

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет: Будівельний факультет  
Кафедра: Промислового, цивільного і міського будівництва  
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
Освітньо-професійна програма: Промислове і цивільне будівництво

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

**Магістрант групи** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (домашня адреса)

**ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ**

Зав. каф. промислового, цивільного і  
міського будівництва  
к. т. н., проф.

\_\_\_\_\_ О.І. Валовой

20\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (тема магістерської роботи)

**Розрахунково-пояснювальна записка до магістерської роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище дипломника)

**Керівник**

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

**КОНСУЛЬТАНТИ:**

- з варіант. проектування –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з архітектури –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з конструкцій –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з основ та ф-тів –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з техн. та орг. буд-ва –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з економіки –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з наукової частини –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з безпеки життєдіяльності –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з охорони праці –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з екології –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

- з нормоконтролю –

\_\_\_\_\_ (підпис, дата)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

Роботу закінчено \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний  
Кафедра: Промислового, цивільного та міського будівництва  
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
ОПП: Промислове та цивільне будівництво

## ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Валовой О.І. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Біденка Назара Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування будівництва загальноосвітньої школи із впровадженням енергоефективних матеріалів

затверджена наказом по інституту від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) «12» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Район будівництва – Львівська обл. Призначення – загальноосвітня середня школа. Будівля школи має у плані "Т"-подібний вигляд з розмірами в осях 58,540 x 40,500 м. Кількість поверхів: 3. Висота кожного поверху становить +3,300 м; висота поверху в частині будівлі, де розташований спортивний зал становить + 6,900 м. Спортзала розміром в плані 13 м x 24,5. Конструктивне рішення будівлі – сукупність вертикальних і горизонтальних несучих конструкцій. Вертикальні несучі конструкції: цегляні стіни, простінки та колони різних поперечних перерізів. Конструкції перекриття і покриття: пустотні плити різної довжини, металеві ферми – над спортзалом. Покрівля – металева черепиця по дерев'яній кроквяній системі. Фундаменти: стаканного типу, що влаштовуються під залізобетонні колони; стрічкові – під стіни.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Порівняння варіантів конструктивних рішень для утеплення за економічною ефективністю. Архітектурно-будівельна частина: опис об'ємно-планувального та конструктивного рішення, опис генплану, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Розрахунково-конструктивна частина: розрахунок та конструювання плити перекриття та металевої ферми. Основи та фундаменти – запроектувати окремий стовпчастий фундамент під залізобетонну колону. Технологічна та організаційна частина: розробка технологічних карт на монтаж конструкцій покриття будівлі та на влаштування фундаментів; розробка будівельного генерального плану, розробка календарного плану виробництва робіт. Економічна частина – розробка кошторисної документації. Охорона праці. Безпека життєдіяльності. Екологія. Наукова частина – аналіз та обґрунтування вибору матеріалів для утеплення будівлі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_  
Архітектурно-будівельна частина – 3 арк. (плани, розрізи, фасади, генплан, вузли).  
Конструктивно-розрахункова частина – 2 арк. (конструкції покриття). Технологія та  
організація будівництва – 4 арк. (технологічні карти, будівельний генеральний план,  
календарний план виробництва робіт). Наукова частина – 1 арк. (аналіз та  
обґрунтування вибору матеріалів для утеплення будівлі).

6 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ О.А. Паливода  
(підпис)

Завдання прийняв (ла)  
до виконання \_\_\_\_\_ Н.А. Біденко  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Порівняння варіантів</i>	<i>01.09 - 18.09.24</i>	
2	<i>Архітектура</i>	<i>01.09 - 20.09.24</i>	
3	<i>Конструкції</i>	<i>20.09 - 13.10.24</i>	
4	<i>Основи та фундаменти</i>	<i>05.10 – 20.10.24</i>	
5	<i>Наукова частина</i>	<i>01.10 – 30.10.24</i>	
6	<i>Технологія будівництва</i>	<i>20.10 – 05.11.24</i>	
7	<i>Організація будівництва</i>	<i>05.11 – 16.11.24</i>	
8	<i>Економіка</i>	<i>17.11 – 28.11.24</i>	
9	<i>Охорона праці</i>	<i>28.11 – 01.12.24</i>	
10	<i>Безпека життєдіяльності</i>	<i>01.12 – 04.12.24</i>	
11	<i>Екологія</i>	<i>05.12 – 07.12.24</i>	
12	<i>Оформлення роботи</i>	<i>08.12 – 09.12.24</i>	
13	<i>Проходження перевірки щодо подібності</i>	<i>08.12 – 10.12.24</i>	
14	<i>Отримання відгуків та рецензій</i>	<i>08.12 – 11.12.24</i>	

Студент-дипломник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

Виконана кваліфікаційна робота спрямована на проектування загальноосвітньої школи в м. Нововолинськ Волинської області.

Робота містить у собі 8 розділів. Графічна частина викладена на 10 аркушах формату А1, а пояснювальна записка – на понад 100 сторінках формату А4.

В **архітектурно-будівельній частині** розроблено об'ємно-планувальне рішення, архітектурно – конструктивне рішення, теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни, техніко – економічні показники.

У **розрахунково-конструктивній частині** виконано розрахунок основних конструкцій будівлі: металеві ферми покриття з труб, монолітних залізобетонних колон, монолітних фундаментів стрічкового та стовпчастого типу.

В розділі **технологія та організація будівництва** визначено номенклатуру та об'єми робіт, зроблено вибір методів виконання робіт, монтажного крану, визначена необхідність у транспортних засобах, розроблено технологічні карти на влаштування монолітного фундаменту та на монтаж залізобетонних колон, запроектовано будівельний генеральний план, розроблено календарний план виконання робіт.

В **економічній частині** розроблено кошторисну документацію, а також виконано порівняльний розрахунок за приведеними витратами варіантів утеплення зовнішніх стін.

**Науковий розділ** присвячено аналізу енергоефективних матеріалів.

Розглянуто також заходи з охорони праці та навколишнього середовища, а також виконано кошторисний розрахунок на загально-будівельні роботи

## ЗМІСТ

Анотація .....	
Вступ.....	
Вихідні дані проекту.....	
Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина .....	
1.1. Об'ємно-планувальне рішення.....	
1.2. Архітектурно-конструктивне рішення.....	
1.3. Інженерні мережі .....	
1.3.1. Водопостачання .....	
1.3.2. Опалення .....	
1.3.3. Побутова каналізація К-1 .....	
1.3.4. Дощова каналізація К-2 .....	
1.3.5. Вентиляція .....	
1.3.6. Електропостачання .....	
1.3.7. Зовнішнє освітлення .....	
1.4. Будівельна фізика .....	
1.4.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни .....	
1.4.2. Теплотехнічний розрахунок покрівлі .....	
1.5. Техніко-економічні показники.....	
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина .....	
2.1. Обґрунтування вибору конструкцій .....	
2.2. Розрахунок і конструювання ферми покриття.....	
2.2.1. Збір навантаження .....	
2.2.2. Визначення розрахункових навантажень на ферму .....	
2.2.3. Розрахунок ферми в ПК Ліра.....	
2.2.4. Підбір перерізів стержнів ферми .....	
2.2.5. Розрахунок зварних швів кріплення розкосів і стійок до поясів ферми .....	
2.2.6. Розрахунок монтажного з'єднання .....	
2.3. Розрахунок і конструювання колони .....	
2.3.1. Визначення навантаження на колону першого поверху .....	
2.3.2. Розрахунок поздовжньої робочої арматури колони .....	
2.3.3. Розрахунок консолі колони .....	
2.3.4. Розрахунок стику колон .....	
2.4. Розрахунок і конструювання центрально-навантаженого фундаменту ...	
2.4.1. Визначення навантажень .....	
2.4.2. Визначення розмірів плитної частини фундаменту .....	
2.4.3. Розрахунок фундаменту на продавлювання .....	
2.4.4. Розрахунок арматури плитної частини фундаменту .....	
Розділ 3. Технологія та організація будівництва .....	
3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт .....	
3.2. Вибір методів виконання робіт .....	
3.3. Підбір монтажних кранів .....	
3.4. Визначення необхідності у транспортних засобах .....	
3.5. Розроблення технологічних карт виконання будівельних процесів ...	

3.5.1. Розроблення технологічної карти на влаштування фундаменту стрічкового типу .....	
3.5.2. Розроблення технологічної карти на монтаж колон .....	
3.6. Розрахунок тривалості будівництва об'єкта .....	
3.7. Проектування будівельного генплану об'єкта .....	
3.7.1. Визначення потреби в інвентарних будинках .....	
3.7.2. Розрахунок площі складів .....	
3.7.3. Розрахунок електропостачання будівельного майданчика .....	
3.7.4. Розрахунок водопостачання будівельного майданчика .....	
Розділ 4. Техніко-економічне порівняння конструктивних рішень .....	
4.1. Пояснювальна записка до економічної частини проекту .....	
4.2. Кошторисна документація.....	
Розділ 5. Охорона праці .....	
5.1. Аналіз будівельного процесу на предмет виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів .....	
5.2. Запроектовані заходи та технічні рішення для ліквідації та зменшення впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів .	
5.3. Запроектовані заходи протипожежної профілактики .....	
5.4. Заходи щодо охорони навколишнього середовища .....	
Розділ 6. Безпека життєдіяльності.....	
6.1 Загальні відомості.....	
6.2 Загальномайданчикові заходи з охорони праці при будівництві.....	
6.3 Організація доріг.....	
6.4 Складування конструкцій та виробів.....	
6.5 Небезпечні зони будівництва.....	
6.6 Забезпечення пожежної безпеки.....	
Розділ 7. Екологія навколишнього середовища.....	
7.1 Вступ.....	
7.2 Характеристика району будівництва.....	
7.3 Викиди в атмосферне повітря.....	
7.4 Раціональне використання водних ресурсів.....	
7.5 Охорона ґрунту та відходи виробництва.....	
7.6 Шум, вібрація, радіація.....	
Розділ 8. Наукова частина.....	
8.1 Огляд матеріалів для утеплення.....	
8.2 Висновки.....	
Література .....	
Додатки.....	

## Вступ

У розвитку економіки України будівництво займає одне з важливих місць і його питома вага у валовому виробництві держави складає більше 12%. На ринку будівельних робіт України працює близько семи тисяч будівельних організацій в яких зайнято 764 тис. працівників, 46 % будівельних організацій об'єднані в корпорації та концерни, інші працюють на ринку самостійно, 86,4 % підрядних організацій мають недержавну форму власності. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити наступним чином: капітальне будівництво, напевне, як ніяка інша галузь економіки, створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох інших виробничих галузей держави. І, вочевидь, як ніяка інша галузь економіки, будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і ремонтних роботах, на виробництві та встановленні вбудованих меблів і т. ін.

Тема випускної кваліфікаційної роботи "Загальноосвітня школа в місті Нововолинськ" є надзвичайно актуальною для країни, адже вона передбачає будівництво навчального закладу в місті Нововолинськ Волинської області, що посприяє вирішенню цілого ряду проблем. На даний момент у Нововолинську працюють 9 загальноосвітніх шкіл (з них одна гімназія). Вибрана тема є актуальною, адже існує потреба для жителів міста у зменшенні наповненості навчальних класів, які на даний момент є перенаповненими. Одним із вирішень цієї проблеми є збільшення кількості учнівських класів в місті за рахунок будівництва та введення в експлуатацію нової школи.

Архітектурно планувальне рішення виконане з врахуванням природно кліматичних умов. Вздовж будівельного майданчика з двох сторін прокладена дорога, що забезпечує безперебійну поставку будівельних матеріалів і конструкцій. Для благоустрою території використовують малі архітектурні форми: клумби, урни, лавки та зелені насадження.

При прийнятті об'ємно-планувальних рішень враховувалась також і необхідність уніфікації конструктивних рішень та самих конструкцій.

Отже, ріст будівельної галузі неминуче викликає економічний ріст у країні і виникнення необхідних умов для розв'язання багатьох соціальних проблем. Але на сучасному етапі її розвитку говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі не представляється можливим, без рішучих кроків влади назустріч .

## Вихідні дані проекту

Випускна кваліфікаційна робота на тему «Загальноосвітня школа в місті Нововолинськ» розроблена на основі завдання на дипломне проектування, що видане та затверджене на кафедрі «Будівництво та цивільна інженерія» Луцького національного технічного університету.

Географічний пункт будівництва школи – м. Нововолинськ Волинської області – за кліматичним районуванням для будівництва відноситься до II кліматичного поясу. З південної та східної сторін ділянка обмежена існуючою забудовою.

Сніговий район – IV. Значення ваги снігового покриву становить 1400 Па. Вітровий район – IV. Характеристичне значення вітрового тиску – 550 Па. Абсолютна мінімальна температура  $-34^{\circ}\text{C}$ . Абсолютна максимальна температура  $+38^{\circ}\text{C}$ . Розрахункова зимова температура  $-21^{\circ}\text{C}$ . Розрахункова літня температура  $+25^{\circ}\text{C}$ . Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,9 м.

Швидкість вітру: у січні – 5,8 м/с, у липні – 1,0 м/с. Вітровий режим характеризується періодичністю. Напрямок пануючих вітрів: влітку – західний, взимку – північно-західний.

Рельєф ділянки спокійний з невеликим перепадом висотних відміток.

Сейсмічність становить менше 6 балів.

Клас будівлі - I, ступінь вогнестійкості - II.

Ґрунтові води залягають на глибині 5,5 - 6,0 м від земної поверхні.

Територія, відведена для забудови, потенційно не підтоплювана.

За несучий шар приймаємо суглинок важкий. Фундаменти будівлі запроектовані на основі інженерно-геологічних досліджень, виконаних на стадії робочого проекту.

Інженерні мережі розміщені на відстані 300 м від будівельного майданчика. Джерелом теплопостачання школи є зовнішні міські мережі..

Будівля школи відноситься до типу цивільних громадських будівель і призначена для обслуговування суспільних потреб. Тому вона обладнана всіма необхідними комунікаціями благоустрою (водопровід, каналізація, опалювання, вентиляція і т.д.) і забезпечена комплексом сучасних послуг.

В проекті передбачений поточний метод виконання робіт, що оснований на принципі суміщення окремих видів робіт в часі при їх неперервному виконанні до повного закінчення. Цей метод базується на принципах конвеєрного виробництва.

Передбачено розміщення на території школи автомобільної стоянки, зони відпочику, алеї з клумбами з квітів, фонтану.



# Розділ 1

## Архітектурно-будівельна частина

### 1.1. Об'ємно-планувальне рішення

Запроектована будівля загальноосвітньої школи в місті Нововолинськ має в плані "Т"-подібний вигляд з розмірами в осях 58,540 x 40,500 м. Будівля школи має три поверхи загальною висотою + 17,000 (відмітка комину вентеляційних каналів). Висота кожного поверху становить +3,300 м, а висота поверху в частині будівлі, де розташований спортивний зал становить + 6,900 м. Спортивний зал розміром в плані 13 м x 24,5 м розташовано в осях 6,7 – Е, Ж.

Центральний вхід в будівлю запроектований на головному фасаді з Півдня. Вхід/вихід є з кожної сторони будівлі.

Архітектурний обрис трьохповерхового навчального закладу спроектований, виходячи з умови, що ця будівля буде важливим містобудівним фактором в формуванні даного району забудови з врахуванням особливостей конкретної ситуації та рельєфу. Прийнята планувальна схема сприяє створенню архітектурної виразності забудови і вільно вписується в існуючу забудову нового району.

Також на території школи запроектована автомобільна стоянка для працівників установи та батьків учнів.

Розміщення навчальних класів, санітарно-гігієнічних і виробничих приміщень сприяє забезпеченню повного циклу функціонування навчального закладу. Планування і набір приміщень передбачає створення комфортних умов праці вчителів і сприйняття інформації учнями.

На першому поверсі будівлі переважають технічні та виробничі приміщення. Там запроектовані: тамбур з вестибюлем і коридором; гардероб; технічні та підсобні приміщення; навчальні кабінети спортивний зал і кімната спортивного інвентарю; майстерні для хлопців і дівчат; їдальня з цехами для приготування їжі; медичний кабінет і рекреаційне приміщення; кладові для зберігання продуктів і відходів; санітарні вузли та роздягальні для дівчат та хлопців.

На другому поверсі школи запроектовані: сходові клітки з коридором; актовий зал; навчальні кабінети; санітарні вузли із душовими кабінами для хлопців і дівчат; підсобні приміщення; кладові та підсобні приміщення;

Назви та площі всіх запроектованих приміщень першого поверху подано в табл. 1.1., а приміщень другого поверху в табл. 1.2.

Таблиця 1.1. Експлікація приміщень будівлі 1-го поверху

№	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Примітка
1.1	Тамбур	7,53	
1.2	Вестибюль	64,68	
1.3	Сходи	18,68	
1.4	Санітарний вузол для дівчат	9,58	
1.5	Санітарний вузол для хлопців	12,77	
1.6	Коридор	13,07	
1.7	Технічне приміщення	9,58	
1.8	Підсобне приміщення	4,70	
1.9	Кабінет фізики	58,84	
1.10	Кабінет української мови	58,79	
1.11	Гардероб	39,08	
1.12	Рекреаційне приміщення	86,18	
1.13	Медичний кабінет	22,80	
1.14	Кабінет виховної роботи	22,80	
1.15	Спортивний зал	287,56	
1.16	Роздягальня для хлопців	16,12	
1.17	Роздягальня для дівчат	16,12	
1.18	Санітарний вузол із душовою для хлопців	6,12	
1.19	Санітарний вузол із душовою для дівчат	6,12	
1.20	Коридор	16,06	
1.21	Кімната спортивного інвентаря	11,93	
1.22	Кабінет інструктора	10,92	
1.23	Умивальня	4,68	
1.24	Коридор	18,42	
1.25	Коридор	41,04	
1.26	Майстерня для хлопців	73,01	
1.27	Майстерня для дівчат	73,01	
1.28	Електрична щитова (обмежений доступ)	9,25	
1.29	Сходова клітка	18,68	
1.30	Зал їдальні	98,69	
1.31	Холодний цех	17,61	
1.32	Гарячий цех	22,19	
1.33	М'ясо-рибний цех	8,95	
1.34	Овочевий цех	8,59	
1.35	Роздаткова	73,01	
1.36	Мийна посуду	73,01	
1.37	Мийна тари	9,25	
1.38	Мийна яєць та продуктів	18,68	
1.39	Комора зберігання продуктів	16,26	
1.40	Кімната прибирального інвентарю	1,60	
1.41	Коридор	19,11	
1.42	Комора зберігання овочів	13,50	
1.43	Комора зберігання відходів	3,50	
1.44	Тамбур	2,52	
1.45	Гардероб персоналу	4,86	
1.46	Душова	1,80	
1.47	Санітарний вузол	3,00	

Площа приміщень першого поверху становить 1302,76 м<sup>2</sup>.

Для зв'язку між поверхами передбачена сходові клітина. Вхідні блоки запроектовані відповідно до умов екстреної евакуації людей на випадок пожежі, яка проводиться через усі наявні виходи, у тому числі евакуаційні. Евакуаційні виходи розташовуються на кожному поверсі, вони ведуть назовні. Полотна усіх дверей відкриваються назовні - по напрямку руху людей. Вхід/вихід є з кожної сторони будівлі.

Таблиця 1.2. Експлікація приміщень будівлі 2-го поверху

№	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Примітка
2.1	Сходові клітка	18,68	
2.2	Коридор	49,56	
2.3	Санітарний вузол із душовою для хлопців	9,56	
2.4	Санітарний вузол із душовою для дівчат	12,77	
2.5	Санітарний вузол для вчителів	5,29	
2.6	Підсобне приміщення	8,99	
2.7	Кабінет географії	58,84	
2.8	Кабінет іноземної мови	134,13	
2.9	Рекреаційне приміщення	33,22	
2.10	Кладова	20,76	
2.11	Кабінет завідувача господарством	16,86	
2.12	Підсобне приміщення	16,86	
2.13	Підсобне приміщення	275,38	
2.14	Актовий зал	59,73	
2.15	Коридор	63,94	
2.16	Кабінет математики	14,53	
2.17	Підсобне приміщення	66,71	
2.18	Кабінет біології	16,68	
2.19	Сходи	73,12	
2.20	Комп'ютерний клас	3,50	
2.21	Комора прибирального інвентарю		

Площа приміщень другого поверху становить 1020,92 м<sup>2</sup>.

В плані, схема каркасу будівлі - складної Т-подібної форми. Конструктивна система загальноосвітньої школи являє собою взаємозалежну сукупність вертикальних і горизонтальних несучих конструкцій, що спільно забезпечують міцність, жорсткість і стійкість споруди. Горизонтальні конструкції -

перекриття будівлі сприймають вертикальні й горизонтальні навантаження і впливи, передаючи їх поповерхово на вертикальні несучі конструкції. Останні, у свою чергу, передають ці навантаження й впливи через фундаменти на основи.

Горизонтальні несучі конструкції (перекриття) шкільної будівлі неоднотипні, поповерхово однакові і являють собою жорсткі диски. Вертикальними несучими конструкціями являються стіни, простінки та колони різних поперечних перерізів.

В якості перекуття і покриття використано пустотні плити різної довжини, які опираються на стіни з кам'яної кладки. Фундаменти запроектовані на основі інженерно-геологічних досліджень. Згідно розрахунку прийняті стрічкові фундаменти під стіни, та фундаменти стаканного типу під залізобетонні колони.

Огороджуючою конструкцією прийнято цегляну кладку утеплену мінераловатними плитами.

Об'ємно-планувальне рішення навчального закладу прийняте з врахуванням розміру ділянки під забудову, рельєфу цієї ділянки та повздожнього профілю вулиці, а також нового житлового кварталу. Виходячи з цих умов прийняті ширина і висота, орієнтація та зовнішність фасаду. При прийнятті об'ємно-планувальних рішень враховувалась також і необхідність уніфікації конструктивних рішень та самих конструкцій, а також і оздоблювальні роботи і матеріали. Для будівлі прийняте компактне рішення, яке зовнішньо завжди зберігає чистоту образу не залежно від кута зору.

Плани першого та другого поверху, покрівлі, кольорове вирішення фасадів будівлі, розрізи див. на листах 1 і 2.

## **1.2. Архітектурно-конструктивне рішення**

Конструкції будівлі загальноосвітньої школи запроектовані наступні:

- фундаменти при будівництві на основі геологічних досліджень запроектовані двох видів: стрічкові залізобетонні збірні, що влаштовуються під цегляні стіни, та монолітні стовчастого типу під окремі колони.

Стовпчастий фундамент складається з двох уступів висотою по  $h = 300$  мм та підколонника висотою  $h = 900$  мм. Розміри в плані нижнього уступу 2300 мм x 2300 мм, а верхнього 1700 мм x 1700 мм. Розміри в плані підколонника 1200 мм x 1200 мм. У рівні підосви фундаменту залягають ґрунти - суглинки.

Для стрічкових фундаментів горизонтальна гідроізоляція виконується з гідроізолу на бітумній мастиці в два шари. Для вертикальної гідроізоляції фундаменту також використовується гідроізол на бітумній мастиці.

- каркас будівлі змішаний – виконаний з кам'яної кладки та монолітно влаштованих залізобетонних колон з поперечним перерізом колони 400 x 400 мм. Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою цегляних стін, за/б колон і ригелів, плит перекриття і покриття та металевих ферм.

- покрівля будівлі влаштована з металевої черепиці, що вкладається на обрешітку з дерев'яного бруса квадратного січення 50 мм x 50 мм. Для захисту від атмосферних впливів під черепицею влаштовується шар гідроізоляції та шар теплоізоляції з мінеральної вати. Для відведення атмосферних опадів з поверхні покрівлі застосовується зовнішній організований водостік. Так, влаштовують водозбірні воронки, водостічні труби. Водостічні труби з паропропілену виконані діаметром 15 см. Кріпляться труби до стіни саморізними болтами.

- перекриття виконується із збірних залізобетонних пустотних плит шириною 1000 мм і 1500 мм із робочою арматурою А600С. Перекриття прольоту над спортивним залом виконане з допомогою двохскатних металевих ферм індивідуального виготовлення довжиною  $l = 13380$  мм. Застосовано сім таких однотипних елементів. Профіль металевої ферми – квадратна труба.

- зовнішні стіни виконані з цегляної кладки загальною товщиною  $\delta = 380$  мм. Утеплення стін виконана з застосуванням мінеральної вати товщиною згідно теплотех-нічного розрахунку; - цегляні перегородки в будівлі виконані з цегли товщиною  $\delta = 250$  мм і  $\delta = 120$  мм.

- перемички при перекритті дверних та віконних прорізів у зовнішніх та внутрішніх стінах, а також перегородках, використовуються збірні брускові залізобетонні перемички серії 1.038.1-1 вип.3.

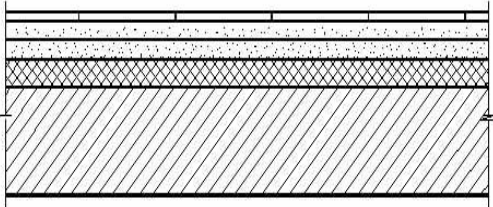
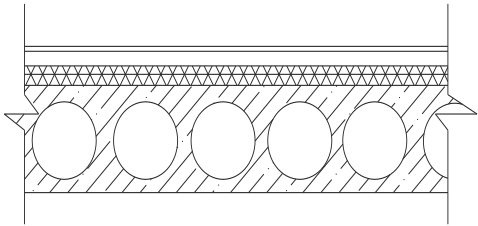
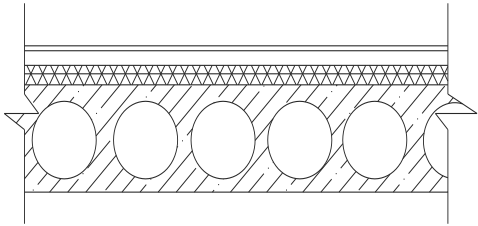
- підлога у будівлі запроектовані трьох типів. На першому поверсі запроектована з керамогранітним покриттям, а на другому та третьому поверсі запроектована з паркетної дошки, що вкладається по цементно-піщаній стяжці товщиною  $\delta = 30$  мм.

