



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 Стельмаху Ігорю Орестовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект деревообробного цеху в Ужгороді з дослідженням  
сейсмічної стійкості конструктивних елементів

Керівник роботи Баран Денис Ярославович, 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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викладач		
Нормоконтроль	Данильченко С.М. ст. викладач		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ		
2.	Розрахунково-конструктивний розділ		
3.	Науково-дослідна частина		
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5.	Графічне оформлення креслень		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Стельмах І.О.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Баран Д.Я.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. Архітектурна частина .....	7
1.1. Об'ємно-планувальне рішення будівлі .....	7
1.2. Конструктивне рішення.....	9
РОЗДІЛ 2. Конструктивна частина .....	14
2.1. Компонування конструктивної схеми будівлі .....	14
2.2. Компонування поперечної рами будівлі.....	14
2.3. Вибір схеми зв'язків .....	17
2.5. Компонування фасаду. Вибір елементів огорожі .....	19
2.6. Розрахунок поперечної рами каркаса .....	19
2.7. Збір навантажень на поперечну раму .....	21
2.7.1. Постійне навантаження .....	21
2.7.2. Снігове навантаження.....	23
2.7.3. Кранові навантаження .....	24
2.7.4. Вітрові навантаження .....	26
2.8. Розрахунок підкранової балки.....	28
2.8.1. Визначення розрахункових зусиль.....	29
2.8.2. Підбір перерізу балки .....	29
2.8.3. Перевірка міцності балки .....	30
2.9. Розрахунок рами на ПК Ліра .....	32
2.9.1. Розрахункова схема.....	33
2.9.2. Навантаження .....	38
2.9.3. Перевірка підбору матеріалу .....	40
РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний.....	55
3.1. Результати розрахунку .....	55
3.2. Результати перевірки перерізів елементів стоек і ферми.....	56
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	59
4.1 Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці.....	59

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	62
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва від надзвичайних.....	62
ситуацій природнього характеру .....	62
4.2.2 Коротка характеристика впливу надзвичайних ситуацій природного	
характеру .....	62
4.2.3 Заходи при землетрусі .....	63
4.2.4 Заходи щодо підвищення стійкості об'єкта.....	64
4.2.5 Системи сейсмозахисту будівель і споруд .....	65
ВИСНОВКИ.....	66
Бібліографія .....	67

## ВСТУП

Розвиток промисловості у наш час не можливий без будівництва будівель та споруд для виготовлення або переробки необхідної продукції. Сучасні вимоги до проектних рішень враховують безліч аспектів зокрема і вплив сейсмічної активності на стійкість конструктивних елементів конструкції.

Сучасні технології розрахунків та будівництва дають можливість запроектувати будівельну конструкцію яка буде стійкою до сейсмічної активності. Проте питання впливу сейсмічної активності на основні елементи несучих конструкцій вимагає додаткового вивчення

**Актуальність теми.** Забезпечення сейсмічної стійкості промислових будівель та споруд набуває все більшої зацікавленості поряд з постійним зростанням розвитку промисловості.

В кваліфікаційній роботі магістра значну увагу приділено дослідженням сейсмічної активності на основні елементи несучих конструкцій.

**Мета роботи** – розробка проекту деревообробного цеху з дослідженням сейсмічної стійкості конструктивних елементів

**Об'єктом дослідження** елементи рами деревообробного цеху.

**Предметом дослідження** є сейсмічна стійкість елементів рам деревообробного цеху.

**Доцільність проведення досліджень** викликана тим, що отримані результати дадуть змогу запроектувати споруду з необхідними показниками сейсмічної стійкості.

**Завдання роботи:**

- розробити основні об'ємно-планувальні, архітектурно-конструктивні рішення деревообробного цеху;
- визначити інженерно-геологічні умови будівництва, визначити тип та розрахувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- виконати теплотехнічний розрахунок стінового огородження;
- виконати розрахунок поперечної рами каркасу;

- виконати розрахунок рами в ПК Ліра;
- за допомогою програмного комплексу «ЛірСТК», що входить до ВК «Ліра-Windows 9.4» встановити відсотки несучої здатності елементів рами на місцеву стійкість;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в небезпечних ситуаціях різного характеру.

**Методи досліджень.** При вирішенні поставлених завдань застосовуються методи чисельного моделювання в програмних комплексах ПК Ліра і «ЛірСТК».

**Наукова новизна.** Отримала подальший розвиток методика скінченно-елементного моделювання, дослідження сейсмічної стійкості елементів конструкцій.

**Практичні результати** отримані в даній роботі можуть бути використаними при проектуванні промислових будівель і споруд в сейсмічно активних районах. Результати розрахунку можуть застосовуватися для оцінки вибору параметрів конструкцій які будуть працювати в умовах сейсмічного навантаження.

**Апробація результатів** магістерської роботи виконана роботи виконана на ІХ 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:** сейсмічні навантаження, деформування рами, граничний стан.

## РОЗДІЛ 1. Архітектурна частина

### 1.1. Об'ємно-планувальне рішення будівлі

Цех з виробництва дерев'яних виробів:

При прийнятті об'ємно-планувальних рішень були враховані наступні вимоги:

- забезпечення технологічного процесу;
- забезпечення природного освітлення;
- забезпечення зручностей для робочого персоналу.

Будівля запроектована як типова з максимальним використанням уніфікованих конструкцій, що знижує загальну вартість споруди.

Промислова будівля з виробництва дерев'яних конструкцій об'ємом 90 тис. м<sup>3</sup> продукції складається з двох блоків - безпосередньо виробництва і адміністративно-побутового блоку. Всі блоки об'єднані в одну будівлю, але мають різні конструктивні рішення. Так блок основного виробництва проектується з металевих конструкцій, а адміністративно-побутові приміщення з залізо-бетонних конструкцій. Площа будівлі складає 5616 м<sup>2</sup>. Довжина будівлі в осях 1-27 -156 м, ширина в осях А-Ж - 36 м, висота до затягування - 13.5м.

Такі об'ємно-планувальні рішення забезпечують:

- відповідність функціональному призначенню, сучасним вимогам по архітектурно-художньої виразності;
- комфортні умови для працюючих;
- блокування основних, підсобних, складських і допоміжних служб з раціональним взаємним розміщенням виробництв робіт з поділом людських і вантажних потоків;
- уніфікацію об'ємно-планувальних і конструктивних елементів.

На покрівлі виробничої частини будівлі не передбачено пристрій світлоаераційних ліхтарів, необхідну кількість світла забезпечується великими віконними прорізами.



Для протипожежної безпеки передбачені такі межі вогнестійкості будівельних конструкцій, які забезпечують необхідний ступінь вогнестійкості будівель і споруд.

Всі приміщення з різними категоріями виробництва та склади розділені протипожежними стінами і перегородками. Всі будівлі і приміщення мають не менше двох евакуаційних виходів.

Прийняті конструктивні рішення такі, як металеві конструкції будівлі забезпечують економію будівельних матеріалів, зниження матеріаломісткості і трудомісткості зведення будівель.

Прольоти будівлі оснащені мостовими кранами:

- Склад зберігання лісоматеріалів -1 кран вантажопідйомністю 10 т;
- Формувальних-пресове відділення -1 кран вантажопідйомністю 10 т;

### **План цеху по виробництву дерев'яних виробів:**

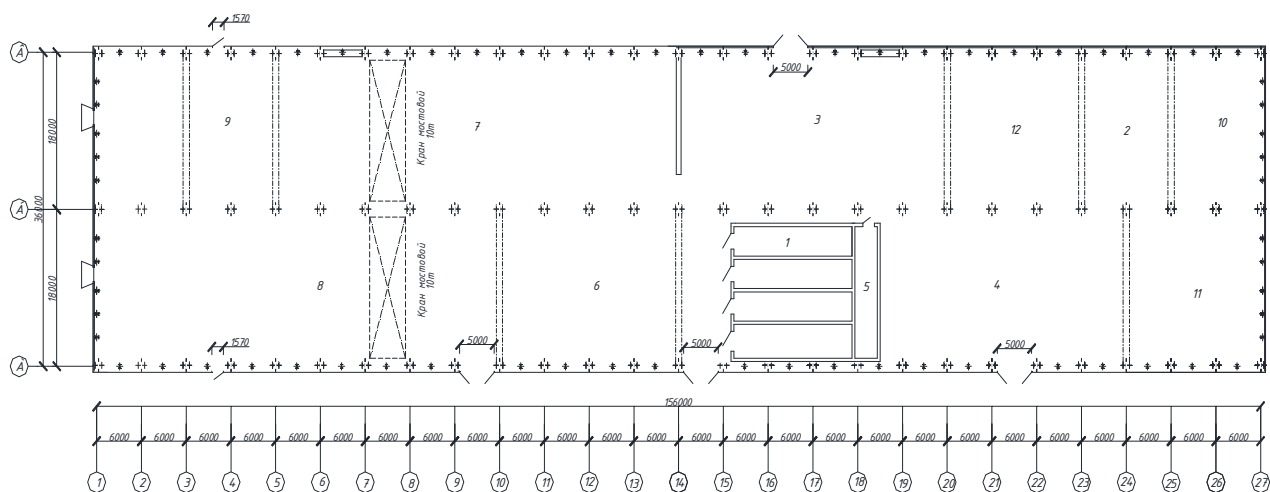


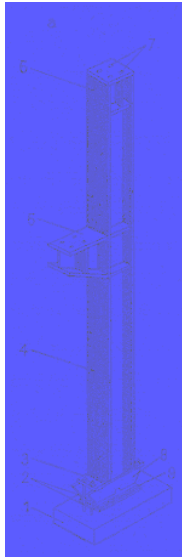
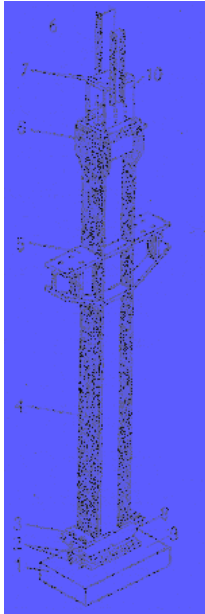
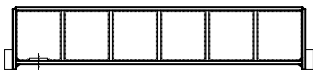
Рис. 1.1 Схема розташування технологічних відділів в будівлі.


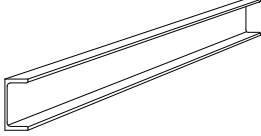

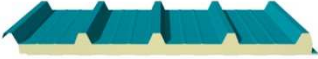

- 1 - сушильна камера; 2 Лакувальний; 3 столярний ділянку №1; 4 -Вільний ділянку;  
5- комп'ютерна; 6 - склад готової продукції; 7 - формувальному-пресове відділення; 8- склад зберігання лісоматеріалів; 9-столярний ділянку №2; 10 - склад інвентарю;  
11- склад зберігання готової продукції; 12- столярний ділянку №3;

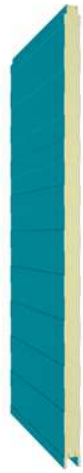
## 1.2. Конструктивне рішення

Для зручності конструктивні елементи будівлі зведені в таблицю 1.

Таблиця 1.1 «Специфікація елементів»

Найменування конструкцій	Ескіз	Обсяг елемента, м <sup>3</sup>	Маса елемента, т	Кількість елементів, шт	Загальний обсяг (м <sup>3</sup> ) / маса (т)
Колони ряду А,К1		-	3,38	27	- / 81,12
Колони ряду Ж К1		-	3,38	27	- / 81,12
Колони ряду В,К2		-	3,95	27	- / 94,8
Підкранові балки 6 м (Проліт А-Б, осі 6-13) ПБ2		-	2,58	46	- / 118,68

Найменування конструкцій	Ескіз	Обсяг елемента, м3	Маса елемента, т	Кількість елементів, шт	Загальний обсяг (м3) / маса (т)
Підкранові балки 6 м (Проліт Б-В, осі 6-9) Р61		-	2,58	54	- / 139,32
прогони		-	0,103		- / 90,3
Ферми Ф1 18м.		-	2,88	54	- / 138,24
Плити покриття типу «сендвіч» (3 х 6)		-	0,126	324	- / 40,824
стінові сендвіч панелі 1,2 х 6		-	0,1	432	- / 43.2
стінові сендвіч панелі 0.3 х 6		-	0,04	39	- / 1.56
стінові сендвіч панелі 1,2 х 6,15		-	0,105	24	- / 2.52

Найменування конструкцій	Ескіз	Обсяг елемента, м3	Маса елемента, т	Кількість елементів, шт	Загальний обсяг (м3) / маса (т)
стінові сендвіч панелі 1,2 x 0,5		-	0,02	32	- / 0.64

### 1.3. Теплотехнічний розрахунок стінового огороження

Необхідний опір теплопередачі стінових огорожувальних конструкцій (сендвіч-панелі) відповідають санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, визначають за формулою:

$$R_0^{np} = \frac{n \cdot (t_g - t_n)}{\Delta t_n \cdot \alpha_g} = \frac{1 \cdot (20 + 17)}{6,72 \cdot 8,7} = 0,804$$

де  $n = 1$  - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря

$t_b = 20^\circ\text{C}$  - розрахункова температура внутрішнього повітря, яка приймається згідно [ГОСТ 12.1.005-88](#) і нормам проектування відповідних будівель і споруд;

$t_n = -17^\circ\text{C}$  - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що дорівнює середній температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 ;

$\Delta t_n = 6,72$  - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної

конструкції, що приймається залежно від температури точки роси  $t_p = 13,28^\circ\text{C}$  і  $t_v = 20^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_{в} = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій.

Опір теплопередачі  $R_o$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , що обгороджує конструкції слід визначати за формулою

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\%o}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{\%н}}$$

де  $R_k$  - термічний опір огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , визначається однорідної (одношарової) за формулою

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

де  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - термічні опори окремих шарів огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , що визначаються за формулою

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

де  $\delta$  - товщина шару, м;

$\lambda$  - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ,

$\alpha_{н} = 23 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$  - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

$$R_o^{tp} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{н}}$$

Сендвіч-панель складається їх трьох шарів:

- сталевий лист С18-1000-0.7 по ГОСТ 24045-94 товщиною  $\delta_1 = 0,7 \text{ мм}$  і з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda_1 = 58 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
- утеплюючий шар пінополіуретан з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda_2 = 0,041 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
- сталевий лист С18-1000-0.7 по ГОСТ 24045-94 товщиною  $\delta_3 =$

– 0,7 мм і з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda_3 = 58 \text{ Вт / (м } ^\circ\text{C)}$

$$\delta_{\text{ут}} = \left( R_o^{\text{тр}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

$$\delta_{\text{ут}} = \left( 0,803 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0007}{58} - \frac{0,0007}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,086 \text{ м} = 86 \text{ мм}$$

Приймаємо пенополіуретановий утеплювач товщиною 100 мм відповідно до конструкції віконних рам і забезпечення жорсткості «сендвіч» панелей.

## РОЗДІЛ 2. Конструктивна частина

### 2.1. Компонування конструктивної схеми будівлі

#### Розбивка сітки колон

Згідно з вимогами уніфікації, крок колон однопрогонових будівель приймають рівним 6 або 12 м. Приймаємо крок колон рівним 6 м. Колони у торців будівлі зміщуємо з модульної сітки всередину на 500 мм. для зручності оформлення кутів стандартними огорожувальними елементами.

