3. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	5.50		6.25
Тимчасове:			
1. Навантаження від автомобілів	4.00	1.20	4.80
2. Коридор, сходи	4.00	1.20	4.80
Всього (при $p_n=4,00\text{кН/м}^2$ ):	9.50		11.05
II. Підлога 1-го поверху на відм. 0,000			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. Перегородки	1.50	1.10	1.65
3. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	5.50		6.25
Тимчасове:			
1. Навантаження від автомобілів в приміщеннях завантаження	4.00	1.20	4.80
2. Навантаження на складі	4.00	1.20	4.80
3. Навантаження в службових приміщеннях	2.00	1.20	2.40
4. Коридор, сходи	4.00	1.20	4.80
Разом (при $p_n=2,00\text{кН/м}^2$ ):	7.50		8.65
Разом (при $p_n=4,00\text{кН/м}^2$ ):	9.50		11.05
III. Підлога 2-го поверху на відм.+3,900			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. Перегородки	1.50	1.10	1.65
3. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	5.50		6.25
Тимчасове:			
1. Тренажерний зал	4.00	1.20	4.80
2. Навантаження в службових приміщеннях	2.00	1.20	2.40
3. Коридор, сходи	4.00	1.20	4.80
Разом (при $p_n=2,00\text{кН/м}^2$ ):	7.50		8.65
Разом (при $p_n=4,00\text{кН/м}^2$ ):	9.50		11.05



Продовження таблиці 2.1

IV. Підлога 3-го поверху на відм.+7,800			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. Перегородки	1.50	1.10	1.65
3. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	5.50		6.25
Тимчасове:			
1. Ресторан	3.00	1.20	3.60
2. Навантаження в службових приміщеннях	2.00	1.20	2.40
3. Коридор, сходи	4.00	1.20	4.80
Разом (при $r_n=2,00\text{кН/м}^2$ ):	7.50		8.65
Разом (при $r_n=3,00\text{кН/м}^2$ ):	8.50		9.85
Разом (при $r_n=4,00\text{кН/м}^2$ ):	9.50		11.05
V. Підлога 4-го ... 15-го поверхів			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. Перегородки	1.50	1.10	1.65
3. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	5.50		6.25
Тимчасове:			
1. Навантаження в службових приміщеннях	2.00	1.20	2.40
2. Коридор, сходи	3.00	1.20	3.60
Разом (при $r_n=2,00\text{кН/м}^2$ ):	7.50		8.65
Разом (при $r_n=3,00\text{кН/м}^2$ ):	8.50		9.85
VI. Підлога технічного поверху на відм. +51,300			
Постійне:			
1. Конструкція підлоги:	1.00	1.30	1.30
2. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом:	4.00		4.60
Разом без урахування плити перекриття:	1.00		1.30
Тимчасове:			
1. Технічний поверх	2.00	1.20	2.40
2. Машинне приміщення, вентиляційна шахта	5.00	1.20	6.00
Разом (при $r_n=2,00\text{кН/м}^2$ ):	6.00		7.00
Разом (при $r_n=5,00\text{кН/м}^2$ ):	9.00		10.60
VII. Покриття			
Постійне:			
1. Гідроізоляція (4 шари руберойду)	0.20	1.30	0.26
2. Стяжка, 40мм	0.72	1.30	0.94
3. Утеплювач $g=140\text{кг/м}^3$ , 150мм	0.21	1.20	0.25
4. Пінобетон по ухилу $g=300\text{кг/м}^3$ , 200мм	0.60	1.30	0.78

## Продовження таблиці 2.1

5. Пароізоляція (1 шар руберойду)	0.05	1.30	0.07
6. Стяжка, 30мм	0.54	1.30	0.70
7. З.б. плита перекриття, 220мм	3.00	1.10	3.30
Разом	5.32		6.30
Тимчасове:			
Снігове навантаження $\mu=1$	1.68	1.43	2.40
Снігове навантаження $\mu=2,9$	4.87	1.43	6.96
Разом при $\mu=1$ :	7.00		8.70
Разом при $\mu=2,9$ :	12.51		16.25

### 2.1.1 Вітрові навантаження

Будівля розташована в III вітровому районі, нормативне значення вітрового тиску для цього району становить  $w_0=0,45$  кН/м<sup>2</sup>. Вітрове навантаження слід визначати як суму середньої та пульсаційної складових:

$$w = w_m + w_p \quad (2.2)$$

Значення середньої складової вітрового навантаження  $w_m$  на висоті  $z$  над поверхнею землі визначається за формулою:

$$w_m = w_0 k c \gamma_f \quad (2.3)$$

де  $w_0$  – нормативне значення вітрового тиску, кН/м<sup>2</sup>;

$k$  – коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті;

$c$  – аеродинамічний коефіцієнт,

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності по навантаженню,  $\gamma_f = 1,4$ .

Напрямок вітру по осі «Х»

Вихідні дані:

Геометрія будівлі при визначенні вітрового навантаження:

- Розмір  $h_1 = 57,4$  м;

Відмітки:

- Відмітка точки 1  $Z_1 = 0$  м;

- Відмітка точки 2  $Z_2 = 11,7$  м;

- Відмітка точки 3  $Z_3 = 28,2$  м;

- Відмітка точки 2  $Z_2 = 11,7$  м;
- Відмітка точки 3  $Z_3 = 28,2$  м;
- Відмітка точки 4  $Z_4 = 57,4$  м;
- Кількість відміток для визначення навантаження (вище відм. 0.000)  $n_z = 4$ ;

Вітрове навантаження:

- Нормативне значення вітрового тиску  $w_0 = 0,45$  кПа;

Результати розрахунку:

Коефіцієнт надійності за навантаженням:  $g_f = 1,4$ .

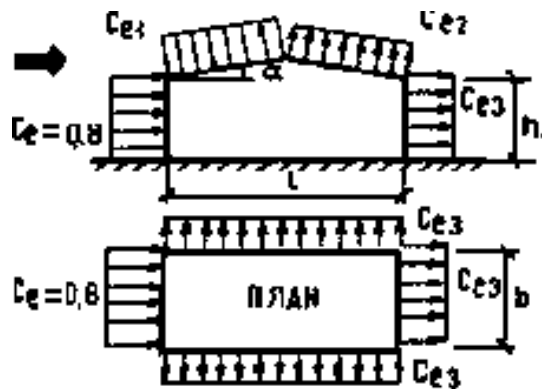


Рисунок 2.1 – Схема дії вітрового навантаження

При  $s = s_e$

Аеродинамічний коефіцієнт:  $s_e = 0,8$ .

Ппульсаційна складова - не враховується.

На відм. 0.000

Тип місцевості - В.

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,5$ .

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження:

$$w_m = w_0 k s_e = 0,45 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,152 \text{ кПа} \quad (2.4)$$

Нормативне значення вітрового навантаження:

$$w_H = w_m = 0,152 \text{ кПа} \quad (2.5)$$

Розрахункове значення вітрового навантаження:

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,152 = 0,21 \text{ кПа} \quad (2.6)$$

При  $z = Z_2 = 11,7$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,684$ .

$$w_m = w_o k c = 0,38 \cdot 0,684 \cdot 0,8 = 0,20794 \text{ кПа} \quad (2.7)$$

$$w_H = w_m = 0,20794 \text{ кПа} \quad (2.8)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,20794 = 0,29 \text{ кПа} \quad (2.9)$$

При  $z = Z_3 = 28,2$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,9525$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,9525 \cdot 0,8 = 0,28956 \text{ кПа} \quad (2.10)$$

$$w_H = w_m = 0,28956 \text{ кПа} \quad (2.11)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,28956 = 0,41 \text{ кПа} \quad (2.12)$$

При  $z = Z_4 = 57,4$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 1,274$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 1,274 \cdot 0,8 = 0,3873 \text{ кПа} \quad (2.13)$$

$$w_H = w_m = 0,3873 \text{ кПа} \quad (2.14)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,3873 = 0,54 \text{ кПа} \quad (2.15)$$

Підвітряні поверхні при  $c = c_{e3}$

Аеродинамічний коефіцієнт приймається в залежності від  $b/l$  і  $h_1/l$ ,  $c_{e3} = -0,53474$ .

На відм. 0.000

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,5$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,5 \cdot -0,53474 = -0,1016 \text{ кПа} \quad (2.16)$$

$$w_H = w_m = -0,1016 \text{ кПа} \quad (2.17)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,1016 = -0,14 \text{ кПа} \quad (2.18)$$

При  $z = Z_2 = 11,7$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,684$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,684 \cdot -0,53474 = -0,13899 \text{ кПа} \quad (2.19)$$

$$w_H = w_m = -0,13899 \text{ кПа} \quad (2.20)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,13899 = -0,19 \text{ кПа} \quad (2.21)$$

При  $z = Z_3 = 28,2$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,9525$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,9525 \cdot -0,53474 = -0,19355 \text{ кПа} \quad (2.22)$$

$$w_H = w_m = -0,19355 \text{ кПа} \quad (2.23)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,19355 = -0,27 \text{ кПа} \quad (2.24)$$

При  $z = Z_4 = 57,4$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 1,274$ .

$$w_m = w_o k c = 0,38 \cdot 1,274 \cdot -0,53474 = -0,25888 \text{ кПа} \quad (2.25)$$

$$w_H = w_m = -0,25888 \text{ кПа} \quad (2.26)$$

$$W = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,25888 = -0,36 \text{ кПа} \quad (2.27)$$

Напрямок вітру по осі Y.

Вихідні дані:

Геометрія будівлі при визначенні вітрового навантаження:

- Розмір  $h_1 = 57,4$  м;

Відмітки:

- Відмітка точки 1  $Z_1 = 0$  м;

- Відмітка точки 2  $Z_2 = 11,7$  м;

- Відмітка точки 3  $Z_3 = 28,2$  м;

- Відмітка точки 4  $Z_4 = 57,4$  м;

- Кількість відміток для визначення навантаження (вище відм.0.000)  $n_z = 4$ ;

Вітрове навантаження:

- Нормативне значення вітрового тиску  $w_o = 0,45$  кПа;

Результати розрахунку:

Коефіцієнт надійності за навантаженням:  $g_f = 1,4$ .