Підлога в санвузлах виконується з керамічної плитки з двома шарами гідроізоляції. Підлога в службових приміщеннях, електрощитовій і інших підсобних приміщеннях проектується з керамічної плитки. Підлога на сходових клітинах прийнята з керамічної плитки.

Детально конструкцію підлоги в різних приміщення подано в табл. 1.3.

Столярні вироби в будівлі представлені вікнами та дверима. Запроектовано встановлення вікон – металопластикових із склопакетами по спецзамовленню. Для встановлення блоків використовується піна монтажна "PROFI MONT", спеціальні кріплення, дюбеля, та розпорки дерев'яні.

Таблиця 1.3. Відомість влаштування підлог

Тип	Ескіз	Склад шарів
1	<p>Підлога з керамограніту на I-му поверсі</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покриття з керамограніта- <math>\delta = 8</math> мм.</li> <li>2. Клей «Литокол» <math>\delta = 5</math> мм.</li> <li>3. Стягування з цементно-піщаного розчину М150 - <math>\delta = 20</math> мм.</li> <li>4. Теплоізоляційний шар з керамзитобетону <math>B5 = 1000</math> кг/см - <math>\delta = 50</math> мм.</li> <li>5. Бетонна основа.</li> </ol>
2	<p>Підлога з керамічної плитки по перекриттю (санвузли, службові приміщення, сходові клітки, щитова)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покриття з керамічної плитки <math>\delta = 15</math> мм.</li> <li>2. Прошарок і заповнення швів з цементно-піщаного розчину М150 <math>\delta = 10</math> мм.</li> <li>3. Стягування з цементно-піщаного розчину М150- <math>\delta = 15</math> мм.</li> <li>4. Теплоізоляційний шар з мінераловатних плит - <math>\delta = 35</math> мм.</li> <li>5. Плита перекриття <math>\delta = 220</math> мм.</li> </ol>
3	<p>Підлога з паркетної дошки по перекриттю (навчальні класи, спортзал)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покриття з паркетної дошки - <math>\delta = 35</math> мм.</li> <li>2. Обмазка з холодної бітумної мастики <math>\delta = 5</math> мм.</li> <li>3. Грунтовка <math>\delta = 3</math> мм.</li> <li>4. Цементно-піщана стяжка М150- <math>\delta = 30</math> мм.</li> <li>5. Теплоізоляційний шар з мінераловатних плит - <math>\delta = 50</math> мм.</li> <li>7. Плита перекриття <math>\delta = 220</math> мм.</li> </ol>

Двері – зовнішні, металопластикові із склопакетами по спецзамовленню, внутрішні – дерев’яні фільончасті серії 1.136-10 (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. Специфікація проїомів

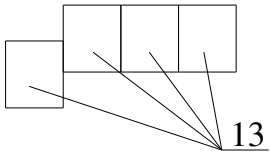
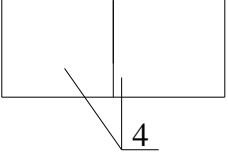
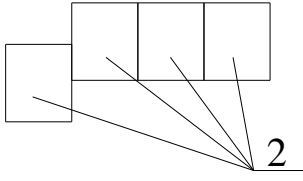
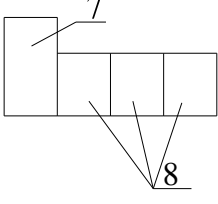
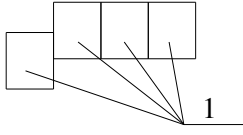
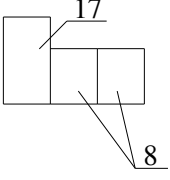
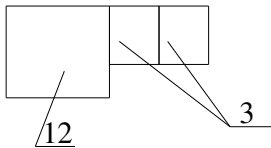
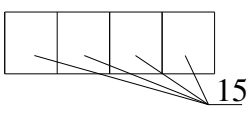
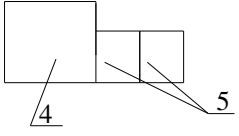
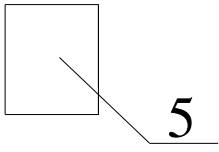
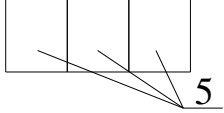
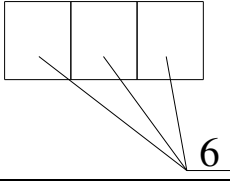
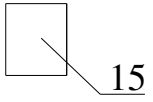
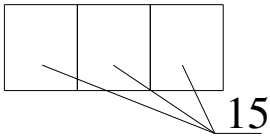
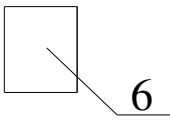
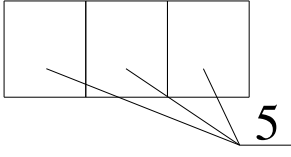
Марка	Позначення	Найменування	Кількість
		Віконні та дверні блоки: (b x h)	
Д-1	Серія 1.136-10	Двері зовнішні (1000x2100)	2
Д-2	Серія 1.136-10	Двері засклені (1000x2100)	14
Д-3	Серія 1.136-10	Двері засклені (900x2100)	12
Д-4	Серія 1.136.5-19	Двері глухі (1300x2100)	8
В-5	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (2800x3800)	15
В-6	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (2800x3300)	15
В-7	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (4400x1100)	32
В-8	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (1500x1500)	13
В-9	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (1400x3700)	1
В-10	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (840x3700)	2
В-11	Серія 1.136.5-16	Металопластикові з подвійним заскленням (630x3700)	2
Д-12	Серія 1.136.5-19	Двері глухі (800x2100)	14
Д-13	Серія 1.136.5-19	Двері глухі (700x2100)	12

Також в будинку передбачено встановлення таких столярних виробів: плінтуси, наличники, поручні, панелі огороження, підвіконні панелі. Підвіконні панелі укладаємо на клеючий розчин CERESIT CM11/15.

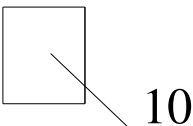
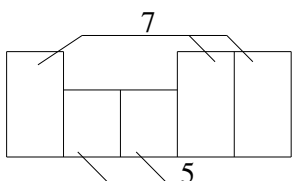
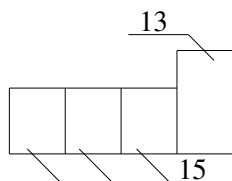
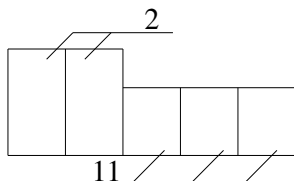
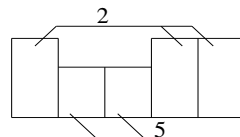
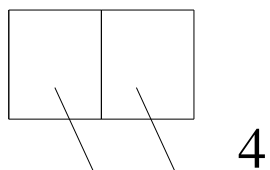
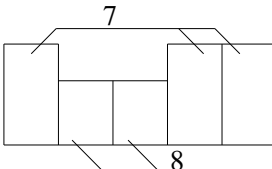
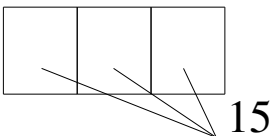
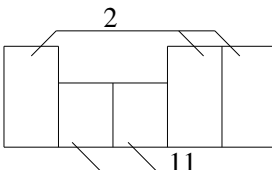
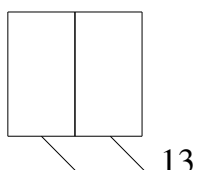
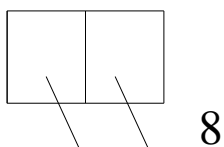
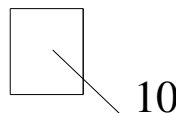
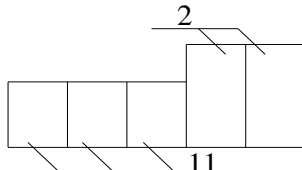
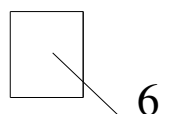
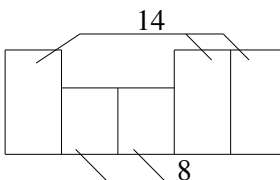
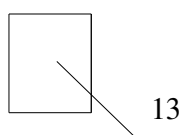
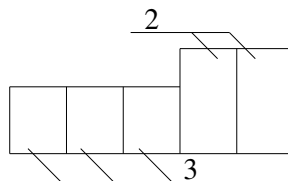
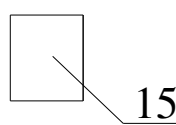
Перемички при перекритті дверних та віконних прорізів у зовнішніх та внутрішніх стінах, а також перегородках, використовуються збірні брусків залізобетонні перемички серії 1.038.1-1 вип.3.

Відомість перемичок подана в табл. 1.5., а специфікація перемичок в табл. 1.6.

Таблиця 1.5. Відомість перемичок

Марка	Схема перерізу	Марка	Схема перерізу
Пр1		Пр9	
Пр2		Пр10	
Пр3		Пр11	
Пр4		Пр12	
Пр5		Пр13	
Пр6		Пр14	
Пр7		15	
Пр8		16	



1	2	3	4
17		26	
18		27	
19		28	
20		29	
21		30	
22		31	
23		32	
24		33	
25		34	

Таблиця 1.6. Специфікація перемичок для всієї будівлі

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2 ПБ13-1п	95	54	
2	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3 ПБ25-37п	58	162	
3	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ22-3п	45	95	
4	Серія 1.038.1-1 вип. 3	5ПБ21-27п	28	285	
5	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ19-3п	112	81	
6	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ16-2п	130	65	
7	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3ПБ18-37п	48	119	
8	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ17-2п	115	71	
9	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ29-4п	38	120	
10	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ10-2п	185	43	
11	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ25-3п	48	103	
12	Серія 1.038.1-1 вип. 3	5ПБ25-27п	54	338	
13	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3ПБ13-37п	32	85	
14	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3ПБ21-37п	64	137	
15	Серія 1.038.1-1 вип. 3	2ПБ13-2п	140	54	
16	Серія 1.038.1-1 вип. 3	5ПБ36-20п	36	500	
17	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3ПБ18-4п	42	119	
18	Серія 1.038.1-1 вип. 3	3ПБ16-37п	56	102	

### 1.3. Інженерні мережі

Випускна кваліфікаційно робота розроблена з врахуванням наступних кліматичних даних: напрям пануючих вітрів: влітку – західний, взимку – північно-західний; температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби – 24<sup>0</sup>С; температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки – 20<sup>0</sup>С; середня температура опалювального періоду – 0,2<sup>0</sup> С; тривалість опалювального періоду 187 діб.

### 1.3.1. Водопостачання

Водопостачання навчального закладу, що зводиться передбачено від існуючої зовнішньої мережі господарсько-питного та протипожежного водопостачання  $d=600$  мм. Напір у точці підключення – 0.18 МПа. Необхідний напір на вводі – 0.1 МПа .

Ввід водопроводу запроектований із сталевих водогазопровідних оцинкованих легких труб під накатування різьби діаметром  $\varnothing 32$  мм на глибині не менше 1.5 м від планувальних відміток землі до верху труби.

Внутрішня система водопостачання господарсько-питна, тупикова. Для обліку витрат води встановлюється лічильник холодної води типу ВСКМ-5/20. Проектом передбачається влаштування поливального водопроводу поливочними кранами діаметром 25 мм (для прибирання прибудинкової ділянки). Трубопроводи внутрішньої системи монтуються зі сталевих водогазопровідних оцинкованих легких труб під накатування різьби.

Розрахункова витрата води з урахуванням гарячого водопостачання та поливу території:  $1,48 \text{ м}^3/\text{добу}$ ,  $0,52 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $1,5 \text{ л/с}$ .

Живлення системи гарячого водопостачання передбачена від зовнішньої мережі. Запроектована тупиковою циркуляційною. Циркуляція здійснюється за допомогою двох насосів "WILO" встановлених в спеціальному підвальному приміщенні – бойлерній. Внутрішня мережа гарячого водопостачання запроектована з нижнім розгалуженням магістралей і примусовою циркуляцією. Для обліку споживання води передбачено водолічильник.

Розвідна магістраль гарячої води і горизонтальні ділянки магістральних циркуляційних трубопроводів прокладаються поруч з магістралями холодної води, які розташовані в нішах з іншими інженерними мережами комплексу. Монтаж внутрішньої мережі гарячого водопостачання передбачається виготовити із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб.

Водопостачання будівлі призначене для виробничих, господарсько-побутових потреб і пожежегасіння.

### 1.3.2. Опалення

Джерелом теплопостачання для навчального закладу є зовнішні міські мережі. Для підсилення циркуляції в системі опалення та теплопостачання в будівлі встановлені 2 циркуляційні насоси "WILO". Приміщення I, II і III поверху навчального закладу опалюються за допомогою нагрівальних приладів – сталевих радіаторів "RETTIG-PURMO", тип V.

Радіатори обладнанні термостатичними регуляторами та кранами для випуску повітря. Проектом передбачається влаштування двотрубною системи опалення з насосною циркуляцією води та горизонтальною розводкою трубопроводів. Великі за площею приміщення будівлі (спортивний зал і актовий зал) опалюємо методом „тепла підлога”. Головним елементом цього методу будуть металопластикові трубки влаштовані в конструкцію підлогу, по яких циркулюватиме теплоносій. Теплоносієм в нас буде гаряча вода з добавками антифризу (приблизно 13%).

Для обліку витрат теплової енергії в тепловому вузлі будівлі встановлюється тепловий лічильник типу „ГОРИНЬ-С”. Теплоносій – вода з параметрами  $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$ . Трубопроводи систем монтуються зі сталевих електрозварних труб. Регулювання температури здійснюється термостатами типу “HERZ”. Трубопроводи системи опалення, які прокладаються в конструкції підлоги, ізолюються жгутом із скляних ниток за з покрівельним шаром із рулонного склопластика.

Неізольовані трубопроводи фарбуються олійною фарбою за 2 рази.

Витрата тепла складає  $Q = 101,5$  кВт.

### **1.3.3 . Побутова каналізація К-1**

При проектуванні побутової каналізації К-1 на території навчального закладу враховано найбільш дешеву вартість будівництва каналізаційних мереж, споруд і їх експлуатації. Побутова каналізація К-1 запроектована для відводу побутових стоків від санітарних приладів в зовнішню мережу побутової каналізації м. Нововолинськ.

Так, як найбільш розповсюджена роздільна система каналізації, яка дозволяє швидко покращити санітарно-гігієнічні умови території, то в даному проекті також запроектована роздільна система каналізації.

Внутрішні мережі побутової каналізації запроектовано з чавунних каналізаційних труб діаметром  $\text{Ø}50\text{-}100$  мм. Зовнішні мережі побутової каналізації запроектовані з керамічних каналізаційних труб. Кількість побутових стоків прийнята рівню водоспоживанню і становить  $1,08$  м<sup>3</sup>/добу,  $0,43$  м<sup>3</sup>/год,  $1,94$  л/с.

Прокладання проводиться на глибині  $1,3$  м від поверхні землі. Мережа підведена до постійної міської каналізації довжиною  $250$  м.

Для нагляду за зовнішньою каналізацією в місцях поворотів передбачаємо оглядові колодязі. Для забезпечення нормальної внутрішньої каналізації передбачена прочистка на мережі. Витяжні частини стояків виводяться на  $0,5$  м вище рівня покрівлі.

### **1.3.4. Дощова каналізація К-2**

Відвід атмосферних вод з даху споруди передбачено системою зовнішніх водостоків. При проектуванні дощової каналізації К-2 на території школи враховано найбільш дешеву вартість будівництва каналізаційних мереж, споруд і їх експлуатації. Відведення дощових вод з прибудинкової території загальноосвітньої школи передбачається по спланованій поверхні з твердим мощенням (бруківка) до водовідвідного лотка та в існуючу мережу дощової каналізації м. Нововолинськ. Водостічні стояки прокладаються відкрито, та кріпляться до зовнішніх стін.

Для прийому дощових і талих вод на даху встановлюються дощеприймальні воронки діаметром 150 мм у кількості 12 штук. Скидання атмосферних вод здійснюється в проєктований колектор діаметром 100 мм. На випусках дощової каналізації монтуються колодязі по ТП 902-09-1184.

### **1.3.5. Вентиляція**

В будівлі загально-освітньої школи запроектована загальнообмінна припливно-витяжна система вентиляції з природним та механічним спонуканням.

Видалення повітря із санвузлів передбачене настінними вентиляторами виробництва DÉCOR-300, в приміщенні кухні\столової використовуються навісні витяжні зонти над електроплитами, а також приплив – неорганізований через вікна. Природна витяжна вентиляція проєктується через верхні фрамуги вікон. Природний потік проєктується в теплий період року через нижні фрамуги вікон.

Для кондиціонування прийняті системи з місцевими автономними кондиціонерами.

Повітропроводи систем монтуються з тонколистової оцинкованої сталі.

Для спортивного залу та актового залу проєктом передбачено вентиляцію механічну і частково природню. Для входу в навчальний заклад запроектовано повітряно-теплову завісу. Для зниження шуму вентиляторів передбачені шумоглушники, гнучкі вставки, віброізолятори.

### **1.3.6. Електропостачання**

Електропостачання здійснюється від міської мережі м. Нововолинськ. В місцях перетину з дорогами, проїздами, трубопроводами та кабелями

передбачені відповідні захисні заходи самої лінії або мереж, яку вона перетинає. Для підключення в міську мережу встановлюється комірка КСО-366 ВН.

На території навчального закладу монтується тупикова комплектна трансформаторна підстанція КТП ГС-320/10/0,4, від якої заживляються внутрішні системи об'єкту та зовнішнє освітлення території. Електроенергія та потужність трансформатора розрахована для освітлення приміщень і території майданчика.

Споживання електроенергії розраховане для періоду максимального збігу участі споживачів у будівельному процесі (по сітковому графіку).

За визначеною розрахунком потужністю підібрано трансформаторну підстанцію КТПМ – 72М-160, потужністю 160 кВт, вагою 1,34 т, з типом трансформатора ТМ-160/6/10.

Забезпечення електроенергією передбачено від існуючої високовольтної лінії електропередачі.

### **1.3.7. Зовнішнє освітлення**

Для зовнішнього освітлення території загальноосвітньої школи в м. Нововолинськ застосовано 2 системи освітлення:

- господарська територія – на стандартних з/б опорах;
- представницька частина території – декоративні світильники торшерного типу.

Напруга низьковольтної мережі ~ 380/220 В;

Установлена потужність зовнішнього електроосвітлення – 3,2 кВт, а розрахункова потужність – 3,2 кВт. Коефіцієнт потужності  $\cos \varphi = 0,8$ . Річна витрата електроенергії  $W = 11200$  кВт. Напруга мережі зовнішнього електроосвітлення 380/220 В. Напруга на цоколях ламп 220 В.

Зовнішнє електроосвітлення території запроектовано світильниками з лампами ДНаТ, встановленими на залізобетонних стійках типу СВ-9,5 і декоративними світильниками типу РВП-80 з розсіювачем типу "Амфора", встановленими на металокаркасі висотою 2,5 м.

### **1.4. Будівельна фізика**

Експлуатаційні якості будівлі школи в м. Нововолинськ визначаються не тільки розмірами і об'ємами приміщень, їх оздобленням і ступенем обладнання інженерними і санітарно-технічними засобами, але і конструкцією огорожень, які захищають приміщення від холоду (або сонячної радіації), опадів і інших

зовнішніх впливів. Розділяючи два середовища з різною температурою, тиском повітря, вологістю, силою шуму огороження перешкоджають проникненню повітря, вологи, звука і світла.

Основними із фізичних процесів є: будівельна теплотехніка (теплопередача, вологісний режим, повітропроникнення), будівельна світлотехніка (природне і штучне освітлення приміщення, інсоляція і сонячна радіація), будівельна акустика (звукоізоляція і акустика приміщень).

Основними теплотехнічними вимогами які пред'являються до зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни, покриття) є:

- потрібний опір теплопередачі;
- повітронепроникність;
- нормальний вологісний режим.

Враховуючи ці вимоги розробляємо конструкції огороження, які забезпечують необхідну довговічність і високі експлуатаційні якості.

#### 1.4.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Місто Нововолинськ відноситься до першої температурної зони України. Значення  $R_{q \min}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для I температурної зони відповідно до зміни №1 до ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» становить  $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Зовнішня стіна влаштовується методом зведення кам'яної кладки з рядової цегли. Вона складеться (рис. 1.1) з наступних шарів:

- Внутрішня штукатурка;
- Цегла глиняна звичайна;
- Повітряний прошарок;
- Утеплювач - плити мінераловатні URSA FDP2/V;
- Фасадне облицювання;

Теплотехнічні характеристики конструктивних матеріалів з підбраною товщиною шару, розрахунковими коефіцієнтами теплопровідності та теплосасвоєння подані в табл. 1.7.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,02 / 0,93 = 0,022 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт} \text{ – внутрішня штукатурка};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,38 / 0,81 = 0,469 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт} \text{ – цегла глиняна};$$

$$R_3 = 0,14 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт} \text{ – повітряний прошарок};$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = x / 0,035 \text{ – утеплювач (плити URSA FDP2/V)};$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,2 / 0,93 = 0,215 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт} \text{ – фасадне облицювання}.$$

Загальний термічний опір непрозорої термічно однорідної огорожувальної конструкції:

$$\text{де } \alpha_v = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ К} \text{ – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні};$$

$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$  – коефіцієнт тепловіддачі для умов зовнішньої поверхні (згідно додатку Е, ДБН В.2.6-31-2016).

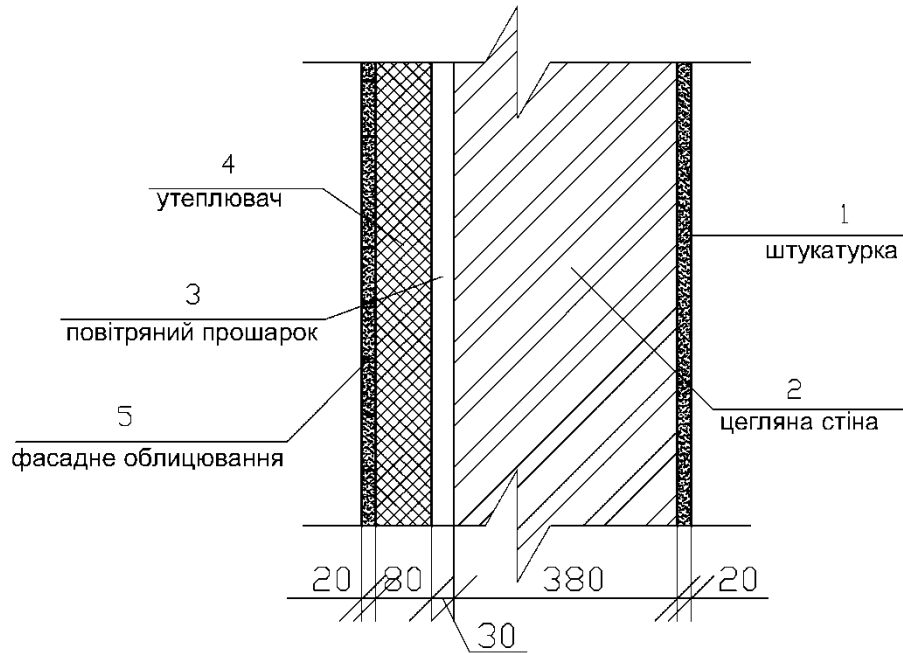


Рис. 1.1. Конструкція зовнішньої стіни

Таблиця 1.7. Теплотехнічні показники зовнішньої стіни

№ шару	Матеріал шару огорожувальної конструкції	Об'ємна маса, $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Товщина шару, $\delta$ , мм	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/мК	Розрахунковий коефіцієнт теплотозасвоєння $S$ , Вт/м <sup>2</sup> К
1	Внутрішня штукатурка	1800	20	0,93	11,09
2	Цегла глиняна звичайна	1800	380	0,81	10,12
3	Повітряний прошарок		30	R=0,14 м <sup>2</sup> К/Вт	
4	Утеплювач - плити URSA FDP2/V	100	x	0,035	0,55
5	Фасадне облицювання	1800	20	0,93	10,12

$$\begin{aligned}
 R_q &= \frac{1}{\alpha_6} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + R_{пов.} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_3} = \\
 &= 0,115 + 0,022 + 0,469 + 0,14 + \frac{x}{0,035} + 0,215 + 0,043 = \\
 &= 1,004 + \frac{x}{0,035} \text{ ( м}^2 \text{ К / Вт )}.
 \end{aligned}$$



Має виконуватись умова:  $R_q \geq R_{q,\min} = 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

Мінімальну товщину утеплювача знаходять із залежності:

$$1,004 + \frac{x}{0,035} \geq 3,3.$$

Звідки  $x = 0,080 \text{ м}$ . Приймають товщину утеплювача 100 мм. Товщина стіни разом з утеплювачем становить 550 мм. Загальний термічний опір стіни з утеплювачем:  $R_q = 3,32 \text{ м}^2\text{К/Вт} > R_{q,\min} = 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  – умова виконується.