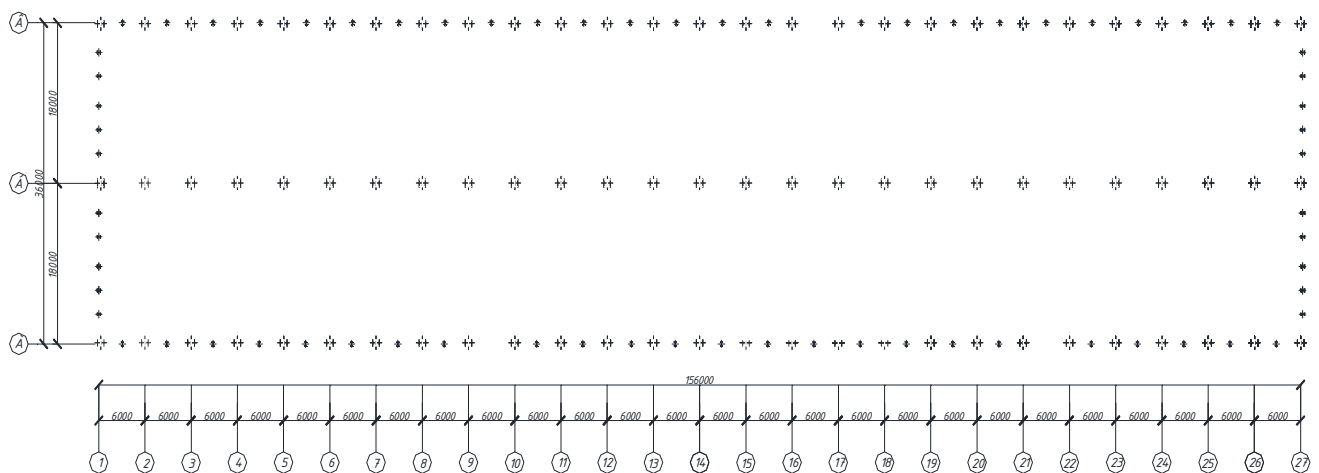


Рис.2.1 Розбивка сітки колон.

### 2.2. Компонування поперечної рами будівлі

Компонування поперечної рами починають з встановлення основних (габаритних) розмірів елементів конструкцій в площині рами. Розміри по вертикалі прив'язують до позначки рівня підлоги, приймаючи її нульовий. Розміри по горизонталі прив'язують до поздовжніх осей будівлі. Всі розміри приймають відповідно до основних положень по уніфікації. Спочатку доцільно встановити вертикальні розміри.

Вертикальні габарити будівлі залежать від технологічних умов виробництва. Вони визначаються відстанню від рівня підлоги до головки кранового рейки Н1 =

8 м і відстанню від головки кранової рейки до низу несучих конструкцій покриття Н2. В сумі розміри Н1 і Н2 визначають корисну висоту цеху Н0.

Розмір Н2 диктується висотою мостового крана:

$$H_2 = (H_K + 100 \text{ мм}) + f,$$

де  $H_K + 100 \text{ мм}$  - габаритний розмір від головки рейки до верхньої точки візка крана (2400 мм, см. Стр.530 [2]) плюс встановлений за вимогами техніки безпеки зазор між цією точкою і будівельної конструкціями, рівний 150 мм;

$f$  - розмір, що враховує прогин конструкції покриття (ферм, зв'язків), що дорівнює 200÷400 мм, в залежності від величини прольоту.

У нашому випадку  $L = 18 \text{ м}$ , Приймаємо  $f = 200 \text{ мм}$ ;

$$\text{Тоді } H_2 = (2000 \text{ мм} + 150 \text{ мм}) + 200 \text{ мм} = 2350 \text{ мм}.$$

Далі встановлюємо висоту цеху від рівня підлоги до низу кроквяних ферм:

$$H_0 = H_1 + H_2;$$

$$H_0 = 8000 \text{ мм} + 2350 \text{ мм} = 10350 \text{ мм};$$

Відповідно до «Основних положень по уніфікації» висоту цеху від рівня підлоги до низу кроквяних ферм  $H$  приймаємо до висоти 10,8 м кратній 1,2, а при більшій висоті кратно 1,8 м:  $H_0 = 12,2 \text{ м}$ .

Уточнюємо розмір Н1:  $H_1 = H_0 - H_2 = 12,2 - 1,8 = 10,3 \text{ м}$ .

Висота верхньої частини колони НВ:

$$H_B = h_b + h_p + H_2;$$

де  $h_b$  - висота підкранової балки, яка попередньо приймається  $1/8 \div 1/10$  прольоту балки;

$h_p$  - висота кранової рейки -170 мм.

$$H_B = 750 \text{ мм} + 170 \text{ мм} + 2350 \text{ мм} = 3520 \text{ мм}$$

Розмір нижньої частини колони:

$$H_n = H_0 - H_B + H_{\text{загл}}$$

де  $H_{\text{загл}} = (600 \div 1000) \text{ мм}$  - зазвичай прийняте заглиблення опорної плити черевика колони нижче нульової позначки статі.



$$H_n = 10200 \text{ мм} - 2904 \text{ мм} + 600 \text{ мм} = 7896 \text{ мм};$$

Загальна висота колони рами:

$$H = H_B + H_n;$$

$$H = 2904 \text{ мм} + 7896 \text{ мм} = 10800 \text{ мм};$$

Висота ферми залежить від прийнятої конструкції стропильних ферм і приймається  $h_{оп} = 2250 \text{ мм}$  - для ферм прольотом 18 і 24 метрів.

Виходячи їх того, що в будівлі використовується мостовий кран  $Q = 10 \text{ т}$  і група режимів роботи кранів ЗК приймається прив'язка зовнішньої грані колони  $a = 500 \text{ мм}$ .

Приймаємо висоту верхньої частини суцільною колони  $h_B = 700 \text{ мм}$  (Виходячи з того, що прив'язка  $a = 500 \text{ мм}$ ), Що задовольняє умові:

$$h_B \geq \frac{1}{12} H_B$$

$$h_B = 700 > \frac{1}{12} \cdot 2904 \text{ мм} = 242 \text{ мм}$$

При призначенні висоти нижньої частини суцільною колони необхідно врахувати, що для того щоб кран при русі вздовж цеху не зачіпав колону, відстань від осі підкранової балки до осі колони повинно бути не менше:

$$l_1 \geq B_1 + (h_B - a) + 75 \text{ мм};$$

де  $B_1 = 400 \text{ мм}$ ;

$$l_1 = 400 \text{ мм} + (700 \text{ мм} - 500 \text{ мм}) + 75 \text{ мм} = 675 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $l_1 = 750 \text{ мм}$  (кратно 250 мм).

Ось підкранової гілки колони зазвичай поєднують з віссю підкранової балки, тоді повинна виконуватися умова:

$$h_n = l_1 + a;$$

$$h_n = 750 \text{ мм} + 500 \text{ мм} = 1250 \text{ мм};$$

Висота нижньої частини складовою колони повинна задовольняти умові:

$$h_n \geq \frac{1}{20} H_K;$$

$$h_n = 1250 \text{ мм} > \frac{1}{20} \cdot 10800 \text{ мм} = 540 \text{ мм}; \text{ Проліт мостового крана:}$$

$$l_{\text{кр}} = L - 2l_1 = 18000 \text{ мм} - 2 \cdot 750 \text{ мм} = 16500 \text{ мм} = 16,5 \text{ м.}$$

## 2.3. Вибір схеми зв'язків

### Зв'язки по колонах

Вертикальні зв'язки між колонами каркаса в поздовжньому напрямку забезпечують жорсткість і незмінність каркаса будівлі в поздовжньому напрямку від впливу поздовжніх навантажень; вітрових - на торцеві стіни будівлі і гальмівних сил від мостових кранів. Також ці зв'язки служать для забезпечення стійкості колон.

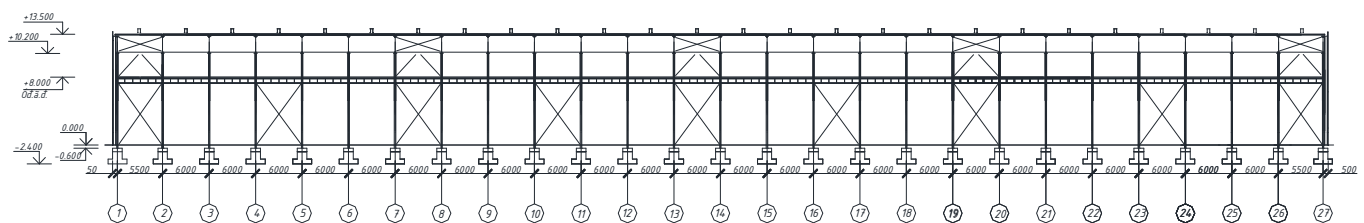


Рис.2.2. Зв'язки по колонах.

Зв'язки нижнього ярусу слід розташовувати ближче до середини будівлі або температурного блоку для того, щоб забезпечити свободу температурних деформацій поздовжніх елементів і уникнути додаткових температурних напружень, які можуть бути дуже значні і ведуть до пошкодження конструкцій.

Верхні вертикальні зв'язку ставлять в тих же осях, що і нижні. Іноді для підвищення жорсткості каркаса верхні зв'язку 2 ставлять в торцях будівлі або температурного блоку, тому що невелика жорсткість надкранової частини колон незначно впливає на температурні напруги. В межах висоти стропильних ферм в в'язевих блоці і по торцях будівлі ставлять зв'язку 3, які йдуть на монтаж у вигляді готової в'язевої ферми. В інших місцях колони з'єднуються розпірками.

### Зв'язки по покриттю

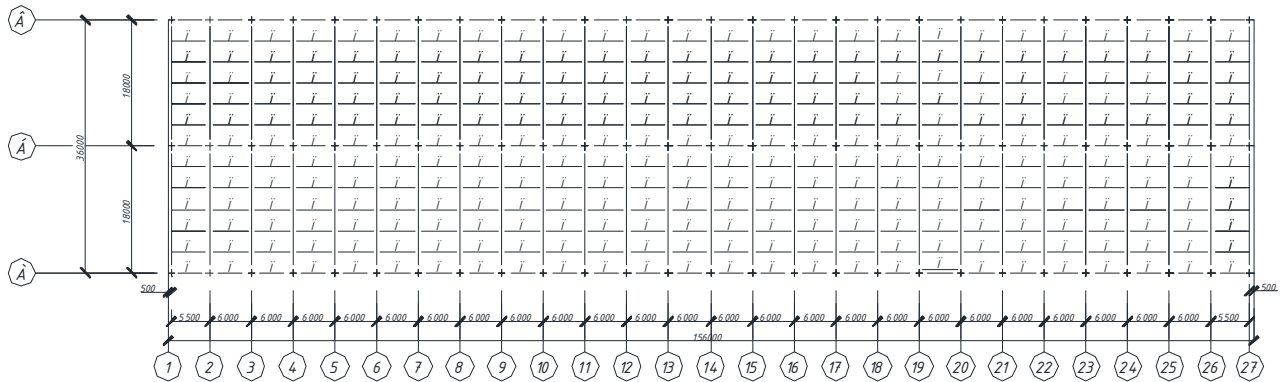


Рис. 2.3 Зв'язки по верхньому поясу ферм.

Зв'язки між фермами, створюючи загальну просторову жорсткість каркаса, забезпечують:

- стійкість стиснутих елементів ригеля з площини ферм;
- перерозподіл місцевих навантажень (наприклад, кранових), прикладених до однієї з рам, на сусідні рами;
- зручність монтажу;
- задану геометрію каркаса;
- сприйняття і передачу на колони деяких навантажень.

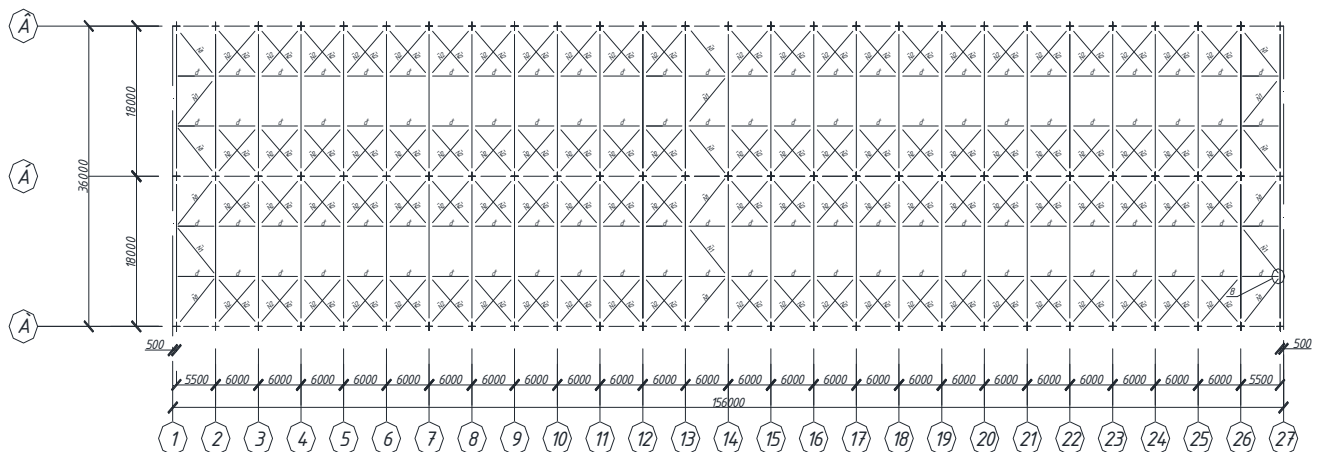


Рис.2.4 Зв'язки по нижньому поясу ферм

Система зв'язків покриття складається з горизонтальних і вертикальних зв'язків.

## 2.5. Компонування фасаду. Вибір елементів огорожі

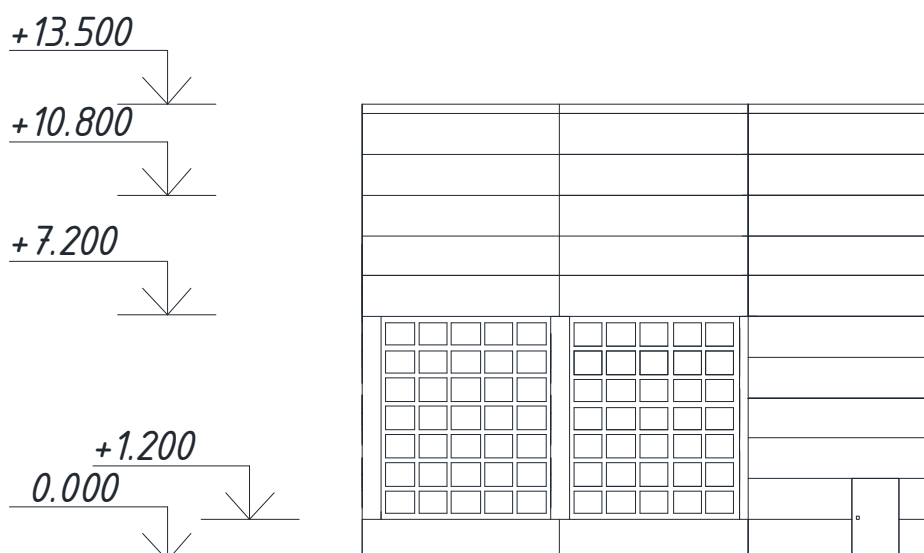


Рис.2.5 Компонування фасаду.

В якості огорожувальних конструкцій вибираємо типові плити довжиною 6 м уздовж довжиною частини фасаду, і довжиною 6 м уздовж короткої частини фасаду.

Плити поздовжньої частини фасаду кріпляться на колони. Плити поперечної частини фасаду кріпляться на фахверкові колони двотаврового профілю.