При  $c = c_e$

Пульсаційна складова - не враховується.

На відм. 0.000

Тип місцевості - В.

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,5$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,152 \text{ кПа} \quad (2.28)$$

$$w_H = w_m = 0,152 \text{ кПа} \quad (2.29)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,152 = 0,21 \text{ кПа} \quad (2.30)$$

При  $z = Z_2 = 11,7$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,684$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,684 \cdot 0,8 = 0,21 \text{ кПа} \quad (2.31)$$

$$w_H = w_m = 0,20794 \text{ кПа} \quad (2.32)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,20794 = 0,29 \text{ кПа} \quad (2.33)$$

При  $z = Z_3 = 28,2$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,9525$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,9525 \cdot 0,8 = 0,28956 \text{ кПа} \quad (2.34)$$

$$w_H = w_m = 0,28956 \text{ кПа} \quad (2.35)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,28956 = 0,41 \text{ кПа} \quad (2.36)$$

При  $z = Z_4 = 57,4$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 1,274$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 1,274 \cdot 0,8 = 0,3873 \text{ кПа} \quad (2.37)$$

$$w_H = w_m = 0,3873 \text{ кПа} \quad (2.38)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot 0,3873 = 0,54 \text{ кПа} \quad (2.39)$$

Підвітряні поверхні при  $c = c_{e3}$

Аеродинамічний коефіцієнт приймається в залежності від  $b/l$  і  $h_1/l$ ,  $c_{e3} = -0,55205$ .

На відм. 0.000

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,5$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,5 \cdot -0,55205 = -0,10489 \text{ кПа} \quad (2.40)$$

$$w_H = w_m = -0,10489 \text{ кПа} \quad (2.41)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,10489 = -0,15 \text{ кПа} \quad (2.42)$$

При  $z = Z_2 = 11,7$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,684$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,684 \cdot -0,55205 = -0,14349 \text{ кПа} \quad (2.43)$$

$$w_H = w_m = -0,14349 \text{ кПа} \quad (2.44)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,14349 = -0,20 \text{ кПа} \quad (2.45)$$

При  $z = Z_3 = 28,2$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 0,9525$ .

$$w_m = w_o k c = 0,45 \cdot 0,9525 \cdot -0,55205 = -0,19981 \text{ кПа} \quad (2.46)$$

$$w_H = w_m = -0,19981 \text{ кПа} \quad (2.47)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,19981 = -0,30 \text{ кПа} \quad (2.48)$$

При  $z = Z_4 = 57,4$  м:

Коефіцієнт приймається по табл. 6 (4) в залежності від  $z$   $k = 1,274$ .

$$w_m = w_o k c = 0,345 \cdot 1,274 \cdot -0,55205 = -0,26726 \text{ кПа} \quad (2.49)$$

$$w_H = w_m = -0,26726 \text{ кПа} \quad (2.50)$$

$$w = g_f w_H = 1,4 \cdot -0,26726 = -0,37 \text{ кПа} \quad (2.51)$$

Врахування пульсаційної складової виконано за допомогою програмного комплексу SCAD.

## 2.2 Статичний розрахунок сталевого каркасу

Статичний розрахунок сталевого каркасу виконувався за просторовою розрахунковою схемою в програмному комплексі SCAD .

Для каркасу виконувався лінійний розрахунок, складалось розрахункове сполучення зусиль від комбінації завантажень. Каркас розраховувався на вертикальне навантаження (снігове, корисне навантаження, навантаження від власної ваги конструкцій) і горизонтальне навантаження (вітрове навантаження), а також враховувалась пульсація вітру.

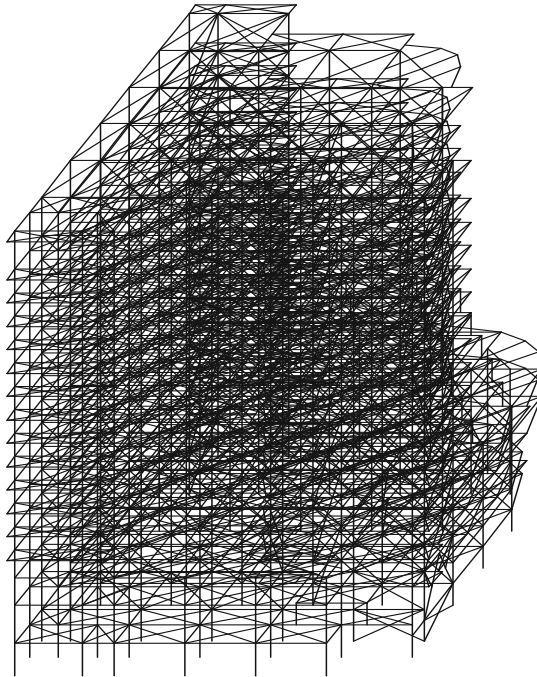
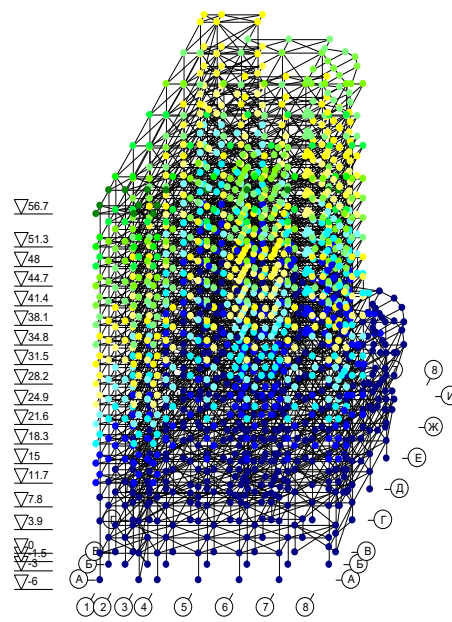


Рисунок 2.2 - Загальний вигляд стержневої моделі каркасу



Переміщення X(мм). Комбінація 3 ((L2)\*0.83+(L3)\*0.7+(L4)\*0.87+(L6)\*1.4+(L7)\*0.8)