#### 1.4.2. Теплотехнічний розрахунок покрівлі

Згідно ДБН В.2.6-31-2016 «Теплова ізоляція будівель» мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції -  $R_{q,\min} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

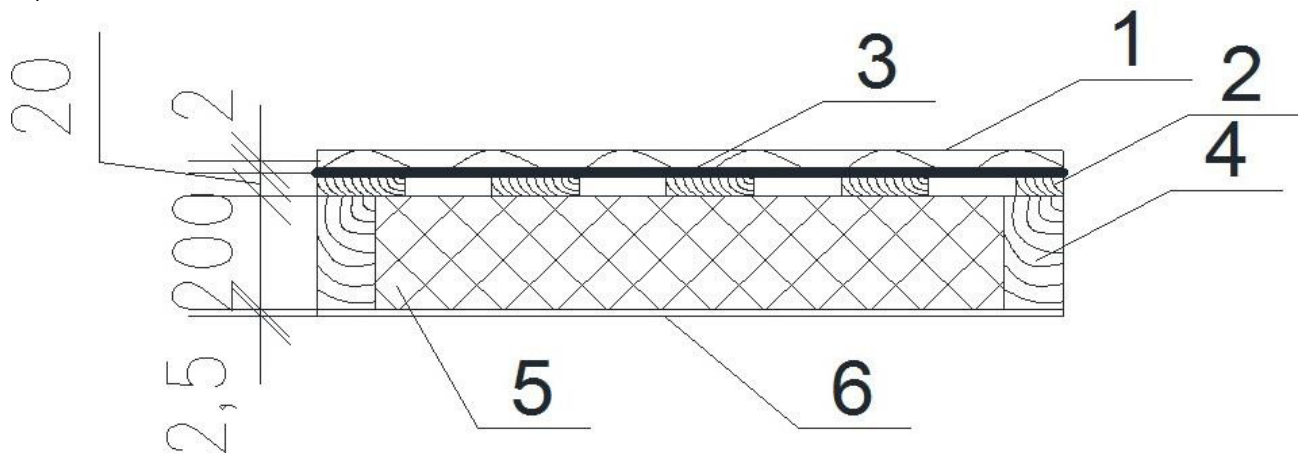


Рис. 1.2. Конструкція покриття: 1 –металочерепиця; 2 –обрешітка; 3 – гідробар'єр; 4 – крокви; 5 –мінеральна вата; 6 –пароізоляція

Теплотехнічні показники покрівлі представлені в табл. 1.8. Величина опору теплопередач зовнішньої стіни  $R_{\Sigma \text{ пр}}$  повинна задовольняти умову:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

де  $R_o^{TP}$  – потрібний опір теплопередачі.

Таблиця 1.8. Теплотехнічні показники покрівлі

№ шару	Матеріал шару стіни	Об'єм-на маса $\gamma_0, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщи-на шару, $\delta, \text{м}$	Розрахунко-вий коефі-цієнт тепло-провідності $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$	Розрахунко-вий коефі-цієнт тепло-засвоєння $S, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	Термічний опір шару $R, \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$
1	Металочерепиця	7850	0,002	58	126,5	0
2	Обрешітка	500	0,02	0,18	4,54	0,111
3	Гідробар'єр	600	0,001	0,17	3,53	0,0059
4	Крокви	500	0,2	0,18	4,54	2,87
5	Мінеральна вата	100	0,2	0,071	0,080	2,81
6	Пароізоляція	600	0,0025	0,17	3,53	0,0059

Визначаємо термічні опори окремих шарів  $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ :

$$R_1 = \frac{0.002}{58} = 0 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; R_2 = \frac{0.02}{0.018} = 0,111 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; R_3 = \frac{0.001}{0.17} = 0,0059 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm};$$

$$R_4 = \frac{0.2}{0.18} = 2,87 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; R_5 = \frac{0.2}{0.071} = 2,81 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}; R_6 = \frac{0.001}{0.17} = 0,0059 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm};$$

Загальний термічний опір покриття з утеплювачем:

$$R_q = \frac{1}{\alpha_6} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$= 0,132 + 0 + 0,111 + 0,0059 + 2,87 + 2,81 + 0,0059 + 0,043 =$$

$$= 5,98 (m^2 \cdot K / Bm)$$

де  $\alpha_6 = 7,6 Bm/m^2 \text{ } ^\circ C$  – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_3 = 23 Bm/m^2 \text{ } ^\circ C$  – коефіцієнт тепловіддачі для умов зовнішньої поверхні (згідно додатку Е ДБН В.2.6-31-2016).

Перевіряємо виконання умови:  $R_q = 5,98 m^2 \cdot K / Bm > R_{q,\min} = 4,5 m^2 \cdot K / Bm$  - умова виконується.

### 1.5. Техніко-економічні показники

Згідно ДБН В.2.2-15-2005, а також ДБН В.2.2-9-99 визначаємо значення техніко-економічних показників для будівельного об'єкту "Загальноосвітня школа в м. Нововолинськ" та заносимо їх в таблицю 1.9

Табл. 1.9. Техніко-економічні показники

Найменування	Одиниці виміру	Показники
Площа забудови	м <sup>2</sup>	1630
Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	19272
Загальна корисна площа	м <sup>2</sup>	3342
Робоча площа	м <sup>2</sup>	3188
Виробнича площа	м <sup>2</sup>	2750
К1, (виробнича площа, м <sup>2</sup> ) / (загальна площа, м <sup>2</sup> )	–	0.82
К2, (будівельний об'єм, м <sup>3</sup> ) / (робоча площа, м <sup>2</sup> )	–	6.05

## Розділ 2

### Розрахунково-конструктивна частина

#### 2.1. Обґрунтування вибору конструкції

Загальноосвітній навчальний заклад в м. Нововолинськ запроєктовано з використанням конструкцій із металу, збірного та монолітного залізобетону, стінових конструкцій із кам'яної кладки. Оскільки такі конструкції та технологія будівництва на основі них є економічно вигіднішою, швидшою у зведенні і жорсткішою порівняно з будівлями зі суцільними збірними елементами.

Враховуючи такі фактори як надійність, економічність, швидкість зведення та ін. були вибрані наступні конструкції:

- монолітні фундаменти стовпчастого типу під колони та збірні стрічкового типу під стіни з монолітними ділянками;
- з/б колони (січенням 400 мм x 400 мм);
- міжповерхові збірне перекриття із пустотних плит товщиною 220 мм і розмірами в плані 1500 мм x 6000 мм, що влаштовуються по з/б ригелях;
- ферми покриття з металевих квадратних труб прольотом 13380 мм;
- зовнішніми стінами із цегляної кладки товщиною 380 мм, а внутрішніми з цегляної кладки товщиною 120 мм і 250 мм. Стіни будівель запроєктовані в монолітній цегляній кладці із цегли звичайної пластичного пресування по ДСТУ Б.В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96).

Навантаження на конструкцію каркаса приймаємо за ДБН В. 1.2-2:2006.

#### 2.2. Розрахунок і конструювання ферми покриття

Перекриття над спортивним залом школи в осях 6-7 запроєктоване з металевих ферм.

Розраховуємо і конструюємо металеву ферму – трикутну ферму із похилим верхнім поясом. Матеріал ферми – сталь класу С235 з розрахунковим опором  $R_y = 230$  МПа, коефіцієнт надійності щодо призначення  $\gamma_n = 0,95$ . Зварювання виконуємо ручне дугове електродами марки Є42.

Запроєктували ферму даного профілю через те, що у кроквяних фермах з труб порівняно з фермами зі загальних профілів при рівноцінних марках сталей і однакових умовах навантаження та експлуатації досягається економія сталі 15...20%.

### 2.2.1. Збір навантажень

На ферму діють такі навантаження:

- від маси покриття;
- від маси несучих конструкцій;
- снігове навантаження.

Збір навантаження проводимо в табличній формі. Результати розрахунку подані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Збір навантаження на металеву ферму

№	Елемент покриття	Характеристичне навантаження кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності $\gamma_f$	Розрахункове граничне навантаження кН/м <sup>2</sup>
<b>А. Постійне навантаження (g)</b>				
1	Черепиця глиняна	0,15	1,3	0,195
2	Обрешітка 50 мм х 50 мм	0,03	1,3	0,039
3	Кроква 175 мм х 75 мм	0,105	1,2	0,137
4	Пароізоляційна плівка	0,018	1,3	0,0234
	Всього постійне	0,303		0,394
<b>Б. Тимчасове навантаження (v)</b>				
1	Снігове	0,642		1,36
	Повне навантаження	0,945		1,754

Розрахунок снігового навантаження:

Експлуатаційне:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C ;$$

$\gamma_{fe} = 0,49$  – коефіцієнт надійності за експлуатаційним знач. снігового навантаження, що визначається згідно з п. 8.12. «ДБН В.1.2-2:2006»;

Згідно з додатком Е «ДБН В.1.2-2:2006»:  $S_0 = 1310 \text{ Па} = 1,31 \text{ кН/м}^2$ .

$$C = \mu C_e C_{alt} ;$$

Згідно додатка Ж, схема 1 «ДБН В.1.2-2:2006»:  $\mu = 1$ ;

Згідно п. 8.9. «ДБН В.1.2-2:2006»:  $C_e = 1$ ;

Згідно п. 8.10. «ДБН В.1.2-2:2006»:  $C_{alt} = 1$ ;

$$C = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 1,31 \cdot 1 = 0,642 \text{ кН/м}^2 .$$

Розрахункове:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C ;$$

$\gamma_{fm} = 1,04$  – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, що визначається згідно з п. 8.11. «ДБН В.1.2-2:2006» ;

$$S_0 = 1310 \text{ Па} = 1,31 \text{ кН/м}^2 .$$

$$C = 1;$$

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1,04 \cdot 1310 \cdot 1 = 1362,4 \text{ Па} = 1,36 \text{ кН/м}^2 .$$

### 2.2.2. Визначення розрахункових навантажень на ферму

Оскільки кут нахилу покрівлі  $30^\circ$ , то розрахунок ферми проводимо з врахуванням зсувної складовою зусиль.

Постійне розрахункове навантаження розраховане від ваги конструкції покрівлі буде рівне:

$$q = (1,36 + 0,394) \cos 30 = 1,52 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

де  $1,36 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$  – розрахункове навантаження від ваги покриття;

Вузлові сили від розрахункового постійного навантаження:

$$F_1 = q \cdot B \cdot d = 0,735 \cdot 6 \cdot 3,2 = 14,11 \text{ кН};$$

$$F'_1 = q \cdot B \cdot d = 0,735 \cdot 6 \cdot 1,6 = 7,06 \text{ кН};$$

### 2.2.3. Розрахунок ферми в ПК Ліра

Статичний розрахунок ферми проводимо з використанням прикладного програмного комплексу "LIRA". Спочатку визначаємо зусилля в стержнях ферми окремо від кожного виду завантаження за допомогою комплексу „LIRA”.

В ПК Ліра було задано розрахункову схему показану на рис. 2.1. Для побудови розрахункової схеми були використані кінцеві елементи № 10 – універсальний просторовий стержневий елемент.

Ферма була шарнірно закріплена по двох краях. Були задані наступні навантаження на ферму:

- 1) Вузлове навантаження від постійної ваги,
- 2) Вузлове навантаження від снігового навантаження по всьому прольоті.

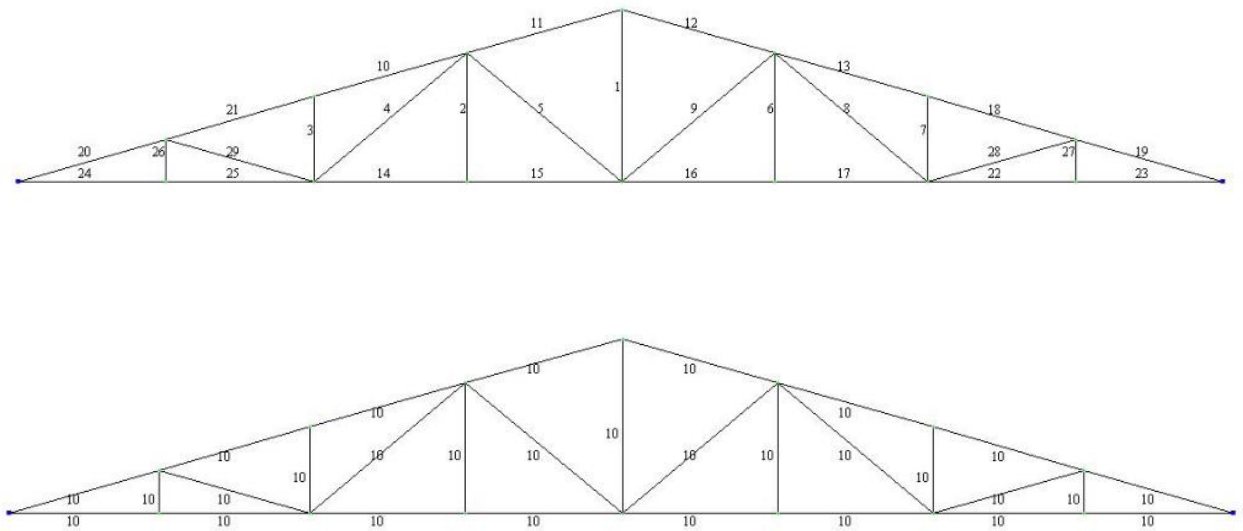


Рис. 2.1. Розрахункова схема ферми в ПК Ліра

Результати статичного розрахунку ферми з використанням прикладного програмного комплексу "LIRA" подано у вигляді епюри та мозаїки поздовжніх сил  $N$  (рис. 2.2), епюри та мозаїки поперечних сил  $Q$  (рис. 2.3) і епюри та мозаїки згинальних моментів  $M$  (рис. 2.4).

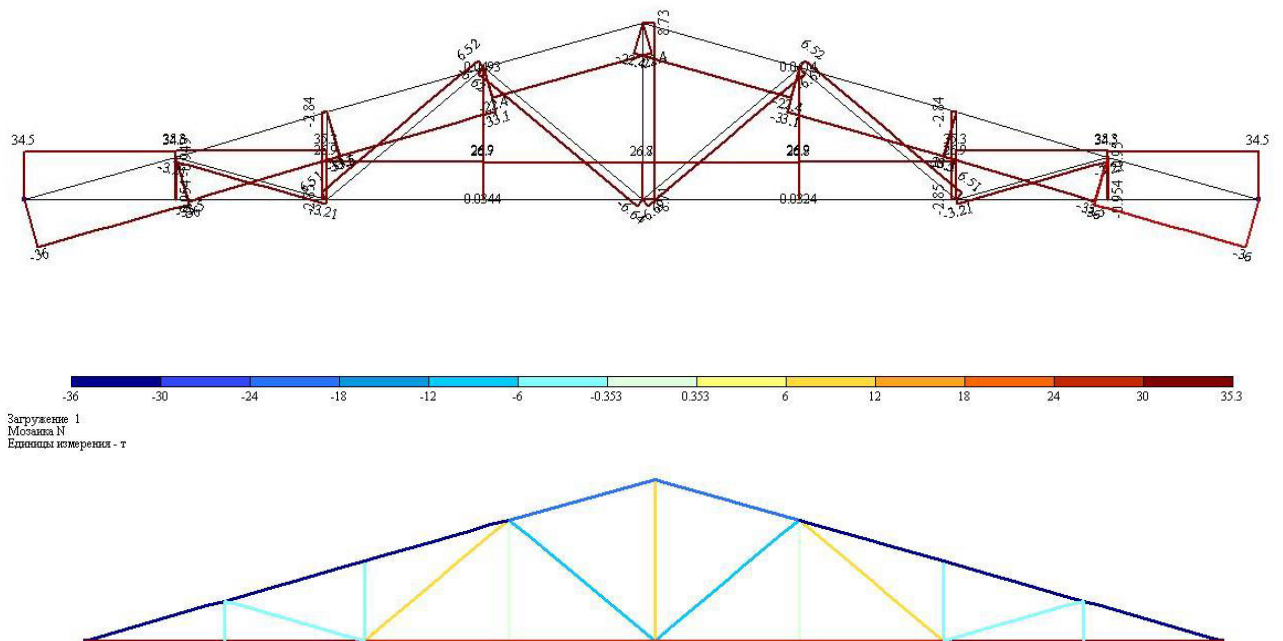


Рис. 2.2. Епюра та мозаїка поздовжніх сил  $N$

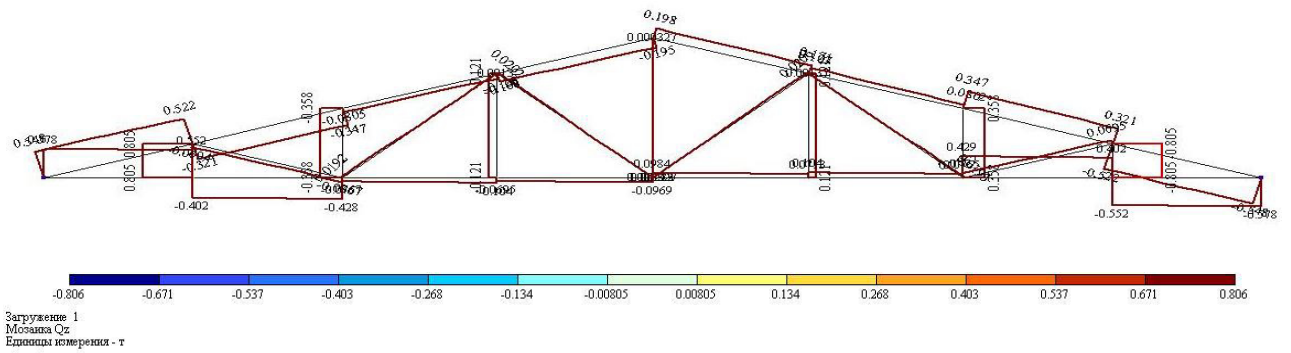


Рис. 2.3. Епюра та мозаїка поперечних сил Q

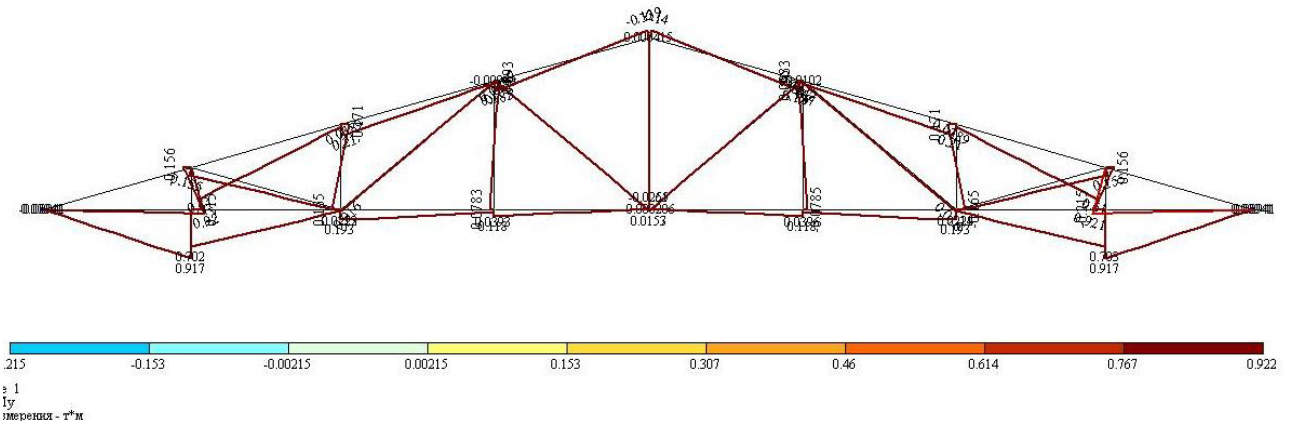


Рис. 2.4. Епюра та мозаїка згинальних моментів M

### 2.2.4. Підбір перерізів стержнів ферми

Підбір перерізів елементів ферми проведемо в ПК “Ліра-СТК”. Для цього імпортуємо задачу статичного розрахунку з ПК “Ліра-Визор” в ПК “Ліра-СТК”.

Для проведення розрахунку уточнюємо жорсткісні характеристики елементів ферми. Задаємо матеріал елементів – сталь ВСт3кп2-1. Також в додаткових характеристиках вказуємо, що дані елементи є фермові.

Результати розрахунку показані в вигляді таблиці і на рисунках, що автоматично формується ПК “Лір-СТК”.

Підбір січення виконується за I-им і II-им граничним станом:

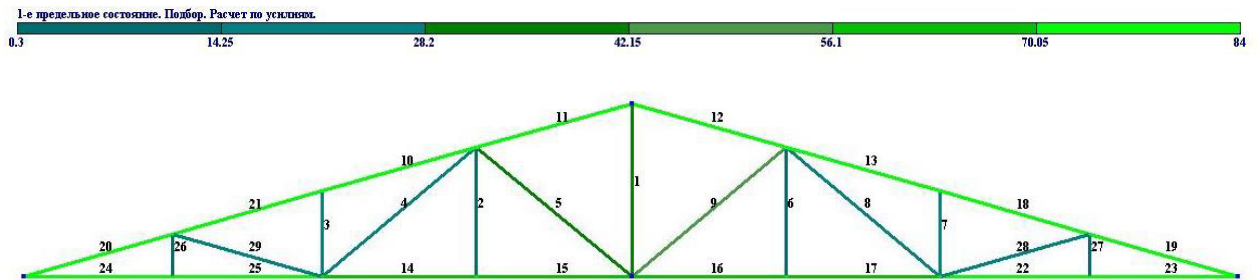


Рис. 2.5. Граничний стан I-ої групи. Розрахунок по зусиллям

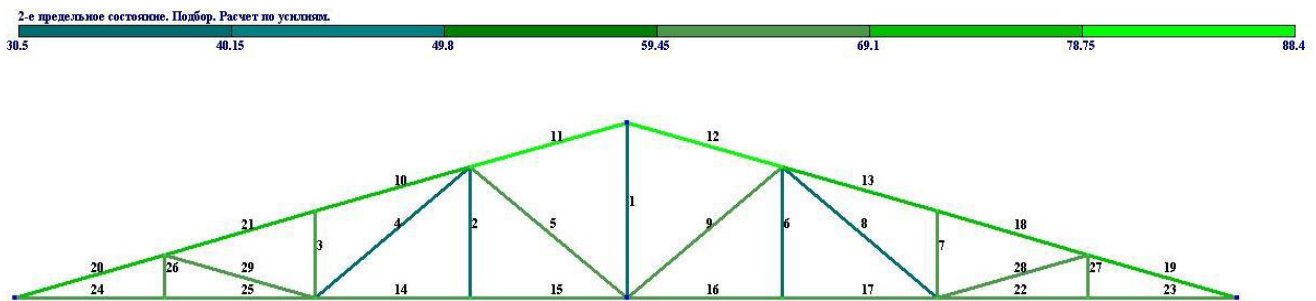


Рис. 2.6. Граничний стан II-ої групи. Розрахунок по зусиллям

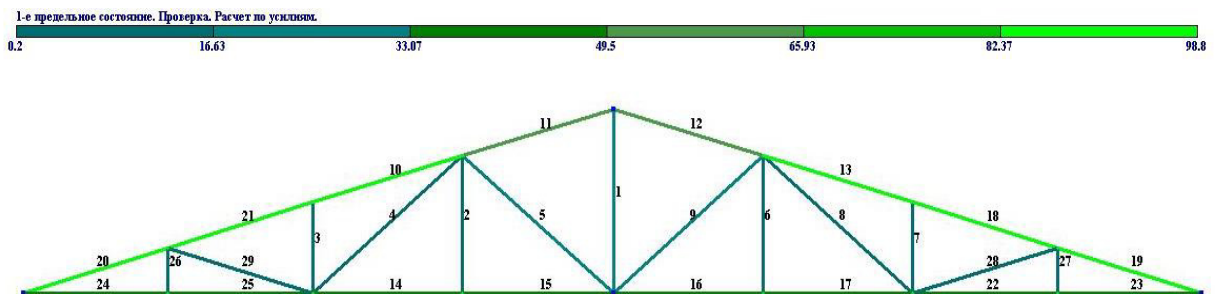


Рис. 2.7. Граничний стан I-ої групи. Перевірка

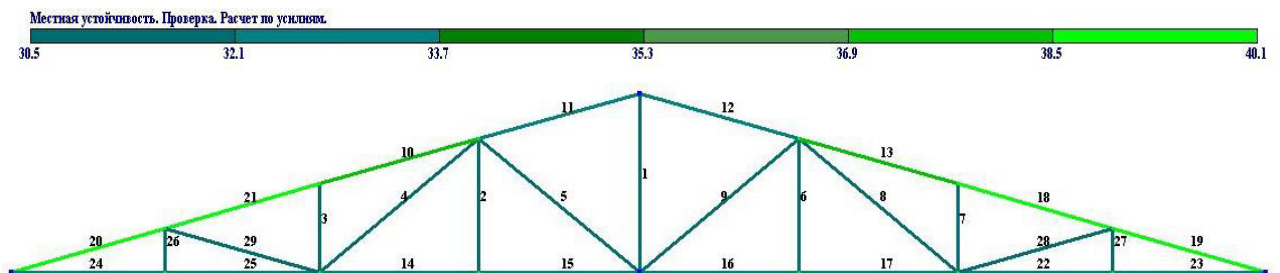


Рис. 2.8. Місцева стійкість. Перевірка. Розрахунок по зусиллям

Підбір перерізів елементів в фермі приведені в таблиці 2.2.