## 2.6. Розрахунок поперечної рами каркаса

### Розрахункова схема рами

Фактична висота підкранової балки відрізняється від прийнятої спочатку при компонуванні рами, уточнимо розміри  $H_B$  і  $H_n$ :

$$H_B = h_6 + h_p + H_2 = 384\text{мм} + 170\text{мм} + 2350\text{мм} = 2904\text{мм};$$

$$H_H = H_o - H_B + H_{\text{загл}} = 10350\text{мм} - 2904\text{мм} + 600\text{мм} = 7896\text{мм};$$

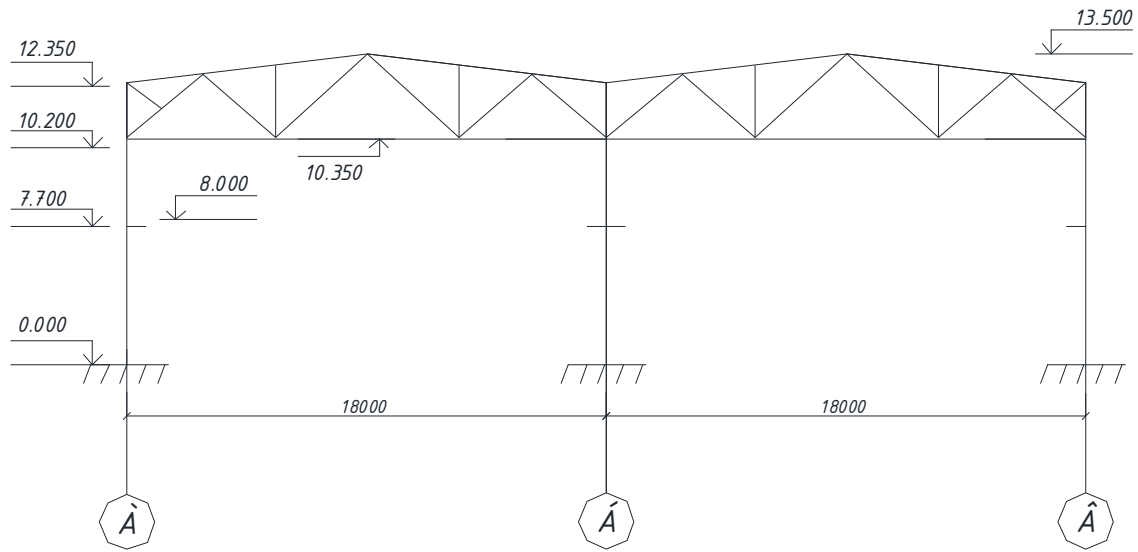


Рис.2.6 Конструктивна схема рами

Конструктивну схему рами приводимо до розрахункової схемою, дотримуючись наступне:

- осі колон проходять через центри тяжкості перетинів;
- закладення колон приймається на рівні низу черевика;
- ригель проходить по осі нижнього пояса ферми і приймається горизонтальним, тому що ухил ферми менш 1/8.

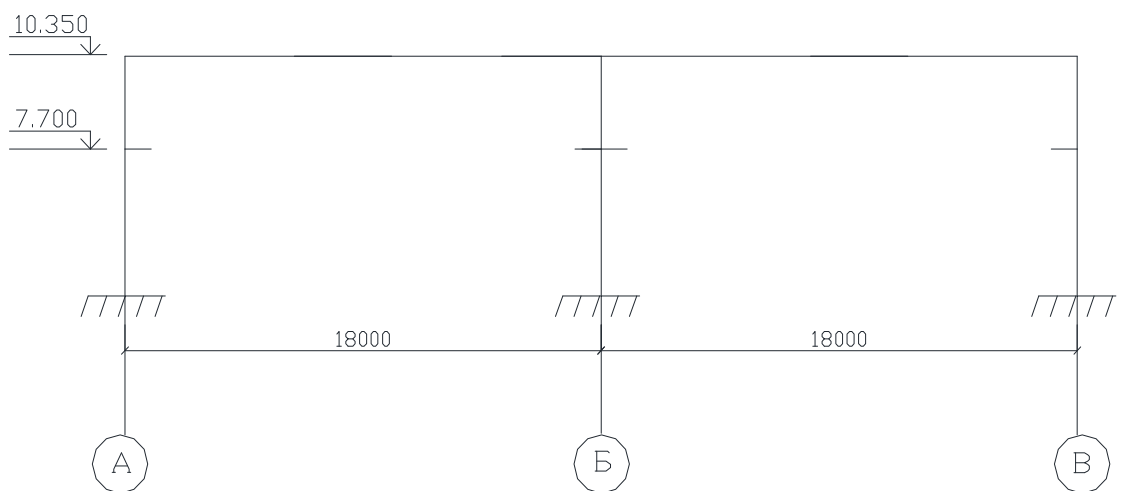


Рис.2.7. Розрахункова схема рами

Відстань між центрами ваги верхнього і нижнього ділянок колон:  
 $e_0 = 0,5h_n - 0,5h_b = 0,5 \cdot 1250 - 0,5 \cdot 700 = 275 \text{ мм}$

## 2.7. Збір навантажень на поперечну раму

Таблиця 2.1 «Навантаження від конструкцій покриття»

Найменування	Нормативне навантаження, кН / м <sup>2</sup>	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН / м <sup>2</sup>
2 шари наплавляемого руберойду	0,15	1,3	0,195
Азбоцементний плоский лист	0,11	1,1	0,121
Гідробар'єр-дифузійна плівка	0,07	1,3	0,091
Утеплювач $\rho = 200 \text{ кг / м}^3$ , $t = 100 \text{ мм}$	0,2	1,3	0,26
Пароізоляція-поліетиленова плівка	0,07	1,3	0,091
Профлист Р-75-750-0,9	0,17	1,05	0,179
прогони	0,25	1,05	0,263
Ферми, зв'язку	0,5	1,05	0,525
<b><u>ВСЬОГО:</u></b>	<b>g<sub>n</sub> = 1,52</b>		<b>g = 1,725</b>

### 2.7.1. Постійне навантаження

Визначимо постійну рівномірно розподілене навантаження по довжині ригеля:

$$q_n = \frac{q}{\cos \alpha} b_f \gamma_n = \frac{1,725 \text{ кН / м}^2}{1} \cdot 6 \text{ м} \cdot 0,95 = 9,833 \text{ кН / м}^2;$$

де  $b_f = 6 \text{ м}$  - крок ферм;

$\gamma_n = 0,95$  - коефіцієнт надійності за призначенням.

Опорна реакція ригеля рами:

$$F_R = \frac{q_n \cdot L}{2} = \frac{9,833 \cdot 18}{2} = 88,5 \text{ кН};$$

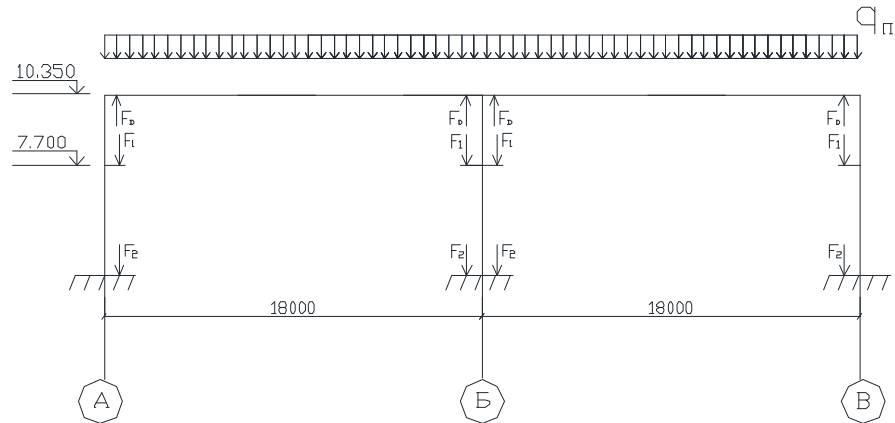


Рис.2.8 Схема додатки постійних навантажень

У F1, F2 входять: вага верхнього і нижнього ділянок колони, а також власну вагу стінового огороження з палітурками, прикріпленими до цих ділянок.

$$\begin{aligned} F_1 &= \gamma_n \left[ \gamma_{f1} \cdot g_1 \cdot \left( \sum h_1' \right) \cdot b + \gamma_{f2} \cdot g_2 \cdot \left( \sum h_1'' \right) \cdot b \right] + G_B = \\ &= 0,95 \cdot \left[ 1,2 \cdot 2 \text{ кН / м}^2 \cdot 5,4 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} + 1,1 \cdot 0,35 \text{ кН / м}^2 \cdot 2,7 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} \right] + 12,93 \text{ кН} = \\ &= 92,72 \text{ кН}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \gamma_n \left[ \gamma_{f1} \cdot g_1 \cdot \left( \sum h_2' \right) \cdot b + \gamma_{f2} \cdot g_2 \cdot \left( \sum h_2'' \right) \cdot b \right] + G_H = \\ &= 0,95 \left[ 1,2 \cdot 2 \cdot 7,5 \cdot 6 + 1,1 \cdot 0,35 \cdot 7,2 \cdot 6 \right] + 51,71 = 131,5 \text{ кН} \end{aligned}$$

тут:

$\gamma_n = 0,95$  - коефіцієнт надійності за призначенням;

$\gamma_{f1} = 1,2$

$\gamma_{f2} = 1,1$  - коефіцієнти надійності за навантаженням;

$g_1 = 2 \text{ кН / м}^2$  - поверхнева маса навісних панелей;

$g_2 = 0,35 \text{ кН / м}^2$  - поверхнева маса віконних рам з склінням;

$b = 6 \text{ м}$  - ширина вантажної площі стін;

$\sum h_1'$  - сумарна висота стінових панелей, навантаження з яких передається на верхню частину колони;

$\sum h_1''$  - сумарна висота віконних рам, навантаження з яких передається на верхню частину колони;

$\sum h_2'$  - сумарна висота стінових панелей, навантаження з яких передається на нижню частину колони;

$\sum h_2''$  - сумарна висота віконних рам, навантаження з яких передається на нижню частину колони;

$GB = 0,2GK$  - розрахункове навантаження від ваги верхньої частини колони;

$GH = 0,8GK$  - розрахункове навантаження від ваги нижньої частини колони;

$G_k$  - вага всієї колони.

$$G = g_{\text{кол}} \cdot A_{\text{груз}} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n,$$

$g_{\text{кол}} = 0,6 \text{ кН / м}^2$  - середня витрата сталі на колони каркаса в розрахунку на  $1 \text{ м}^2$  площі будівлі;

$$G_k = 0,6 \cdot 6 \cdot \frac{18}{2} \cdot 1,05 \cdot 0,95 = 32,32 \text{ кН}$$

### 2.7.2. Снігове навантаження

Район будівництва знаходиться в 2 сніговому районі:

сніговий район	I	II	III	IV	V	VI
$s_0, \text{ кН / м}^2$	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5

Розрахункова лінійне навантаження на ригель рами визначається:

$$q_{\text{снєг}} = \mu \cdot S_g \cdot b_{\Phi} \cdot \gamma_n,$$

$\mu = 1$  - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву ґрунту до снігового навантаження на покриття (додаток 3 СНиП «Навантаження і впливи»);



$S_g = 0,7$  кПа - розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м<sup>2</sup> поверхні землі (2 сніговий район).

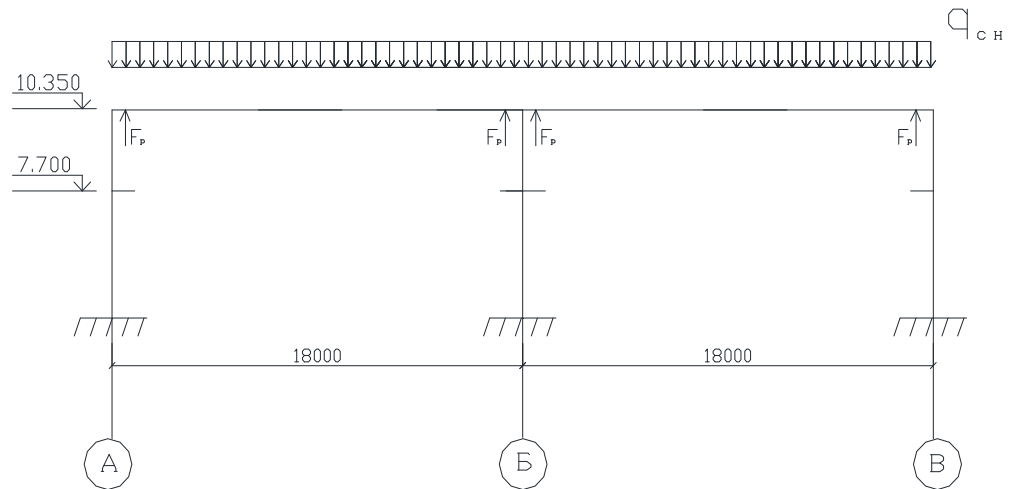


Рис.2.9 Снігове навантаження.

$$q_{сн\text{іг}} = 1 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 0,95 = 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

Опорна реакція ригеля рами:

$$F_R = \frac{4 \cdot 18}{2} = 36 \text{ кН}$$

### 2.7.3. Кранові навантаження

Вертикальне навантаження на колону від двох зближених кранів найбільшою визначається з коефіцієнтом сполучень  $\psi = 0,85$  (Режим роботи ЗК).

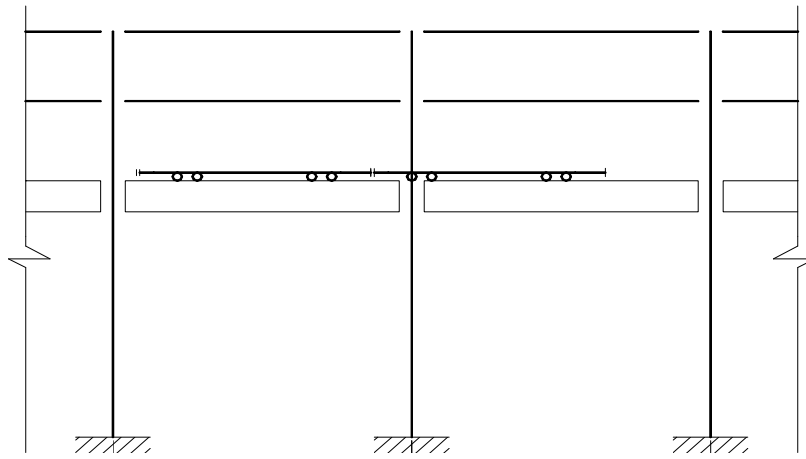


Рис.2.10 Вид на каркас збоку

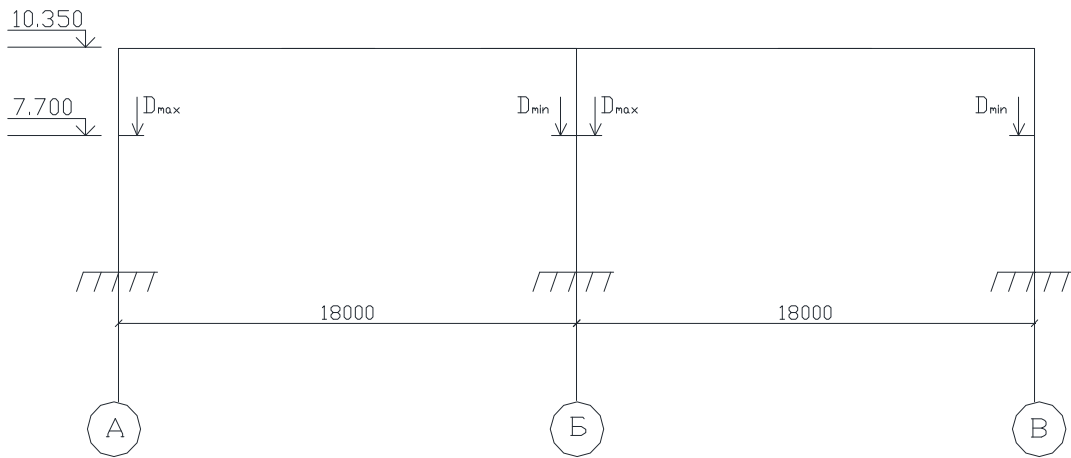


Рис.2.11 Кранові навантаження.