Рисунок 2.3 – Переміщення по X для найгіршою комбінації навантажень



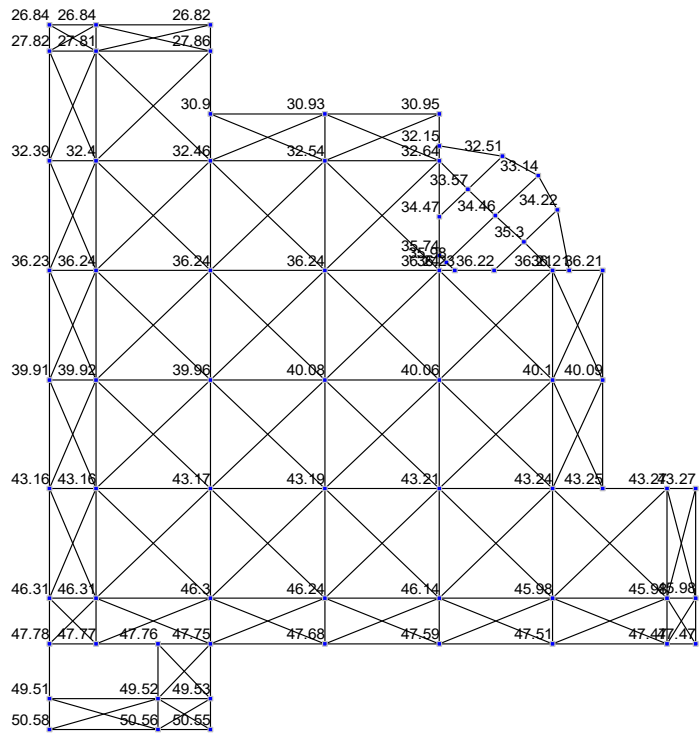
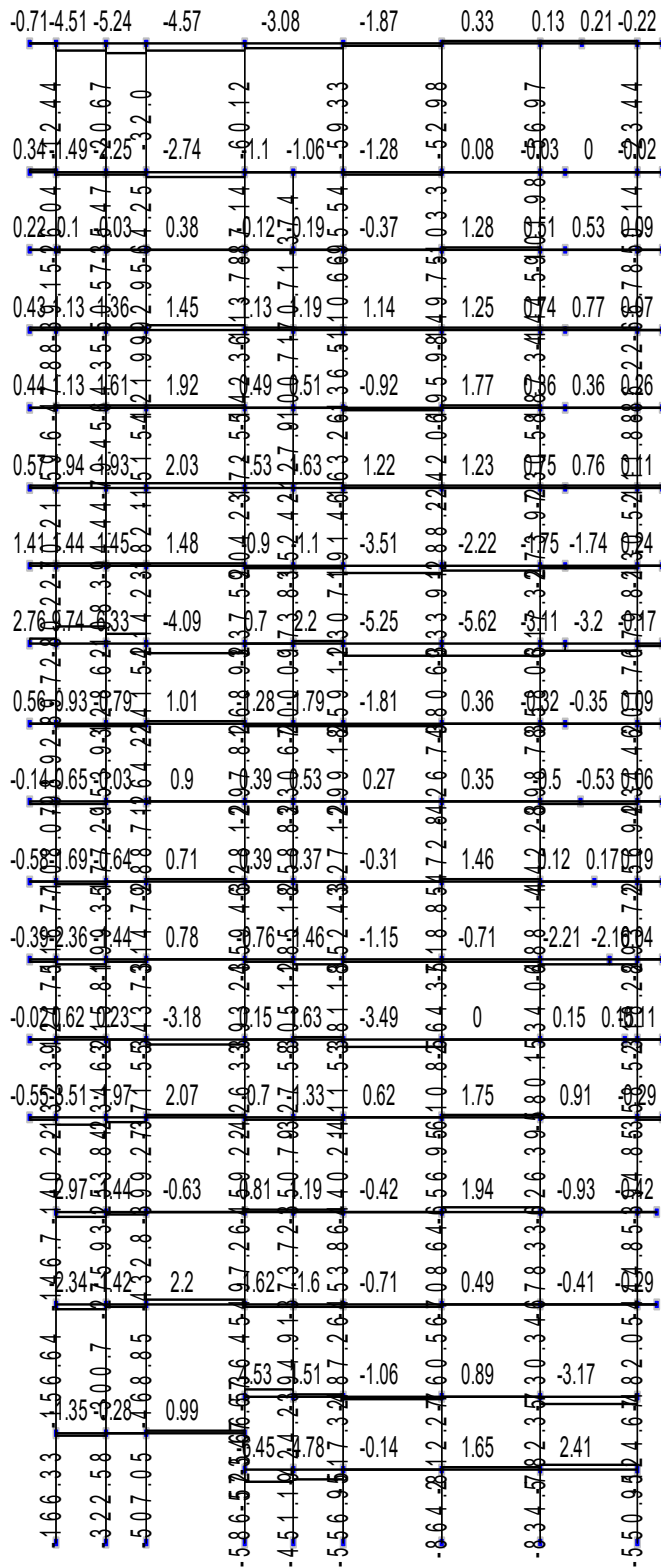
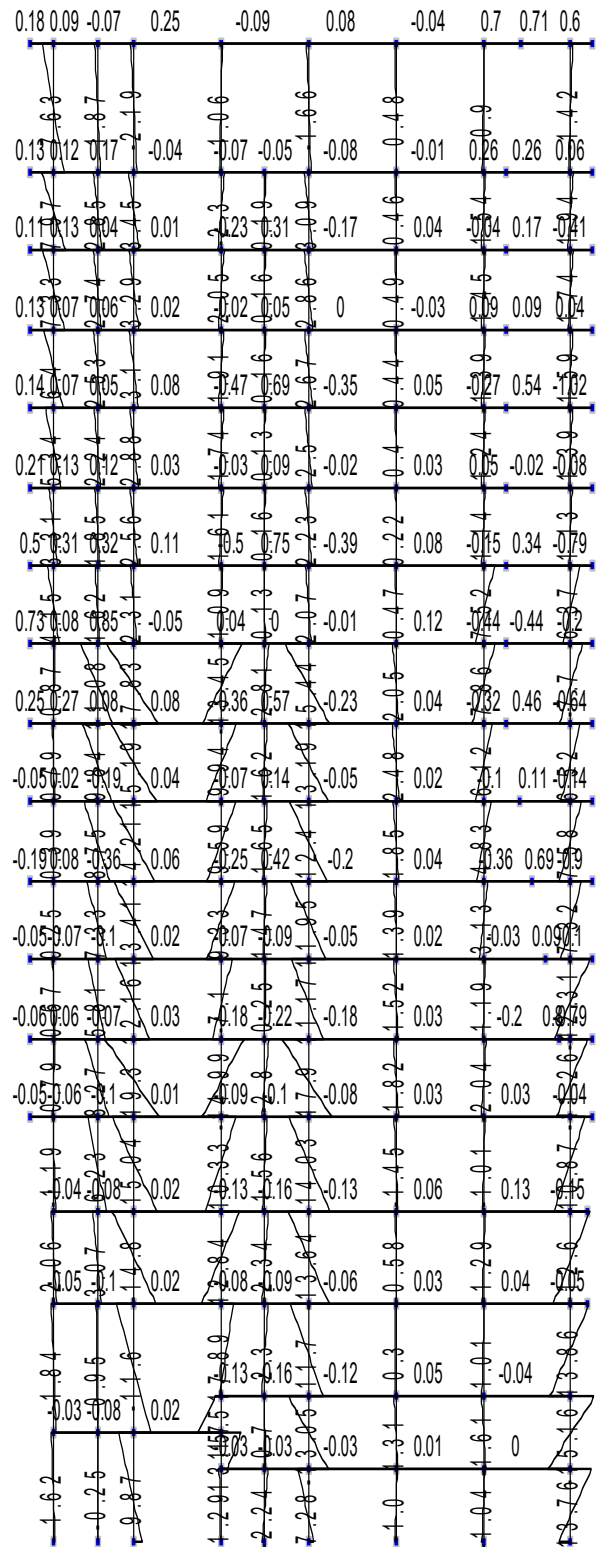


Рисунок 2.4 – Переміщення верхівки будинку для найгіршої комбінації навантажень



а) Зусилля  $N$  для найгіршою комбінації навантажень



б) Момент  $M_z$  для найгіршої комбінації навантажень

Рисунок 2.5 – Значення основних зусиль від найгіршого поєднання

навантажень

### 2.3 Розрахунок і конструювання елементів каркасу

Розрахунок і конструювання елементів каркасу проведемо на отримані зусилля по комбінаціям завантажень. Завантаження та їх комбінації визначені у програмному комплексі SCAD. Матеріал приймемо сталь марки С255 по ГОСТ 27772-88.

К1

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 20-40 мм,  $R_y = 2.35 \text{ Т/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$

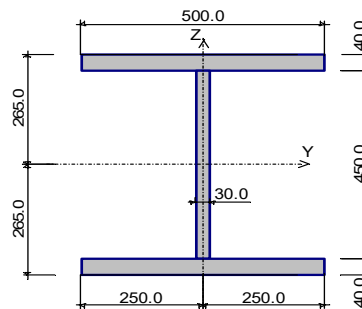


Рисунок 2.6 – Січення колони К1

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = -961.928 \text{ Т}$ ,  $M_y = 1.512 \text{ Т*м}$ ,  $V_z = -0.265 \text{ Т}$ ,  $M_z = 2.384 \text{ Т*м}$ ,  $V_y = 1.235 \text{ Т}$

Таблиця 2.2 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.008
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.037
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.004
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.002
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.973
стійкість при стиску в площині $XoY$ ( $XoU$ )	0.955
стійкість при стиску в площині $XoZ$ ( $XoV$ )	0.939
стійкість при стиску із згином в двох площинах	0.967
стійкість плоскої форми згину	0.008
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.076
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.043

Коефіцієнт використання 0.973 - міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики.

K2

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 \text{ Т/см}^2$ ,  $\gamma_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$ .

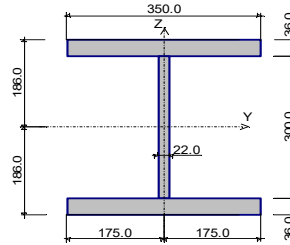


Рисунок 2.7 – Січення колони К2

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = -575.22 \text{ Т}$ ,  $M_y = 0.791 \text{ Т*м}$ ,  $V_z = 0.243 \text{ Т}$ ,  $M_z = -0.699 \text{ Т*м}$ ,  $V_y = 0.519 \text{ Т}$

Таблиця 2.3 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.01
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.024
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.002
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.003
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.928
стійкість при стиску в площині $XoY$ ( $XoU$ )	0.987
стійкість при стиску в площині $XoZ$ ( $XoV$ )	0.934
стійкість при стиску із згином в двох площинах	0.997
стійкість плоскої форми згину	0.01
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.167
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.097

Коефіцієнт використання 0.997 - стійкість при стисненні зі згином в двох

площинах.

КЗ

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 \text{ Т/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$ .

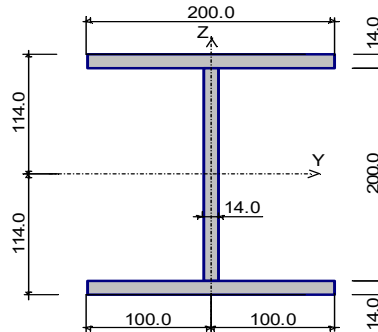


Рисунок 2.8 – Січення колони КЗ

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = -116.673 \text{ Т}$ ,  $M_y = 0.036 \text{ Т*м}$ ,  $V_z = 0.011 \text{ Т}$ ,  $M_z = 0.654 \text{ Т*м}$ ,  $V_y = -0.389 \text{ Т}$

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.003
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.173
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.008
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.000336885
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.863
стійкість при стиску в площині $XoY$ ( $XoU$ )	0.911
стійкість при стиску в площині $XoZ$ ( $XoV$ )	0.754
стійкість при стиску із згином в двох площинах	0.98
стійкість плоскої форми згину	0.003
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.318
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.16

Коефіцієнт використання 0.98 - стійкість при стисненні зі згином в двох площинах.

ВБ1

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 4-10 мм,  $R_y = 2.45 \text{ Т/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$

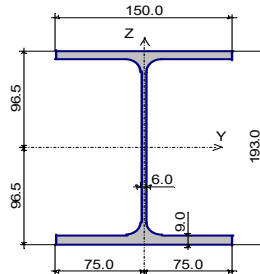


Рисунок 2.9 – Січення балки ВБ1

Січення: Двутавр широкополічковий по ГОСТ 26020-83 20Ш1

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = 0.719 \text{ Т}$ ,  $M_y = 0.0 \text{ Т*м}$ ,  $V_z = 0.154 \text{ Т}$ ,  $M_z = -0.008 \text{ Т*м}$ ,  $V_y = -0.001 \text{ Т}$

Таблиця 2.5 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.006
міцність при дії поперечної сили $V_y$	4.54318e-05
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.012
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без врахування пластики	0.015
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.907
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.396

Коефіцієнт використання 0.907 - гранична гнучкість в площині  $XoY$  ВБ2

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 \text{ Т/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$

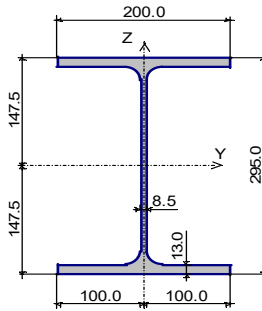


Рисунок 2.10 – Січення балки ВБ2

Січення: Двутавр широкополічковий по ГОСТ 26020-83 30Ш2

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = 0.15 T$ ,  $M_y = 10.694 T \cdot m$ ,  $V_z = 0.881 T$ ,  $M_z = -0.011 T \cdot m$ ,  $V_y = 0.003 T$

Таблиця 2.6 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.64
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.003
міцність при дії поперечної сили $V_y$	7.05398e-05
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.033
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без врахування пластики	0.644
стійкість плоскої форми згину	0.8
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.663
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.25

Коефіцієнт використання 0.8 - стійкість плоскої форми згину ГБ 1.