Таблиця 2.2. Підбір перерізів елементів ферми

Сортамент: Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных ко													
10		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
10	1	0	44	77	77	76	76	55	55	77	76	55	1.77
10	2	0	44	77	77	76	76	55	55	77	76	55	1.77
11		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 120 x 4 Профиль: 120 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
11	1	0	35	75	75	88	88	46	46	75	88	46	1.79
11	2	0	35	75	75	88	88	46	46	75	88	46	1.79
12		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 120 x 4 Профиль: 120 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
12	1	0	35	75	75	88	88	46	46	75	88	46	1.77
12	2	0	35	75	75	88	88	46	46	75	88	46	1.77
13		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
13	1	0	44	77	77	76	76	55	55	77	76	55	1.77
13	2	0	44	77	77	76	76	55	55	77	76	55	1.77
14		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
14	1	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
14	2	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
15		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
15	1	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.72
15	2	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.72
16		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
16	1	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
16	2	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
17		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
17	1	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
17	2	0	63	0	0	61	61	26	0	63	61	26	1.70
18		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
18	1	0	44	78	78	76	76	55	55	78	76	55	1.71
18	2	0	44	78	78	76	76	55	55	78	76	55	1.71
19		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
19	1	0	48	84	84	78	78	57	57	84	78	57	1.70
19	2	0	48	84	84	78	78	57	57	84	78	57	1.70
20		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
20	1	0	48	84	84	78	78	57	57	84	78	57	1.70
20	2	0	48	84	84	78	78	57	57	84	78	57	1.70
21		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 140 x 4 Профиль: 140 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
21	1	0	44	78	78	76	76	55	55	78	76	55	1.71
21	2	0	44	78	78	76	76	55	55	78	76	55	1.71
22		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
22	1	0	83	0	0	61	61	29	0	83	61	29	1.64
22	2	0	83	0	0	61	61	29	0	83	61	29	1.64
23		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
23	1	0	81	0	0	61	61	29	0	81	61	29	1.64
23	2	0	81	0	0	61	61	29	0	81	61	29	1.64
24		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
24	1	0	81	0	0	61	61	29	0	81	61	29	1.64
24	2	0	81	0	0	61	61	29	0	81	61	29	1.64
25		Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 4 Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94 Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
25	1	0	82	0	0	61	61	29	0	82	61	29	1.64
25	2	0	82	0	0	61	61	29	0	82	61	29	1.64

Сечение: 2. Профиль "Молодечно" 80 x 4													
Профиль: 80 x 4; ГОСТ 30245-94													
Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*													
Сортамент: Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных ко													
1		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
1	1	0	35	0	0	31	31	14	0	35	31	14	1.90
1	2	0	35	0	0	31	31	14	0	35	31	14	1.90
2		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
2	1	0	0	0	0	31	31	14	0	0	31	14	1.42
2	2	0	0	0	0	31	31	14	0	0	31	14	1.42
3		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
3	1	0	11	18	18	61	61	14	14	18	61	14	0.94
3	2	0	11	18	18	61	61	14	14	18	61	14	0.94
4		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
4	1	0	26	0	0	31	31	14	0	26	31	14	2.22
4	2	0	26	0	0	31	31	14	0	26	31	14	2.22
5		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
5	1	0	26	42	42	61	61	14	14	42	61	14	2.23
5	2	0	27	42	42	61	61	14	14	42	61	14	2.23
6		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
6	1	0	0	0	0	31	31	14	0	0	31	14	1.42
6	2	0	0	0	0	31	31	14	0	0	31	14	1.42
7		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
7	1	0	11	18	18	61	61	14	14	18	61	14	0.94
7	2	0	11	18	18	61	61	14	14	18	61	14	0.94
8		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
8	1	0	26	0	0	31	31	14	0	26	31	14	2.22
8	2	0	26	0	0	31	31	14	0	26	31	14	2.22
9		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
9	1	0	27	42	42	61	61	14	14	42	61	14	2.22
9	2	0	27	42	42	61	61	14	14	42	61	14	2.22
26		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
26	1	0	4	6	6	61	61	14	14	6	61	14	0.46
26	2	0	4	6	6	61	61	14	14	6	61	14	0.46
27		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
27	1	0	4	6	6	61	61	14	14	6	61	14	0.46
27	2	0	4	6	6	61	61	14	14	6	61	14	0.46
28		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											
		Профиль: 50 x 4; ГОСТ 30245-94											
		Сталь: ВСтЗкп2; ГОСТ 380-71*											
28	1	0	13	20	20	61	61	14	14	20	61	14	1.70
28	2	0	13	20	20	61	61	14	14	20	61	14	1.70
29		Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 50 x 4											

### 2.2.5. Розрахунок зварних швів кріплення розкосів і стійок до поясів ферми

Для зварювання вузлів ферми застосовуємо напівавтоматичне зварювання дротом  $C_B - 08Г2С$ ,  $d = 1,4...2$  мм. По більшій товщині стійки зварювального елемента (верхній пояс  $t = 8$  мм;  $t = 10$  мм) приймаємо мінімальний катет зварного шва  $k_f = 4$  мм.

### 2.2.6. Розрахунок монтажного з'єднання

Нижній пояс. Знаходимо потрібну несучу здатність одного болта на розтяг:  $N_{зб} = 521,4$  кН, кількість болтів – чотири;

$$N_{в.нр.} = \frac{N_{зб}}{4} = \frac{521,4}{4} = 130,35 \text{ кН.}$$

Потрібна площа болта:

$$A_{вн.нр.} = \frac{N_{в.нр.}}{R_{bf}} = \frac{130,35 \times 10}{500} = 2,607 \text{ см}^2$$

де  $R_{bf} = 500$  Мпа – розрахунковий опір болтів.

Приймаємо болти діаметром 24 мм з площею поперечного перерізу (одного)  $A_{вн} = 3,52 \text{ см}^2$ .

Верхній пояс.

Знаходимо потрібну несучу здатність одного болта на розтяг :

$N_{17} = 714,01$  кН, кількість болтів – чотири;

$$N_{в.нр.} = \frac{N_{17}}{4} = \frac{714,01}{4} = 178,5 \text{ кН}$$

Потрібна площа болта:

$$A_{вн.нр.} = \frac{N_{в.нр.}}{R_{вн}} = \frac{178,5 \times 10}{500} = 3,57 \text{ см}^2$$

Приймаємо болти діаметром 20 мм з площею поперечного перерізу (одного)  $A_{вн} = 3,52 \text{ см}^2$ .

## 2.3. Розрахунок і конструювання колони

### 2.3.1. Визначення навантажень на колону першого поверху

$$l_{ef} = \mu \cdot H = 0,7 \cdot (H_{нов.} + \Delta) = 0,7(3,6 + 0,9) = 3,15 \text{ м. } b \times h = 40 \times 40 \text{ см.}$$

Збір навантаження на 1 м<sup>2</sup> покриття (кН/м<sup>2</sup>).

Таблиця 2.3. Збір навантаження на перекриття (кН/м<sup>2</sup>)

Вид навантаження	Експлуатаційне розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності по навантаженню $\gamma_f$	Граничне розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
<b>А. Постійне:</b>			
- від черепиці керамічної	0,42	1,2	0,5
- від покрівлі;	3	1,3	3,9
- Від мінераловатної плити $t=0,1$ м, $\rho=450$ кг/м <sup>3</sup> ;	0,45	1,2	0,54
- від пароізоляції в один шар	0,03	1,3	0,039
- від власної ваги пустотних плит;	3	1,1	3,3
- від ригелів;	6,08	1,1	6,69
<b>Всього постійне</b>	12,98	-	14,97
<b>Б. Тимчасове (снігове)</b>	0,38	-	1,28
<b>В. Повне навантаження:</b>	13,36	-	16,25

Маса 1 м. погонного ригеля:

$$q_p^{\text{п}} = \frac{4,5}{7,4} = 6,08 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Власна вага колони на один пверх:

$$G_{c1} = 0,4 \cdot 0,4 \cdot (3,6 + 0,9) \cdot 25 \cdot 1,1 = 19,8 \text{ кН}$$

$$G_c = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 4,2 \cdot 25 \cdot 1,1 = 15,84 \text{ кН}$$

Вантажна площа :  $A_c = B \cdot L = 6,7 \cdot 5,7 = 38,19 \text{ м}^2$ ;

Повне розрахункове навантаження на колону:

$$N_1 = A(q_{1p} + v_1)n_1 + A_1(q_{2d} + v_3) + G_c(n - 1) + G_{c1}$$

$$N_1 = 38,19 \cdot (11,51 + 4,8) \cdot 1 + 38,19 \cdot (14,97 + 1,4) + 15,48 \cdot (3 - 1) + 19,8 = 1076,62 \text{ кН}$$

$$N_{11} = A(q_{1p} + v_1)n_1 + A_1(q_{2d} + v_2) + G_c(n - 1) + G_{c1}$$

$$N_{11} = 38,19 \cdot (11,51 + 3,6) \cdot 1 + 38,19 \cdot (14,97 + 1,28) + 15,48 \cdot (2 - 1) + 19,8 = 884,52 \text{ кН}$$

### 2.3.2. Розрахунок поздовжньої робочої арматури колони

Відстань від центра ваги арматури до найближчих граней поперечного перерізу колони  $a = a' = 4 \text{ см}$ .

Бетон класу C25/30:  $\gamma_{b2} = 0,9$ ,  $f_{cd} = 17 \cdot 0,9 = 15,3 \text{ МПа}$ ,  $E_{cm} = 32,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$ .

Арматура класу A400C:  $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

$$\alpha = \frac{2 \cdot 10^5}{32,5 \cdot 10^3} = 6,15.$$

Задаю коефіцієнт армування  $\mu = 0,015$ .

Момент інерції поперечного перерізу колони:

$$I_b = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213333 \text{ см}^2.$$

Момент інерції арматури відносно осі, що проходить через центр ваги перерізу:

$$I_s = \mu \cdot b \cdot h(0,5h - a)^2 = 0,015 \cdot 40 \cdot 40 \cdot (0,5 \cdot 40 - 4)^2 = 5766 \text{ см}^4.$$

Коефіцієнт, який враховує вплив тривалості дії навантаження на прогинання елемента  $\varphi_l = 1$ .

Випадковий ексцентриситет:

$$e_a = \frac{h}{30} = \frac{40}{30} = 1,33 \text{ см};$$
$$e_a = \frac{l_{ef}}{600} = \frac{315}{600} = 0,525 \text{ см}.$$

Приймаємо  $e_a = 1,33 \text{ см}$ .

Ексцентриситет розрахункового зусилля відносно центра ваги перерізу  $e_0 = e_a = 1,33 \text{ см}$ .

Мінімальне значення коефіцієнта  $\delta$ :

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_{ef}}{h} - 0,01 f_{cd} = 0,5 - 0,01 \frac{315}{40} - 0,01 \cdot 15,3 = 0,27.$$

Відносний ексцентриситет:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{1,33}{40} = 0,0333.$$

Перевіряємо умову  $\delta_{min} < \delta_e$ :

$$\delta_{min} = 0,27 > \delta_e = 0,0333, \text{ тому приймаємо } \delta = \delta_{min} = 0,27$$

Критична сила, яка буде прийнята колоною:

$$\begin{aligned} N_{cr} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_{ef}^2} \left[ \frac{I_b}{\varphi_1} \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] = \\ &= \frac{6,4 \cdot 32,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{315^2} \cdot \left[ \frac{213333}{1,793} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,27} + 0,1 \right) + 6,15 \cdot 5766 \right] \\ &= 17342,6 \text{ кН} \end{aligned}$$

Коеф.  $\varphi_1$  враховує тривалість дії навантаження дорівнює

$$\varphi_1 = 1 + \beta_1 \cdot \frac{N_1}{N_{1l}} = 1 + 1 \cdot \frac{884,52}{1076,62} = 1,793$$

де  $\beta_1 = 1$  - для важкого бетону

Перевірка умови  $N < N_{cr}$ :  $1076,62 \text{ кН} < 17342,6 \text{ кН}$  – умова задовільняється.

Коефіцієнт, що враховує поздовжнє змінання:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1076,62}{17342,6}} = 1,066$$

Перевірка умови  $\eta \leq 2,5$ :  $1,066 < 2,5$  – умова задовільняється.

Робоча висота поперечного перерізу:

$$h_0 = h - a' = 40 - 4,5 = 35,5 \text{ см.}$$

Відстань від розрахункового зусилля  $N$  до рівнодійної зусилля в арматурі:

$$e = \eta \cdot e_0 + 0,5(h - a') = 1,066 \cdot 1,33 + 0,5 \cdot (40 - 4,5) = 19,17 \text{ см.}$$

Характеристика стиснутої зони бетону:

$$w = \alpha - 0,008 f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,7276.$$

Гранична відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{sc.u}} \cdot \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,7276}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,7276}{1,1}\right)} = 0,58.$$

Розрахункові коефіцієнти:

$$\delta = \frac{a'}{h_0} = \frac{4,5}{35,5} = 0,1268.$$

$$\alpha_n = \frac{N}{f_{cd} b h_0} = \frac{1076,62}{15,3(0,1) \cdot 40 \cdot 35,5} = 0,72.$$

$$\alpha_m = \frac{N \cdot e}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1076,62 \cdot 19,17}{15,3(0,1) \cdot 40 \cdot 35,5^2} = 0,39$$

Отже, коефіцієнт  $\alpha_n = 0,72 \xi_R = 0,58$ .

$$\alpha = \frac{\alpha_n \cdot \left(\frac{e}{h_0} - 1 + 0,5\alpha_n\right)}{1 - \delta} = \frac{0,72 \cdot \left(\frac{19,26}{35,5} - 1 + 0,5 \cdot 0,72\right)}{1 - 0,127} = 0,08$$

Відносна висота стиснутої зони бетону:

$$\xi = \frac{\alpha_m(1 - \xi_R) + 2\alpha\xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha} = \frac{0,39 \cdot (1 - 0,58) + 2 \cdot 0,08 \cdot 0,58}{1 - 0,58 + 2 \cdot 0,08} = 0,27.$$

Необхідна площа робочої арматури:

$$A_s = A'_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot h_0}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \xi(1 - 0,5\xi)}{1 - \delta} = \frac{15,6 \cdot 0,1 \cdot 40 \cdot 35,5}{365 \cdot 0,1} \cdot \frac{0,39 - 0,27 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,27)}{1 - 0,1268} = 10,5 \text{ см}^2$$

$$A_s = A'_s = \frac{N \cdot \left[ \frac{e}{h_0} - \frac{\xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{\alpha_n} \right]}{R_{sc} \cdot (1 - \delta)} = \frac{1076,62 \cdot \left[ \left(\frac{19,26}{35,5} - \frac{0,27 \left(1 - \frac{0,27}{2}\right)}{0,72}\right) \right]}{365 \cdot (0,1) \cdot (1 - 0,127)} = 7,37 \text{ см}^2$$

Приймаємо  $\emptyset 22A400C$ ,  $A_s = A'_s = 7,6 \text{ см}^2$ .

Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{bh} = \frac{2 \cdot 7,6}{40 \cdot 40} = 0,0148 \cong 0,015.$$

Згинальний момент, який може бути сприйнятий колоною:

$$\begin{aligned} N_k e &= f_{yd} b h_0^2 \xi(1 - 0,5\xi) + R_s A'_s h_0 (1 - \delta) = \\ &= 15,6 \cdot 0,1 \cdot 40 \cdot 35,5^2 \cdot 0,27(1 - 0,5 \cdot 0,27) + 365 \cdot 0,1 \cdot 12,32 \\ &\quad \cdot 35,5(1 - 0,127) = 32638,2 \text{ кН} \cdot \text{см}. \end{aligned}$$

Граничне стискувальне зусилля яке може сприйнятися колоною:

$$N_k = \frac{N_k e}{e} = \frac{32638,2}{19,26} = 1694,61 \text{ кН}.$$

Перевірка умови  $N < N_k$ :  $1076,62 \text{ кН} < 1694,61 \text{ кН}$  – умова задовольняється.

Міцність забезпечена.

Поперечну арматуру колони приймаємо  $\emptyset 8A400C$  з кроком 400 мм, що не більше  $20d = 20 \cdot 28 = 560 \text{ мм}$ .

### 2.3.3. Розрахунок консолі колони

Максимальна розрахункова реакція від ригеля перекриття при  $\gamma_n=1,1$ .

$$Q_B^l = 0,6 \cdot (g + v) \cdot l_{01} \cdot \gamma_n = 0,6 \cdot 86,83 \cdot 6,95 \cdot 1,1 = 398,29 \text{ кН.}$$

Визначаємо мінімальний виліт консолі  $l_{pm}$  з умови зминання під кінцем ригеля:

$$l_{pm} = \frac{Q}{b \cdot f_{yd} \cdot \gamma_{b2}} = \frac{398,29}{40 \cdot 17,3(0,1) \cdot 0,9} = 6,38 \text{ см.}$$

З врахуванням зазору між торцем ригеля і гранню колони виліт консолі:

$$l_c = l_{pm} + 6 = 6,38 + 6 = 12,38 \text{ см.}$$

Приймаємо  $l_c = 25$  см - кратно 5 см.

Висоту перерізу консолі знаходимо по перерізу, що проходить по грані колони. Робочу висоту перерізу визначаємо з умови:

$$Q \leq \frac{1,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot h_0^2}{a} \leq 2,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot h_0 ;$$

$$h_0 \leq \frac{Q}{2,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot \gamma_{b2}} ;$$

$$h_0 \leq \sqrt{\frac{Q \cdot a}{1,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot \gamma_{b2}}} ;$$

Визначаємо відстань  $a$  від точки прикладання опорної реакції  $Q$  до грані колони:

$$a = l_c - \frac{Q}{2 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_{b2}} = 25 - \frac{398,29}{2 \cdot 40 \cdot 17,3(0,1) \cdot 0,9} = 21,8 \text{ см.}$$

Максимальна висота  $h_0$ :

$$h_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot a}{1,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot \gamma_{b2}}} = \sqrt{\frac{398,29 \cdot 21,8}{1,5 \cdot 1,2(0,1) \cdot 40 \cdot 0,9}} = 36,6 \text{ см;}$$

$$h_0 = \frac{Q}{2,5 \cdot f_{ctk} \cdot b_c \cdot \gamma_{b2}} = \frac{398,29}{2,5 \cdot 1,2(0,1) \cdot 40 \cdot 0,9} = 36,88 \text{ см.}$$

Повна висота перерізу консолі в основі прийнята  $h = 40$  см,  $h_0 = 40 - 3 = 37$  см.

Знаходимо висоту вільного кінця консолі, якщо нижня грань її нахилена під кутом  $\gamma = 45^\circ$ :

$$\begin{aligned} h_1 &= h - l_c \cdot \operatorname{tg}45^\circ = 40 - 25 \cdot 1 = 15 \text{ см} > \frac{h}{3} = \frac{40}{3} \\ &= 13,3 \text{ см} - \text{умова виконується.} \end{aligned}$$

Розрахунок армування консолі.



$$M = 1,25Q \left( l_c - \frac{Q}{2 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \gamma_{b2}} \right) = 1,25Qa = 1,25 \cdot 398,29 \cdot 0,218$$

$$= 108,53 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Коефіцієнт  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} b_c h_0^2 \gamma_{b2}} = \frac{108,53(100)}{17,3(0,1) \cdot 40 \cdot 0,9 \cdot 37^2} = 0,127 \Rightarrow \xi = 0,136; \zeta = 0,932.$$

Необхідна площа перерізу арматури:

$$A_{s,nec} = \frac{M}{f_{yd} \zeta h_0} = \frac{108,53(100)}{365(0,1) \cdot 0,932 \cdot 37} 8,62 \text{ см}^2.$$

Приймаємо  $\emptyset 25A400C$ :  $A_{s,fac} = 9,82 \text{ см}^2$ .

Ці стержні приварюємо до закладних деталей консолі, на які встановлюємо і прикріплюємо на зварці ригель.

Поперечне армування консолі:

Мінімальна площа перерізу відігнутої арматури:

$$A_{s,nec1} = 0,002 \cdot b_c \cdot h_0 = 0,002 \cdot 40 \cdot 37 = 2,96 \text{ см}^2.$$

Приймаємо  $\emptyset 16A400C$ :  $A_{s,fac1} = 4,02 \text{ см}^2$ .

Діаметр відгинів приймаю  $d_0 = 1,6 \text{ см}$  - умова виконується.

Хомути приймаємо двохвіткові зі сталі класу A400C діаметром 8 мм,  $A_{sw} = 0,503 \text{ см}^2$ .

Крок хомутиків консолі вибираємо з умови – не більше 150 мм і не більше  $h/4=400/4=100 \text{ мм}$ .

Приймаємо крок  $s_w = 10 \text{ см}$ .

Міцність консолі перевіряємо з умови:

$$Q \leq 0,8 \varphi_{w2} f_{cd} b l_b \sin \varphi.$$

де  $\varphi_{w2}$  – коефіцієнт, що враховує дію поперечної арматури:

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \alpha \mu_{w1} = 1 + 5 \cdot 6,15 \cdot 0,0025 = 1,06,$$

тут

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{32,5 \cdot 10^3} = 6,15.$$

$$\mu_{w1} = \frac{A_{sw}}{b_c \cdot s_w} = \frac{2 \cdot 0,503}{40 \cdot 10} = 0,0025.$$

$l_b$  - розрахунковий розмір полоси бетону, який визначається за виразом:

$$l_b = l_{sup} \sin \varphi = 23 \cdot \sin 45^\circ = 16,26 \text{ см},$$

тут  $l_{sup}$  – довжина площадки передачі навантаження вздовж вильоту консолі, рівна

$$l_{sup} = 25 - 2 = 23 \text{ см}$$

$\varphi = 45^\circ$  – кут нахилу розрахункової стиснутої смуги до горизонталі.

Тоді

$$Q = 398,29 < 0,8\varphi_{w2}f_{cd}bl_b\sin\varphi = 0,8 \cdot 1,06 \cdot 15,6(0,1) \cdot 40 \cdot 16,26 \cdot \sin 45 \\ = 608,4 \text{ кН.}$$

Умова виконується.

$$Q \leq 2,5f_{cd}\gamma_{b2}bh_0,$$

$$398,29 > 2,5 \cdot 1,2(0,1) \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 37 = 397,6 \text{ кН.}$$

Умова виконується. Таким чином, міцність похилої стиснутої смуги між навантаженням і опорою консолі забезпечена.

При жорсткому з'єднанні ригеля і колони із замонолічуванням стику і приварюванні нижньої арматури ригеля до арматури консолі через закладні деталі поздовжня арматура консолі перевіряється із умови:

$$Q \frac{l_c}{h_0} - N_s \leq R_s A_s \Rightarrow A_s = \frac{Q \frac{l_c}{h_0} - N_s}{f_{yd}},$$

де  $N_s$  - горизонтальне зусилля, яке діє на верх консолі від ригеля, рівне:

$$N_s = \frac{M + \frac{Q l_{sup}}{2}}{h_{ob}} \leq 1,4k_f l_w R_{wf} + 0,3Q \leq f_{ywd} A_{sw};$$

$l_{sup}$  – фактична довжина площадки опирання навантаження вздовж вильоту консолі:

$$l_{sup} = \frac{2}{3}(l_c - 2) = \frac{2}{3}(25 - 2) = 15,33 \text{ см.}$$

$k_f = 4$  мм і  $l_w = 23 \cdot 2 - 2 \cdot 2 \cdot 0,4 = 44,4$  см – відповідно висота і довжина кутового шва зварювання закладних деталей ригеля і консолі;

$R_{wf} = 200$  МПа – розрахунковий опір кутових швів зрізу по металу шва, який визначаємо для електродів Э46А;

0,15 – коефіцієнт тертя сталі об метал;

$f_{ywd} = 365$  МПа і  $A_{sw} = 14,73$  см<sup>2</sup> – відповідно розрахунковий опір і площа перерізу верхньої арматури ригеля;

$M = 299,9$  кНм і  $Q = 362,1$  кН – відповідно згинальний момент і поперечна сила в нормальному перерізі ригеля по краю консолі;

$h_{ob} = 655$  мм – робоча висота ригеля.

Горизонтальне зусилля:

$$N_s = \frac{299,9 + \frac{362,1 \cdot 0,1533}{2}}{0,655} = 500,24 \text{ кН}$$

$$\leq 1,4 \cdot 0,004 \cdot 0,444 \cdot 200 \cdot 10^3 + 0,3 \cdot 362,1 = 605,91 \text{ кН;}$$

$$N_s = 500,24 \text{ кН} \leq 365 \cdot 10^3 \cdot 14,73 \cdot 10^{-4} = 537,65 \text{ кН.}$$

$$A_s = \frac{362,1 \frac{0,25}{0,37} - 500,24}{365} = -0,7 \text{ см}^2 < 0.$$

Тому в цій зоні арматура не потрібна. Але конструктивно приймемо згідно попереднього розрахунку приймаємо 2Ø25A400C:  $A_{s, fac} = 9,82 \text{ см}^2$ .

### 2.3.4. Розрахунок стику колон

Колону стикуємо зваркою торцевих сталевих листів, між якими при монтажі встановлюють центруючу прокладку товщиною 5 мм. Розрахункове зусилля приймаємо в стику по навантаженню другого поверху:

$$N_j = N_2 = 38,19 \cdot (6,793 + 14,12 \cdot 3 \cdot 0,47) + 18,48 \cdot 4 = 1273,81 \text{ кН.}$$

З розрахунку на місцевий стиск має задовільнятися умова:

$$N \leq A_{loc,1} f_{cd}$$

Для колони другого поверху маємо поздовжню арматуру 4Ø28A400C, В30. Оскільки поздовжня арматура обривається в зоні стику, то потрібне посилення кінців колон зварними поперечними сітками. Проектуємо сітки зі сталі класу А400С, Ø6 мм,  $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$ . Зварювання торцевих листів виконуємо електродами Е-42,  $f_{wf} = 180 \text{ МПа}$ .

Розміри центруючої прокладки в плані:

$$c_1 = c_2 > b/3 = 400/3 = 133 \text{ мм.}$$

Приймаємо прокладку розміром 150×150×5 мм.

Розміри торцевих листів в плані:

$$h_1 = b_1 = 400 - 20 = 380 \text{ мм, товщина } t = 14 \text{ мм.}$$

Зусилля в стику  $N_j$  передається через зварні шви по периметру торцевих листів і центруючу прокладку:

$$N_j \leq N_w + N_n.$$

Визначаємо зусилля  $N_w$ , яке можуть сприйняти зварні шви:

$$N_w = \frac{N_j \cdot A_w}{A_c},$$

де  $A_c = A_w + A_n$  – загальна площа контакту.

Площа контакту по периметру зварного шва торцевих листів:

$$A_w = 2 \cdot 2,5t \cdot (h_1 + b_1 - 5t) = 2 \cdot 2,5 \cdot 1,4 \cdot (38 + 38 - 5 \cdot 1,4) = 483 \text{ см}^2.$$

Площа контакту  $A_n$  під центруючою прокладкою:

$$A_n = (c_2 + 3t)(c_1 + 3t) = (15 + 3 \cdot 1,4) \cdot (15 + 3 \cdot 1,4) = 368,64 \text{ см}^2.$$

Загальна площа контакту:

$$A_c = A_w + A_n = 851,64 \text{ см}^2.$$

$$N_w = \frac{N_j \cdot A_w}{A_c} = \frac{1273,81 \cdot 483}{851,64} = 722,43 \text{ кН.}$$

Визначаємо зусилля, що припадає на центруючу прокладку:

$$N_n = N_j - N_w = 1273,81 - 722,43 = 551,38 \text{ кН.}$$

Потрібна товщина зварного шва по контуру торцевих листів:

$$t_w = \frac{N_w}{l_w R_{wy} \gamma_c} = \frac{722,43}{4 \cdot (38 - 1) \cdot 215(0,1)} = 0,23 \text{ см} \leq t = 1,4 \text{ см.}$$

де  $R_{wy} = R_y = 215 \text{ МПа}$ .