Визначаємо розрахункові тиску на колону  $D_{\max}$  (колона поруч з візком),  $D_{\min}$  (протилежна від візка колона).

$$D_{\max} = (\psi \sum F_{ki} y_i + \gamma_{f1} G_{\text{пк}} + \gamma_{f2} P_0^n b_T b) \gamma_n$$

$$D_{\min} = (\psi \gamma_f \sum F'_n y_i + \gamma_{f1} G_{\text{пк}} + \gamma_{f2} P_0^n b_T b) \gamma_n,$$

де:

$F_{ki}$  - розрахунковий тиск колеса крана;

$F_{ni}$  - нормативний тиск колеса крана з протилежного боку;

$y_i$  - ординати лінії впливу;

$$G_{\text{пк}} = g_{\text{пк}} \cdot \frac{bL}{2} = 0,6 \cdot \frac{6 \cdot 18}{2} = 32,4 \text{ кН} - \text{нормативний вага підкранових}$$

конструкцій;

$\gamma_f = 1,1$ ;  $\gamma_{f1} = 1,05$ ;  $\gamma_{f2} = 1,2$  - коефіцієнти надійності за навантаженням;

$R_{0n} = 2 \text{ кН / м}^2$  - корисна нормативне навантаження на гальмівну балку;

$b = 6 \text{ м}$  - крок колон;

$b_T = 1 \text{ м}$  - ширина гальмівної конструкції.

$$F'_n = \frac{Q + G_K}{n_K} - F_{n \max} = \frac{100 + 1250}{4} - 250 = 87,5 \text{ кН} - \text{нормативний тиск коліс}$$

крана з протилежного від візка боку;

де  $Q = 10 \text{ кН}$  - вантажопідйомність крана;

$F_{n \max} = 250 \text{ кН}$  - максимальний нормативний тиск колеса крана;

$G_K = 1250 \text{ кН}$  - маса крана з візком;

$n_K = 4$  - число коліс з одного боку одного крана.

Вертикальні від двох зближених у розрахунковій колони кранів

$$D_{\max} = \Psi \gamma_f F_{\max} \sum y_i = 0,85 \cdot 1,1 \cdot 85 (1 + 0,267 + 0,833 + 0,100) = 174,85 \text{ кН};$$

$$D_{\min} = \Psi \gamma_f F_{\min} \sum y_i = 0,85 \cdot 1,1 \cdot 30 (1 + 0,267 + 0,833 + 0,100) = 61,71 \text{ кН}.$$

горизонтальні

$$T = \Psi \gamma_f \cdot 0,05$$

$$Q + G_T$$

---


$$2$$

Згинальні моменти, що виникають по осі колони від сил  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$  рівні:

$$M_{\max} = D_{\max} \cdot e_K = 174,85 \text{ кН} \cdot 0,625 \text{ м} = 109,28 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot e_K = 61,71 \text{ кН} \cdot 0,625 \text{ м} = 38,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

#### 2.7.4. Вітрові навантаження

Таблиця 2.3. «Нормативне значення вітрового тиску»

вітровий район	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$W_0$ , кПа	0,12	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Для V снігового району  $w_0 = 0,6$  кПа.

Розрахункове вітрове навантаження в будь-якій точці по висоті рами буде дорівнює:

з навітряного боку:

$$q_w = \gamma_f \cdot W_0 \cdot k \cdot c_e \cdot B \cdot \gamma_n;$$

з підвітряного боку:

$$q_w = \gamma_f \cdot W_0 \cdot k \cdot c_{e3} \cdot B \cdot \gamma_n,$$

де  $\gamma_f = 1,4$  - коефіцієнт надійності за навантаженням;

$W_0 = 0,6$  кПа - нормативний швидкісний натиск в залежності від вітрового району (V вітрової район);

$c_e = 0,8$ ;  $c_{e3} = 0,6$  - аеродинамічні коефіцієнти (по прил.4 СНИП «Навантаження і впливи»;

k - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті.

B = 6 м - крок колон.

$$q_w = 1,4 \cdot 0,6 \cdot k \cdot 0,8 \cdot 6 \cdot 0,95 = 3,83k$$

$$q_w = 1,4 \cdot 0,6 \cdot k \cdot 0,6 \cdot 6 \cdot 0,95 = 2,87k$$

Тип місцевості - В.

Тоді вітрове навантаження на висоті 5, 10,2 і 13,5 м дорівнює:

$$q_{w5} = 4,85 \cdot 0,65 = 3,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q'_{w5} = 3,64 \cdot 0,65 = 2,37 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q_2 = q_{10,2} = 4,85 \cdot 0,85 = 4,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q'_2 = q'_{10,2} = 3,64 \cdot 0,85 = 3,09 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q_1 = q_{13,5} = 4,85 \cdot 0,88 = 4,27 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q'_1 = q'_{13,5} = 3,64 \cdot 0,88 = 3,20 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

Для зручності розрахунку фактичну лінійну навантаження замінюють еквівалентної, рівномірно розподілений по висоті колони.

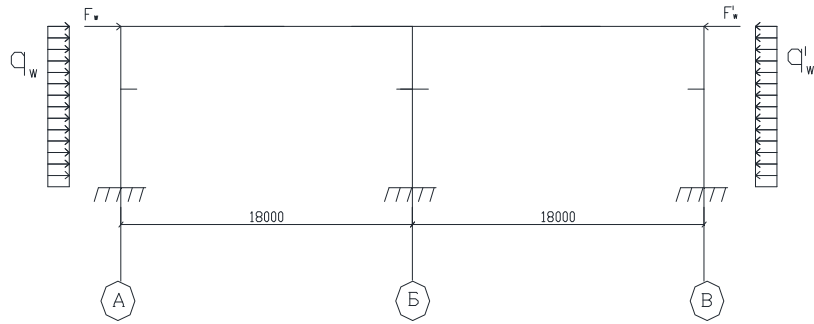


Рис.2.12 Вітрові навантаження.

Наближено можна визначити:

$$q_{\text{экв}} = q_{w5} \cdot \alpha;$$

$$q'_{\text{экв}} = q'_{w5} \cdot \alpha;$$

де  $\alpha = 1,11$  - коефіцієнт, що залежить від висоти будівлі.

$$q_{\text{экв}} = 3,15 \cdot 1,11 = 3,465 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q'_{\text{экв}} = 2,37 \cdot 1,11 = 2,607 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

Вітрова навантаження, яка діє на ділянці  $h'$  від низу ригеля до найбільш високої точки будівлі, замінюється зосередженої силою, яка додається в рівні низу ригеля.

$$F_{\text{ветр}} = \frac{q_2 + q_1}{2} h' = \frac{4,12 + 4,27}{2} \cdot 3 = 12,58 \text{ кН};$$

$$F'_{\text{ветр}} = \frac{q'_2 + q'_1}{2} h' = \frac{3,09 + 3,20}{2} \cdot 3 = 9,43 \text{ кН};$$

## 2.8. Розрахунок підкранової балки

Приклад 2.15. Підібрати перетин підкранової балки під два крана вантажопідйомністю 10 т, режиму роботи 5К. Проліт кранів - 16,5 м. Крок колон - 6 м. Матеріал - сталь С245. Перетин балки прийняти з прокатного двутавра. Коефіцієнт надійності за призначенням  $\gamma_p = 1,0$ .

Навантаження на підкранових балку по табл. ПЗ.3: нормативний тиск на колесі крана  $F_{kn} = 85$  кН, маса крана - 13,0 т, маса візка - 2,4 т, кранові рейки Р43 або КР70, схема крана приведена на рис. 2.72

$$T_{kn} = 0,05 (Q + G1) / n0 = 3 \text{ кН}$$

(Коефіцієнтом 9,8 ми перейшли від маси до ваги вантажу та візки).

Розрахункові зусилля на колесі крана:

$$F_k = \gamma_n F_{kn} \gamma_{fk1} = 1 \cdot 85 \cdot 1,1 \cdot 1 = 93,5 \text{ кН}, T_k = \gamma_n F_{kn} \gamma_{fk2} = 1 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1 = 3,3 \text{ кН}.$$

### 2.8.1. Визначення розрахункових зусиль.

Завантажуємо лінію впливу моменту в середньому перерізі, встановлюючи два крана невігдно чином (рис. 2.72, а, б). Розрахунковий момент від вертикального навантаження:

$$M_x = A \sum F_{ky1} \psi = 1,05 \cdot 93,5 \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 208,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\psi = 0,85 \text{ - при кранах режиму роботи 5К; } \sum y_1 = 2,5; \alpha = 1,05.$$

Розрахунковий момент від горизонтального навантаження:

$$M_y = \sum T_{kyi} \psi = 3,3 \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 7,01 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розрахункові значення поперечних сил (рис. 2.72, в)

$$Q_x = A \sum F_{kyi} \psi = 1,05 \cdot 93,5 \cdot 1,93 \cdot 0,85 = 83,4 \text{ кН} \cdot \text{м}; Q_y = \sum T_{kyi} \psi = 3,3 \cdot 1,93 \cdot 0,85 = 5,41 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

### 2.8.2. Підбір перерізу балки

$$W_x, req = M_x \beta / \gamma_c R_y = 1086 \text{ см}^3, R_y = 24 \text{ кН} / \text{см}^2.$$

Для балок без гальмівних конструкцій орієнтовні значення  $\beta$  складають: при кранах вантажопідйомністю 5 т - 1,2; 10 і 12,5 т - 1,25; 20 т - 1,35; 32 т - 1,45.

Схема завантажена для визначення прогину балки. З умови жорсткості

$$f = \frac{F_k n l^3}{48 E I_x} \leq f_u, \text{ де } f_u = 1 / 400 = 600 / 400 = 1,5 \text{ см}$$

Необхідний момент інерції балки

$$I_{x, \text{req}} = F_k n l^3 / 48 E f_u = 12380 \text{ см}^4$$

З умов  $W_x \geq W_{x, \text{req}}$  і  $I_x \geq I_{x, \text{req}}$  приймаємо перетин балки з І35Ш1. Можна було б прийняти більш легке перетин з І45Б1, що має достатню міцність і жорсткість, однак, для забезпечення кріплення рейки на гаках (див. Рис. 2.71) ширина пояса повинні бути не менше 220 мм.

Геометричні характеристики перерізу:  $I_x = 19790 \text{ см}^4$ ,  $I_y = 3260 \text{ см}^4$ ;  $W_x = 1171 \text{ см}^3$ ,  $W_y = 261 \text{ см}^3$ ;  $h = 338 \text{ мм}$ ,  $t_w = 9,5 \text{ мм}$ ,  $b_f = 250 \text{ мм}$ ,  $t_f = 12,5 \text{ мм}$ ,  $S_1 / 2 = 651 \text{ см}^3$ , момент інерції верхнього пояса відносно осі у

$$I_{f, y} = I_y / 2 = 3260 / 2 = 1630 \text{ см}^4$$

момент опору верхнього пояса

$$W_{f, y} = W_y / 2 = 261 / 2 = 130,5 \text{ см}^3$$

### 2.8.3. Перевірка міцності балки

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_{fy} = 23,2 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y = 24 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\tau = Q_{\text{max}} S_1 / 2 / I_x t_w = 29 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_s = 0,58 R_y = 14 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Міцність балки забезпечена.

Перевірка стійкості балки за формулою. Для визначення коефіцієнта  $\phi_b$  обчислимо попередньо параметр  $\alpha$  (с. 198 [1]):

Тут  $I_t = (0,953 \cdot 31,3 + 2 \cdot 1,253 \cdot 25) = 54 \text{ см}^4$  - момент інерції балки на кручення;  $h_w = h - 2t_f = 33,8 - 2 \cdot 1,25 = 31,3 \text{ см}$  - висота стінки.

За табл. 5.1 [1]  $\psi = 1,75 + 0,09\alpha = 1,75 + 0,09 \cdot 8 = 2,47$  (зосереджене навантаження прикладена до верхнього поясу).

$$\text{Так як } \phi_1 > 0,85, \text{ то } \phi_b = 0,68 + 0,21\phi_1 = 0,68 + 0,21 \cdot 1,097 = 0,91;$$

Стійкість балки не забезпечена.

Для забезпечення стійкості необхідно або підсилити верхній пояс листом або куточками (див. Рис. 2.62), або збільшити перетин. Прийmemo перетин з І 35Ш2.

Геометричні характеристики нового перетину:  $I_x = 21070 \text{ см}^4$ ;  $I_y = 3650 \text{ см}^4$ ;  $W_x = \text{один тисячі двісті тридцять шість см}^3$ ;  $W_{fy} = 146 \text{ см}^3$ ;  $h = 341 \text{ мм}$ ;  $bf = 250 \text{ мм}$ ;  $tf = 14 \text{ мм}$ ;  $tw = 10 \text{ мм}$ ;  $hw = 313 \text{ мм}$ .

Перевіримо стійкість балки:  $I_f = 73 \text{ см}^4$ ;  $\alpha = 9,53$ ;  $\psi = 2,6$ ;  $\varphi_1 = 1,25$ ;  $\varphi_b = 0,943$ ;  
 $M_x / \varphi_b W_x + M_y / W_{fy} = 22,7 \text{ кН / см}^2 < \gamma_c R_y = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН / см}^2$ .

Стійкість балки забезпечена.

Міцність нового перетину перевіряти не потрібно, так як вона свідомо забезпечена.

Перевіримо місцеву міцність стінки за формулою (2.68).

Для кранів режимів роботи 1К -  $\beta_{kf} = 1,1$ . Приймаємо рейок типу Р43 з кріпленням на гаках (рис. 2.71, б).

Для прокатних балок напруги  $\sigma_{loc}$ , у слід перевірити в перерізі у початку заокруглення (рис. 2.72, д), проте момент інерції пояса на два порядки менше моменту інерції рейки, тому приймаємо  $I_{lf} = \sim I_r = 1489 \text{ см}^4$ ,  $l_{ef} = c \cdot 3 \sqrt{I_{lf}} / tw = 3,25 \cdot 3 \sqrt{1489} / 1,0 = 37 \text{ см}$ ,  $\sigma_{loc} =$

$$\frac{1,1 \cdot 93,5}{37 \cdot 1,0} = 2,78 \text{ кН / см}^2 < R_y = 24 \text{ кН / см}^2.$$

Міцність стінки забезпечена.

Стійкість стінки і стиснутого пояса для прокатної балки перевіряти не потрібно, так як вона забезпечена з умов прокатки.

Загальний витрата стали на балку становить  $G_b = g l \psi_k = 82,2 \cdot 6 \cdot 1,05 = 518 \text{ кг}$  ( $g$  - лінійна щільність;  $\psi = 1,05$  - конструктивний коефіцієнт, що враховує витрати сталі на додаткові деталі).

$$\beta_f \cdot R_{wf} = 0,7 \cdot 215 = 150,5 \text{ МПа} < \beta_z \cdot R_{wz} = 1,0 \cdot 171 = 171 \text{ МПа}$$

$\Rightarrow$ розрахунковий переріз проходить по металу шва.



## 2.9. Розрахунок рами на ПК Ліра

В даному звіті наведені результати розрахунку цеху.