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 T/cm^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$

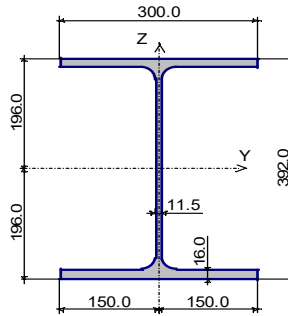


Рисунок 2.11 – Січення балки ГБ1

Січення: Двутавр широкополичковий по ГОСТ 26020-83 40Ш2

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = 4.673 \text{ T}$ ,  $M_y = -34.954 \text{ T}^*\text{м}$ ,  $V_z = -29.714 \text{ T}$ ,  $M_z = -0.06 \text{ T}^*\text{м}$ ,  $V_y = 0.011 \text{ T}$

Таблиця 2.7 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.854
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.006
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.0001408
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.614
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.876
стійкість плоскої форми згину	0.919
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.229
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.098

Коефіцієнт використання 0.919 - стійкість плоскої форми згину ГБ 2.

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 \text{ T/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$ .



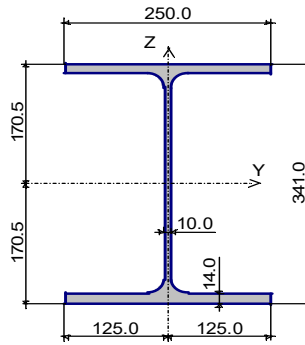


Рисунок 2.12 – Січення балки ГБ2

Січення: Двутавр широкополічковий по ГОСТ 26020-83 35Ш2.

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$N = -0.087 \text{ T}$ ,  $M_y = -20.976 \text{ T}^*\text{м}$ ,  $V_z = 19.902 \text{ T}$ ,  $M_z = -0.036 \text{ T}^*\text{м}$ ,  $V_y = -0.009 \text{ T}$

Таблиця 2.8 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.802
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.006
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.00015776
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.543
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.808
стійкість при стиску в площині $X_oY$ ( $X_oU$ )	0.001
стійкість при стиску в площині $X_oZ$ ( $X_oV$ )	0.00043346
стійкість при стиску із згином в двох площинах	0.005
стійкість плоскої форми згину	0.04
гранична гнучкість в площині $X_oY$	0.802
гранична гнучкість в площині $X_oZ$	0.915
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.277
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.113

Коефіцієнт використання 0.915 - стійкість плоскої форми вигину ГБ 3.

Загальні характеристики:

Сталь: С255 - лист 10-20 мм,  $R_y = 2.45 \text{ Т/см}^2$ ,  $y_c = 0.95$ ,  $f_m = 1.15$ .

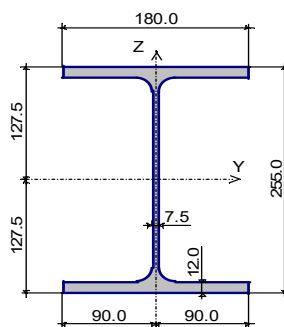


Рисунок 2.13 – Січення балки ГБЗ

Січення: Двутавр широкополічковий по ГОСТ 26020-83 26Ш2.

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень:

$$N = 2.125 \text{ Т}, M_y = -7.589 \text{ Т*м}, V_z = -6.191 \text{ Т}, M_z = -0.035 \text{ Т*м}, V_y = 0.009 \text{ Т}$$

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку

Фактор	Коефіцієнт використання
міцність при дії згинального моменту $M_y$	0.644
міцність при дії згинального моменту $M_z$	0.013
міцність при дії поперечної сили $V_y$	0.000255138
міцність при дії поперечної сили $V_z$	0.301
міцність при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0.675
стійкість плоскої форми згину	0.853
гранична гнучкість в площині $XoY$	0.379
гранична гнучкість в площині $XoZ$	0.15

Коефіцієнт використання 0.853 - стійкість плоскої форми згину.

## РОЗДІЛ 3.

### Організаційно-технологічний

Проект виконання робіт на зведення підземної частини будівлі розробляється з метою визначення найбільш ефективного методу виконання будівельно-монтажних робіт, скорочення термінів будівництва і поліпшення якості виконуваних робіт.

#### 3.1 Коротка характеристика об'єкта

Таблиця 3.1 - Техніко-економічні показники об'єкта

	Найменування показників	Одиниця виміру	Кільк.
	2	3	4
1	Площа ділянки	га	0,3634
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	1618,1
3	Будівельний об'єм нижче 0,000	м <sup>3</sup>	9456,54

Місце будівництва - місто Вінниця, центральний район; Початок будівництва - квітень (початок підготовчого періоду).

#### 3.2 Визначення об'ємів робіт

Визначення об'ємів робіт за їх видами і конструктивних елементів проводиться на основі архітектурно-будівельних креслень і локального кошторисного розрахунку, таблиця 3.2.

Таблиця 3.2.- Визначення об'ємів робіт

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість (об'єм) робіт	Кошторисна вартість, грн
1	2	3	4
Підготовчі роботи	100 м <sup>3</sup> конструкцій	6,2	302 776,27
Земляні роботи	1000 м <sup>3</sup>	15,71	1 240 468,76

Продовження таблиці 3.2

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість (об'єм) робіт	Кошторисна вартість, грн
1	2	3	4
Пальові роботи	1т	44,53	40 846 692,45
Влаштування монолітної плити	100 м <sup>3</sup>	22,62	19 078 824,6
Стіни підвалу	100 шт. збірних конструкцій	7,65	4 113 012,86
Каркас: Колони і балки	т.	197,362	9 971 699,05
Перекриття	шт.	272	3 380 183,56
Підлоги підвалу	100 м <sup>2</sup>	21,6	2 853 413,27
			81 787 070,82

Таблиця 3.3 – Відомість потреби в основних матеріалах і конструкціях

Найменування матеріалів і конструкцій	Од. вим.	Загальна кількість
Двотаврова балка 40 Б1, 67 шт. довжиною 12 м.	т	44,53
Залізобетонні палі С160-35-10	шт.	1330
М. констр. з кутника №75	т	1
Щебінь фр. 40-70 мм	м <sup>3</sup>	1397,8
Бетон М-100	м <sup>3</sup>	829,26
Фундаментні блоки марки ФБС 24.4.6	шт.	319
Фундаментні блоки марки ФБС 12.4.6	шт.	182
Фундаментні блоки марки ФБС 9.4.6	шт.	264
Бетон М-250	м <sup>3</sup>	2295,93
Арматура класу А-400 Д=12-25	т	17,181
Мастика полімерно-бітумна	т	3,25
Опорні плити	шт.	58
Колони металеві зварні	т	150,61

### Продовження таблиці 3.3

Балки	т	46,752
Плити перекриття пустотні	шт.	272
Бетон М200	м <sup>3</sup>	33,5
Плитка для підлоги "керамограніт"	м <sup>2</sup>	2203,2
Пінопласт ПСБ-С	м <sup>3</sup>	225
Маса монтованих збірних конструкцій	т	8377,114
Маси найважчих елементів збірної констр:		
Колона К1 довжиною 6,5 м.	т	2,52
Фундаментний блок марки ФБС 24.4.6	т	1,3
Балка ГБ1 (40 Ш2)	т	0,8
П 72-15-8АтV-1	т	3,4
П 72-12-8АтV-1	т	2,72
Залізобетонна паля С160-35-10	т	4,95
Двотаврова балка 40 Б1 довжиною 12 м	т	0,665

### 3.3 Вибір методів виконання робіт та основних будівельних машин і механізмів

Шляхом складання різних організаційно-технологічних схем вибираю методи виконання робіт, а також засоби їх механізації.

Основними процесами на будівельному майданчику є:

а) Земляні роботи:

- 1) Розробка ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди;
- 2) Планування площадки котловану бульдозером;

б) Пальові роботи:

- 1) Занурення залізобетонних паль
- 2) Занурення сталевих паль шпунтового ряду

- в) Влаштування монолітної плити
- г) Встановлення блоків стін підвалів
- д) Зведення каркасу:
  - 1) Монтаж колон
  - 2) Монтаж балок
  - 3) Установка плит перекриття

### 3.3.1 Земляні роботи

Об'єм земляних робіт становить 15708 м<sup>3</sup>, група ґрунту 1 гр., Початок підготовчого періоду квітень 2021 р, дальність відвезення зайвого ґрунту 20 км.

Вибір методів і засобів механізації земляних робіт здійснюється на основі порівняння техніко-економічних показників обраних варіантів.

Варіант 1 – гусеничний екскаватор ЭО-4124 з ківшом ємкістю 1,0 м<sup>3</sup>, обладнаний «зворотною лопатою» з автосамоскидами МА3-55514-023;

Варіант 2 – гусеничний екскаватор ЭО-5123 з ківшом ємкістю 1,25 м<sup>3</sup>, обладнаний «зворотною лопатою» з автосамоскидами МоА3-75051;

Варіант 3 – гусеничний екскаватор ЭО-4321Б з ківшом ємкістю 0,8 м<sup>3</sup>, обладнаний «зворотною лопатою» з автосамоскидами КрАз 6510.