Приймаємо товщину зварного шва 5 мм, що відповідає товщині центруючої пластини.

Визначаємо крок і переріз зварних сіток в торці колони під центруючою прокладкою. Вибираємо попередньо сітки зі стержнів  $\text{Ø}6\text{A}400\text{C}$ ,  $A_s = 0,283 \text{ см}^2$ , розмір сторони чарунки  $a = 5 \text{ см}$ , число стержнів в сітці  $n = 8$ , крок сіток  $s = 6 \text{ см}$ .

Коефіцієнт насичення поперечними сітками:

$$\mu_{xy} = \frac{n_y A_{sy} l_y + n_x A_{sx} l_x}{A_{ef} s} = \frac{2 \cdot (8 \cdot 0,283 \cdot 36)}{36 \cdot 36 \cdot 6} = 0,02.$$

Коефіцієнт  $\psi$ :

$$\psi = \frac{\mu_{xy} f_{yd,xy}}{f_{cd} \gamma_{b2} + 10} = \frac{0,02 \cdot 355 \cdot 0,1}{15,6 \cdot 0,1 + 10} = 0,29.$$

Коефіцієнт ефективності непрямого армування:

$$\varphi = \frac{1}{0,23 + \psi} = \frac{1}{0,23 + 0,29} = 1,92.$$

Перевіримо умову:

$$N_j \leq f_{cd,red} \cdot A_{loc,1},$$

де  $R_{b,red}$  - приведена призматична міцність бетону, що визначається за формулою:

$$\begin{aligned} R_{b,red} &= f_{cd} \cdot \gamma_{b2} \cdot \varphi_b + \varphi \cdot \mu_{xy} \cdot f_{yd,xy} \cdot \varphi_s \\ &= 17,3 \cdot 0,9 \cdot 1,234 + 1,92 \cdot 0,02 \cdot 355 \cdot 2,2 = \\ &= 50,74 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

де

$$\varphi_b = \sqrt[3]{\frac{A_{loc,2}}{A_{loc,1}}} = \sqrt[3]{\frac{1600}{851,64}} = 1,234 < 3,5.$$

$$A_{loc,2} = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ см}^2.$$

$$A_{loc,1} = A_c = 851,64 \text{ см}^2.$$

$$\varphi_s = 4,5 - 3,5 \frac{A_{loc,1}}{A_{ef}} = 4,5 - 3,5 \cdot \frac{851,64}{1296} = 2,2.$$

$A_{ef} = 36 \cdot 36 = 676 \text{ см}^2$  - площа бетону (ядра), закладеного всередині контуру поперечних сіток.

$$N_j = 1273,81 \leq A_{loc,1} f_{cd,red} = 851,64 \cdot 50,74(0,1) = 4321,22 \text{ кН.}$$

Умова задовольняється, міцність торця колони забезпечена.

## 2.4. Розрахунок і конструювання центрально навантаженого фундаменту під колону

### 2.4.1. Визначення навантажень

Бетон класу С16/20:  $\gamma_{b2} = 0,9$ ,  $\bar{f}_{cd} = 11,5$  МПа,  $\bar{f}_{ctk} = 0,9$  МПа.

Арматура класу А400С:  $f_{yd} = R_{sc} = 365$  МПа,  $E_s = 2 \cdot 10^5$  МПа.

$H_f = 2,1$  м – глибина залягання фундаменту.

$R_0 = 0,3$  МПа – розрахунковий опір ґрунту.

Розрахункове навантаження від колони першого поверху з врахуванням  $\gamma_n = 1,1$ :  $N_I = 1076,62 \cdot 1,1 = 1184,28$  кН.

Визначаємо нормативне значення навантаження на фундамент:

$$N_n = \frac{N_1}{\gamma_f} = \frac{1184,28}{1,15} = 1029,8 \text{ кН.}$$

$\gamma_f = 1,15 \div 1,2$  - середній коефіцієнт надійності по навантаженню.

### 2.4.2. Визначення розмірів плитної частини фундаменту

Необхідна площа фундаменту:

$$A_f = \frac{N_n}{R_0 - \gamma_{mf} H_1} = \frac{1029,8}{0,3 \cdot 10^3 - 20 \cdot 2,1} = 3,99 \text{ м}^2.$$

Розміри сторони квадратного фундаменту в плані:

$$a = \sqrt{A_f} = \sqrt{3,99} = 1,99 \text{ м.}$$

Приймаємо розміри підшови фундаменту  $2,3 \times 2,3$  м,  $A_f = 5,29 \text{ м}^2$ .

Визначаємо висоту фундаменту:

$$\begin{aligned} h_{0,min} &= -\frac{h_c + b_c}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_1}{0,9 R_{bt} + p_{sf}}} \\ &= -\frac{40 + 40}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1184,28}{0,9(0,1) \cdot 0,9 + 0,02238}} = 73,52 \text{ см,} \end{aligned}$$

Де:

$$p_{sf} = \frac{N_1}{A_f} = \frac{1184,28}{5,29} = 223,87 \frac{\kappa H}{\text{м}^2}.$$

Повна мінімальна висота фундаменту:

$$H_{f,min} = h_{0,min} + a_b = 73,52 + 4 = 77,52 \text{ см.}$$

Висота фундаменту з умови зароблення колони в залежності від розмірів перерізу:

$$H_f = 1,5h_c + 25 = 1,5 \cdot 40 + 25 = 85 \text{ см.}$$

Із конструктивних міркувань, враховуючи необхідність надійної анкеровки поздовжніх стержнів арматури при жорсткому встановленні колони у фундамент, висоту фундаменту рекомендується також приймати не менше:

$$H_f \geq h_{gf} + 20 = 30d_1 + \delta + 20 = 30 \cdot 2,6 + 5 + 20 = 103 \text{ см.}$$

$d_1=28$  мм – діаметр поздовжніх стержнів колони;

$\delta=5$  см – зазор між торцем колони і дном стакану.

Приймаємо висоту фундаменту  $H_f=150$  см.

Мінімальна робоча висота першої сходинки:

$$h_{01} = \frac{p_{sf}(a - b_c - 2h_0)}{\sqrt{k_z \cdot R_{bt} \cdot p_{sf}}} = \frac{223,87 \cdot (2,3 - 0,4 - 2 \cdot 1,46)}{\sqrt{2 \cdot 900 \cdot 0,9 \cdot 223,87}} = 14,1 \text{ см.}$$

$$h_1 = h_{01} + 4 = 14,1 + 4 = 18,1 \text{ см.}$$

Конструктивно приймаємо  $h_1 = 30$  см,  $h_{01} = h_1 - 4 = 26$  см.

Перевіряємо відповідність робочої висоти нижньої сходинки фундаменту:

$$Q_1 = 0,5 \cdot p_{sf}(a - h_c - 2h_0) = 0,5 \cdot 303,85 \cdot (2,3 - 0,4 - 2 \cdot 1,46) = 48,56 \text{ кН.}$$

Мінімальне поперечне зусилля  $Q_b$ , що сприймається бетоном:

$$Q_b = \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{01} = 0,6 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9(0,1) \cdot 240 \cdot 26 = 303,26 \text{ кН.}$$

Так як  $Q_1 = 48,56 \text{ кН} < Q_b = 303,26 \text{ кН}$ , то умова міцності виконується.

### 2.4.3. Розрахунок фундаменту на продавлювання

Перевіряємо міцність фундаменту на продавлювання по поверхні піраміди, обмеженої площинами, проведеними під кутом  $45^\circ$  до бокових граней колони:

$$F \leq \alpha f_{ctk} h_0 u_m,$$

де:

$$F = N_1 - A_{ofp} p_{sf} = 1750,14 - 7,39 \cdot 303,85 = -495,31 \text{ кН};$$

$$A_{ofp} = (h_c + 2h_0)^2 = (40 + 2 \cdot 116)^2 = 73984 \text{ см}^2;$$

$u_m$  – середнє арифметичне між параметрами верхньої і нижньої основи піраміди продавлювання в межах робочої висоти фундаменту:

$$u_m = 4(h_c + h_0) = 4 \cdot (40 + 116) = 624 \text{ см.}$$

Тоді:

$$F = 495,31 \text{ кН} \leq \alpha f_{ctk} h_0 u_m = 0,9 \cdot 0,9(0,1) \cdot 116 \cdot 624 = 5863,1 \text{ кН}.$$

Умова проти продавлювання виконується.

#### 2.4.4. Розрахунок арматури плитної частини фундаменту

При розрахунку арматури для фундаменту за розрахункові приймаємо згинаючі моменти по перерізам, що відповідають виступам фундаменту як для консолі з зацмленим кінцем:

$$M_I = 0,125 p_{sf} (a - a_1)^2 b = 0,125 \cdot 303,85 \cdot (2,3 - 1,7)^2 \cdot 2,3 = 31,45 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_{II} = 0,125 p_{sf} (a - a_2)^2 b = 0,125 \cdot 303,85 \cdot (2,3 - 1,2)^2 \cdot 2,3 = 105,7 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_{III} = 0,125 p_{sf} (a - a_3)^2 b = 0,125 \cdot 303,85 \cdot (2,3 - 0,4)^2 \cdot 2,3 = 315,35 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Підбір арматури в одному напрямку:

$$A_{sI} = \frac{M_I}{0,9 h_{01} f_{yd}} = \frac{31,45(100)}{0,9 \cdot 26 \cdot 365(0,1)} = 3,84 \text{ см}^2;$$

$$A_{sII} = \frac{M_{II}}{0,9 h_{02} f_{yd}} = \frac{105,7(100)}{0,9 \cdot 56 \cdot 365(0,1)} = 7,14 \text{ см}^2;$$

$$A_{sIII} = \frac{M_{III}}{0,9 h_{03} f_{yd}} = \frac{315,35(100)}{0,9 \cdot 116 \cdot 365(0,1)} = 9,57 \text{ см}^2.$$

Приймаємо нестандартну сітку із арматури  $\emptyset 12A400C$  з комірками  $20 \times 20 \text{ см}$ ,  $A_s = 13,56 \text{ см}^2$  в одному напрямку.

Процент армування:

$$\mu = \frac{A_s}{h_{03} b_1} 100 = \frac{13,56}{116 \cdot 100} 100 = 0,117\% > \mu_{min} = 0,1\%.$$

## Розділ 3 Технологія та організація будівництва

### 3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт

#### I. Виконання земляних робіт.

Земляні роботи по вертикальному плануванню, засипці траншей і пазух котлованів виконуються з допомогою бульдозерів ДЗ-53 на базі ДТ-75

Риття траншей і котловану під фундаменти, влаштування інженерних комунікацій, а також навантаження землі на автотранспорт виконувати екскаваторами ЕО-5122 з зворотною лопатою з ковшем  $V = 0,8 \text{ м}^3$ .

Трамбування ґрунту в насипах виконувати самохідними катками, а в важкодоступних місцях пневматичними трамбівками пошарово.

1. До початку виробництва земляних робіт в місцях розміщення діючих підземних комунікацій повинні бути розроблені і узгоджені з організаціями, які експлуатують ці комунікації, заходи по безпечним умовам праці.

2. Котловани і траншеї потрібно захистити огороженням. На огороженні необхідно встановлювати попереджувальні знаки і надписи.

3. Ґрунт, який видалений з котловану або траншей, слід розміщувати на відстані не менше 0,5 м від краю виїмки.

4. Крутизна відкосів виїмок глибиною менше 5 м при гідрогеологічних умовах і видах ґрунтів, повинна встановлюватись проектом.

5. Перед допуском працюючих в котлован і траншеї глибиною більше 1,3 м повинна бути перевірена стійкість відкосів або кріплення стін.

6. При видаленні ґрунту з виїмки за допомогою бадей необхідно влаштовувати захисні навіси-козирки для покриття працюючих в виїмці.

#### II. Зведення монолітних фундаментів під колони стаканного типу.

Опалубочні роботи по влаштуванню монолітних фундаментів виконуються з використанням збірно-розбірної опалубки. Арматурні каркаси заготовлюються на заводі з/б виробів і перевозяться бортовими машинами та подаються кранами до місця вкладання. Бетонна суміш готується на самому будівельному майданчику з використанням бетономішалок.

#### III. Монтаж збірних конструкцій.

Монтаж збірних будівельних конструкцій і вертикальний транспорт матеріалів для супутніх робіт виконується краном на автомобільному шасі КС-65731-1.

Змонтована конструкція фундаментів належить здачі по акту прихованих робіт до початку робіт по зведенню решти частин будівлі. Шви фундаментів замоноличують розчином.



При влаштуванні панелей/плит перекриття/покриття потрібно слідкувати за ретельним спиранням їх на несучі конструкції і співвідношенням площі спирання вимогам проекту.

Склад робіт.

1. Приготування постелі з готового розчину.
2. Укладка плит або панелей з допомогою крану
3. Вивірка і виправлення положення плит або панелей.
4. Кріплення плит здійснюється зварюванням.

#### IV. Влаштування покрівлі.

Покрівля являється гідро - і термоізоляційною конструкцією будівлі. Від надійності покрівлі залежать умови експлуатації об'єктів та довговічність захищених частин.

До основних процесів під час кровельних робіт відносяться: влаштування прогонів (50x50 мм); влаштування мауерлатів (150x150 мм) та крокв (175x75 мм); улаштування теплоізоляції (товщиною 100 мм) та гідроізоляції покрівлі; влаштування пароізоляції; влаштування покрівлі з черепиці.

Поліетилену використовуємо як пароізоляцію: суміжні листи повинні бути сполучені двосторонньою липкою стрічкою. Необхідно не допускати залишкової вологості між підставою і пароізоляцією. Після установки пароізоляції необхідно відразу ж укласти ізоляційний шар і мембрану, щоб уникнути будь-якого пошкодження. При влаштуванні пароізоляції потрібно суворо дотримуватись технології .

При монтажі ізоляції необхідно стежити за відсутністю щілин між плитами і за товщиною утеплювача, що укладається. В якості теплоізоляції використовуємо мінеральну вату SPOR.

При укладанні утеплювача з повним його кріпленням на бітумну

#### V. Опоряджувальні роботи.

Виконуються на завершальному етапі будівництва. Їх призначення: придати закінчений вид будинку, відповідаючи заданим естетичним і утилітарним вимогам.

До оздоблювальних робіт відносять: встановлення столярних виробів, засклення, встановлення сантехнічних приладів, вентиляції, малярні роботи, шинкування, декоративна обробка фасадів.

Штукатурення виконується штукатурною станцією СО – 75 з використанням двох допоміжних насосів для подачі на вищі поверха.

Малярні роботи виконують з допомогою малярної станції на 25 м<sup>3</sup> в зміну.

Для подачі стиснутого повітря до станцій виконують 2 компресори.

#### VI. Влаштування підлоги.

Підлога являється частиною будинку і сприймає експлуатаційні впливи від ходи людей, переміщення меблів або вантажів, агресивних середовищ і т.д.

В підсобних приміщеннях виконують підлогу із ламінату або плитки. В навчальних приміщеннях використовуємо паркетну дошку.

Настил паркетної підлоги починають з розбивки. При розбивці встановлюють положення фризу: маячної ялинки, потім по поздовжній середній лінії приміщення натягують шнур і попередньо вкладають змійку з паркетних планок. Цим перевіряють правильність підбору і регулювання ширини фризу і зазору біля стіни. Маячну ялинку вкладають від середини поздовжньої осі приміщення. В якості мастики використовують холодну водостійку бітумно-латексну. Холодну мастику розмивають на основі з інвентарних бачків або лійок і розрівнюють зубчатим шпателем. Паркетну дошку вкладають щільно і ретельно втоплюють в мастику.

Після влаштування паркетних підлог, приводять їх оздоблення, що включає в себе циклювання, шліфування і покриття лаком. Визначення обсягів загальнобудівельних робіт виконуємо на основі колькульції трудових витрат, порашованої в обчислювальному комплексі «АВК». Результати розрахунку подані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Обчислення об'єму робіт

№ п/п	Найменування робіт	Од.вим. за ЕНиР	Об'єм робіт
Роботи нульового циклу			
1	Зрізка рослинного шару	1000м <sup>2</sup>	2,371
2	Розроблення ґрунту з навантаженням на	1000м <sup>3</sup>	2,67364
3	Влаштування піщаної підготовки	1м <sup>3</sup>	31,01
4	Влаштування фундаментних блоків	100шт	6,13
5	Влаштування фундаментів стаканного типу	1м <sup>3</sup>	0.448
6	Засипка траншей бульдозером	1000м <sup>3</sup>	2,306
Роботи основного періоду			
7	Монтаж колон на I захватці	100шт	0,06
8	Мурування прямокутних армованих стовпів	1м <sup>3</sup>	10,08
9	Мурування зовнішніх стін на I захватці	1м <sup>3</sup>	218,28
10	Мурування внутрішніх стін на I захватці	1м <sup>3</sup>	211.98
11	Монтаж ригелів масою до 3т на I захватці	100шт	0,06
12	Монтаж плит перекриття площею до 10м <sup>2</sup>	100шт	0,87

	на I захватці		
13	Монтаж плит перекриття площею до 5м <sup>2</sup> на I захватці	100шт	0,41
14	Монтаж металевих ферм	1т	36,407
15	Мурування перегородок на I захватці	100м <sup>2</sup>	5,6088
16	Монтаж колон на II захватці	100шт	0,03
17	Мурування зовнішніх стін на II захватці	1м <sup>3</sup>	127,77
18	Мурування прямокутних армованих стовпів	1м <sup>3</sup>	9,36
19	Мурування внутрішніх стін на II захватці	1м <sup>3</sup>	200,3
20	Влаштування ригелів масою до 3т перекриття на II захватці	100шт	0,02
21	Влаштування плит площею до 10м <sup>2</sup> перекриття на II захватці	100шт	0,59
22	Влаштування плит площею до 5м <sup>2</sup> перекриття на II захватці	100шт	0,41
23	Мурування перегородок на II захватці	100м <sup>2</sup>	1,9013
24	Монтаж колон на III захватці	100шт	0,03
25	Мурування зовнішніх стін на III захватці	1м <sup>3</sup>	156,76
26	Мурування внутрішніх стін на III захватці	1м <sup>3</sup>	170,95
27	Влаштування ригелів перекриття масою до 3т на III захватці	100шт	0,08
28	Влаштування плит до 10м <sup>2</sup> перекриття на III захватці	100шт	1
29	Влаштування плит до 5м <sup>2</sup> перекриття на III захватці	100шт	0,41
30	Мурування перегородок на III захватці	100м <sup>2</sup>	1,862
31	Встановлення дверних блоків на I,II,III	100м <sup>2</sup>	233,15
32	Встановлення віконних блоків на I,II,III	100м <sup>2</sup>	4,3323
Кровельні роботи			
33	Влаштування прогонів	1м <sup>3</sup>	6,55
34	Влаштування мауерлатів та крокв	1м <sup>3</sup>	46,2
35	Влаштування покрівлі з черепиці	100м <sup>2</sup>	18,088
Теплоізоляційні роботи			
34	Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін	100м <sup>2</sup>	15,1406

35	Улаштування теплоізоляції покрівлі	100м <sup>2</sup>	18,088
Оздобовувальні роботи			
61	Поліпшене тинькування фасадів	100м <sup>2</sup>	15,1406
62	Фарбування фасадів	100м <sup>2</sup>	15,1406
63	Поліпшене тинькування внутрішніх стін і стелі	100м <sup>2</sup>	95,2942
64	Фарбування внутрішніх стін і стелі	100м <sup>2</sup>	95.2942

### **3.2. Вибір методів виконання робіт**

В проєкті передбачений поточний метод, оснований на принципі суміщення окремих видів робіт в часі при їх неперервному виконанні до повного закінчення. Цей метод базується на принципах конвеєрного виробництва. Дотримання цих принципів досягається :

1. Розчленуванням процесу зведення навчального закладу на складові комплекси робіт (зведення фундаментів, по поверхових конструкцій, оздоблювальні роботи і т.д.);
2. Розподіленням комплексів робіт між бригадами робочих з закріпленням за кожен з них складових комплексу;
3. Визначенням виробничого ритму;
4. Суміщенням на об'єкті виконання окремих видів робіт.

При суворому дотриманні цих вимог досягається прискорення виробництва і скорочення загальної тривалості будівництва. Взаємна зв'язка окремих видів сумісно виконуваних робіт визначена в суміщеному календарному графіку і графіку руху робочої сили. Спосіб ведення будівельно-монтажних робіт – підрядний. Робота виконується окремими ланками, що складаються з 2-6 чоловік, які складають комплексну бригаду. Підрядний метод проведення робіт надає умови для використання провідних методів будівництва.

### **3.3. Підбір монтажних кранів**

При будівництві загальноосвітнього навчального закладу в місті Нововолинськ заплановано до використання самохідний стріловий кран.

Баштовий кран під час будівництва не застосовується – через низьку поверховість об'єкту (3 поверхи) та низьку висотність (максимальна висота по комину вентиляційних димоходів – 17 м).

Самохідний стріловий кран підбирається в залежності від габаритів будівлі, маси і розмірів елементів що монтуються, об'єму робіт, умов будівництва і т.п.

Вибір крану проводиться в наступному порядку:

- Визначення типу монтажного крану;
- Вибір крану за основними параметрами;
- Обґрунтування вибору крана техніко-економічними параметрами.

Виконаємо підбір самохідного стрілового крану при зведенні загальноосвітньої школи для влаштування в проектне положення залізобетонних колон, металевих ферм і залізобетонних плит перекриття та покриття. Вибір крана для кожного монтажного потоку виконують за технічними та економічними параметрами. До технічних параметрів крана відносять:

- потрібна вантажопідйомність  $Q_k$ ,
- найбільша висота підйому крана  $H_k$ ,
- найбільший виліт стріли крана  $L_k$ .

Для пересувних стрілових кранів на гусеничному або пневмоколісному ході, крім вказаних параметрів, враховують довжину стріли  $L_c$ . Вибір крана починають з підрахування маси збірних елементів, монтажних пристроїв, габаритів і проектного положення конструкцій в будівлі. На основі вказаних даних визначають групу збірних елементів, які характеризуються максимальними технічними параметрами. Для цих елементів підбирають найменші технічні показники монтажних кранів. Потрібна вантажопідйомність крана  $Q_k$ , яка складається з ваги монтуемого елемента  $Q_z$ , маси монтованого пристосування  $Q_{np}$  і маси вантажоподавального пристрою  $Q_{zp}$ :

$$Q_k = Q_z + Q_{np} + Q_{zp}, \text{ Т}$$

$$H_u = l_0 + l_z + l_e + l_{cm},$$

де  $l_0$  – перевищення монтажного горизонту над рівнем стоянки крана;

$l_z$  – запас по висоті для забезпечення безпеки монтажу;

$l_e$  – висота елемента;

$l_{cm}$  – висота страховки.

Глибина подачі  $L_k$  визначається графічно, або за формулою  $L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d$ , де  $L_c$  – довжина стріли, м;  $d$  – відстань від осі обертання до осі кріплення стріли (приблизно рівна 1,5 м);  $\alpha$  – оптимальний кут нахилу до горизонту

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2l_{cm} + l_n}{l_e + 2 \cdot S},$$

де  $l_n$  – довжина вантажного вильоту крана (2-5 м);

$l_e$  – довжина (ширина) збірного елемента, м;

$S$  – відстань від краю елемента до осі стріли,  $S \approx 1,5$  м.

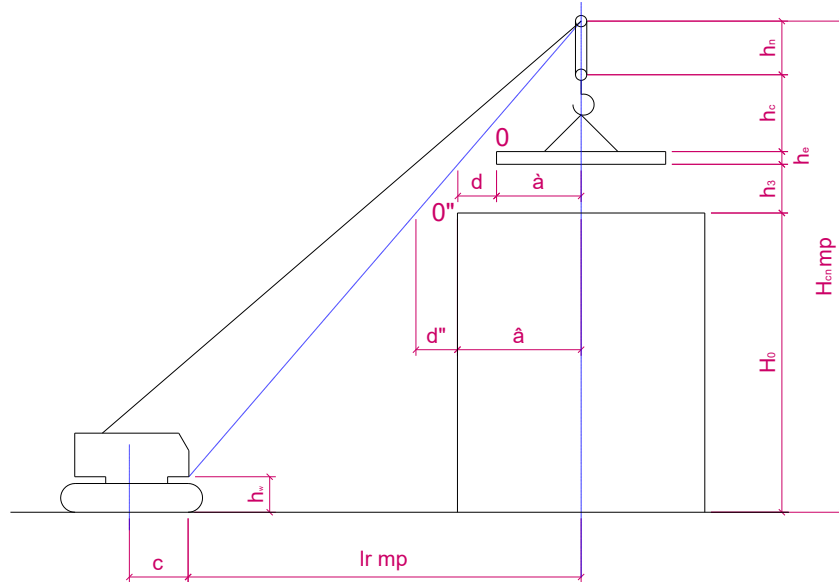


Рис. 3.1 Технічні характеристики для визначення параметрів крана

Підбір монтажного крана виконується для найбільш несприятливого елемента для монтажу – залізобетонної плити покриття. Для самохідних стрілових кранів попередньо визначають мінімально необхідну відстань від рівня стоянки крана до верху стріли:

$$H_{c \text{ тр}} = h_0 + h_3 + h_e + h_c + h_n = 17,0 + 1 + 0,3 + 1,6 + 1,5 = 21,4 \text{ м}$$

де  $h_n$  - висота поліспасти в стягнутому стані,  $h_n = 1,5 \dots 5,0$  м.