Розрахунок будівлі виконаний за допомогою обчислювального комплексу «Ліра-Windows 9.6» (див. Рис. 2.13). Розрахунок на армування виконано підсистемою «ЛіраАрм», розрахунок перетинів ферми виконані «Ліра СТК»

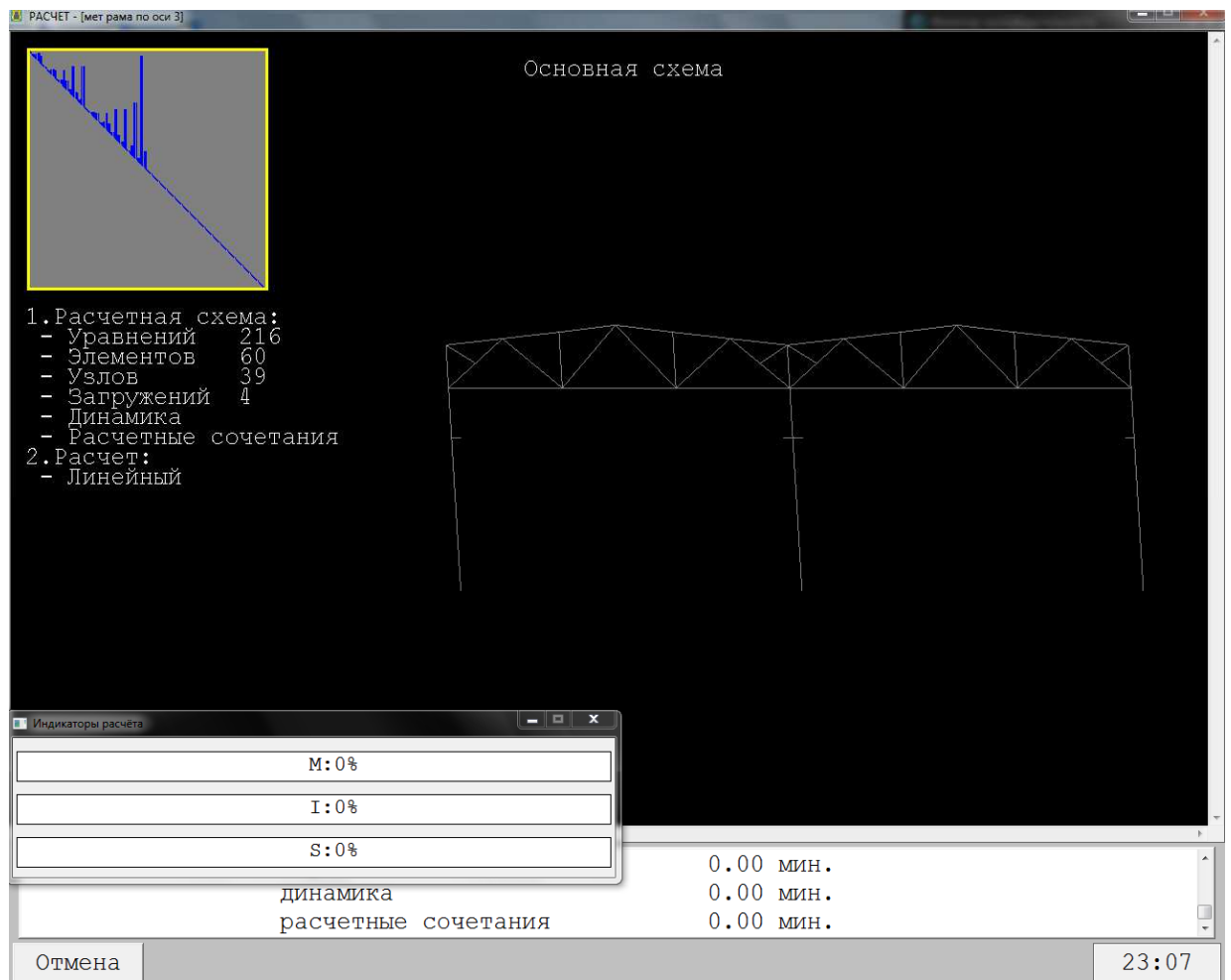


Рис. 2.13. Форма розрахункового процесора

Район будівництва являє собою рівну площадку. Прийнята сейсмічність ділянки 9 балів.

Розрахункові схеми і результати розрахунку в звіті наведені у вигляді різних малюнків, таблиць та схем.

Розрахунок зроблений за допомогою обчислювального комплексу (ВК) «ЛіраWindows 9.6» і підсистеми «ЛіраСТК» з метою визначення зусиль і переміщень в елементах і вузлах, і арматури в елементах рами при 6-ти бальному землетрусі

### **2.9.1. Розрахункова схема**

#### **Загальні відомості**

У «Ліра-Windows» закладений алгоритм розрахунку методом скінченних елементів (МСЕ).

Розрахункова схема рами (рис. 2.14) складається з вузлових кінцевих елементів і елементів ферми.

Основною несучою системою для даної схеми поперечної рами є металевий каркас (рис. 2.15).

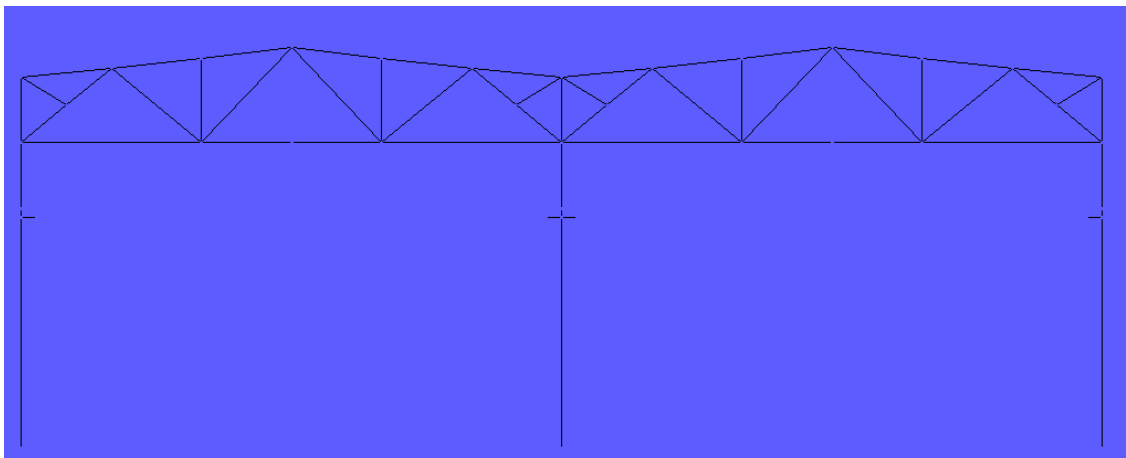


Рис. 2.14. Розрахункова схема

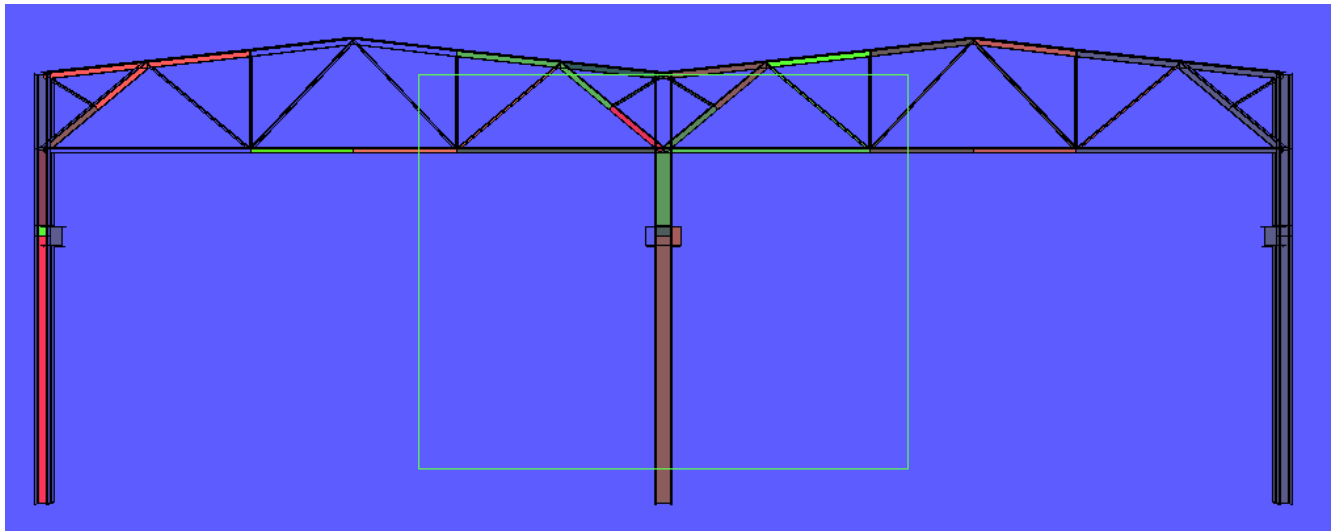


Рис. 2.15. Основний несучий металевий каркас поперечної рами будівлі.

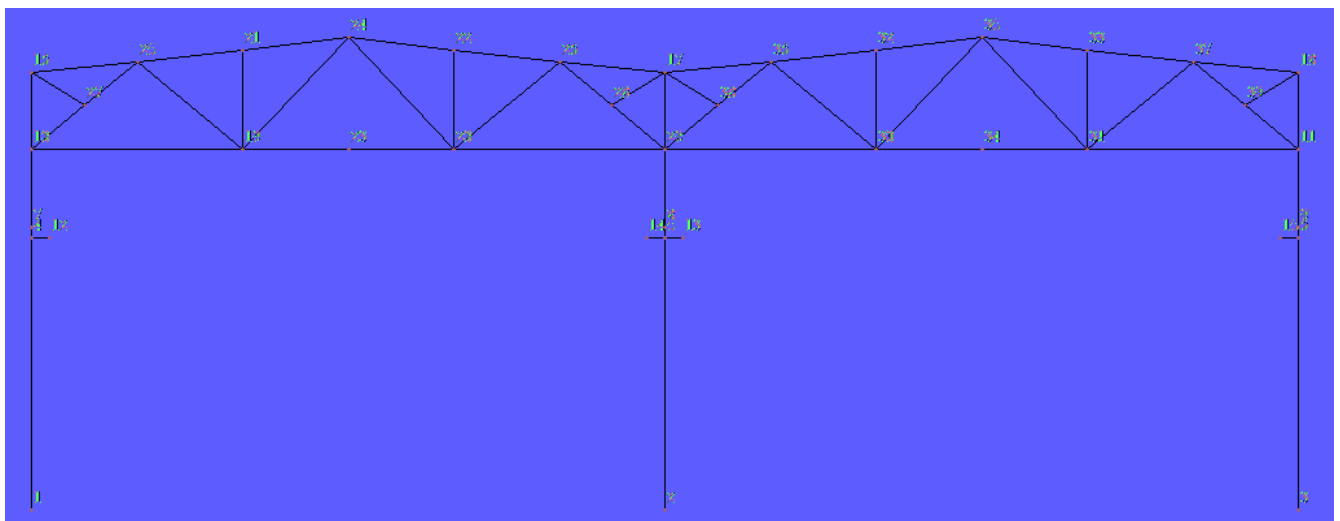
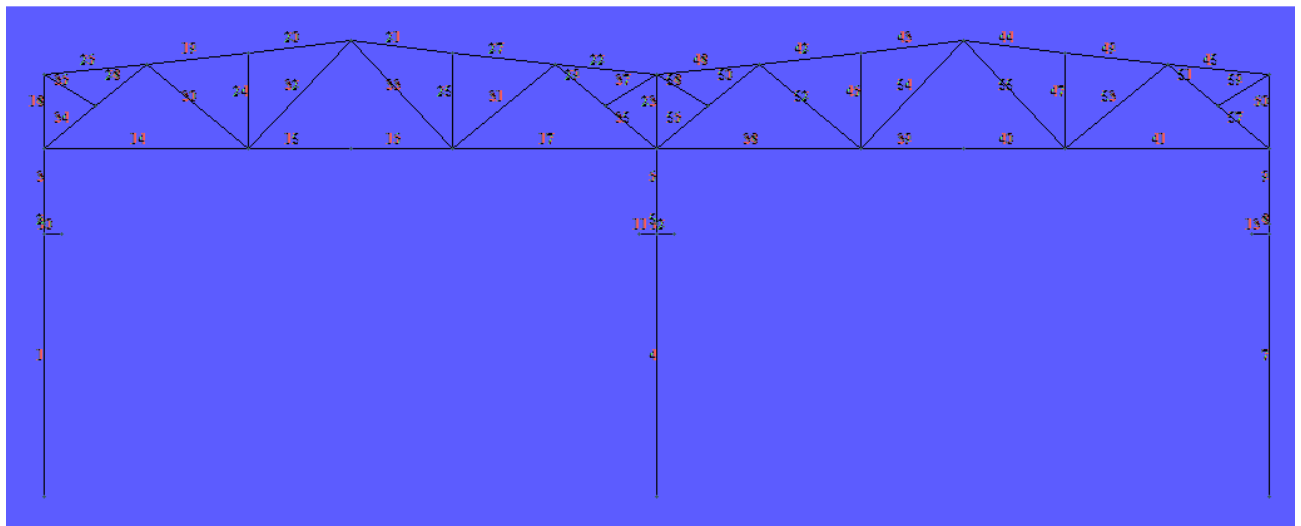


Рис. 2.16. Розрахункова схема рами з нумерацією вузлів і елементів.

Нумерація вузлів і елементів

Нумерацію вузлів і кінцевих елементів програма виробляє автоматично. У цьому завданні кількість вузлів одно 39, а кількість кінцевих елементів -60

Прийняті жорсткості елементів

У розрахунковій схемі прийняті 8 різних типів жорсткостей (рис. 4,5,6).

1 Колона 40Ш1 (СТ-1)

2 - Колона 50Ш1 (СТ-2)

3 - Два кутника 180x110x10 розкіс

4 - Два кутника 63x63x5 розкіс

5 Два кутника 125x80x8 нижн. пояс

6 Два кутника 180x110x10 верхній пояс

7- Два кутника 50x50x5 розкіс

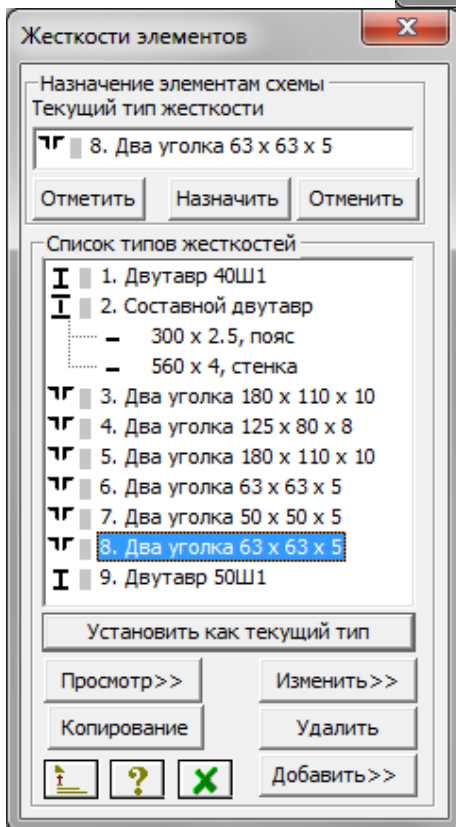
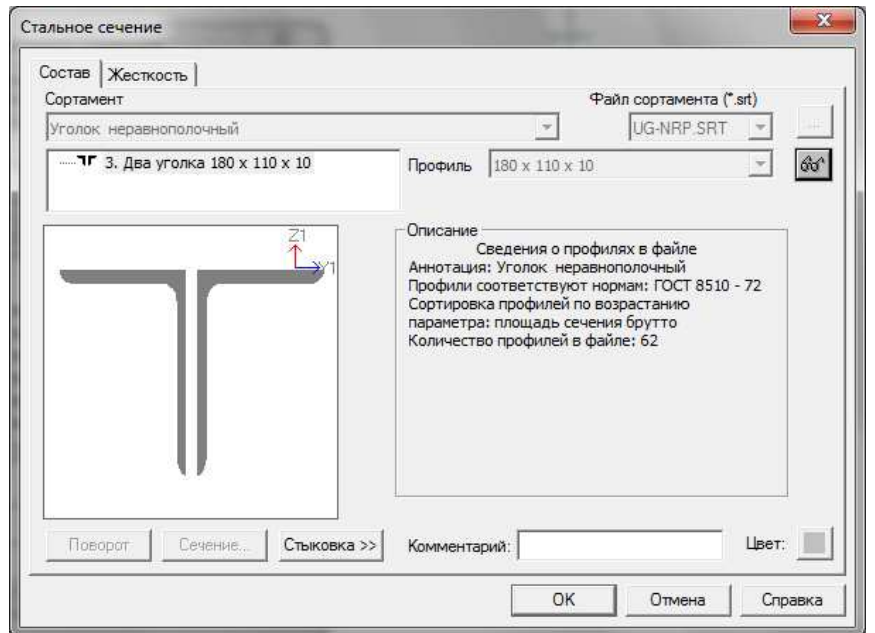