Таблиця 3.4 – Техніко-економічні показники обраних варіантів механізації

Найменування показників	Од. вим.	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Тривалість робіт	змiна	16	13	20
Продуктивність комплекту	м <sup>3</sup> /змiну	988,32	1235,4	790,66
Загальна собівартість робіт	грн	294 089	279 651	281 356
Собівартість одиниці продукції	грн./ м <sup>3</sup>	18,72	17,8	17,91
Необхідна кількість самоскидів	шт.	22	15	14

На підставі порівняння ТЕП обраних варіантів механізації приймаю другий варіант екскаваторного комплекту:

- 1) Екскаватор ЭО-5123 «зворотна лопата» з робочим об'ємом ківша 1,25 м<sup>3</sup>
- 2) Автомобіль-самоскид МоА3-75051, 15 штук.

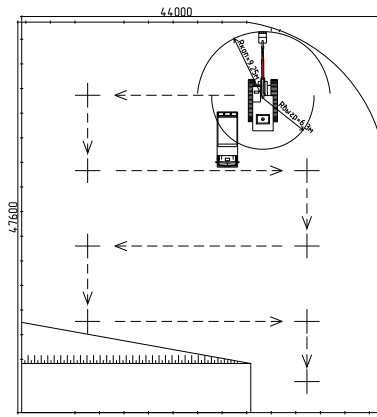


Рисунок 3.1 – Схема роботи екскаватора ЭО-5123

### 3.4 Зведення підземної частини будівлі

Вибір методів будівництва проектованого об'єкта починають з відбору ряду технічно можливих технологічних схем зведення. Всі розрахунки, що дозволяють обґрунтувати прийняті методи зведення основних несучих елементів будівлі і засоби механізації монтажних робіт, виконують в два етапи.

На першому етапі проводять попередній вибір крана за необхідними технічними параметрами, основними з яких є вантажопідйомність, висота підйому гака і виліт стріли.

На другому етапі проводять остаточний вибір варіанту методів і механізації виробництва робіт на підставі економічного зіставлення намічених технічно можливих варіантів за такими показниками:

- 1) тривалість монтажних робіт;
- 2) трудомісткість монтажу 1т конструкцій;
- 3) собівартість монтажу 1т конструкцій.

#### 3.4.1 Попередній вибір крана за необхідними технічними параметрами

Необхідну вантажопідйомність крана  $Q$  визначають масою найважчого зі збірних елементів  $P_{\max}$  і вантажозахоплювальних пристроїв  $P_r$  :

$$Q=1,1P_{\max}+P_r, \quad (3.10)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує можливі відхилення фактичної маси елементів від проектної.

$P_{\max}$  – маса найважчого елемента;

$P_r$  – маса вантажозахоплювального пристрою;

Середньозважена маса вмонтовуваних елементів  $P_{cp}$ :

$$P_{cp} = \frac{\sum(P_i n_i)}{\sum n_i}, \quad (3.11)$$

де  $P_{cp}$  – середньозважена маса вмонтовуваних елементів, т.

$P_i$  - маса і-го елемента, т.

$n_i$  - кількість елементів, шт.

Необхідний найбільший виліт стріли визначають залежно від розмірів і конфігурації споруджуваного об'єкта з урахуванням розташування елементів, які підлягають монтажу і в проектному положенні, а також прийнятих методів монтажу.

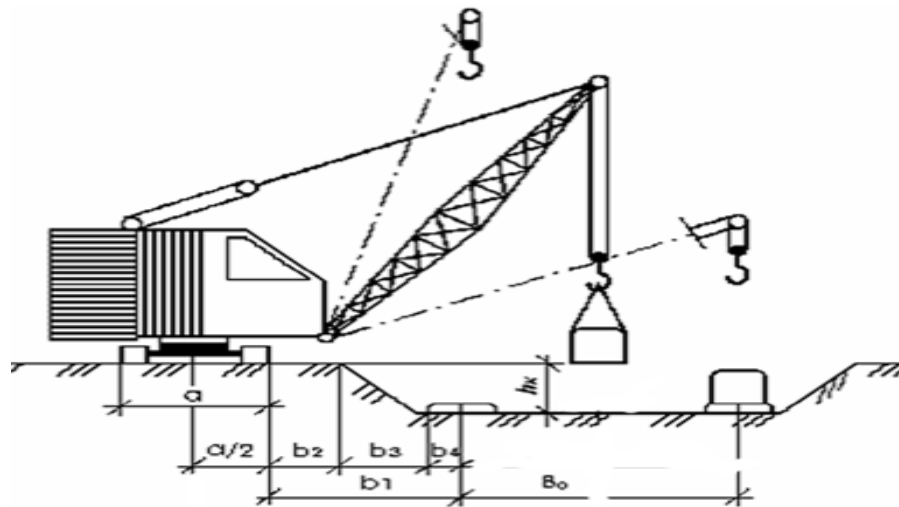


Рисунок 3.2 - Схема визначення вильоту стріли при зведенні підземної частини будівлі

При зведенні підземної частини будівлі виліт стріли визначається:

$$L_{стр} = \frac{a}{2} + b_2 + b_4 + B_0, \quad (3.12)$$

де  $a$  – база крана;

$b_1$  – відстань від найближчої до краю котловану опори крана до осі найближчого монтованого елемента;



$b_2$  – відстань від найближчої до будівлі опори крана до верхньої бровки котловану, приймають не менш 1 м;

$B_0$  – відстань від осі найближчого монтованого елемента до осі самого віддаленого;

За даними параметрами підбираю три варіанти роботи монтажних кранів для зведення підземної частини будівлі:

- 1) два гусеничних самохідних стрілових крана по обидва боки будівлі;
- 2) два баштові крани використовуються в подальшому для зведення надземної частини будівлі по обидва боки будівлі;
- 3) один баштовий кран використовуватимуть надалі для зведення надземної частини будівлі;

### 3.4.2 Результати аналізу обраних варіантів механізації

Таблиця 3.5 - Техніко-економічні показники попередньо обраних варіантів механізації

Найменування показників	Од. вим.	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Загальна вартість монтажу	грн	148965	66356	147159
Зарплата робочих	грн	20756	9866	9891
Тривалість робіт	змін	192,2	91,3	91,6
Продуктивність за зміну	т/зм	43,6	91,7	91,5
Собівартість монтажу однієї тонни	грн.	17,78	7,92	17,57

На основі порівняння варіантів приймаю до провадження робіт другий варіант механізації монтажних робіт, тому що цей випадок є найбільш економічним.

### 3.5 Календарне планування

У календарному плані будівництва об'єкта встановлюють доцільну черговість, взаємне узгодження, терміни виконання окремих робіт і будівництва в

цілому. При цьому необхідно забезпечити правильну технологічну послідовність виконання будівельних процесів, максимально можливе їх поєднання, прийняті методи виконання робіт з урахуванням місцевих умов, а також вимоги техніки безпеки.

Планова тривалість будівництва каркасу (по мережевому графіку) складає  $T_0^{пл} = 6,2$  місяці

Для оцінки ступеня відповідності мережевого графіка пропонованим до нього вимогам і розрахунку техніко-економічних показників побудовані графік освоєння капітальних вкладень, графік руху робочих кадрів. Дані графіки наведені на креслярському аркуші разом з мережевим графіком.

### 3.6 Проектування будгенплану об'єкта з розрахунком будівельного господарства

#### 3.6.1 Потреба в тимчасових будівлях і спорудах

Перелік необхідних тимчасових приміщень і споруд залежить від кількості працюючих, виробничих і місцевих умов будівництва. Розрахунок їх площ здійснюють на основі облікової кількості працівників. Облікову максимальну кількість робітників на будівельному майданчику визначають за формулою:

$$N_{обл} = N_{max} \cdot 1,1, \quad (3.27)$$

де  $N_{max}$  - максимальну кількість робочих в день за календарним графіком; 1,1 – коефіцієнт, що враховує хвороби робітників, декретні відпустки, виконання громадських обов'язків:

$$N_{обл} = 42 \cdot 1,1 = 47 \text{ чол.} \quad (3.28)$$

Загальна кількість працівників по будівництву за категоріями визначають із співвідношень:

Робочі	– 85% від $N_{обл}$	$N_{роб} = 40$ чол.;
ІТР	– 8% від $N_{обл}$ ;	$N_{ИТР} = 4$ чол.;
Службовці	– 5% від $N_{обл}$ ;	$N_{служ} = 2$ чол.;
МОП та Охорона	2% від $N_{обл}$ ;	$N_{ох} = 2$ чол.

### 3.6.2 Водопостачання будівельного майданчика

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничі, господарсько-побутові потреби та пожежогасіння. Потреби будівництва визначають на виходячи з календарного плану для періоду найбільш інтенсивного водоспоживання на виробничі та господарські потреби.

Максимальна секундний витрата води на виробничі та господарські потреби:

$$Q = \frac{\Sigma(Q_{np} + Q_x)}{8 \cdot 3600} = \frac{2730}{8 \cdot 3600} = 0,095 \text{ л/с} \quad (3.29)$$

При будівництві в міських умовах  $Q_{розр} = Q_{max/c}$ , так як водопостачання для пожежогасіння в цьому випадку передбачається в цілому для житлового кварталу або мікрорайону.

Діаметр тимчасової водопровідної мережі в метрах:

$$D_{тим.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{розр}}{1000 \cdot \pi \cdot \varrho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,095}{1000 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,006 = 6 \text{ мм} \quad (3.30)$$

де  $\varrho = 1 \text{ м/сек}$  – швидкість руху води в трубах. По сортаменту приймаю діаметр тимчасової водопровідної мережі  $d = 8 \text{ мм}$ .

### 3.6.3. Електропостачання будівельного майданчика

Електроенергію при будівництві об'єкта витрачають на виробничі цілі (живлення електродвигунів машин, електрозварювальних агрегатів, електропрогрів бетону в зимових умовах і т.д.) і освітлення території майданчика будівництва, місць проведення робіт, виробничих і адміністративно-господарських будівель і ін.