$h_3$  - запас по висоті, необхідний за умовою монтажу для зведення конструкції до місця встановлення або переносу її через рамки змонтованої конструкції;

$h_e$  - висота елемента в монтажному положенні;

$h_c$  - висота строповки в робочому стані від верху монтованого елемента до низу гака крана;

$h_0$  - перевищення опори монтованого елемента над рівнем стоянки крана;

Необхідний виліт гака, при якому забезпечується необхідні зазори між стрілою крана та монтованим елементом, а також між стрілою та змонтованими конструкціями знаходять за формулами:

$$l_r^{mp} = \frac{(a+d)(H_{cm}^{mp} - h_w)}{h_n + h_c} + c = \frac{(1,5+0,5)(21,4-1,5)}{1,5+1,6} + 1,5 = 14,14 \text{ м};$$

$$l_r^{mp} = \frac{(a+d''')(H_{cm}^{mp} - h_w)}{h_n + h_c + h_e + h_s} + c = \frac{(1,5+1)(21,4-1,5)}{1,5+0,3+1,6+1} + 1,5 = 10,40 \text{ м};$$

де,  $h_w$  - відстань від шарніра п'яти стріли до рівня стоянки крана;  $a$  - відстань від центра строповки елемента, що піднімається, до його точки 0, найближчої до стріли крана;  $b$  - відстань від центра строповки елемента в проектному положенні до точки будівлі, найближчої до стріли крана 0;  $d$  - відстань від стріли крана до точки 0'' разом із зазором між елементом та стрілою;  $d'''$  - відстань від стріли крана до точки 0 разом із зазором між стрілою та будівлею;  $c$  - відстань від осі обертання крана до осі шарніра п'яти стріли;

Визначаємо необхідну довжину стріли під час влаштування плити покриття:

$$L_{cm}^u = \sqrt{(l_r^{mp} - c)^2 + (H_{cmp}^{mp} - h_w)^2} = \sqrt{(14,14 - 1,5)^2 + (21,4 - 1,5)^2} = 23,5 \text{ м};$$

Провівши всі економічні розрахунки було визначено, що найбільш економічно-привабливими є самохідний стріловий кран на автомобільному шасі КС-65731-1.

Його технічні характеристики (вантажо-висотні) повністю відповідають потребам по даному об'єкту і приведені на 8 листі графічної частини дипломної роботи.

### 3.4. Визначення необхідності у транспортних засобах.

Доставка конструктивних елементів здійснюється човниковим способом, так як з терміну циклу виключається час на завантаження та розвантаження, а враховується час на причеплення і відчеплення причепів.

Для доставки матеріалів, напівфабрикатів, будівельних деталей та конструкцій на будівельний майданчик використовуємо причепи, напівпричепи та спеціалізовані транспортні засоби.

До спеціалізованих транспортних засобів відносять: напівпричепи, для перевезення опалубки; панелевози - перевезення панелей, бетононовози - перевезення бетонної суміші, фермовози - для перевезення металевих ферм.

Всі транспортні засоби, а також їх характеристики наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Транспортні засоби та їх технічна характеристика

№	Назва транспортного засобу	Вид вантажу, що перевозиться	Технічна характеристика								
			Вантажо-підйомність	База, мм	Колія, мм	Габаритні розміри напівпричепів			Вага без вантажу		Довжина автопоїзда
						Дов-на	ширина	висота	Напів-причеп	Авто-поїзда	
1	МАЗ-504 з напівприч. - панелевозом НАМИ-790	плити перекриття покриття L=6 м,	16	3480	1920	9900	2650	3725	4750	10750	15050
2	МАЗ-504 з напівприч.- платформою УПП-37, КРАЗ-258-4	Щити опалубки	12	9430	1950	1336	3200	2250	4300	10300	15900
3	МАЗ-504 Бетоновоз	бетон м <sup>3</sup>	3,8м <sup>3</sup>	3200	1950	5340	2600	2640	–	6750	–
4	ГАЗ-53Б	інші матеріали	3,5	3700	1560 П 1690 3	6380	2475	2575	–	3750	–
5	МАЗ-504 з напівпричепом УПП-12	Цегла кер.	16	8480	1920	9900	2650	3725	4750	10750	15050

Приймаємо транспортування плит покриття – МАЗ-504Б з НАМИ-790:

$$m_T = \frac{5 + 120 \cdot \frac{3}{45} + 5}{60 \cdot 2 \cdot 0,105} = 1,428 \text{ шт.} = 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 автотягача.

Транспортування бетону МАЗ-504:

$$m_T = \frac{15 + 120 \cdot \frac{3}{45} + 10}{60 \cdot 3,8 \cdot 0,28} = 0,44 \text{ шт.} = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 бетоновоз.

Транспортування арматури, та іншого обладнання:



$$m_T = \frac{5 + 120 \cdot \frac{3}{60} + 5}{60 \cdot 3,5 \cdot 0,032} = 2,38 \text{ шт.} = 4 \text{ шт.}$$

Транспортування цегли МАЗ-504Б з напівпричепом УПП-12:

$$m_T = \frac{10 + 120 \cdot \frac{3}{50} + 5}{60 \cdot 1 \cdot 0,215} = 1,72 \text{ шт.} = 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 автотягача.

### 3.5. Розроблення технологічних карт виконання будівельних процесів

#### 3.5.1. Розроблення технологічної карти на влаштування фундаменту стрічкового типу

Збірний залізобетонний фундамент стрічкового типу призначається для передачі навантаження від стін будівлі на основу (грунти). На основі проведення геологічних вишукувань та розрахунку фундаментів будівлі прийняте рішення запроєктувати нижню площину подушки стрічкового фундаменту на відмітці - 2,400. Відповідно, під стрічкові фундаменти, необхідно розробити траншеї глибиною  $H = 2100$  мм.

Технологічна карта застосовується для зведення підземної частини 3-ох поверхової загальноосвітньої школи в місті Володимир-Волинський, площею  $2370 \text{ м}^2$ , зі збірних конструкцій при послідовному виконанні процесів одним автомобільним стріловим краном КС 65731-1.

Технологічна карта передбачає виконання основних і допоміжних процесів. Для влаштування фундаментів використовується бульдозер ДЗ-53, екскаватор на гусеничному шасі ЕО-5122 і кран на автомобільному шасі КС-65731, а також автомобілі для доставки конструкцій.

До складу робіт, що розглядаються картою входять:

- Виявлення фундаментних подушок і блоків і складування їх в штабелі;
- Розроблення траншеї під стрічкові фундаменти за допомогою екскаватора ЕО-5122;
- Влаштування піщаної підготовки;
- Влаштування збірних фундаментних блоків з використанням КС-65731;
- Замонолічення ділянок індивідуальних розмірів;
- Зворотня засипка траншеї за допомогою бульдозера ДЗ-53;

Вкладання залізобетонних фундаментних подушок і фундаментних стінових блоків (ФБС) здійснюється за допомогою автомобільного стрілового крана КС-65731 відносно проектних відміток. Також даний кран залучається до подачі бетону для влаштування монолітних ділянок стрічкового фундаменту індивідуального виготовлення.

1. До укладання фундаментних блоків необхідно:

- перевірити правильність розбивки осей будівлі;
- повністю підготувати основу у відповідності з проектом і технічними умовами;

- при роботі в зимових умовах оберігати основу від промерзання (блоки укладаються на відталій, ґрунт) ;

- підготувати і розташувати в зоні дії крана повний комплект блоків;

- очистити блоки від бруду. Роботи слід виконувати, повністю дотримуючись правил техніки безпеки та охорони праці робітників.

2. Монтаж збірних стрічкових фундаментів виконують у наступному порядку:

- підготовляють основу і блоки;

- розмічають місця укладання блоків і укладають їх;

- заповнюють стик бетонною сумішшю і ущільнюють горизонтальний шов.

3. Перевіривши маркування, геометричні розміри фундаментних блоків і надійність монтажних петель, стропують блок.

4. Блок піднімається на висоту 50 - 70 см. Впевнившись, що стропування надійне і почистивши від бруду нижню поверхню блока, відбувається подальше підймання і переміщення блока у траншею.

5. Лопатою розкладають розчин на опорній поверхні і розрівнюють його шаром товщиною 20-30 мм.

6. Приймається блок на висоті приблизно 30 см над раніше вкладеним і розвертають його. Плавню опускають його на висоту 10-15 см від опорної поверхні. Ломами вирівнюють блок по відміткам і позначкам і укладають його в проектне положення, після чого блок опускається на опорну поверхню.

7. Після опускання блока проводять кінцеву вивірку вкляденого блока і відчіпляють стропи.

8. Плавню піднімають строп і відводять срілу до місця складування блоків.

9. Заповнюють вертикальний стик бетонним розчином, а потім ущільнюють розчин у горизонтальному шві.

Під час монтажу фундаментної частини будівлі загальноосвітньої школи в місті Володимир-Волинський відхилення та неточності не можуть перевищувати допустимі величини згідно табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Допустимі величини відхилень

№	Види відхилень при монтажі	Величини відхилень	Од. виміру
1	Відхилення відмітки опорних поверхонь	10	мм
2	Відхилення осі фундаментів	20	мм
3	Відхилення ширини прорізів	15	мм
4	Відхилення поверхні кутів (від вертикалі); на всю будівлю		
5	Відхилення окремих рядів блоків (від горизонталі); на 10 м довжини		

Матеріально-технічні ресурси, що необхідні для виконання робіт по влаштуванню фундаментів подано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Необхідні матеріально-технічні ресурси

№	Назва	Марка	К-сть
1	Екскаватор	ЕО-5122	1
2	Бульдозер	ДЗ-53	1
3	Кран	КС-65731-1	1
4	Теодоліт	–	1
5	Вимірювальна стрічка	–	2
6	Лопата	–	4
7	Віха	–	2
8	Кілок	–	18
9	4-х вітковий строп	–	1
10	2-х вітковий строп	–	1

До робіт по спорудженні траншей під стрічкові фундаменти допускаються лише робітники, які пройшли курс спеціального навчання по техніці безпеки.

Основною причиною травматизму при розробці траншей є обвалювання ґрунтових мас. В літній час обвал може відбутися при розробці ґрунтів.

На території проведення робіт в ґрунті на різні глибини можуть розташовуватись різні комунікації. Тому необхідно одержати спеціальний письмовий дозвіл на право виконання земляних робіт від тих організацій, в веденні яких знаходяться підземні комунікації.

При наявності в зоні земляних робіт підземних комунікацій роботи необхідно проводити з особливою обережністю, під наглядом виконроба робіт або майстра, а також робітників електрогосподарства, якщо роботи ведуться в безпосередній близькості від кабелів високої напруги. При цьому можна

використовувати тільки такі інструменти, які не можуть пошкодити прокладенні комунікації.

При розробленні виїмки в місцях інтенсивного руху на вулицях, подвір'ях, площах навколо місця робіт на віддалі 0,8 - 1 м, від бровки влаштовують міцні огороження висотою не менше 1.2 м, з попереджувальними написами. В нічний час огороження потрібно освітлювати. На рівні землі біля бровки траншей чи котловану рекомендується влаштовувати бортові дошки. Відкриті котловани і траншеї поблизу доріг та житлових будинків необхідно огорожувати суцільними каркасами.

Для переходу через траншеї повинні бути влаштовані містки шириною не менше 0,8 м при односторонньому русі і шириною 1,5 м з перилами висотою не менше 1.2 м при двохсторонньому русі.

### **3.5.2. Розроблення технологічної карти на монтаж колон**

Згідно розрахунково-конструктивної частини проекту в будівлі загальноосвітньої школи в місті Нововолинськ запроектовано застосування залізобетонних колон січенням 400 x 400 мм і висотою 4,100 м. Колони монтуються на перетині осей 6/1 x В, 8 x Д і 9 x Д. Колони влаштовуються на I-му, II-му і III-му поверхах будівлі.

При виконанні монтажних робіт прийняті інвентарні помости. Безперервності монтажу відповідає організація транспорту. Конструкції завозяться на будівельні майданчики з трьохдобовим запасом (або монтаж виконується з транспортних засобів).

Для монтажних робіт прийнято кран: КС - 65731-1:

- а) за параметрами – вантажопідйомність, виліт стріли, висота підйому;
- б) за основними техніко-економічними показниками – подовженість монтажу, його трудомісткості, вартості одиниці змонтованої конструкції.

Технологічна карта призначена для організації праці бригади монтажників конструкцій при установці залізобетонних колон масою до 2 т в стакани фундаментів (монолітних). Монтаж ведеться на основі робочих креслень будівель та споруд, проекту виконання робіт, карти організації праці; ЕНиР 4-1 і правила техніки безпеки.

Ріст продуктивності праці досягається в результаті підбору оптимального складу машин, чіткого розподілу обов'язків між членами ланки в процесі монтажу, застосування раціональних методів та прийомів праці, оснащення комплектом прогресивного обладнання, інструменту, пристосувань, раціонального режиму роботи та відпочинку, забезпечення безпеки праці.

У табл. 3.3. подано склад ланки монтажників конструкцій для виконання операцій із монтажу колон. А в табл. 3.4 подано необхідні для виконання цього процесу засоби праці.

Таблиця 3.3. Склад ланки монтажників конструкції (з/б колон) – 5 чол.  
(з машиністом крана)

№ п/п	Основна професія	Розряд	Шифр робітника	Робота, яка виконується
1.	Монтажник конструкцій	V	М-1	Встановлення з/б колон масою до 2 т
2.	Монтажник конструкцій	IV	М-2	
3.	Монтажник конструкцій	III	М-3	
4.	Монтажник конструкцій	II	М-4	
5.	Машиніст крана	V	К	

Середній розряд робіт – 3,8; робітника – 3,56.

Таблиця 3.4. Необхідні засоби праці

№ п/п	Найменування	К-сть, шт.
1.	Пристрій для захвату колон	1
2.	Лом сталевий будівельний довжиною 1 м	1
3.	Кувалда вагою 3 кг	1
4.	Щітка сталеві для чищення закладених деталей	1
5.	Відро 10 л	1
6.	Лопата сталеві будівельні	2
7.	Відвіс сталевий будівельний	2
8.	Метр складний металевий або рулетка	2
9.	Канат $\varnothing 25-30$ мм довжиною 35 м	1
10.	Клин дерев'яний	6
11.	Каски захисні	4
12.	Теодоліт Т-5 або Т-15	1
13.	Металева $100 \times 100 \times 3 \div 10$	4
14.	Строп універсальний	1
15.	$\varnothing 5$ мм, $l=175$ мм	2
16.	Пояс запобіжний	4
17.	Рукавиці	4 пари

На будівельний майданчик колони доставляють із заводу залізобетонних конструкцій автомобільним транспортом. Монтаж ведеться з попередньою доставкою та розкладкою монтажних елементів по фронту робіт. Встановлюємо послідовність і технологію виробництва монтажних робіт.

До початку монтажних робіт ланка повинна одержати технічну документацію з дозволом, робоче креслення будівлі (або її частин) з монтажною схемою, проект виконання робіт, ознайомитись з документацією;

– розташувати монтажні елементи на монтажній ділянці біля місць їх монтажу (в зоні дії монтажного крана);

– видати ланці проектну та нормативну документацію;

– провести інструктаж з техніки безпеки.

Колони, що монтуються перед початком монтажу обладнати помостами та драбинами згідно проекту виконання робіт.

Монтаж збірних залізобетонних колон масою до 2 т виконуються з застосуванням монтажного крана КС - 65731-1. Виконуються такі роботи:

– підготовка колони до монтажу;

– переміщення крана;

– підготовка стакана фундаменту;

– стропування колони;

– підйом та встановлення колони в проектне положення;

– вивірка колони;

– тимчасове закріплення колони;

– розстропування колони.

При підготовці колони до монтажу проводять зовнішній огляд, перевіряється відсутність тріщин, раковин, наявність зайвих деталей, зварні шви. Скребками та металевими щітками чистять колону від напливів бетону, бруду та нальоту. Зрізають монтажні петлі, рулеткою та металевим метром перевіряють геометричні розміри колони, наносять осьові риски. При необхідності виконують кантовку колони з використанням монтажного крана.

Машиніст автокрана переміщує кран в зону монтажу колони та встановлює його біля стакана, в який буде встановлюватися колона, вирівнює кран.

Скребками та металевою щіткою чистять поверхню фундаменту від сміття, бруду. Зовнішнім оглядом перевіряють наявність відміток для колони та осьових рисок на стакані фундаменту. У відповідності з геометричними розмірами колони та геодезичною відміткою для стакана і вкладають на його основу металеві прокладки.

Кранівник подає гак крана з навішеною траверсою до колони, яка підлягає монтажу. Монтажники заводять траверсу на оголовок колони та вставляють вісь захватного пристрою в отвір оголовку. Монтажник подає команду кранівнику натягнути стропи траверси до замикання вісі. Монтажник прив'язує до колони монтажну відтяжку з канату для утримування колони від розгойдування при підйомі.

По сигналу монтажника оператор крана здійснює підйом колони. Монтажники притримують за відтяжку колону від розгойдування. Піднявши колону вертикально на 2,5 м над стаканом фундаменту, монтажник слідкує за суміщенням осьових рисок та фундаменту.

Монтажники виконують вивірку тимчасово закріплених колон. Перевірка правильності встановлення колон по вертикалі за допомогою відвісу. Вертикальність колон перевіряємо теодолітом по верхнім і нижнім рискам колони. Вивірка колон при допомозі клинків проводиться при натягнутих стропах. При кінцевій забивці клинків після вивірки колони можливі деякі здвиги з рисок. Щоб цього не було клинки забиваємо в визначеній послідовності. Для вивірки колон додатково приміняємо розчалки, які закріплені за оголовок колони.

Проведення поопераційного контролю монтажу колон детально представлено в табл. 3.5.

Табл. 3.5. Поопераційний контроль якості монтажних робіт

Операції, що підлягають контролю	Контроль якості виконання робіт			
	Склад	Спосіб	Час	Виконавець
Підготовчі роботи	Очистка, нанесення рисок, перевірка розмірів, паспортів	Візуальний, рулеткою, щіткою, олівцем	До початку робіт по монтажу конструкцій	Майстер, виконроб
Підготовка місця монтажу нанесення вирівнюючого шару	Відмітки дна стакану фундаменту	Нівеліром	До початку монтажу конструкцій	Геодезична служба
Монтаж колон	Наведення на риси, розчалювання, тимчасове кріплення	Візуальний Розчалки Клинки	В процесі монтажу	Майстер, бригадир, монтажники
Остаточна вивірка	Кінцева вивірка	Теодоліт, нівелір	Після монтажу	Геодезична служба

### 3.6. Розрахунок тривалості будівництва об'єкту

Розрахунок подано в табличній формі, де вказано найменування всіх робіт передбачених до виконання згідно проекту; одиниці виміру робіт та їх об'єм; трудомісткість робіт, підібраний склад ланок, що маюь їх виконувати, тривалість виконання конкретної роботи.

Таблиця 3.6. Калькуляція трудових затрат на об'єкт

№ п/п	Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Трудомісткість Люд./год; маш/год		Склад ланки		Трив. робіт, дні	К-сть змін у добу
				За нормами	Прийнята	Професія, розряд	К-сть		
Роботи нульового циклу									
1	Зрізка рослинного шару	1000м <sup>2</sup>	2,371	3,414	3	Маш.6р-1	1	0,5	1
2	Розроблення ґрунту з навантаженням на автосамоскид	1000м <sup>3</sup>	2,67364	7,75	8	Маш.6р-1	1	1	1
3	Влаштування піщаної підготовки	1м <sup>3</sup>	31,01	146,37	146	Монт. 4р-2, 3р-2 2р-2, Маш. 6р-1	1	1,5	2
				21,71	22				
4	Влаштування фундаментних блоків	100шт	6,13	726,22	726	Монт. 4р-2, 3р-2, 2р-6, Маш. 6р-1	1	17,5	2
				1439,94	1440				
5	Влаштування фундаментів стаканного типу	1м <sup>3</sup>	0,448	31,18	31	Бетонщ. 4р-1, 2р-1 Маш.6р-1	1	2	2
				32,94	33				
6	Засипка пазух ґрунтом бульдозером	1000м <sup>3</sup>	2,306	75,82	76	Маш. 6р-1	1	5	2



Роботи основного періоду									
7	Монтаж колон на I захватці	100шт	0,06	70,91	71	Монт. 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	1	2
				19,58	20				
8	Мурування прямокутних армованих стовпів	1м <sup>3</sup>	10,08	118,84	119	Муляр 5р-1, 3р-2, Маш. 6р-1	1	2,5	2
				26,61	27				
9	Мурування зовнішніх стін на I захватці	1м <sup>3</sup>	218,28	1564,35	1564	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	8	2
				530,18	530				
10	Мурування внутрішніх стін на I захватці	1м <sup>3</sup>	211,98	1466,9	1467	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	7	2
				519,35	519				
11	Монтаж ригелів масою до 3т на I захватці	100шт	0,06	40,72	41	Монт. 6р-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	1	1	1
				19,53	20				
12	Монтаж плит перекриття площею до 10м <sup>2</sup> на I захватці	100шт	0,87	288,88	289	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1 Маш. 6р-1	1	9	1
				191,34	193				
13	Монтаж плит перекриття площею до 5м <sup>2</sup> на I захватці	100шт	0,41	98,1	98	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1 Маш. 6р-1	1	3	1
				45,68	46				
14	Монтаж металевих ферм	1т	36,407	693,19	693	Монт. 6р-2, 5р-2, 4р-4, 3р-2, Маш. 6р-1	1	4,5	2
				527,17	527				
15	Мурування перегородок на I захватці	100м <sup>2</sup>	5,6088	1072,29	1072	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	5	2
				139,38	139				

16	Монтаж колон на II захватці	100шт	0,03	41,24	41	Монт. 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	1	1
				12,44	12				
17	Мурування зовнішніх стін на II захватці	1м <sup>3</sup>	127,77	916,11	916	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	4.5	2
				310,48	311				
18	Мурування прямокутних армованих стовпів	1м <sup>3</sup>	9,36	110,35	110	Муляр 5р-2, 3р-4, Маш 6р-1	1	1	2
				24,71	25				
19	Мурування внутрішніх стін на II захватці	1м <sup>3</sup>	200,3	1386,08	1386	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	7	2
				490,74	491				
20	Влаштування ригелів масою до 3т перекриття на II захватці	100шт	0,02	13,57	14	Монт. 6р-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	1	0,5	1
				6,51	7				
21	Влаштування плит площею до 10м <sup>2</sup> перекриття на II захватці	100шт	0,59	195,91	196	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1 Маш. 6р-1	1	3	2
				129,76	130				
22	Влаштування плит площею до 5м <sup>2</sup> перекриття на II захватці	100шт	0,41	98,09	98	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	3	1
				45,68	46				
23	Мурування перегородок на II захватці	100м <sup>2</sup>	1,9013	363,49	364	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3 Маш 6р-1	1	3,5	1
				47,28	47				
24	Монтаж колон на III захватці	100шт	0,03	35,45	35	Монт. 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	1	1
				9,791	10				
25	Мурування зовнішніх стін на	1м <sup>3</sup>	156,76	1123,97	1124	Муляр 5р-3, 4р-3,	1	5,5	2

	III захватці			380,93	381	3р-4, 2р-3, Маш 6р-1			
26	Мурування внутрішніх стін на III захватці	1м <sup>3</sup>	170,95	1182,97	1183	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	6	2
				418,83	419				
27	Влаштування ригелів перекриття масою до 3т на III захватці	100шт	0,08	54,29	54	Монт. 6р-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	1	1,5	1
				26,05	26				
28	Влаштування плит до 10м <sup>2</sup> перекриття на III захватці	100шт	1	332,05	332	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	5	2
				219,93	220				
29	Влаштування плит до 5м <sup>2</sup> перекриття на III захватці	100шт	0,41	98,09	98	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш. 6р-1	1	3	1
				45,68	46				
30	Мурування перегородок на III захватці	100м <sup>2</sup>	1,862	355,98	356	Муляр 5р-3, 4р-3, 3р-4, 2р-3, Маш 6р-1	1	3,5	1
				46,27	46				
31	Встановлення дверних блоків на I, II, III захватках	100м <sup>2</sup>	233,15	1487,49	1488	Столяр 5р-4, 4р-4, 3р-4	1	8	2
32	Встановлення віконних блоків на I, II, III захватках	100м <sup>2</sup>	4,3323	491,1	491	Столяр 5р-4, 4р-4, 3р-4	1	2,5	2
Кровельні роботи									
33	Влаштування прогонів	1м <sup>3</sup>	6,55	142,79	143	Монт. 6р-2, 5р-2, 4р-2 Маш 6р-1	1	1,5	2
				14,61	15				
34	Влаштування мауерлатів та крокв	1м <sup>3</sup>	46,2	1085,7	1086	Монт. 6р-3, 5р-3, 4р-3 Маш 6р-1	1	7,5	2
				163,55	164				

35	Влаштування покрівлі з черепиці	100м <sup>2</sup>	18,088	2344,2	2344	Монт. 6р-3, 5р-3, 4р-3 Маш 6р-1	1	16	2
				80,49	81				
Теплоізоляційні роботи									
34	Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін	100м <sup>2</sup>	15,1406	617,13	617	Монт. 4р-3, 3р-3, Маш 6р-1	1	6,5	2
				184,56	185				
35	Улаштування теплоізоляції покрівлі	100м <sup>2</sup>	18,088	1151,66	1152	Монт. 3р-3, 2р-3, Маш 6р-1	1	11,7	2
				62,4	62				
Оздобовувальні роботи									
61	Поліпшене тинькування фасадів	100м <sup>2</sup>	15,1406	1526,32	1526	Тинькувал. 4р-5, 3р-10 Маш 6р-1	1	6,5	2
				130,51	131				
62	Фарбування фасадів	100м <sup>2</sup>	15,1406	161,1	161	Маляр 4р-1, 3р-1 Маш 6р-1	1	5	2
				8,78	9				
63	Поліпшене тинькування внутрішніх стін і стелі	100м <sup>2</sup>	95,2942	11635,4	11635	Тинькувал. 4р-5, 2р-10, Маш 6р-1	1	47	2
				1622,86	1623				
64	Фарбування внутрішніх стін і стелі	100м <sup>2</sup>	95,2942	1587,6	1588	Маляр 4р-2, 3р-2, Маш 6р-1	1	24	2
				11,44	12				

При складанні календарного плану для рівномірного виконання працюючих паралельно складають план графіку кількості працюючих. Для цього за кожен день сумуємо кількість робітників, що працюють на будівництві і у відповідному мірилі відкладаємо по вертикалі.