Рис.2.17 прийняті жорсткості

Прийнято наступні характеристики матеріалів:

- ◆ Матеріал елементів стійок і елементів ферми - сталь марки С245 ГОСТ 27772-88;

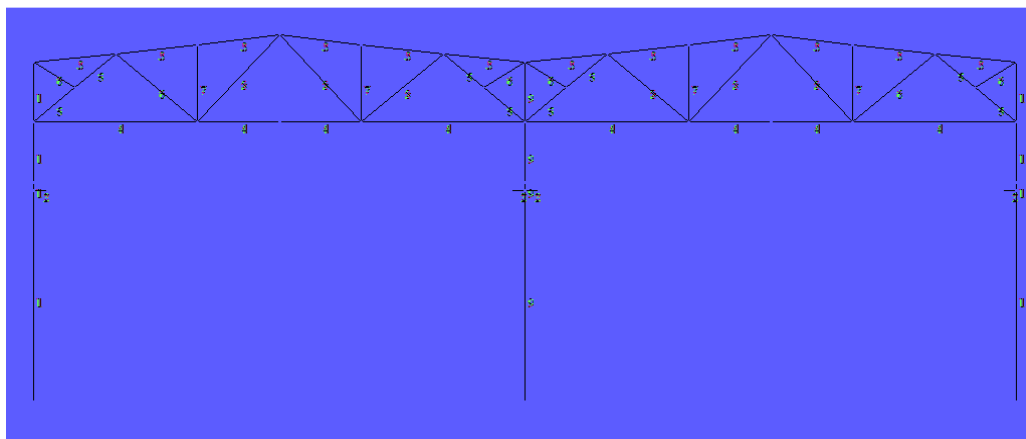


Рис. 2.18. Схема завдання жорсткостей елементів каркасу будівлі

Таблица жесткостей		
Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения- (см) жесткости- (т,м) расп.вес- (т,м))
1	Двутавр 40Ш1	q=0.0960448 EF=257100, EIy=7.22e+003 EIz=1.33e+003, GIk=6.65 Y1=3.43, Y2=3.43, Z1=14.5, Z2=14.5, RU_Y=0, RU_Z=0
2	Составной двутавр	q=0.029347 EF=78560, EIy=3.72e+003 EIz=236, GIk=0.112 Y1=2.01, Y2=2.01, Z1=16.8, Z2=16.8, RU_Y=0, RU_Z=0
3	ва уголка 180 x 110 x	q=0.04446 EF=119000, EIy=400 EIz=219, GIk=1.66 Y1=1.6, Y2=1.6, Z1=5.72, Z2=2.77, RU_Y=0, RU_Z=0
4	Два уголка 125 x 80 x	q=0.0250784 EF=67140, EIy=107 EIz=70.8, GIk=0.604 Y1=1.24, Y2=1.24, Z1=3.95, Z2=1.89, RU_Y=0, RU_Z=0
5	ва уголка 180 x 110 x	q=0.04446 EF=119000, EIy=400 EIz=219, GIk=1.66 Y1=1.6, Y2=1.6, Z1=5.72, Z2=2.77, RU_Y=0, RU_Z=0
6	Два уголка 63 x 63 x	q=0.00962018 EF=25750, EIy=9.7 EIz=22.6, GIk=0.0912 Y1=1.29, Y2=1.29, Z1=2.17, Z2=0.826, RU_Y=0, RU_Z=0
7	Два уголка 50 x 50 x	q=0.00753293 EF=20170, EIy=4.7 EIz=12.1, GIk=0.0697 Y1=1.09, Y2=1.09, Z1=1.64, Z2=0.652, RU_Y=0, RU_Z=0
8	Два уголка 63 x 63 x	q=0.00962018 EF=25750, EIy=9.7 EIz=22.6, GIk=0.0912 Y1=1.29, Y2=1.29, Z1=2.17, Z2=0.826, RU_Y=0, RU_Z=0
9	Двутавр 50Ш1	q=0.114328 EF=306100, EIy=1.28e+004 EIz=1.42e+003, GIk=9.78 Y1=3.09, Y2=3.09, Z1=17.3, Z2=17.3, RU_Y=0, RU_Z=0

Рис.2.19. Таблиця жорсткостей з розрахунковими характеристиками.

## 2.9.2. Навантаження

При розрахунку враховані такі види навантажень:

1. постійна - від конструкції покриття і власну вагу конструкції;
2. вітрова;
3. снігова
4. сейсмічна
5. кранова

**Власна вага** конструкцій визначається з урахуванням об'ємного ваги і перетину елементів. Розрахунок власної ваги кожного елемента програма виконує автоматично.

**Постійні навантаження**, визначені в таблиці 2.

Таблиця 2. «Навантаження від конструкцій покриття»

Найменування	Нормативне навантаження, кН / м <sup>2</sup>	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН / м <sup>2</sup>
2 шари наплавляемого руберойду	0,15	1,3	0,195
Азбоцементний плоский лист	0,11	1,1	0,121
Гідробар'єр-дифузійна плівка	0,07	1,3	0,091
Утеплювач $\rho = 200$ кг / м <sup>3</sup> , $t = 100$ мм	0,2	1,3	0,26
Пароізоляція-поліетиленова плівка	0,07	1,3	0,091
Профлист Р-75-750-0,9	0,17	1,05	0,179
прогони	0,25	1,05	0,263
Ферми, зв'язку	0,5	1,05	0,525
<b><u>ВСЬОГО:</u></b>	<b><math>g_H = 1,52</math></b>		<b><math>g = 1,725</math></b>

**вітрові** навантаження визначені по ДБН "Навантаження і впливи" таблиця 5.

за формулою:  $W_m = W_0 \cdot k \cdot c$ .

$W_0 = 60 \text{ кгс} / \text{м}^2$ ;

**Короткочасна снігове навантаження** визначається згідно з вимогою ДБН

«Навантаження і впливи». снігове навантаження  $S_0 = 120 \text{ кг} / \text{м}^2$  .

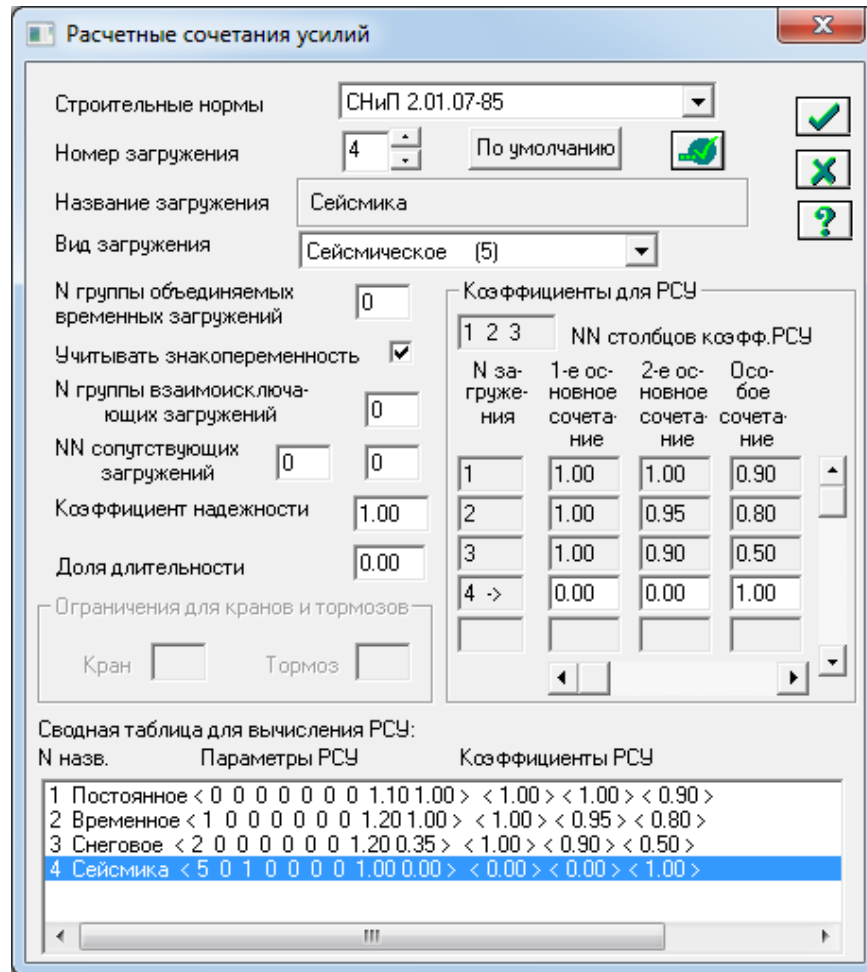


Рис. 2.20. Прийняті коефіцієнти для РСУ



Параметры расчета на сейсмические воздействия

Поправочный коэф. для сейсмических сил: 1.00

Тип сооружения: 1 - жилые, общественные и производственные

Категория грунта (в соотв. со СНиП II-7-81): G = 2

Сейсмичность площадки в баллах: S = 9

Коэффициенты из таблиц СНиП II-7-81 (с изменениями от 01.01.2000)

Таблица 3: K1 = 0.25

Таблица 6: Kpsi = 1.30

Направляющие косинусы равнодействующей сейсм. воздейств. в ОСК

CX: 1.0000    CY: 0.0000    CZ: 0.0000     $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

✓ ✗ ?

Рис.2. 21. Прийняті коефіцієнти для розрахунку від сейсмічних впливів

### 2.9.3. Перевірка підбору матеріалу

Дата: 06/12/20 00:22:06

[ЛІРА 9.6 \(ЛІР-СТК\)](#)

сторінка 1

Завдання мет рама по осі 3, шифр мет рама по осі 3. Основна схема

**ферми**

**ферми**

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниці виміру лінійних переміщень: см								Одиниці виміру лінійних переміщень: см	
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	У	Г	Г	У	У	1		2
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	С	П	С	С	у

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниці виміру лінійних переміщень: см								Одиниці виміру лінійних переміщень: см		
Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	У	Г	Г	У	У	1	2	М	
							Z	Y	Z	С	П	С	С	У	
							1	1	1						

Tue Dec 22 17:51:00 2020 диплом21 основна схема

1

ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	ПЕРЕМІЩЕННЯ ВУЗЛИ В.	0	0	0	0	0	2	0	0	6.00
												1			
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0	0	0	0	0	2	0	0	6.00
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----						1			
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3.00
2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	0	0	0	0	0	7	0	0	
4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5									
6 7	6 7	6 7	6 7	6 7	6 7	6 7									
8 9	8 9	8 9	8 9	8 9	8 9	8 9									
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0	0	0	0	0	2	0	0	3.00
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----						7			
2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	0	0	0	0	0	2	0	0	3.00
ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ	ЗАВАНТАЖЕ						7			

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см							
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	У Z 1	Г Y 1	Г Z 1	У C	У П		1 П C	2 П C	М у				
ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2													
X	X	X	X	X	X	X													
.11640	.11640	.11640	.11640	.11640	.11640	.11640													
.12741	.12741	.12741	.12741	.12741	.12741	.12741													
.05537	.05537	.05537	.05537	.05537	.05537	.05537													
.06057	.06057	.06057	.06057	.06057	.06057	.06057	0	0	0	0	0	2	7	0	0				3.00
.12875	.12875	.12875	.12875	.12875	.12875	.12875													
.14084	.14084	.14084	.14084	.14084	.14084	.14084													
.10994	.10994	.10994	.10994	.10994	.10994	.10994													
.12029	.12029	.12029	.12029	.12029	.12029	.12029													
.11013	.11013	.11013	.11013	.11013	.11013	.11013													
Y -	Y -	Y -	Y -	Y -	Y -	Y -													
.10349 -	.10349 -	.10349 -	.10349 -	.10349 -	.10349 -	.10349 -													
.11322	.11322	.11322	.11322	.11322	.11322	.11322													
.00337	.00337	.00337	.00337	.00337	.00337	.00337													
.00366	.00366	.00366	.00366	.00366	.00366	.00366	0	0	0	0	0	4	0	0					6.00
.04384	.04384	.04384	.04384	.04384	.04384	.04384													
.04793	.04793	.04793	.04793	.04793	.04793	.04793													
.00122	.00122	.00122	.00122	.00122	.00122	.00122													
.00134 -	.00134 -	.00134 -	.00134 -	.00134 -	.00134 -	.00134 -													
.00112	.00112	.00112	.00112	.00112	.00112	.00112													
Z -	Z -	Z -	Z -	Z -	Z -	Z -													
1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -													
1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -	1.0408 -													
2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -													
2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	2.6843 -	0	0	0	0	0	4	0	0					6.00
1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -													
1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -	1.3297 -													
1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -													
1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -	1.0662 -													
1.0568	1.0568	1.0568	1.0568	1.0568	1.0568	1.0568													
UX -	UX -	UX -	UX -	UX -	UX -	UX -													
3.8940 -	3.8940 -	3.8940 -	3.8940 -	3.8940 -	3.8940 -	3.8940 -	0	0	0	0	0	4	0	0					6.00
3.8940	3.8940	3.8940	3.8940	3.8940	3.8940	3.8940													

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см			
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	У Z 1	Г У 1	Г Z 1	У С	У П		1 П С	2 П С	М у
.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865	.11217 .11217 1.6373 1.6373 .04426 .04426 - .03865									
UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	UY - 4.4056 - 4.4056 - 2.0793 - 2.0793 - 4.8396 - 4.8396 - 4.1392 - 4.1392 - 4.1459	0	0	0	0	0	4	0	0	6.00
UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	UZ - .05941 - .05941 .00042 .00042 .00243 .00243 .00127 .00127 .00239	0	0	0	0	0	2 7	0	0	3.00
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	0	0	0	0	0	2 7	0	0	3.00

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см	Одиниці виміру лінійних переміщень: см										Одиниці виміру лінійних переміщень: см		
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	У	Г	Г	У	У	1	2	М			
Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0													
10	10	10	10	10	10	10											
11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	13	14	13	14
13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	15	16	15	16
15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	17	18	17	18
17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18				
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	3.00
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----											
2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -											
ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	6.00
ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ											
ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2											
X	X	X	X	X	X	X											
.12049	.12049	.12049	.12049	.12049	.12049	.12049											
.11438	.11438	.11438	.11438	.11438	.11438	.11438											
.12517	.12517	.12517	.12517	.12517	.12517	.12517											
.11856	.11856	.11856	.11856	.11856	.11856	.11856	0	0	0	0	0	2	1	0	0	6.00	
.12978	.12978	.12978	.12978	.12978	.12978	.12978											
.11876	.11876	.11876	.11876	.11876	.11876	.11876											
.13000	.13000	.13000	.13000	.13000	.13000	.13000											
.11531	.11531	.11531	.11531	.11531	.11531	.11531											
.12619	.12619	.12619	.12619	.12619	.12619	.12619											
Y -.00122 -.00780 -.00850 -.00232 -.00253 .00173 .00188 .00719 .00784																	
Z -1.0568 -1.1486 -1.1486 -1.2570 -1.2570 -1.2604 -1.2604 -1.1628 -1.1628																	
UX -.03865 -.28235 -.28235 -.08265 -.08265 .06243 .06243 .26260 .26260																	
UY -4.1459 -4.3151 -4.3151 -4.4860 -4.4860 -4.4942 -4.4942 -4.3497 -4.3497																	



Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см		
					У Z 1	Г Y 1	Г Z 1	У C	У П	1 П C	2 П C		М · У	
ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2								
X	X	X	X	X	X	X								
.10991	.10991	.10991	.10991	.10991	.10991	.10991								
.12025	.12025	.12025	.12025	.12025	.12025	.12025								
.09456	.09456	.09456	.09456	.09456	.09456	.09456								
.10356 -	.10356 -	.10356 -	.10356 -	.10356 -	.10356 -	.10356 -	1							
.11200 -	.11200 -	.11200 -	.11200 -	.11200 -	.11200 -	.11200 -	8	0	0	0	8	1	0	8
.12268 -	.12268 -	.12268 -	.12268 -	.12268 -	.12268 -	.12268 -								
.15630 -	.15630 -	.15630 -	.15630 -	.15630 -	.15630 -	.15630 -								
.17096 -	.17096 -	.17096 -	.17096 -	.17096 -	.17096 -	.17096 -								
.12728	.12728	.12728	.12728	.12728	.12728	.12728								1.94
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y								
.00243	.00243	.00243	.00243	.00243	.00243	.00243								
.00266	.00266	.00266	.00266	.00266	.00266	.00266								
.02746	.02746	.02746	.02746	.02746	.02746	.02746								
.03004 -	.03004 -	.03004 -	.03004 -	.03004 -	.03004 -	.03004 -	2							
.04527 -	.04527 -	.04527 -	.04527 -	.04527 -	.04527 -	.04527 -	7	0	0	0	8	2	0	8
.04953	.04953	.04953	.04953	.04953	.04953	.04953								
.00069	.00069	.00069	.00069	.00069	.00069	.00069								
.00074	.00074	.00074	.00074	.00074	.00074	.00074								
.01191	.01191	.01191	.01191	.01191	.01191	.01191								1.94
Z -	Z -	Z -	Z -	Z -	Z -	Z -								
1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -								
1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -	1.0690 -								
.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -								
.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	.84979 -	2							
.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	7	0	0	0	8	2	0	8
.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -	.97795 -								
1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -								
1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -	1.3997 -								
1.1978	1.1978	1.1978	1.1978	1.1978	1.1978	1.1978								1.94
UX	UX	UX	UX	UX	UX	UX								
.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	2							
.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	6	0	0	0	8	2	0	8
.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184	.09184								1.94

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см			
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	У Z 1	Г У 1	Г Z 1	У С	У П		1 П С	2 П С	М . У
1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454	1.0326 1.0326 - 1.7060 - 1.7060 .01876 .01876 .44454									
UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	UY - 4.1349 - 4.1349 - 3.5983 - 3.5983 4.2733 4.2733 5.8632 5.8632 4.7875	2 6	0	0	0	8 6	2 6	0	8 6	1.94
UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	UZ - .00304 - .00304 .03423 .03423 .01156 .01156 - .00182 - .00182 .00087	1 8	0	0	0	8 6	1 8	0	8 6	1.94
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	1 8	0	0	0	8 6	1 8	0	8 6	1.94





Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см								Одиниці виміру лінійних переміщень: см		
					У Z 1	Г У 1	Г Z 1	У С	У П	1 П С	2 П С	М у			
UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	UZ .00087 - .00100 - .00100 - .00170 - .00170 - .00214 - .00214 .00113 .00113	0	0	0	0	0	2 9	0	0	3.89
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	0	0	0	0	0	2 8	0	0	3.89
37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	37   38 39   40 41   42 43   44 45   	1	0	0	0	6 1	1	0	6 1	1.76
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	1	0	0	0	6 1	1	0	6 1	1.76
2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	2 - ЗАВАН ТАЖЕ	0	0	0	0	0	2	0	0	1.76

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см					
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	У Z 1	Г Y 1	Г Z 1	У C	У П		1 П C	2 П C	М у		
ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2											
X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523	X - .12128 - .13265 - .11630 - .12722 - .10990 - .12022 - .09759 - .10691 - .03523											1.76
Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835	Y .00086 .00093 .00215 .00235 .00254 .00278 .03078 .03368 - .01835											1.76
Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487	Z - 1.1495 - 1.1495 - 1.1125 - 1.1125 - 1.0667 - 1.0667 - .80730 - .80730 - .38487											1.76
UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	UX .03130 .03130	1	0	0	0	6 1	1	0	6 1			1.76

Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Оди ниці вимі ру ліній них пере міще нь: см									
					Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	У Z 1	Г У 1	Г Z 1	У С У П	1 П С		2 П С	М .у							
.07859	.07859	.07859	.07859	.07859	.07859	.07859															
.07859	.07859	.07859	.07859	.07859	.07859	.07859															
.09622	.09622	.09622	.09622	.09622	.09622	.09622															
.09622	.09622	.09622	.09622	.09622	.09622	.09622															
1.1597	1.1597	1.1597	1.1597	1.1597	1.1597	1.1597															
1.1597 -	1.1597 -	1.1597 -	1.1597 -	1.1597 -	1.1597 -	1.1597 -															
.69875	.69875	.69875	.69875	.69875	.69875	.69875															
UY	UY	UY	UY	UY	UY	UY															
4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473															
4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473	4.5473															
4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654															
4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	4.3654	1	0	0	0	6	1	0	0	6	1					1.76
4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292															
4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292	4.1292															
3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278															
3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278	3.7278															
1.3205	1.3205	1.3205	1.3205	1.3205	1.3205	1.3205															
UZ .00148 .00148 .00164 .00164 .00158 .00158 -.04176 -.04176 .01531																					
-----																					
46 47 48 49 50 51 52 53 54																					
-----																					
2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -															
ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	ЗАВАН	3	0	0	0	0	4	3	0	0	4					2.80
ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	ТАЖЕ	0	0	0	0	4	0	0	0	7						
ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2	ННЯ 2															
X -	X -	X -	X -	X -	X -	X -															
.03853 -	.03853 -	.03853 -	.03853 -	.03853 -	.03853 -	.03853 -															
.04386 -	.04386 -	.04386 -	.04386 -	.04386 -	.04386 -	.04386 -															
.04794 -	.04794 -	.04794 -	.04794 -	.04794 -	.04794 -	.04794 -	3	0	0	0	4	3	0	0	4						2.80
.03528 -	.03528 -	.03528 -	.03528 -	.03528 -	.03528 -	.03528 -	0	0	0	0	7	0	0	0	7						
.03859 -	.03859 -	.03859 -	.03859 -	.03859 -	.03859 -	.03859 -															
.00495 -	.00495 -	.00495 -	.00495 -	.00495 -	.00495 -	.00495 -															

Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійних переміщень: см Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см			
					Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових переміщень: RD*100 0	У Z 1	Г У 1	Г Z 1	У С	У П		1 П С	2 П С	М · У
.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623	.00548 - .06058 - .06623									
Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	Y - .02009 .01814 .01987 - .06113 - .06691 	2 9	0	0	0	4 7	2 9	0	4 7	2.80
Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	Z - .38487 - .49830 - .49830 - .38920 - .38920 - 1.7574 - 1.7574 - 2.7065 - 2.7065	2 9	0	0	0	4 7	2 9	0	4 7	2.80
UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	UX - .69875 - .00109 - .00109 .69172 .69172 - 2.3118 - 2.3118 - .01824 - .01824	2 9	0	0	0	4 7	2 9	0	4 7	2.80
UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	UY 1.3205 1.6295 1.6295 1.3254	2 9	0	0	0	4 7	2 9	0	4 7	2.80

Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру лінійни х перемі щень: см Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниці виміру лінійних переміщень: см										Оди ниці вимі ру ліній них пере міще нь: см		
					Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	Одиниц і виміру кутових перемі щень: RD*100 0	У Z 1	Г Y 1	Г Z 1	У С	У П	1 П С	2 П С	М . У			
1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575	1.3254 .21108 .21108 2.2575 2.2575											
UZ	UZ	UZ	UZ	UZ	UZ	UZ											
.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	.01531 - .00110 - .00110 - .01740 - .01740 - .04087 - .04087	3 0	0	0	0	4 7	3 0	0	4 7	2.80		
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	3 0	0	0	0	4 7	3 0	0	4 7	2.80		
55 56 57 58 59 60 61 62 63																	
-----																	
2 - ЗАВАНТАЖЕННЯ 2																	
X -.00921 -.01008 .00024 .00028 -.00321 -.00348 -.00751																	
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y											
.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	.03054 .03339 .00292 .00319 - .00183 - .00199 -	0	0	0	0	0	6 0	0	0	3.89		

Одиниці виміру лінійних переміщень: см Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру лінійних переміщень: см							Одиниці виміру лінійних переміщень: см			
					Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	Одиниці виміру кутових переміщень: RD*1000	У	Г	Г	У	У		1	2	М
							1	1	1	С	П	С	С	У	
.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255	.00614 - .00670 - .00255									
Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558	Z - 2.0679 - 2.0679 - 1.7663 - 1.7663 - 1.7604 - 1.7604 - 1.8528 - 1.8528 - 1.9558						6 0	0	0	3.89

## РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний

### 3.1. Результати розрахунку

В результаті моделювання в ПК ЛІРА були отримані зусилля в елементах, переміщення вузлів, перевірені перерізи елементів від дії сейсмічних навантажень.

На рис. 3.1 приведена схема деформування рами від постійного навантаження.

Як видно з малюнка максимально на 10.7мм переміщуються вузли елементів ферми.

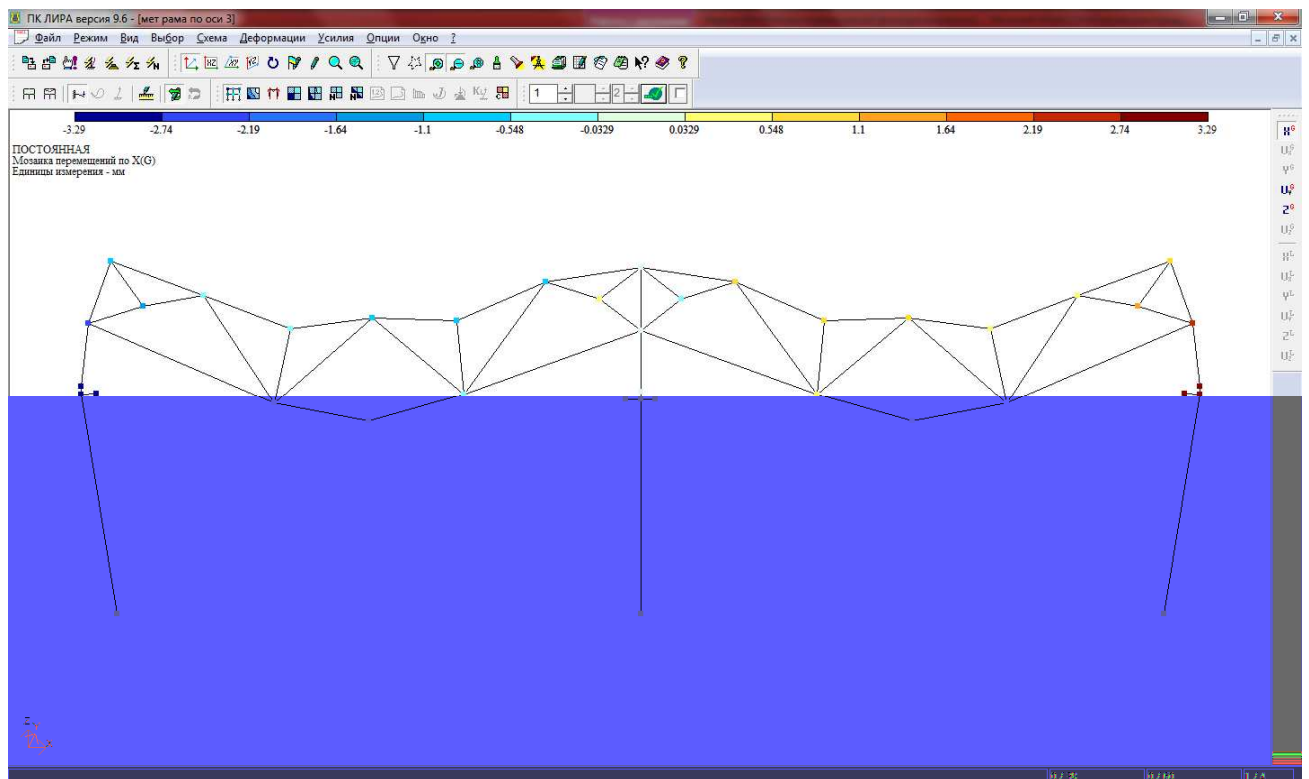


Рис. 3.1. Деформована схема будівлі при постійному навантаженні

На рис. 3.2 приведена схема деформування рами від сейсмічних впливів по 1-й формі коливання.



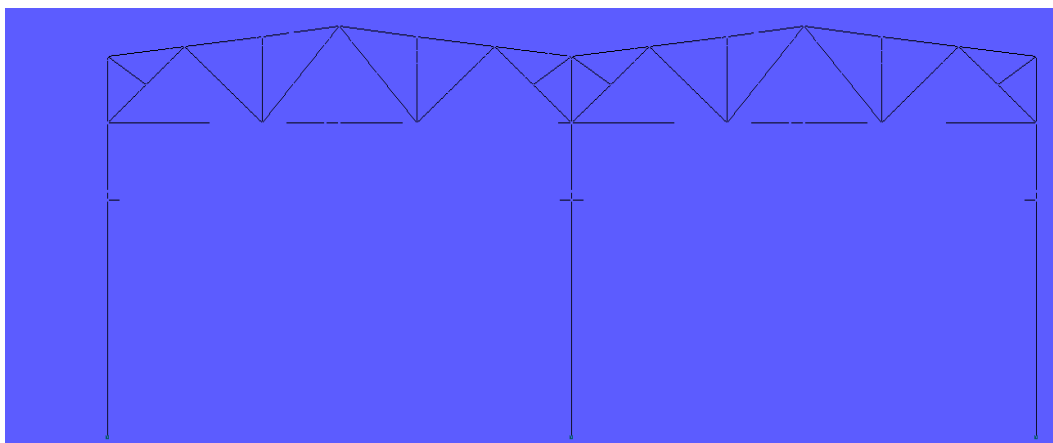


Рис.3.2. Деформована схема рами

### 3.2. Результати перевірки перерізів елементів стоек і ферми

Завдання вирішується за допомогою розрахункового процесора «ЛіпСТК», що входить до ВК «Ліра-Windows 9.4».

На рис. 3.3 і 3.4 в графічному вигляді представлений підбір і розрахунок перетинів елементів по РСУ по першому і другому граничним станами.

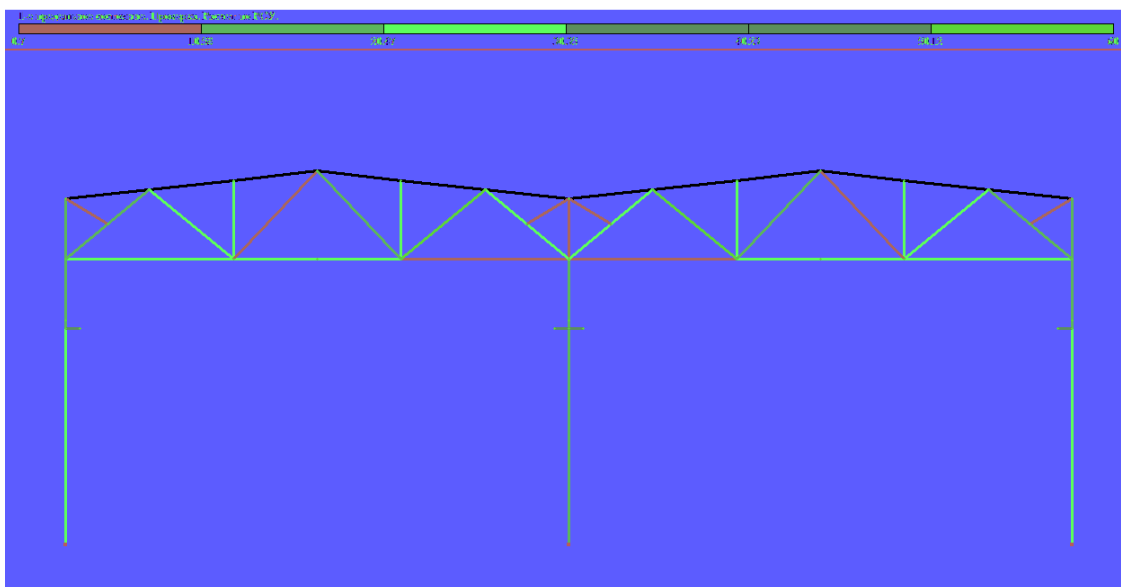


Рис. 3.3. Відсотки несучої здатності елементів рами за першим граничним станом.