Витрата електроенергії по окремим споживачам і в цілому по майданчику визначають для періоду максимального енергоспоживання, що встановлюється за календарним планом.

$$W_{зар} = 1,1 \left( \frac{280 \times 0,75}{0,7} + 1,62 \times 0,8 + 7,04 \times 0,9 \right) = 307,63 \text{ кВт} \quad (3.31)$$

Приймаю трансформатор КТП СКБ з потужністю 350 кВт.

## 3.7 Техніко-економічна оцінка проекту виконання робіт

Кошторисна вартість будівництва об'єкта:  $C_{общ} = 81\,787\,070,82$  грн.;

Кошторисна вартість  $1\text{ м}^3$  будівельного об'єму будівлі:

$$C_{1\text{м}^3} = \frac{C_{общ}}{V_{стр}} = \frac{81787070,82}{9456,54} = 8648,73 \text{ грн/ м}^3;$$

Планова трудомісткість будівництва об'єкта:  $R_{общ}^{nl} = 4084,22$  люд-зм.

Планова трудомісткість  $1\text{ м}^3$  будівельного об'єму будівлі,  $1\text{ м}^2$  корисної площі:

$$r_{1\text{м}^3} = \frac{R_{заг}^{nl}}{V_{заб}} = \frac{4084,22}{9456,54} = 0,43 \text{ люд.-зм/м}^3$$

Виробіток 1 робочого в зміну:  $B = \frac{C_{заг}}{R_{заг}^{nl}} = \frac{81787070,82}{4084,22} = 20025,14$  грн.

Заробітна плата одного робітника за зміну:

$$З_{nl} = \frac{\Sigma Z_{nl}}{R_{заг}^{nl}} = \frac{2257554,37}{4084,22} = 552,75 \text{ грн/люд-зм.}$$

Планова тривалість будівництва об'єкта  $T_{nl} = 6,2$  міс.

Коефіцієнт компактності будгенплану:

$$K_3 = \frac{\Sigma F_{заб}}{F_{сгп}} = \frac{1618,1}{3634} = 0.445$$

## РОЗДІЛ 4.

### Науково-дослідний

Практичне використання засобів скінченно-елементного аналізу, що реалізовані з використанням комп'ютерних програм, дає змогу ще на стадії розробки конструкції визначати найбільш оптимальні форми та розміри і підвищити їх надійність і довговічність.

Сучасні вчені та практикуючі інженери широко використовують значну кількість обчислювальних програмних засобів та комплексів, кожний з яких має свої ключові особливості у застосуванні.

Розрахунок металевих конструкцій та їх вузлів за допомогою програмних комплексів виклали у своїх роботах Дрокін А.В. [53], Алпатов В.Ю. (ПК ПОФСК-Мираж-ПСМК, «Лира», SCAD, Cosmos Works, Design Space) [54], Алдушкін Р.В. (ПК SCAD і Mathcad) [55], Дубенець В.Г., Савченко О.В. (ПК APM WinTruss ) [56], Шингера Н.Я. (ПК ANSYS) [57] та ін.

Найбільш розвинутим чисельним методом дослідження напружено-деформованого стану балочних конструкцій на сьогодні є метод скінчених елементів. У такому разі поставлене в роботі завдання виконується по трьох основних етапах:

- 1) створення геометричної моделі розрахункової конструкції;
- 2) прикладання навантажень, задання механічних характеристик матеріалу конструкції, граничних умов, а також отримання розв'язку поставленої задачі;
- 3) аналіз отриманих в процесі обчислень результатів.

Скінченно-елементна модель балки та загальний вигляд робочого вікна програми для розрахунку стійкості наведено на рис. 4.1.

На рис. 4.2 подано металеву балку, як розбита на скінченні елементи, таким чином утворивши скінченно-елементу сітку.

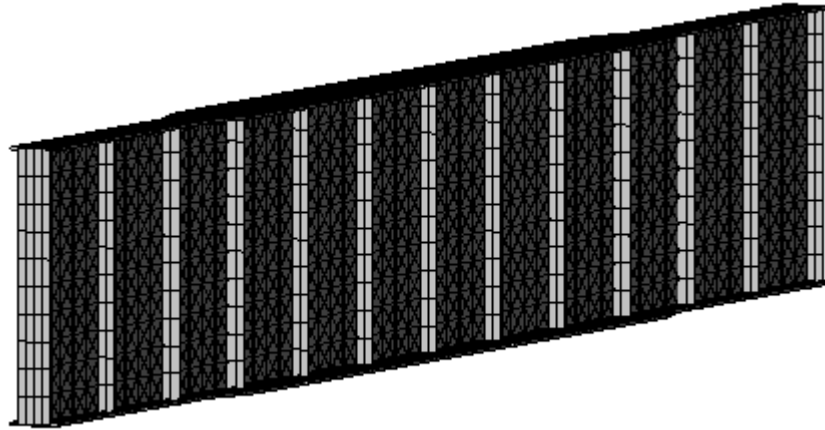


Рисунок 4.1 – Модель двотаврової металевої балки

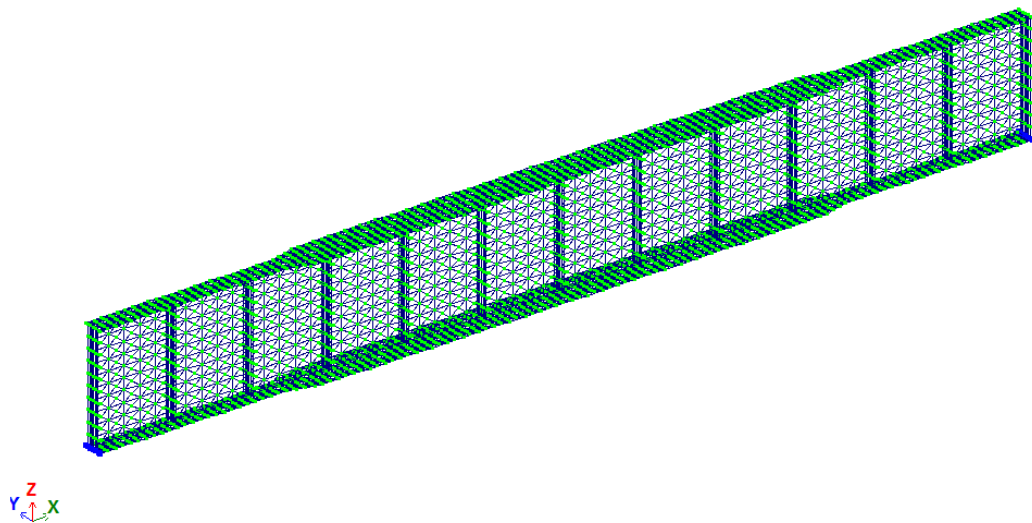


Рисунок 4.2 – Модель балки із створеною скінченно-елементною сіткою

Таким, чином маючи результати розрахунку, та провівши аналіз форм втрати стійкості можна чітко зробити заключення про характер та розподіл деформацій у тій чи іншій ділянці перерізу металевої двотаврової балки та необхідності внесення змін в конструкцію.

На протипагу аналітичному розрахунку, МСЕ дає змогу детально візуалізувати найбільш критичні зони балки, створюючи таким чином чітку картинку використання матеріалу балки. Також, МСЕ дозволяє провести аналіз форм втрати стійкості більш локалізовано та привернути увагу на місця втрати стійкості або зони де матеріал застосований неефективно..

В ПК «ЛІРА» проведено моделюючий експеримент, що передбачає

розрахунок коефіцієнту втрати стійкості та виявлення деформацій моделі металевої двотаврової балки. Геометричні параметри балки аналогічні балці ГБ 1 (рис. 4.3). Варто зазначити, що при значенні коефіцієнту втрати стійкості менше 1 потрібно вжити конструктивних заходів для забезпечення значення цього коефіцієнту більше 1.

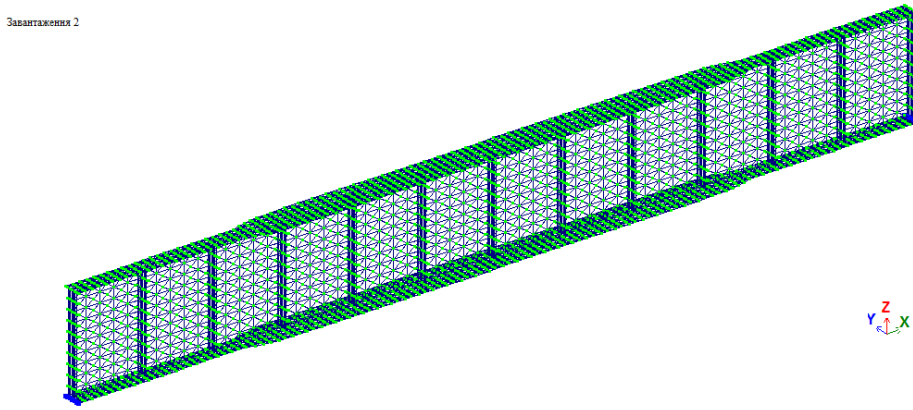
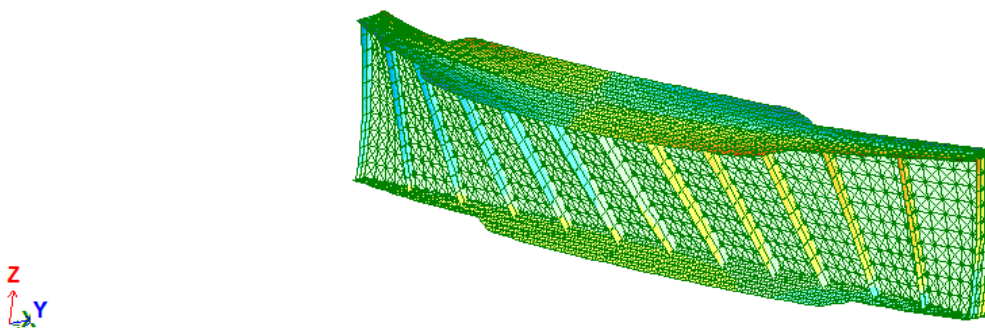
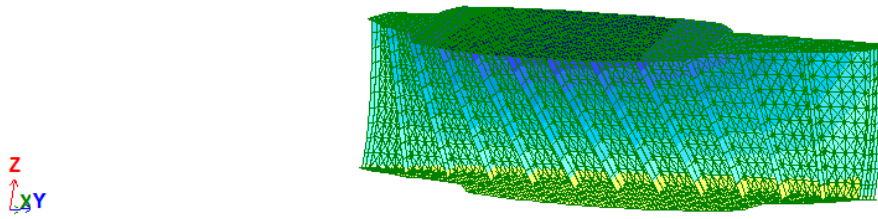
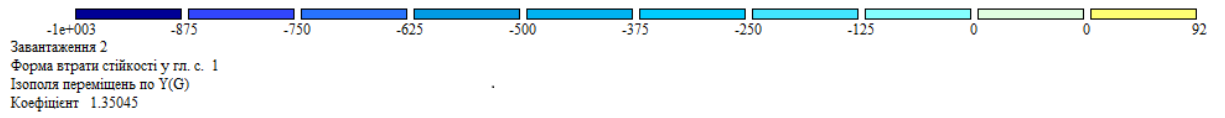


Рисунок 4.3 – САЕ – скінчено-елементна сіткова модель металевої двотаврової балки.