Календарний план і графік руху робітників знаходиться в графічній частині (аркуш 6).

Для календарного плану необхідно організувати виробничо-технологічну комплектацію об'єкта матеріально-технічними ресурсами для цього складається графік надходження на об'єкт будівельних конструкцій виробів та матеріалів, організовується складське господарство і створення запасу.

Складаємо графік роботи машин і механізмів. Він складається на основі календарного плану, при цьому на векторах календарного плану вказується кількість машин в день, неділю, місяць.

### **3.7. Проектування будівельного генплану об'єкту**

#### **3.7.1. Визначення потреби в інвентарних будинках**

Потребу в інвентарних будинках на будівельному майданчику визначаємо виходячи із кількості працюючих на виробництві. Кількість працюючих на будівельному майданчику із врахуванням структури, прийнятого для житлово-цивільного будівництва: робітники складають 81,5% від кількості працюючих; ІТП, службовці і охорона –15,5%.

Розрахунок площі інвентарних будинків санітарно-побутового призначення здійснюємо, виходячи із кількості працюючих, які зайняті на будівельному майданчику у найбільш чисельну зміну і визначається по календарному графіку.

Максимальна кількість робітників в зміну визначається з допомогою графіка руху робітників. Площу тимчасових споруд розраховують на основі існуючих нормативів. Будівлі вибираються на основі даних техніко-економічних порівнянь.

Необхідна площа тимчасової будівлі та споруди визначається за формулою:

$$F = N \cdot n$$

$n$  – норма площі будівлі, на одного, що працює,  $m^2$

$N$  – кількість робітників, що користуються даною будівлею протягом зміни

$$N = \alpha \cdot C$$

$\alpha$  – відсоток працівників, які одночасно користуються даною будівлею

$C$  – максимальна кількість працівників і службовців зайнятих на будівництві в одну зміну;

Розрахунок площі тимчасових будівель представлено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7. Розрахунок площі тимчасових будівель

Назва будівлі	Розр. к-сть працюючих, (чол.)	Розрах. показник площі, (м <sup>2</sup> )	Площа		Тип будівлі за УТС	Розміри в плані, (м)	К-сть буд.
			Розр., (м <sup>2</sup> )	Прийн. (м <sup>2</sup> )			
Гардероб	82	0,6	49,2	54	збірно-розбірні	6x9	1
Душева з переддушевою	41	0,5	20,5	24	пересувний	4x6	1
Приміщення для обігріву	41	0,1	4,1	6	контейнерний	2x3	1
Їдальня	41	1	41	42	контейнерний	6x7	1
Сушилка	41	0,2	8,2	9	контейнерний	3x3	1
Контора	6	4	24	24	контейнерний	6x4	1
Вбиральня	41	0,2	8,2	9	контейнерний	3x3	1
Медпункт	41	0,05	2,02	4	контейнерний	2x2	1

### 3.7.2. Розрахунок площі складів

У складі проекту виконання робіт площу приоб'єктних складів розраховують відповідно до виду та кількості матеріалів, які складуються, а також у відповідності з нормами складування та з дотриманням правил техніки безпеки та протипожежних вимог.

Кількість матеріалу, яка повинна бути у запасі:

$$P_{зан} = \frac{Q}{T} \cdot H \cdot L \cdot K;$$

де,  $P_{зан}$  – кількість матеріалу, необхідна для виконання заданого об'єму будівельно-монтажних робіт у плановий період.

$Q$  – загальна потреба в матеріалі;

$T$  – тривалість споживання даного матеріалу;

$H$  – норма запасу матеріалів на складі;

$L = 1,1$  – коефіцієнт нерівномірного надходження матеріалу на склад;

$K = 1,3$  – коефіцієнт нерівномірного споживання матеріалу;

Загальну розрахункову площу складу для кожного виду матеріалу з урахуванням необхідних проходів і проїздів :

$$S_{ск} = \frac{P_{зан}}{R_{ск} \cdot \beta};$$

де,  $R_{ск}$  – норма складування матеріалу на  $1 \text{ м}^2$  корисної площі;

$\beta$  – коефіцієнт використання складської площі

Розрахунок площі складів наведений у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8. Відомість розрахунку складських приміщень.

Назва матеріалу або виробу	Заг. потреба		Період витрат, Т (дні)	Норма запасу, Н (дні)	К-сть матеріал у, $P_{зап}$	$R_{ск.}$	Площа складу, $m^2$		Спосіб збереження	Розмір в плані
	Од. вим.	К-сть					Розрахунк ова, $S_{ск,розр}$	Прийнята, $S_{ск,прин.}$		
Фундаментні блоки 300x1000x2400	$m^3$	322,76	17,5	5	377,35	2,25	239,6	240	Відкритий, штабель	3x8x10
Залізобетонні колони 400x400, довжина до 3м	$m^3$	10,946	65,5	5	94,51	2,25	60,00	60,75	Відкритий, штабель	3x4,5x4,5
Залізобетонні перемички	$m^3$	22,45	9	5	20,41	0,8	36,45	37,8	Відкритий, штабель	3x4,5x2,8
Плити перекриття 220x1500x7900	$m^3$	665,24	26	5	377,35	2,25	239,6	240	Відкритий, штабель	3x8x10
Арматура	т	2,003	9	15	14,54	1,2	17,31	24	Навіс, Штабель	3x1x8
Паркетна дошка	$m^3$	32,1	25	10	68,29	0,8	121,95	126	Закритий, опалюваний,	3x5,25x8
Щебінь	$m^3$	130,28	4	5	246,42	4	88,01	90	Відкритий	3x8x3,75

### 3.7.3. Розрахунок електропостачання будівельного майданчика

Електроенергія та потужність трансформатора розраховується для освітлення приміщень та території майданчика, а також для роботи електромоторів.

Потребу у електроенергії будівництва визначають на основі діючих норм електроспоживання і даних споживачів електричної потужності.

Послідовність розрахунку електропостачання будівельного майданчика:

- визначення споживачів електроенергії;
- розрахунок обсягу споживання електроенергії;
- вибір джерел електроенергії та розрахунок їх потужності;
- визначення потужності трансформатора;
- проектування схем електропостачання будівельного майданчика;

Розрахунок електричних навантажень виконується на основі даних періоду найбільших витрат електроенергії, який визначається за календарним графіком будівництва.

Результати розрахунку занесені у табл. 3.9.

Дані для граф 1 – 3 беруться із календарного графіка і таблиць технологічних розрахунків.

Потужність, необхідна для забезпечення роботи даного електричного обладнання визначається за формулою:

$$P = \frac{P_i \cdot P_{ic}}{\cos \varphi}, \text{кВт};$$

Загальна потужність електроспоживання визначається за формулою:

$$P_{\text{заг}} = k \cdot \sum P \cdot k_i;$$

Після розрахунку обсягу споживання електроенергії визначаються джерела постачання електроенергією, добирається потужність трансформатора.



Таблиця 3.9. Розрахунок електричних навантажень

Споживач	Од. вим.	К-сть	Норма потреби, $P_i$ , кВт	Коеф. попиту $k_i$	Коеф. потужн, $\cos\phi$	Потужність, кВт	Примітки
<b>1. Виробниче споживання</b>							
Зварювальний апарат	шт.	1	20	0,5	0,4	25	-
Бетонозмішувач	шт.	3	10	0,5	0,6	25	-
Електровібратор	шт.	3	1	0,1	0,4	0,75	-
Підйомники щоглові	шт.	3	8	0,3	0,7	10,28	-
Розчинонасос	шт.	3	3	0,5	0,6	7,5	-
Фарборозпилювачі	шт.	6	0,5	0,1	0,4	0,75	-
Електротрамбівки	шт.	1	4	0,1	0,4	1	-
<b>2. Внутрішнє освітлення</b>							
Гардероб	м <sup>2</sup>	54	0,015	0,8	1	0,648	7 ламп(100Вт)
Душова з переддушевою	м <sup>2</sup>	24	0,003	0,8	1	0,058	2 лампи(40Вт)
Приміщення для обігріву	м <sup>2</sup>	6	0,015	0,8	1	0,072	1 лампа(75Вт)
Їдальня	м <sup>2</sup>	42	0,015	0,8	1	0,504	6 ламп(100Вт)
Сушилка	м <sup>2</sup>	9	0,015	0,8	1	0,108	2 лампи(60Вт)
Контора	м <sup>2</sup>	24	0,015	0,8	1	0,288	3лампи(100Вт)
Вбиральня	м <sup>2</sup>	9	0,003	0,8	1	0,022	2 лампи(40Вт)
Медпункт	м <sup>2</sup>	4	0,015	0,8	1	0,048	1 лампа(60Вт)
<b>3.Зовнішнє освітлення</b>							
Монтажі роботи на 1 захватці ахватці	м <sup>2</sup>	1302	0,0008	1	1	0,46	3 прожектори 200Вт
Монтажні роботи на 2 захватці	м <sup>2</sup>	464,52	0,0008	1	1	0,372	2 прожектори 200Вт
Охоронне освітлення	м <sup>2</sup>	8865,23	0,00015	1	1	1,33	5 прожекторів 300Вт
Загальна потужність						201,62	

Отже, на період будівництва загальноосвітньої школи в м. Нововолинськ необхідно трансформатор з потужністю на 210 кВт.

### 3.7.4. Розрахунок водопостачання будівельного майданчика

Розрахунок водопостачання будівельного майданчика включає: визначення витрат води; вибір джерела водопостачання; проектування (при необхідності)

водозабірних та водоочисних споруд; складання робочої схеми водопостачання будівельного майданчика.

Основними споживачами води на будівельному майданчику є: будівельні машини; механізми і установки; технологічні процеси.

Загальна витрата води представлені в табл. 3.10:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3;$$

де,  $Q_1$  - виробничі витрати;  $Q_2$  - господарсько-побутові;  $Q_3$  - пожежні витрати;

Таблиця 3.10. Сумарна витрата води на виробничі потреби

Споживач води	Од.виміру	Кількість	Питома витрата води на одиницю,л	К-сть змін використання води	Витрата води, $g_e$
Бетонна суміш	м <sup>3</sup>	55	250	12	165
Поливання бетону та опалубки	м <sup>3</sup>	55	70	18	69,3
Цементно-піщаний розчин	м <sup>3</sup>	61,39	200	52	638,46
Штукатурні роботи	м <sup>2</sup>	11043	8	107	9452,8
Малярні роботи	м <sup>2</sup>	11043	0,7	58	448,35

$$Q_{вир} = \frac{k_{нев} \cdot \sum g_{e,i} \cdot n_e \cdot k_2}{3600 \cdot t}$$

$$= \frac{1,2 \cdot (165 + 69,3 + 638,46 + 9452,8 + 448,35) \cdot 3 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 2 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

де:

$k_{нев} = 1,2$  – коефіцієнт на невраховану витрату води;

$g_{e,i}$  – питома витрата води на виробничі потреби в зміню;

$n_e = 3$  – число виробничих споживачів в найбільш завантаженому зміню;

$k_2 = 1,5$  – коеф. годинної нерівномірності споживання води;

Витрати води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_{госп} = \frac{q_x \cdot n_p \cdot k_{рн}}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \cdot n_q}{60 \cdot t_1} = \frac{25 \cdot 46 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 19}{60 \cdot 45} = 0,27 \text{ л/с}$$

де:

$q_x = 25 \text{ л/зм}$  - витрата на одного робочого;

$n_p = 40 + 6 = 46$  - к-сть робітників в найбільш завантажену зміну (робітники + керуючий склад);

$k_{pn} = 1,5$  - коеф. годинної нерівномірності споживання для госп.-питних потреб;

$q_o = 30 л$  - витрата на прийняття душу одним робітником;

$n_q = 0,4 \cdot n_p = 0,4 \cdot 46 = 19$  - к-сть людей що користуються душем;

$t_1 = 45 хв$  - тривалість використання душової;

Витрата води для зовнішнього пожежогасіння приймається з розрахунку тригодинної тривалості гасіння однієї пожежі і забезпечення розрахункової витрати води на ці цілі при піковій витраті води на виробничі і господарчо-побутові потреби (крім витрат води на приймання душа та поливання території).

$Q_{пож} = 10 л/с$  - для майданчика площею до 30 га;

Загальна витрата води:

$$Q = Q_{вир} + Q_{госп} + Q_{пож} = 1,3 + 0,27 + 10 = 11,57 л/с ;$$

Підбираємо діаметр труби водопровідної зовнішньої мережі:

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot 1000}{3,14 \cdot v}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{11,57 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 110,82 мм ;$$

Приймаю трубу  $\varnothing 125 мм$ .

## Розділ 4. Економіка будівництва

### 4.1. Пояснювальна записка до економічної частини проекту

Мета складання локального кошториса – це економічно-обґрунтоване визначення витрат в натуральному вартісному виразі на будівництво загальноосвітньої школи в місті Нововолинськ. Він є основним документом на основі якого здійснюється фінансування.

Кошторисна вартість будівництва, будівель і споруд визначено за допомогою програмного комплексу АВК на основі конструктивних елементів і споруд, визначення об'єму робіт і прийнятої технології виконання будівельно-монтажних робіт.

В локальних кошторисах накладні витрати для загально-будівельних робіт прийняті в розмірі 23,24% від прямих витрат

Планові нагромадження прийняті в розмірі 30% від загальної суми прямих і накладних витрат, що визначені на підставі кошторисних нормативів в локальних кошторисах.

Зведений кошторис розрахунку вартості будівництва складений в поточних цінах і нормах станом на 1 червня 2019 р.

Резерв коштів на передбачені роботи і затрати за підсумком зведеного кошторисного розрахунку прийнятий у розмірі 4.5%, а також обов'язкові відрахування, збори і платежі, що передбачені чинним законодавством в розмірі 2.5%, резервний фонд замовника на покриття додаткових витрат, що виникають при уточненні вартості робіт прямим розрахунком в розмірі 5% від глави “Тимчасових будівель і споруд”.

Договірна ціна будівництва визначена у вигляді відомості договірної ціни на будівництво в цілому на основі базисної кошторисної вартості у відсотках, які зв'язані з витратами і доплатами, що викликані впливом ринкових відносин та податком на додану вартість 20%.

Величина витрат, які пов'язані з придбанням матеріалів, виробів по договірним цінам, оплатою договірних товарів, за транспортні послуги і інші витрати, що невраховані кошторисними нормами включаючи кон'юктуру ринку інвестицій, будівельного ризику, буде визначена на момент надходження їх на будівництво. Договірна ціна підлягає зміні і коригуванні по мірі надходження нових документів по ціноутворенню.

## Розділ 5 Охорона праці

### 5.1. Аналіз будівельного процесу на предмет виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При земляних роботах основними причинами травматизму є обвали ґрунту. По правилах техніки безпеки копання котлованів та траншей малої глибини в ґрунтах з природною вологістю та при відсутності ґрунтових вод проводиться без кріплення за рахунок утворення безпечних відкосів. В більшості випадків обвали ґрунту виникають із-за порушення крутизни відкосів. Зовнішнє додаткове навантаження при розробці виїмок (відвал землі, встановлення на краю відкосів будівельних машин та ін.) може викликати обвали ґрунту, якщо їх розташування не буде враховуватись. Знаходження посторонніх людей в зоні роботи екскаватора забороняється.

При роботі будівельних машин та механізмів небезпечними та шкідливими виробничими факторами є: дія механічної сили; ураження електрострумом; несприятливі фактори виробничого середовища (мікроклімат, шум, вібрація, запиленість та загазованість повітря).

При монтажних роботах небезпечними виробничими факторами є: несправність такелажного обладнання, що може викликати падіння конструкцій, що монтуються; несправність ЗІЗ, що призводить до падіння людей з висоти; несправність та втрата стійкості засобів підмоцнення.

При покрівельних роботах небезпечним виробничим фактором є падіння робочих з висоти, погані метеорологічні умови. Для зменшення їх впливу робочі повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, а при поганих кліматичних умовах роботи на покрівлі не проводяться.

При оздоблюваних роботах небезпечними та шкідливими виробничими факторами є запиленість (при циклюванні паркету), дія токсичних речовин будівельних матеріалів (клеї, мастики, фарби тощо).

При роботі ручних машин (електродрелі, електрорубанки, гайкокрутки, електроножниці, пневмотрамбовки, шліфувальні машини) основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є: можливість нанесення оператору механічних травм; електробезпека, що може призвести до ураження оператора струмом при пробиванні ізоляції струмопровідних частин машини; шумнебезпека, вібрація.

Машини, що працюють абразивними кругами (шліфувальні машини), складають небезпеку із-за великих швидкостей обертання робочого інструменту.

## 5.2. Запроектовані заходи та технічні рішення для ліквідації і зменшення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

### Земляні роботи.

Для запобігання обвалів ґрунту при розробці його екскаватором приймаємо крутизну відкосів виїмки 1: 0,67. Перед допуском робочих в котловани чи траншеї глибиною 1.3м та більше повинна бути перевірена стійкість відкосів. Навантаження ґрунту на автосамоскиди повинна проводитися з сторони заднього або бокового борту. Ґрунти на вимет з котлованів і траншей слід розміщати на відстані не менше 0.5м. від бровки виїмки.

### Кам'яні роботи.

Рівень кладки після кожного переміщення засобів підмоцвання повинен бути не менше ніж на 0.7м вище рівня робочого настилу.

### Монтажні роботи.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб. Способи строповки елементів конструкцій повинні забезпечувати їх подачу до місця встановлення в положення близьке до проектного. Елементи конструкцій, що монтуються, під час переміщення повинні підтримуватись від розкочування та обертання гнучкими відтяжками. Не допускається перебування людей на елементах конструкцій під час їх підйому чи переміщення. Розчалки для тимчасового закріплення змонтованих конструкцій повинні бути прикріплені до надійних опор (якорів). Розстроповку елементів конструкцій, що встановлені в проектне положення слід вести після надійного тимчасового чи постійного їх закріплення. Не допускається виконання робіт на висоті при швидкості вітру більше 15 м/с, при грозі чи тумані. Не допускається знаходження людей під елементами, що монтуються до встановлення їх в проектне положення.

До виконання монтажних робіт потрібно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, що керує монтажем та машиністом.

### Залізобетонні роботи.

При встановленні елементів опалубки в декілька ярусів (влаштування опалубки фундаментів) кожен наступний ярус потрібно встановити тільки після закріплення нижнього ярусу. Розбирання опалубки повинна проводитися після досягнення бетоном його міцності. Кожного дня перед початком вкладання бетонної суміші в опалубку потрібно перевірити стан тари, опалубки та засобів підмоцвання. При вкладанні бетонної суміші з бадьї відстань між нижньою кромкою бадьї та раніше вкладеним бетоном або поверхнею опалубки, на яку вкладається бетон, повинна бути не менше 1 м.

При ущільненні бетонної суміші електровібратором переміщати вібратор за струмопровідні шланги не допускається, а при перерві в роботі та при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно виключати.

#### Покрівельні роботи..

Допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду майстром або прорабом спільно з бригадиром справності несучих конструкцій покриття. Для переходу робочих, що виконують роботи на покрівлі встановити трапи шириною не менше 0,5 м. Трапи на час роботи повинні бути закріплені. Розміщувати на покрівлі матеріали допускається тільки в місцях, що передбачені проектом. Під час перерв технологічний інструмент та будівельні матеріали повинні бути забрані з покрівлі.

#### Оздоблювальні роботи.

Засоби підмоцнення, які застосовуються для малярних робіт, в місцях, під котрими ведуться інші роботи чи є проходи, повинні мати настил без зазорів.

Для просушування приміщень будівлі при неможливості використання систем опалення, застосовують повітронагрівачі. Малярні склади готують централізовано в приміщеннях розташованих на будівельному майданчику і обладнаних вентиляцією, водою. Тару з вибухонебезпечних матеріалів (лаки, фарби) під час перерв в роботі, необхідно закривати кришками і відкривати інструментом, що не викликає іскроутворення. Забороняється застосування розчинників, на які немає сертифікатів, де вказано характер шкідливих речовин.

Місця, над яким виконуються скляні роботи, необхідно огороджувати, і до початку робіт перевірити міцність і справність віконних рам. Піднімання і перенесення скла до місця його встановлення проводять за допомогою відповідних безпечних пристроїв, або в спеціальній тарі

#### Ізоляційні роботи

При виконанні ізоляційних робіт: гідроізоляційних, теплоізоляційних, антикорозійних, із застосуванням вогнебезпечних матеріалів, необхідно забезпечити захист робітників від дії небезпечних речовин, термічних і хімічних опіків.

#### Електрозварювальні роботи

При виконанні електрозварювальних робіт необхідно виконувати вимоги “Санітарних правил при зварюванні, наплавлюванні і різці металів”. Місця перевезення робіт даного типу на даному, а також нижче розташованому ярусах, повинні бути звільненими від матеріалів, що загоряються, в радіусі не менше 5м, а від вибухонебезпечних матеріалів – 10м. При різці конструкцій та їх елементів приймаються заходи направленні проти випадкового обвалу відрізних елементів. Виконувати зварювання, різання, нагрів відкритим полум’ям апаратів, трубопроводів, що утримують під тиском любі рідини чи

гази, заповненні горючими речовинами, не допускається без узгодження з експлуатаційною організацією міроприємств по забезпеченню безпеки.

Газові балони дозволяється перевозити, отримувати особам, які пройшли навчання по роботі з ними. Газові балони слід зберігати в спеціально відведених сухих приміщеннях, на відстані не менше 1м від приладів опалювання. Переміщення балонів проводиться в спеціальних візках, що забезпечують стійке положення балонів. Безпека робіт з електроінструментом забезпечується його конструкцією, правильною експлуатацією та добре організованим контролем за його станом.

Під час короткої перерви в роботі електроінструмент виключається, а при довгій перерві – виключається з мережі. Приступаючи до роботи з пневмоінструментом його потрібно оглянути та перевірити його пробним запуском на протязі 2-3 хв. на холостому ході. При роботі з пневмоінструментом обов'язково застосовувати окуляри із органічного скла. Пневмоінструмент переносять тільки за рукоятку.

Після закінчення роботи інструмент та шланги здають в складову: залишати їх на робочому місці не можна.

При роботі ручних машин (електродрелі, електрорубанки, гайкокрутки, електроножниці, пневмотрамбовки, шліфувальні машини) основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є: можливість нанесення оператору механічних травм; електробезпека, що може призвести до ураження оператора струмом при пробиванні ізоляції струмопровідних частин машини; шумнебезпека, вібрація.

Машини, що працюють абразивними кругами (шліфувальні машини), складають небезпеку із-за великих швидкостей обертання робочого інструменту.

При роботі будівельних машин та механізмів небезпечними та шкідливими виробничими факторами є: дія механічної сили; ураження електричним струмом; несприятливі фактори виробничого середовища (мікроклімат, шум, вібрація, запиленість та загазованість повітря).

Навантаження, розвантаження, перевезення і складування збірних з/б конструкцій.

При виконанні робіт по навантаженню, розвантаженню і при перевезенні вантажів необхідно дотримуватись наступних правил техніки безпеки. Автомобілі, що знаходяться під завантаженням повинні бути надійно загальмовані.

Забороняється знаходитись людям під стрілою крану, що здійснює навантаження конструкцій на автомобіль. Такі ж вимоги ставляться при



розвантажені автомобілів. Пристрої для навантаження і розвантаження повинні бути перевірені.

Забороняється виконувати ремонтні роботи і технічне обслуговування машин при навантажувально-розвантажувальних роботах.

Конструкції, які навантаженні на автомобілі, надійно кріпляться.

Завіз конструкцій на територію об'єкта допускається тільки після влаштування передбачених проектом площадок для їх зберігання.

Склади матеріалів і збірних з/б конструкцій розташовані безпосередньо біля місць їх споживання. Конструкції необхідно вкладати в штабеля із зазором не менше 0,2 м. В поздовжньому напрямі через кожні 25. Між штабелями необхідно влаштовувати проходи шириною 1 м, а поперечному – 0,7 м. Віддаль між конструкціями, які складуються і транспортуються засобами повинна бути не менше 1 м.

Штабеля конструкцій необхідно оснастити табличками з вказівкою об'єкта, марок і кількості конструкцій.

Для зручної і безпечної строповки з/б конструкції перевозити і складувати необхідно монтажними петлями вверху. Симетричні елементи, які не мають строповочних петель, вкладають згідно заводських знаків.

### **5.3. Запроектвані заходи протипожежної профілактики**

До початку будівництва площадку забезпечують дорогами та проїздами з твердим покриттям, які зв'язані з міською магістраллю, а також протипожежним водопостачанням і телефонним зв'язком для виклику пожежників у випадку пожежі. Дороги, проїзди та місця розташування джерел протипожежного водопостачання (гідрантів) освітлюють для кращого користування ними в темну пору доби.

Допоміжні будівлі та споруди тимчасового призначення розташовують в суворій послідовності з будгєнпланом, на якому зазначені протипожежні розриви між основною та тимчасовими будівлями та спорудами.

Для швидкої евакуації робочих в випадку виникнення пожежі в будівлі, що будується засоби підмоцнування (ліса та ін.) обладнують драбинами або стремьянками. Число драбин чи стремьянок повинно бути не менше двох.

На території будівельної площадки встановлюють вказівники джерел протипожежного водопостачання і первинних засобів пожежогасіння, а також вивішують протипожежні плакати і попереджувачі знаки.

В процесі розвантаження та складуванні будівельних матеріалів та конструкцій потрібно слідкувати за тим, щоб дороги, проїзди і під'їзди до будівель, джерел водопостачання і до первинних засобів пожежогасіння не

загромаджувалися і щоб можна було безперешкодно їх використати в випадку виникнення пожежі.