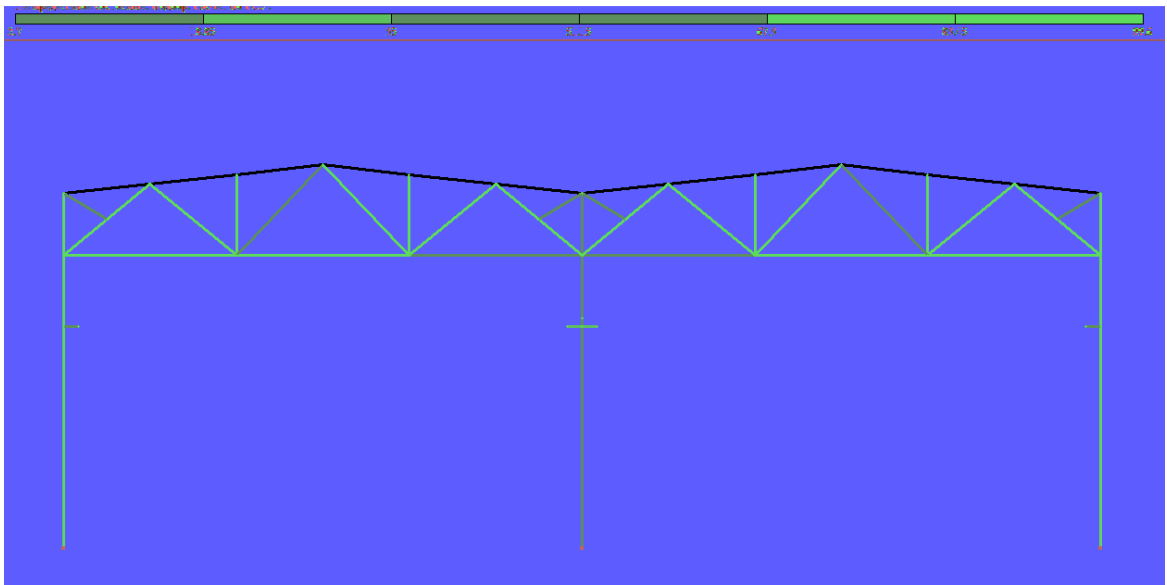


Рис. 3.4 Відсотки несучої здатності елементів рами за першим граничним станом.

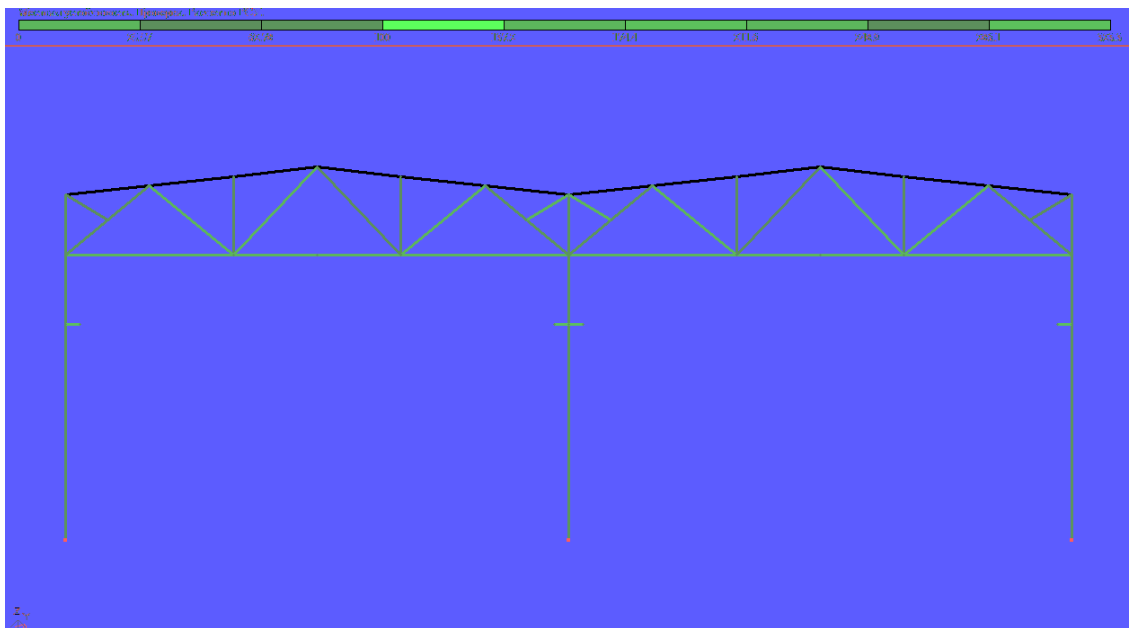


Рис. 3.5 Відсотки несучої здатності елементів рами на місцеву стійкість.

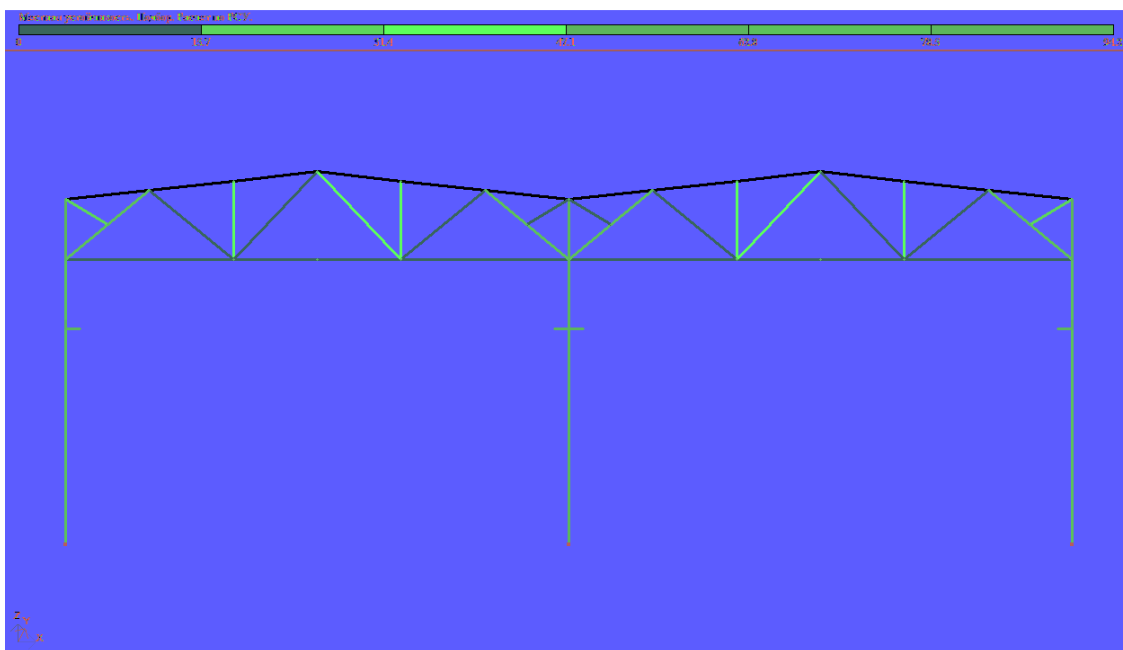


Рис. 3.6 Відсотки несучої здатності елементів рами на місцеву стійкість.

Як помітно з результатів скінченно-елементного моделювання, форма на геометричні розміри поперечного перерізу основних конструкційних елементів витримують вплив землетрусу силою в 6 балів по всіх граничних станах.

## **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 запобіганню 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 рушійні 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**

Сейсмічна активність, як і в будь-якому куточку планети, фіксується постійно, але більшість землетрусів не відчутна.

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. Неприятливими 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 сейсmostійкості та спеціальних засобів сейсμοзахисту.

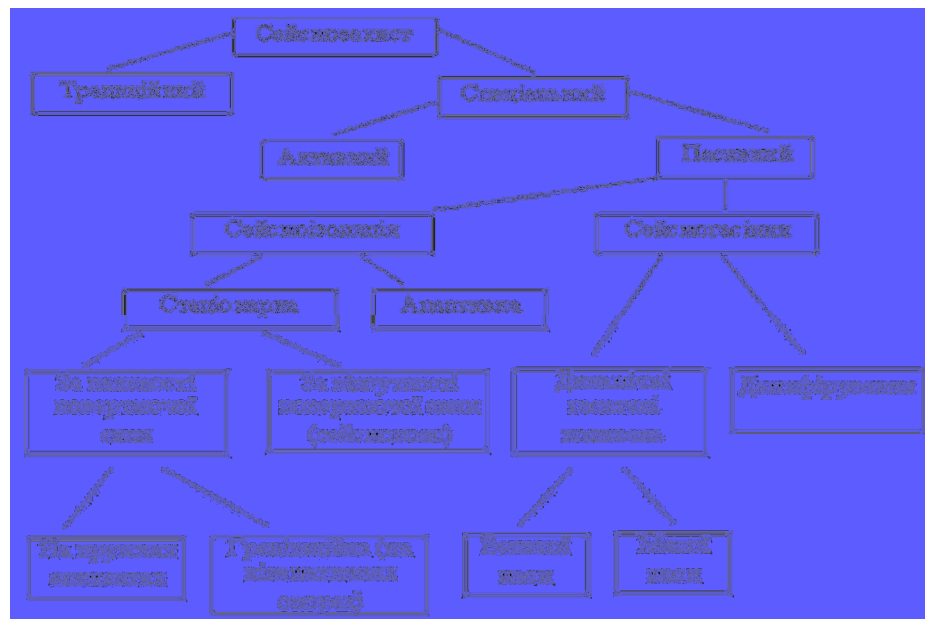


Рисунок 4.2 - Загальна класифікація систем сейсμοзахисту споруд.

## **ВИСНОВКИ**

1. Розроблено основні об'ємно-планувальні, архітектурно-конструктивні рішення деревообробного цеху;
2. Визначено інженерно-геологічні умови будівництва, та розраховано фундаменти відповідно до інженерно-геологічних умов;
3. Виконано теплотехнічний розрахунок стінового огородження;
4. Виконано розрахунок поперечної рами каркасу;
5. Виконао розрахунок рами в ПК Ліра;
6. Встановлено відсотки несучої здатності елементів рами на місцеву стійкість;
7. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки в небезпечних ситуаціях різного характеру.

## 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
35. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2010. – 166с.
36. Залесов А.С. Новый метод расчета прочности по наклонным сечениям / А.С. Залесов // Расчет и конструирование железобетонных конструкций. – НИИЖБ, 1977. – вып. 38. – 175 с.
37. Залесов А.С. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил /А.С. Залесов, Ю.А. Климов// Киев: Будывельник, –1989. –104с.
38. Катруца Ю.А. Состояние и перспективы развития базальтофибробетона и конструкций на его основе / Ю.А.Катруца, П.П. Кривошеев, А.Н. Бамбура // Сб. Строительные конструкции. – Вып.47-48. – К., НИИСК. – 1995. – С.3-10.
39. Кваша В.Г. Міцність і деформативність залізобетонних мостових балок, підсилених неметалевою арматурою / В.Г. Кваша, І.В. Мельник, М.Д. Климбуш, О. Шевчик // Актуальні проблеми будівництва та інженерії довкілля: зб. наук. праць. – Львів: НУЛП, 2001.
40. Кваша В.Г. Реконструкція залізобетонного моста з підсиленням балок приклеєними вуглепластиками / В.Г. Кваша, І.В. Мельник, М.Д. Климбуш // Ресурсоекономні конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Рівне: Видавництво РДТУ, 2003. – Випуск 10 – С. 267 – 275.
41. Кваша В.Г. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсилених наклеєними композитами / В.Г. Кваша // Ресурсоекономні матеріали,

конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Рівне, 2011. – Випуск 22 – С. 801 – 807.

42. Лозовский Д.А. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых строительных сооружений. - Новополоцк: Изд-во Полоцкого гос. ун-та. 1998. – 240 с.

43. Мальганов А.И. Усиление железобетонных и каменных конструкций зданий и сооружений / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук // Изд. Томского ун-та. - Томск. 1989 – 28 с.

44. Мельник С.В. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсилених вуглепластиковими матеріалами при однократному навантаженні / С.В. Мельник // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2012. – Вип. 23 – С. 494 – 501.

45. Оныськив Б.Н. Прочность и деформативность базальтопластиковой арматуры. / Б.Н. Оныськив, В.И. Канюк // Вестник Львовского политехн. ин-та “Резервы прогресса в архитектуре и строительстве”. – №193. – Львов. – 1985. – С.71 – 74.

46. Расчет ширины раскрытия наклонных трещин / А.С. Залесов, А.Б. Гольшев, В.Ф. Усманов, Ю.В. Максимов // Бетон и железобетон. – 1989. – №12. – С. 36 – 37.

47. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений // НИИСК Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 104 с.

48. Рекомендации по усилению железобетонных и каменных конструкций. – Полоцкий гос. ун-т. 1993. – 485 с.

49. Семенюк С.Д. Экспериментальные исследования работы усиленных железобетонных балок при малоцикловом нагружении / С.Д. Семенюк, Ю.Г. Болошенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2011. – Вип. 22 – С. 841 – 850.

50. Смолянінов М.Ю. Використання акрилового полімеррозчину для підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, М.Ю. Смолянінов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2005. – Вип. 33.– С. 137-142.

51. Смолянінов М.Ю. Підвищення міцності й тріщиностійкості залізобетонних елементів, підсилені акриловим полімеррозчином, при дії короткочасних статичних і багаторазових навантажень: дис.... канд. техн. наук / М.Ю. Смолянінов. – Харків, 2008. – 216с.

52. Тур В.В. Расчет железобетонных конструкций при действии перерезывающих сил: монография / В.В. Тур, А.А. Кондратчик // Брест: БГТУ, 2000. – 400с.

53. Чернявський В.Л. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами / В.Л. Чернявський, Ю.Г. Хаютин, Е.З. Аскельрод, В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин. – М.: ООО «ИнтерАква», 2006. – 113 с.

54. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений // А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина: Учебное пособие для строительных специализованных вузов. - М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.

55. Шевчик А. Новые материалы фирмы Sika для усиления дорожных и мостовых объектов // Научно-техническая конференция, посвященная 70-летию белорусской дорожной науки «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и мостов». – Минск. – 1998. – С.278–284.

56. CSA A23.3-04, Design of Concrete Structures, Canadian Standarts Association, Rexdale, Ontario, Canada, 2004.

57. Lagoda M. Wzmacnianie mostow przez doklejanie elemenvtow / M. Lagoda // – Krakow: PK,2005. 322 p.

58. Radomski W. Nowe materialy w mostownictwie./ W. Radomski // XLV Konf. Naukowa KILiW PAN I KN PZITB Problemy naukowo-badawcze budownictwa. Mosty. – Krynica, 1999. – Tom 6. – pp.281-302.



59. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві.  
Основні положення. Київ, 2012. – 7 с.

60. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва.- К.:  
Держархітектурбуд, 2002.- 62с.