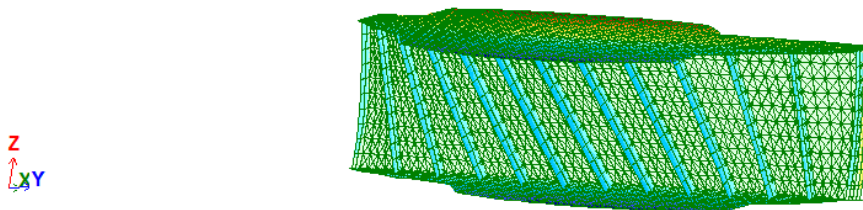
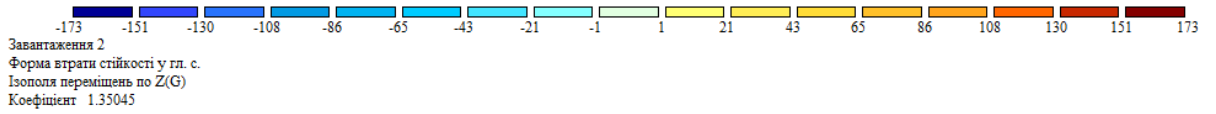
В результаті обчислень отримано форми переміщень величини та розподіл деформацій (рис. 4.2). Наведено тільки результати розрахунків стійкості від дії експлуатаційного навантаження для першої форми, оскільки при дії власної ваги запас для стійкості досить значний на всіх формах втрати стійкості.



а)



б)



в)

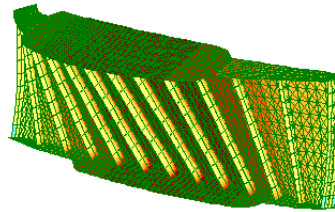
Рисунок 4.4 – Деформування балки по першій формі втрати стійкості по осі  $x(a)$   $y(б)$ ,  $z(в)$

Чисельні значення поворотів металевої двотаврової балки навколо глобальних осей в Декартовій системі координат наведено на рис 4.3



0 0 0 96 193 290 387 483 580 677 775

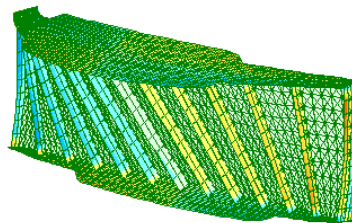
Завантаження 2  
 Форма втрати стійкості у гл. с. 1  
 Ізополю переміщень по UX(G)  
 Коефіцієнт 1.35045



а)

-44 -39 -33 -27 -22 -16 -11 -5 0 0 5 11 16 22 27 33 39 44

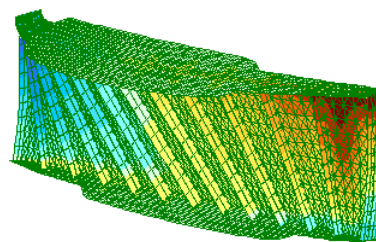
Завантаження 2  
 Форма втрати стійкості у гл. с. 1  
 Ізополю переміщень по UY(G)  
 Коефіцієнт 1.35045



б)

-277 -244 -209 -174 -139 -104 -69 -34 -2 2 34 69 104 139 174 209 244 279

Завантаження 2  
 Форма втрати стійкості у гл. с. 1  
 Ізополю переміщень по UZ(G)  
 Коефіцієнт 1.35045



в)

Рисунок 4.5 – Ізополю поворотів металеві двотаврової балки:

- а) ізополю поворотів навколо осі UX;
- б) ізополю поворотів навколо осі UY;
- в) ізополю поворотів навколо осі UZ;

Характер деформування металевої двотаврової балки є властивим для даного типу конструкцій по першій формі втрати стійкості.

Інші форми втрати стійкості обчислювались але не наводились.

Визначені чисельні значення переміщень та поворотів в елементах металевої двотаврової балки вказують на достатній рівень стійкості балки. Так, при першій формі втрати стійкості, при дії експлуатаційних навантажень, значення коефіцієнту запасу стійкості становить 1,35. На практиці це означає, що для цілковитої втрати стійкості балки значення існуючого навантаження повинно бути збільшено на 35%. Подальше зниження коефіцієнту втрати стійкості не рекомендується.

#### **4.1 Висновок до розділу 4**

Застосувавши метод скінченно-елементного розрахунку, визначено величини та розподіл переміщень у металевій двотавровій балці при дії експлуатаційних чинників. Встановлено, що локалізація та величини переміщень в елементах металевої двотаврової балки спричинені експлуатаційним навантаженням, вказують на ефективне використання матеріалу та достатній запас стійкості балки.

## РОЗДІЛ 5.

### Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

#### 5.1 Охорона праці

##### 5.1.1 Основні законодавчі акти України з охорони праці

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Інші нормативні акти мають відповідати не тільки Конституції та іншим законам України, але, насамперед, цьому Законові.

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у 1999 р. було прийнято Закон України «Про

загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та

організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

### **5.1.2 Охорона праці і техніка безпеки при зведенні громадської будівлі**

Правильна організація охорони праці під час виконання робіт в умовах міської забудови є надзвичайно важливим питанням через специфіку виконуваних робіт.

Земляні роботи в зоні діючих підземних комунікацій слід виконувати тільки під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні електричних кабелів, які знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того, - під наглядом працівників електро або газового господарства.

При механізованій розробці котловану потрібно керуватися технологічною картою. Щоб виключити можливість обвалення укосів котловану треба розташовувати техніку і вантажі за межами призми обвалення ґрунту. Людям слід спускатися в котлован по спеціально встановлених для цього сходах, або по з'їздах для бульдозерів. Засипку котловану бульдозером слід починати після дозволу виконавця робіт. Крім того, потрібно ретельно стежити за станом існуючих конструкцій. У разі виникнення найменших ознак їх деформування чи руйнування усі земляні роботи слід негайно припинити.

До монтажу та виконання робіт з складування і стропування збірних елементів робочі допускаються тільки після вступного інструктажу. Для виконання висотних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старших 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Змонтовані міжповерхові перекриття та покриття повинні бути огорожені до початку наступних робіт. Усі сигнали подає тільки одна особа, крім сигналу "Стій!", який може подавати будь-який працівник, помітивши явну небезпеку.

При встановленні опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус встановлюється тільки після закріплення нижнього. Щодня перед початком укладання бетону необхідно перевіряти стан опалубки, у разі виявлення пошкоджень їх слід негайно усунути. Розбирати опалубку після досягнення бетоном заданої міцності можна тільки з дозволу виконавця робіт. Отвори в перекриттях або покриттях, що залишаються після зняття опалубки слід огороджувати.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщувати їх за струмопідвідні дроти не допускається, а при перервах у роботі і переходах з одного місця на інше вібратори слід вимикати. У процесі вібрування бетонної суміші через кожні 30 ÷ 35 хвилин вібратор вимикають на 5 ÷ 7 хвилин для охолодження. Корпуси вібраторів необхідно заземлювати, працювати з ними дозволяється тільки в гумових рукавичках і чоботах. Мити водою не рекомендується. Зона електропрогрівання бетону повинна бути огорожена, у нічний час освітлена, мати світлову сигналізацію, що включається при подачі напруги в мережу обігріву. Перебування людей і виконання ними будь-яких робіт в цій зоні без відповідних засобів захисту не допускається. Підключення нагрівальних проводів, заміри температури бетону технічними термометрами проводиться при відключеній напрузі.

Не допускається користуватися відкритим вогнем в радіусі 50 м від місця застосування і складування матеріалів, які вміщують легкозайmistі або вибухонебезпечні речовини. лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, які виділяють вибухонебезпечні й шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях в кількостях, що не перевищують змінну потребу.

### **5.1.3 Вентиляція**

Розрахункова місткість складає 953 чел. Згідно проекту передбачено встановлення окремої вентиляційної системи для забезпечення належної

вентиляції згідно діючих норм.

Для приміщень, в яких відсутні виділення шкідливостей, розрахунок вентиляції здійснюється залежно від максимальної кількості людей що можуть перебувати у приміщенні.

Необхідна кількість повітря ( $m^3$  /год.), яка забезпечує відповідність параметрів повітря робочої зони нормованим значенням, визначається за наступною формулою:

$$L = L' N$$

де  $L'$  – нормативна кількість повітря на одну людину, яка залежить від питомого об'єму приміщення,  $m^3$  / (год·люд);

$N$  – кількість людей.