Розпалювати багаття (наприклад для спалювання відходів) і курити на території площадки не допускається. Для куріння відведено спеціально обладнані місця.

До початку основних будівельних робіт ділянку будівництва рекомендується забезпечити постійним водопроводом та встановити гідранти. Місця встановлення гідрантів позначають спеціальними вказівниками.

Будівлі що будуються, підсобні будівлі та споруди забезпечуються первинними засобами пожежогасіння по нормах, які приведені в „Правилах пожежної безпеки при проведенні будівельно-монтажних робіт”. Крім того, на окремих ділянках будівництва оснащують пожежні пункти (щити), які мають наступне протипожежне обладнання: сокири, ломи, лопати, багри металеві, відра пофарбовані в червоний колір і вогнегасники.

Протипожежне обладнання утримується в справному стані, а підходи та під'їзди до нього залишаються вільними.

#### **5.4. Заходи щодо охорони навколишнього середовища**

Проектом передбачено такі заходи охорони навколишнього середовища:

- по можливості максимально зберегти на майданчику зелені насадження;
- не допускати забруднення ґрунту паливом, мастильними матеріалами, фарбами і розчинниками;
- будівельне сміття вивозити на смітник, закопувати його на території будівельного майданчика заборонено;
- дотримуватись заходів з недопущення загазованості повітряного середовища. Всі машини з двигунами внутрішнього згорання повинні бути перевірені на токсичність викидних газів;
- знятий рослинний шар ґрунту зберігати у тимчасовому відвалі для рекультивації землі на будівельному майданчику після закінчення будівництва, а також для вивозу його у інше місце;
- джерелом виробничого шуму на території являється трансформаторна підстанція, а також машини і механізми. Тому на генплані передбачено насадження листяних та хвойних дерев, а також кущів, які служать ефективним захистом від шуму.

## Література

1. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
2. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2016.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – Будівельна кліматологія.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с.
5. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Зміна 1.
6. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будівель та споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення.
7. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель та споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.
8. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель та споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.
9. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 73 с.
10. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. (ISO 6935-2:1991, NEQ). – К.: Держспоживстандарт України, 2007.
11. ДСТУ Б В.2.7-23-95. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови. – Київ: Держкоммістобудування України, 1996. – 15 с.
12. ДСТУ Б В.2.7-61-97. Цегла і камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. – К.: Держкоммістобудування України, 1997, – 30 с.
13. Кислюк Д.Я. Конструкції з дерева і пластмас. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності 7.06010101 “Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання. - Луцьк: ЛНТУ, 2013. – 16 с.
14. С.В.Ротко, О.А.Ужегова, І.В.Задорожнікова. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / За редакцією д.т.н., проф. Барашикова А.Я. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 355 с.
15. Ужегова О.А. Розрахунок і конструювання плити з круглими порожнинами. Методичні поради. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – 24 с.
16. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва.
17. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.
18. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єктів". Національний стандарт. Набув чинності 1 січня 2014 р.
19. Маліков В.В. Технологія будівельного виробництва. Методичні вказівки до курсового проектування на тему: “Оформлення технологічних карт” для студентів напрямку “Будівництво” денної та заочної форм навчання. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012.- 20с.
20. Технологія і організація будівництва. Методичні рекомендації до виконання

курсного проекту для студентів спеціальності 092101 „Промислове та цивільне будівництво” факультету перепідготовки фахівців заочної форми навчання / О.А.Пахолук, О.С.Чапук. – Луцьк: ЛНТУ, 2009. – 52 с.

21. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва

22. ДСТУ Б Д.2.4-1/21:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи.

23. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва.

24. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

25. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

26. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єктів". Національний стандарт. Набув чинності 1 січня 2014 р.

27. Пахолук О.А. Стрілові самохідні крани. Довідник. Луцьк: РВВ, ЛДТУ, 2002.

28. Ціноутворення у будівництві –збірник офіційних документів та роз'яснень. Київ: Мінрегіонбуд України.

29. Методическое пособие. Правила определения стоимости строительства. /Е.Г. Ястремская, Н.В. Доленко и др../ - К.: НПФ «Инпроект», 2012. – 512с.

30. Управління та кошторисна справа в будівництві: Конспект лекцій для студентів напрямку 6.060101 – «Будівництво» (за спеціальності “Промислове та цивільне будівництво”) денної та заочної форм навчання./ Д.Я. Кислюк, В.П. Самчук, - Луцьк: РВВ ЛуцькогоНТУ, 2013. – 43с.

## 9 НАУКОВА ЧАСТИНА

						КНУ.МР.192.24.258с.14.НЧ		
Зм.	Арк..	№ документа	Підпис	Дата				
Керівник	Паливода				Наукова частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Консультант	Паливода							
Дипломник	Біденко					ПЦБ-23м		
Зав. каф.	Валовой							
Н. контроль	Паливода							

## 9.1 Порівняльний аналіз ефективних утеплювачів. Загальні дані.

Утеплювач – це матеріал, функцією якого є збереження тепла в будь-якій будівлі чи кімнаті. Цей матеріал працює за рахунок своєї низької теплопровідності. Він встановлюється, в основному, між просторами, яким властива велика різниця температури та вологості. Утеплювач в залежності від свого просторового розташування може бути використаний як для стін, так і для підлоги, також для даху.

**Скловата.** Це утеплювач, виготовлений із відходів виробництва скла. При температурі  $+1450\text{ }^{\circ}\text{C}$  з суміші піску та битого скла витягується волокно. Даний матеріал складається з волокон товщиною від 5 до 15 мк і довжиною від 15 до 50 мм. Волокна роблять скловату пружною і дуже міцною. Працювати з ній треба дуже акуратно – адже тендітні скляні нитки, зламавшись, можуть потрапити на шкіру, в очі і поранити їх. Якщо випадково вдихнути скляний пил, можна пошкодити легені [54].

Характеристики скловати:

- коефіцієнт теплопровідності –  $0,03\dots 0,052\text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;
- допустима температура нагрівання – до  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Переваги скловати:

- підвищена пружність (її можна спресувати під час перевезення до чотирьох раз, і по завершення транспортування легко розправити);
- низька гігроскопічність;
- незаперечна тепло- та звукоізоляція;
- матеріал не жаронебезпечний;
- не схильна до гниття, плісняви;
- ціна  $1\text{ м}^2$  утеплювача при потрібній товщині шару в 180 мм становить 375 грн [39].

Недоліки скловати:

- невеликий термін експлуатації (мінімальний термін – 7 років);
- містить формальдегід;
- потрібні особливі, посилені методи обережності при роботі зі скловатою;
- ризик усадки.



Рис. 9.1. Скловата

**Мінеральна вата.** Це сучасний волокнистий матеріал, що виготовляється у процесі силікатного сплаву гірських порід та сумішей металургійних шлаків.

**Шлаковата.** Цей матеріал, вироблений з доменних шлаків, волокна мають товщину 4...12 мікрон, а довжина їх складає 16 мм. Так як шлаки мають таку властивість, як залишкова кислотність, то в сирому приміщенні вони можуть агресивно впливати на металеві поверхні. Крім того, шлаковата занадто добре вбирає вологу, тому вона непридатна для теплоізоляції фасадів будівель [54].

Ціна 1 м<sup>2</sup> утеплювача при необхідною товщині шару 200 мм складає 320 грн. [39].



Рис. 9.2. Шлаковата

Характеристики шлаковати:

- коефіцієнт теплопровідності – 0,46...0,48 Вт/(м·К);
- гранично допустима температура нагрівання до 300 °С (при перевищенні цього значення відбувається спікання волокон, і матеріал перестає бути теплоізолятором);
- висока гігроскопічність.

**Кам'яна вата.** У цього різновиду мінеральної вати волокна приблизно такі ж по розміром, як у шлаковати. Але у них є суттєве перевага – вони не колються. Тому працювати з кам'яною ватою набагато безпечніше, чим з матеріалом зі скла або шлаку. Її коефіцієнт теплопровідності становить 0,077...0,12 Вт/(м·К), а гріти її можна до 700 °С.



Рис. 9.3. Кам'яна вата

З різновидів кам'яної вати самими найкращими параметрами має базальтову вату. Вона зроблена, як і звичайна кам'яна.

Але в кам'яною ваті присутні доменні шлаки, шихта та мінеральні компоненти (глина, вапняк і доломіт). Сполучного компонента, заснованого на формальдегідної смоли, міститься менше (від 2,5 до 10 %). Зменшення обсягу цього речовини робить матеріал менше вологостійким, і загроза випаровування фенолу також зменшується. В результаті знижується небезпека для здоров'я людей.

Ціна 1 м<sup>2</sup> утеплювача за необхідної товщині шару 180 мм складає 360 грн [39].

**Вата із базальту** відрізняється тим, що ніяких додаткових компонентів не містить. Тому може спокійно витримувати нагрівання до 1000 °С. І звичайна кам'яна, і базальтова вата не горять, якщо їх нагрівати понад допустиму температуру, то волокна матеріалу будуть тільки плавитися, спікаючись один з одним.

Шкода мінеральної вати. Сучасні дослідження будівельних матеріалів нерідко містять свідчення про те, що мінеральна вата небезпечна для здоров'я людей.

Мінеральні вати можуть містити у своєму складі шкідливі компоненти, мінеральні волокна та зв'язуючі смоли. Вплив цих речовин на організм людини позначається негативно. У зокрема, вони можуть вражати на дихальні органи, шкіру, очі.

Закордонні будівельні корпорації намагаються по можливості не використовувати мінеральну вату у житлових приміщеннях .

У складі мінеральної вати є фенол, здатний досить легко проникати в шкірні покриви людини. Після чого починається його небезпечний вплив. Є дослідження, що показують, що навіть у порівняно малій кількості феноли можуть викликати головний біль, кашель, слабкість. У великих кількостях феноли можуть провокувати серйозніші наслідки, аж до непритомності і судом [54].

**Пінополіуретан.** Ідея, що лежить в основі винаходу цього матеріалу, побудована на теплоізоляційних властивостях. вах повітря. В основі виробництва лежить хімічна реакція двох компонентів: ізоціанату і поліолу. Внаслідок чого отримують матеріал, що складається з найдрібніших мікрокапсул з повітрям.



Рис. 9.4. Пінополіуретан



Отримати технологічно пінополіуретан можливо двома способами: заливкою та напиленням.

Способом заливання одержують монолітні форми теплоізоляційного матеріалу. Шляхом запуску хімічної реакції ізоціонату та поліолу без доступу повітря; виходить рівна струмінь вихідного матеріалу, яку заливають у форму. У течія 30 секунд спінений матеріал заповнює увесь її простір. Переваги технології полягає в економії часу та можливості отримання будь-якої форми та ідеального рельєфу.

Технологія напилення дуже нагадує фарбувальні роботи з використанням фарбопульта, з якого замість звичної фарби під тиском летить дрібнодисперсна аерозольна маса.

Таким чином, пінополіуретан напилюють на оброблювану поверхню, вже протягом 1–3 секунд маса спінюється і значно збільшується в об'ємі, заповнюючи будь-які порожнечі, тріщини та інші дефекти. Компоненти для виконання напилення перемішуються у строгих пропорціях та дозуваннях.

Ця технологія має величезні переваги:

- немає необхідності задіяти велику кількість транспорту, оплачувати вантажно-розвантажувальні роботи, а можна все організувати з малими витратами і прямо на місці;

- можливість обробити поверхні навіть самого хитромудрого рельєфу і навіть там, куди утруднений доступ;

- час створення теплоізоляційного шару скорочується в рази, даючи відчутну економію;

- відсутність швів на покритті підвищує теплоізоляційні характеристики і значно знижує ризик пошкодження теплоізоляції на стиках та швах.

Переваги утеплювачів з пінополіуретану:

- низькі показники теплопровідності (0,023...0,032 Вт/(м·К));

- має тривалий термін служби без періодичного ремонту (термін служби безпосередньо залежить від умов експлуатації, але мінімальний термін становить 30 років, при цьому матеріал не розтріскується та не деформується);

- матеріал-матеріал не схильний процесам гниття та розкладання; високий рівень адгезії до будь-якого матеріалу, тому застосування пінополіуретану не потребує клею або додаткового кріплення; швидкість виконання робіт;

- матеріал зовсім нетоксичний; пінополіуретан – важкогорючий матеріал за рахунок додавання антипіренів (горіння не підтримує і не самозаймається, буде плавитися тільки поблизу при спрямованому відкритому полум'ї);

- пінополіуретан можна застосовувати замість пароізоляційної плівки.

Ціна утеплювача, витраченого на утеплення 1 м<sup>2</sup> при необхідній товщині шару в 100 мм, становить 750 грн [39].

#### Недоліки пінополіуретану:

- боїться ультрафіолетового випромінювання, тому у разі застосування для зовнішніх робіт потребує покриття; при виборі виробника вимагає особливо ретельного підходу, оскільки неякісний пінополіуретан може стати справжньою загрозою здоров'ю [54].

**Ековата.** Це вид целюлозного утеплювача, який є продуктом вторинної переробки. Являє собою розсипчасту масу сірого кольору.

Загальний склад ековати:

- в межах 80 % складається з целюлози вторинної обробки;  
- 12 % складає борна кислота, яка має спеціальний властивістю антисептика, спрямованим на захист від впливу грибкових мікроорганізмів та запобігає розвиток бактерій;

- тетраборат натрію складає 8 % від загальної маси матеріалу і є сильним антипіреном (основна завдання якого полягає в зниженні рівня горючості та вогнебезпечності).

Позитивні характеристики еко-вати:

- високий рівень звукоізоляції (при товщині шару в 15 міліметрів поглинається до 9 дБ звуку, тому даний матеріал користується великим попитом у якості максимальної звукоізоляції аеропортів, музичних студій і стадіонів);

- володіє добрими теплоізоляційними властивостями (коефіцієнт теплопровідності матеріалу дорівнює 0,037...0,042 Вт/(м·К));

- для утеплення приміщення потрібна невелика кількість ековати;

- не має в своєму складі отруйних та токсичних речовин;

- ековата досить легко задує в самі важкодоступні місця;

- є досить зручним безшовним матеріалом, що дозволяє значно заощадити в зимовий період часу на опалення;

- не містить в своєму складі шкідливих для людини речовин, що викликають алергічні захворювання або захворювання шкірних покривів;

- не підтримує горіння та не самозаймається;

- ціна 1 м<sup>2</sup> утеплювача при необхідною товщині шару в 170 мм складає 190 грн [39].



Рис.9.5. Ековата

### Недоліки ековати:

- має добрі теплоізоляційні властивості, однак вони через деякий час знижуються і підвищується теплопровідність, на що безпосередньо впливають певні фактори – під час експлуатації ековата значно зменшується в обсязі в межах 20% від загальної маси (в цілях уникнення осідання матеріалу слід закладати утеплювач з невеликим надлишком 20...25 %, що дозволить повністю покрити зменшений обсяг ековати в майбутньому);
- ековата вбирає значну кількість вологи в межах 9...15 %, при кожному збільшенні вологості на один відсоток зростає рівень теплопровідності від одного до двох з половиною відсотків, тому шар теплоізоляції повинен бути провітрюваним і мати можливість віддати цю вологу в атмосферу);
- для зручного монтажу буде потрібно додаткове обладнання (воно потрібно не тільки при мокрому способі утеплення);
- для запобігання зниження рівня теплоізоляції приміщення, для правильного монтажу потрібно залучення кваліфікованих фахівців;
- при здійсненні сухого виду монтажу ековата утворює пил, а при використанні вологого способу нанесення – довго висихає;
- в залежності від наявності атмосферних умов у місці проведення будівельних робіт і товщини шару нанесення матеріалу, сохнути ековата буде 48–72 годин, а в деяких випадках і довше;
- при проведенні робіт з утеплення конструкцій вертикального типу може виникнути ризик усадки з наявністю не утеплених порожнин [54].

У таблиці 10.1 наведено усі основні характеристики розглянутих в роботі утеплювачів.

Таблиця 10.1 – Властивості і технічні Характеристики утеплювачів

Властивості	Утеплювачі				
	Скловата	Шлаковата	Кам'яна вата	Пінополіуретан	Ековата
Пожежонебезпека	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Екологічність	Ні	Ні	Ні	Так	Так
Схильність до гниття	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Гідрофобність	Гарна	Гарна	Низька	Низька	Низька
Герметичність	Середня	Середня	Середня	Відмінна	Відмінна
Мінімальний термін служби	7	20	20	30	30
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	0,03...0,052	0,46...0,48	0,077...0,12	0,023...0,032	0,037...0,042
Ризик усадки	Є	Є	Є	Ні	Є
Гігроскопічність	Так	Так	Ні	Ні	Ні
Гранично допустима температура нагрівання, °С	500	300	700	500	1000
Тепло- і звукоізоляція	Відмінна	Відмінна	Відмінна	Відмінна	Відмінна
Ціна 1м <sup>2</sup> утеплювача за необхідної товщині шару (грн)	375	320	360	750	190

## 9.2 Висновки

На основі даних таблиці, ми можемо побачити, що майже по всім характеристикам пінополіуретан і ековата перевершують інші утеплювачі. Але при оцінці економічності утеплювачів, як і інших будівельних матеріалів, слід враховувати не лише їх ціну, але і вартість виконання робіт з монтажу та елементів монтажу, транспортні витрати, а також вартість монтажу пароізоляційної плівки та ін. супутніх матеріалів.

У випадку з ековатою і іншими утеплювачами знадобляться додаткові витрати на монтаж та транспорт. А пінополіуретан є гарним пароізолятором, отже, монтаж плівок не потрібно, так само немає елементів монтажу, так як пінополіуретан має високий рівень адгезії до будь-якого матеріалу. Транспортні витрати набагато знижуються, так як з двох 200-літрових бочок виходить 10...12 м<sup>3</sup> готового утеплювача. Мало того, швидкість проведення робіт дуже висока. Тому можна сміливо говорити, що пінополіуретан має переваги у порівнянні із представленими утеплювачами.

## 5.1. Пояснювальна записка до економічної частини проекту

Мета складання локального кошториса – це економічно-обґрунтоване визначення витрат в натуральному вартісному виразі на будівництво загальноосвітньої школи в місті Нововолинськ. Він є основним документом на основі якого здійснюється фінансування.

Кошторисна вартість будівництва, будівель і споруд визначено за допомогою програмного комплексу АВК на основі конструктивних елементів і споруд, визначення об'єму робіт і прийнятої технології виконання будівельно-монтажних робіт.

В локальних кошторисах накладні витрати для загально-будівельних робіт прийняті в розмірі 23,24% від прямих витрат

Планові нагромадження прийняті в розмірі 30% від загальної суми прямих і накладних витрат, що визначені на підставі кошторисних нормативів в локальних кошторисах.

Зведений кошторис розрахунку вартості будівництва складений в поточних цінах і нормах станом на 17 листопада 2024 р.

Резерв коштів на передбачені роботи і затрати за підсумком зведеного кошторисного розрахунку прийнятий у розмірі 4.5%, а також обов'язкові відрахування, збори і платежі, що передбачені чинним законодавством в розмірі 2.5%, резервний фонд замовника на покриття додаткових витрат, що виникають при уточненні вартості робіт прямим розрахунком в розмірі 5% від глави «Тимчасових будівель і споруд».

Договірна ціна будівництва визначена у вигляді відомості договірної ціни на будівництво в цілому на основі базисної кошторисної вартості у відсотках, які зв'язані з витратами і доплатами, що викликані впливом ринкових відносин та податком на додану вартість 20%.

Величина витрат, які пов'язані з придбанням матеріалів, виробів по договірним цінам, оплатою договірних товарів, за транспортні послуги і інші витрати, що невраховані кошторисними нормами включаючи кон'юктуру ринку інвестицій, будівельного ризику, буде визначена на момент надходження їх на будівництво.

Договірна ціна підлягає зміні і коригуванні по мірі надходження нових документів по ціноутворенню.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Видання офіційне. – К. : Мінбуд України, 2006. – 60.
2. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
3. ДБН Б.1.1-4-2009. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівного обґрунтування.
4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мін буд України, 2006.
7. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
8. Технічний висновок № 065/19-ОСК про стан будівельних конструкцій будівлі торгового комплексу на пр. Металургів, 38а, м.Кривий Ріг. Виконано ФОП Шуман А.І., м. Кривий Ріг, 2019 р.
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
10. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. Зміна № 1. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
11. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів.
12. ДСТУ Б А.3.2-13: 2011. Системи стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD).
13. ДБН В.2.8-3-95. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Технічна експлуатація будівельних машин.
14. Організія торгово-технологічного процесу в магазині [Електронний ресурс] – URL: [https://pidru4niki.com/10020219/marketing/organizatsiya\\_torgovo-tehnologichnogo\\_protseu\\_magazini](https://pidru4niki.com/10020219/marketing/organizatsiya_torgovo-tehnologichnogo_protseu_magazini) (дата звернення: 16.09.2021).
15. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту.
16. НАПБ А.01.003-2009. Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах.
17. ДСТУ ISO 6309:2007. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір (ISO 6309:1987, IDT).
18. ДСТУ ISO 7240-1:2007. Системи пожежної сигналізації та оповіщення.
19. ДСТУ EN 13501-1:2016. Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.

20. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014.
21. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013. Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014.
22. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
23. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.
24. Проектирование элементов железобетонных конструкций / А.Э. Лопатто, В.Ф. Майборода. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 238с.
25. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс : ученик для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – Стройиздат, 1985. – 728 с.
26. Будівельне виробництво, В Зт. Т. 1. Загальна частина. У 2и. Ч. 1 / Ю. Б. Олександрович, А. В. Нехорошев, С. В. Поляков та ін .; Під ред. І. А. Онуфрієва. - М .: Стройиздат, 1988. - 642 с .: іл. - (Довідник будівельника).
27. Технічний нагляд за безпечною експлуатацією вантажопідіймальних кранів: Навчальний посібник. - М. 2003. - 344 с.
28. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
29. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Основні положення проектування.
30. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016
31. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Видання офіційне. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011
32. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
33. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – К.: Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2007.
34. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів. – К.: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2013.
35. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.
36. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація.

37. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – К.: Міністерство соціальної політики України, 2018
38. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: Міністерство внутрішніх справ, 2014
39. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов: Учеб. Пособие для ВУЗов. М.: Стройиздат, 1990. 304стр.
40. Основания и фундаменты: Справочник под ред. Г.И. Швецова. М.: Высш. школа., 1991, 383стр.
41. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика под ред. Е.А. Сорочана М.: Стройиздат, 1995. 480стр.
42. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлых и лёгких бетонов без предварительного напряжения арматуры/ ЦНИИ промзданий Госстроя СССР НИИЖБ Госстроя СССР М.: ЦИИТП Госстрой СССР, 1989. 192стр.
43. ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації.
44. Хамзин С.И. Карасев А.К. “Технология строительного производства”: Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Высшая школа, 1989.
45. Барч И.З. Строительные краны. – К.: Будівельник, 1974.
46. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
47. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. – М.: Высшая школа, 1988.
48. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією.
49. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.
50. ДБН Д.1.1-2-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. – К.: НДІБВ, 2002.
51. ДБН Д.2.7-2-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на експлуатацію машин та механізмів. – К.: НДІБВ, 2001.
52. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
53. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва
54. Елшин И.М. Строителю об охране окружающей природной среды. – М.: Стройиздат, 1986.
55. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. Затверджені Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища України від 27.06.2006р. за № 309.
56. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997р за № 201



57. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені Міністерством охорони здоров'я України від 19 червня 1996р за № 173.

58. Лук'янова Л.Б. Основи екології. – К.: Вища школа, 2000.

59. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник/ В. И. Русин, Г. Г. Орлов, Н. М. Неделько и др. – К.: Будівельник, 1990.-208 с.

60. Бондарь П. В., Медведенко С. Л. Организация пожарной безопасности в строительстве. Киев: Будівельник, 1990. – 136 с.

61. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні – [Чинний від 2015 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 54 с.

62. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування – [Чинний від 2014 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 240 с.

63. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 2017 – 05 – 01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 33 с

64. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1.Тепловіддача системою опалення (EN 1531621:2007, IDT). – [Чинний з 01.01.2013]. –К. : Мінрегіон України, 2012. – 43 с. – (Національний стандарт України).

65. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні. – [Чинний з 01.07.2013]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 229 с. – (Національний стандарт України).

66. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний з 01.01.2016]. – К. : Мінрегіон України, 2015. –145 с. – (Національний стандарт України).

67. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія – [Чинний від 01.11.2011]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

68. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

69. Сайт компанії Grundfos. Он-лайн підбір насосного обладнання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://product-selection.grundfos.com/>

70. Сайт компанії Grundfos. Насосне обладнання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.grundfos.com/>

71. Теплове обладнання De-Dietrich. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://teplota.ua/de-dietrich>

72. Теплове обладнання TERMEN. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://termen.pl/oferta/sprzegla-hydrauliczne/>

73. Багатофункціональні гідророздільники Meibes. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.meibes.ua/obvyazka-kotelnyix/gidravlicheskie-razdeliteli-gidrostrelki/gidravlicheskie-razdeliteli-2300-kw/mnogofunkcionalnyie-gidrostrelki.html>

74. СН 276-74 Инструкция по проектированию бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций.

75. ДБН В.1.4-2.01-97 Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва

76. Кадол Л.В. та ін. Економіка будівництва. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КТУ», 2011. – 473 с.

77. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно - кошторисна справа. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2012. – 311 с.

78. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно - кошторисна справа (зі змінами і доповненнями згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва»). Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2016. – 360 .

79. Кадол Л.В., Астахов В.І. Управління проектами в будівництві. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2018. – 241 с.

80. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів спеціалізації «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та заочної скороченої форми навчання в т.ч. перепідготовки / Укл. доц., к.т.н. Л.В. Кадол. – Кривий Ріг. – ДВНЗ КНУ. – 2018. – 50 с.