Питомий об'єм приміщення  $V_n$ , ( $m^3$  /люд), визначається за формулою

$$V_n = V / N,$$

де  $V$  – об'єм приміщення,  $m^3$  . Величина нормативної кількості повітря  $V'$  визначається за таблицею В.5 відповідного ДБН.

Визначаємо вільний об'єм приміщення:

$$V = S \cdot H \cdot 0,85 = 2150 \cdot 12,5 \cdot 0,85 = 22844 m^3$$

де  $H$ - висота приміщення;  $S$ -площа приміщення.

Питомий вільний об'єм складає:

$$V' = V / N = 22844 / 953 = 23,97 m^3 / люд > 20 m^3 / люд.$$

Нормована кількість повітря на одну людину за табл. В.5 при  $V' > 20 m^3$  /люд становить  $30 m^3$  / (год·люд).

Найменша необхідна кількість повітря для вентиляції:  $L = L' \cdot N = 30 \cdot 953 = 28590 m^3$  /год. Розрахована система вентиляції забезпечить виконання нормативних вимог з якості повітря робочої зони.

### **Висновки:**

Організація охорони праці під час виконання добудови є надзвичайно складною через специфіку виконуваних робіт, особливо в умовах міської забудови. Кожен громадянин України має право на належні, безпечні і здорові

умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

## **5.2 Цивільний захист**

### **5.2.1 Законодавство України про цивільну оборону**

Кодекс цивільного захисту України регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначає повноваження органів державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

Кодекс цивільного захисту України складається з десяти розділів.

У першому розділі кодексу говориться, що цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Цивільний захист забезпечується з урахуванням особливостей, визначених Законом України "Про основи національної безпеки України", суб'єктами, уповноваженими захищати населення, території, навколишнє природне середовище і майно, згідно з вимогами Кодексу цивільного захисту - у мирний час, а також в особливий період - у межах реалізації заходів держави щодо оборони України. Координацію діяльності органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту у межах своїх повноважень здійснюють: Рада національної безпеки і оборони України; Кабінет Міністрів України.



## 5.2.2 Евакуація відвідувачів приміщень при пожежах

У будівлях і спорудах на випадок виникнення пожежі необхідно передбачати евакуаційні шляхи і виходи.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень інших поверхів в сходову клітку (безпосередньо, зокрема через хол або через коридор), яка має мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відокремлений від примикаючих коридорів перегородками з дверима;
- з приміщень в сусіднє приміщення в тому ж поверсі, забезпечене вказаними вище виходами.

В спортивних комплексах у багатьох випадках один евакуаційний вихід призначений для відвідувачів, інший – для обслуговуючого персоналу. Тамбури виходів не можна використовувати для торгівлі і зберігання (навіть тимчасового) будь-яких матеріалів та інвентаря.

На шляхах евакуації в торгових залах передбачається аварійне освітлення. Підприємства торгівлі і громадського харчування, бази і склади мають бути забезпечені знаками безпеки.

Ширина евакуаційних проходів, протяжність шляхів евакуації, кількість і ширина евакуаційних виходів (дверей) визначаються розрахунковим шляхом.

Відстань по проходам від найвіддаленішої точки залу до виходу на евакуаційну сходову клітку або назовні слід приймати не більше 25м.

У разі неможливості виконати цю вимогу евакуаційні виходи розташовують по периметру залу з розрахунку один вихід на 100 чол. Відстань між виходами має бути не більшою 50 м. У залах двері для входу і виходу з нього необхідно влаштовувати в різних кінцях залу.

Для площі приміщень понад 300 м<sup>2</sup> кількість виходів з них повинна бути, як правило, не менше двох.

Місткість залів приймається з розрахунку не менше  $1,35 \text{ м}^2$  на одну людину, в будівлях I і II ступеня вогнестійкості, необхідний час евакуації приймається 6 хв., в будівлях III і IV ступеня вогнестійкості – 4 хв., V ступеня – 3 хв.

Плани (схеми) евакуації людей на випадки виникнення пожежі мають бути розроблені і вивішені на видних місцях в будівлях і спорудах (окрім житлових будинків), які мають два поверхи і більше, якщо одночасно перебувають на поверсі більше 25 чоловік.

Забезпечення безпечної евакуації людей з будівлі досягнуто наступним чином:

- Відповідністю розмірів і числа шляхів евакуації і виходів вимогам норм;
- Забезпечення нормального ритму і організованого руху людей;
- Незадимлюваність шляхів евакуації;
- Двері евакуаційних виходів і інші двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

Відповідно до ДБН В.1.1.7–2002 «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА» спортивні зали відносяться до II ступеня вогнестійкості.

Торгові зали мають площу  $2150 \text{ м}^2$  кожен. Згідно ДБН В.1.1.7–2002 «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА» на одну людину, що знаходиться в залі припадає  $1,35 \text{ м}^2$ . Тоді розрахункове число людей, що одночасно знаходяться в торговому залі визначається:

$$n = \frac{S}{s_1}, I_{\text{ном}} = \frac{I_K}{K} = \frac{16,95}{3} = 5,65 \quad (5.9)$$

де  $S$  - площа залу,  $S = 2150 \text{ м}^2$

$s_1$  - площа на одну людину  $s_1 = 1,35 \text{ м}^2$

$$n = \frac{2150}{1,35} = 953_{\text{чол}} \quad I_{\text{ном}} = \frac{I_K}{K} = \frac{16,95}{3} = 5,65 \quad (5.10)$$

Ширина основних евакуаційних проходів для залів площею понад  $400 \text{ м}^2$  не менше 2,5 м.

Згідно норм на 1 м ширини евакуаційного виходу для залів II ступеня

вогнестійкості припадає не більше 165 осіб. Тоді необхідна ширина виходів з торгових залів:

$$b = \frac{n}{n_1}, I_{ном} = \frac{I_K}{\kappa} = \frac{16,95}{3} = 5,65 \text{ А} \quad (5.11)$$

де  $n$  - максимальне число людей, які знаходяться в торговому залі,  
 $n = 880 \text{чол}$

$n_1$  - число людей на 1 м ширини евакуаційного виходу,  $n_1 = 165 \text{чол/м}$

$$b = \frac{953}{165} = 5,8 \text{м} \quad I_{ном} = \frac{I_K}{\kappa} = \frac{16,95}{3} = 5,65 \text{ А} \quad (5.12)$$

### **Висновки:**

У даній будівлі на випадок виникнення пожежі передбачені евакуаційні шляхи і виходи відповідно до вимог і норм. Необхідна ширина виходів з запроектованої будівлі становить 5,8м.

## **ВИСНОВКИ**

1. Розроблено проектні рішення торгово-офісного центру з врахуванням вимог існуючих нормативних документів.
2. Праведно аналіз ґрунтових умов будівництва та запроєктовано фундаменти відповідно до виявлених умов.
3. Розроблено скінченно-елементну модель балки. В ПК «ЛІРА» проведено розрахунок стійкості металевої двотаврової балки із змінним поперечним перерізом при дії статичних та циклічних навантажень.
4. На основі проведеного розрахунку визначено коефіцієнти запаси стійкості.
5. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема розраховано евакуаційні шляхи при виникненні пожежі.

## Бібліографія

1. ДСТУ Б А.2.4-7-95 "Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень"- К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1996
2. Макланова Т.Г. и др. "Архитектура гражданских и промышленных зданий"– М.: Стройиздат,1981.
3. ДБН В. 2.2-9-99 "Громадські будинки і споруди"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2000
4. ДБН В.1.4-1.01-97 "Основні положення"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 1998
5. ДБН В.2.2.-10-2001 "Заклади охорони здоров'я" - К.:Держбуд України, 2001
6. ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006
7. Шерешевский И.А. "Конструирования гражданских зданий и сооружений"– Л.: Стройиздат, 1979.
8. Барашикова А.Я. "Залізобетонні конструкції"- К.: Вища школа, 1995
9. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи"-К.: Мінбуд України, 2006
10. ДБН Д.2.2-7-99"Бетонні та залізобетонні конструкції збірні". – К.: Мінбуд України, 1999.
11. ДБН В.2.6-98-2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
12. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування " - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
13. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування " - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 "Будівельна кліматологія" К.: Мінрегіонбуд України, 2010.

15. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування" - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
16. Кузима В. "Технологія та організація будівельних робіт"-Тернопіль. 2001
17. Ситник І.П. "Организация, планирование, и управление строительством" – К.: Вища школа. 1978
18. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 " Визначення тривалості будівництва об'єктів" - К.: Мінрегіон України, 2014.
19. ДБН В.1.1-7:2016"Пожежна безпека об'єктів будівництва". – К.: Мінрегіон України, 2017.
20. ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". – К.: Мінбуд України, 2006.
21. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві ". – К.: Мінбуд України, 2009.
22. ДБН А.3.1-5:2016"Організація будівельного виробництва"- Мінрегіон України, 2016.
23. ДБН В.2.5-64-2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" - К.: Мінбуд України, 2012.
24. ДБН В.2.5-74-2013 "Водопостачання." - К.: Мінбуд України, 2013.
25. ДБН В.2.5-75-2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди" - К.: Мінбуд України, 2013.
26. ДБН В.2.5-74-2013 "Водопостачання. Основні положення проектування" - К.: Мінбуд України, 2013.
27. ДБН В.2.5-67-2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" - К.: Мінбуд України, 2013.
28. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 "Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем"- К.: Мінбуд України, 2013.
29. ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання/Мінінвестбуд України"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2002.

30. Кондратьев А.И., Местечкина Н.М. "Охрана труда в строительстве" – М.:Высшая школа. 1990
31. Орлов Г.Г. "Инженерные решения по охране труда в строительстве" – М.: Стройиздат. 1985
32. Спельман Е.Л. "Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации" – М.:Стройиздат. 1986
33. Пугач В.І., Люлька Г.С. "Охорона праці в будівництві"-Навчальний посібник. – Харків: Рубікон. 1998
34. Нифонтов А.И. "Краткий справочник строителя" – К.: Будівельник. 1987.