

РЕФЕРАТ

У межах бакалаврської роботи розроблено проєкт станції технічного обслуговування на 50 автомобілів з гаражем у м. Івано-Франківську із виконанням усіх необхідних інженерних розрахунків та техніко-економічних обґрунтувань.

Розроблений проєкт містить необхідні поясненнями, обґрунтування, розрахунки, висновки, креслення. Об'ємно – планувальне рішення забезпечує зручність технологічного процесу. Будівля має архітектурно привабливий вигляд. Габаритні розміри будівлі в плані становлять $18,0 \times 66,3$ м в осях. Несучий каркас виконаний із цегляних стовпів із кроком 6 м, на які спираються решітчасті двосхилі балки, що забезпечує надійність та просторову жорсткість конструкції.

Дідик Денис Орестович – бакалаврська робота. Інститут архітектури та будівництва "ІФНТУНГ-ДонНАБА", кафедра будівництва. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2026 рік.

Ключові слова: решітчаста двосхила балка, цегляні стовпи, фундамент, навантаження.

REFERENCE

As part of the bachelor's thesis, a project for a service station for 50 cars with a garage in the city of Ivano-Frankivsk was developed, with the implementation of all necessary engineering calculations and feasibility studies.

The developed project contains the necessary explanations, justifications, calculations, conclusions, drawings. The volumetric and planning solution ensures the convenience of the technological process. The building has an architecturally attractive appearance. The overall dimensions of the building in plan are 18.0×66.3 m in axes. The supporting frame is made of brick pillars with a pitch of 6 m, on which lattice gable beams rest, which ensures the reliability and spatial rigidity of the structure.

Didyk Denys Orestovich - bachelor's thesis. Institute of Architecture and Construction "IFNTUNG-DonNABA", Department of Construction. Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 2026.

Keywords: lattice gable beam, brick columns, foundation, load.

ЗМІСТ

	стор.
РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	7
1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1. Генеральний план ділянки.....	9
1.2. Вертикальне планування ділянки.....	10
1.3. Зовнішні інженерні комунікації.....	10
1.4. Об'ємно-планувальне рішення будівлі.....	12
1.5. Конструктивне рішення будівлі.....	13
1.6. Інженерно-технологічне обладнання.....	14
1.7. Теплотехнічний розрахунок стіни.....	15
2. РОЗРАХУНКОВО–КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1. Розрахунок панелі покриття.....	21
2.2. Розрахунок поперечного ребра.....	24
2.3. Розрахунок по міцності нормальних січень поперечного ребра.....	25
2.4. Розрахунок похилих січень поперечного ребра по міцності.....	27
2.5. Розрахунок нормальних січень поздовжніх ребер по міцності.....	29
2.6. Визначення втрат попереднього напруження арматури.....	33
2.9. Розрахунок сходового маршу.....	36
2.10. Розрахунок сходової площадки.....	40
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	45
3.1. Підбір монтажних кранів.....	45
3.2. Заходи по техніці безпеки.....	47
3.3. Карточка визначник.....	48
3.4. Будівельний геенеральний план.....	52
3.5. Розрахунок потреби в робочій силі.....	53
3.6. Розрахунок тимчасових будівель та споруд.....	54
3.7. Розрахунок тимчасових складів.....	54
3.8. Визначення потреби в воді.....	55

3.9. Розрахунок потреби в енергетичних ресурсах.....	56
3.10. Тимчасові дороги.....	57
3.11. Диспетчерський зв'язок.....	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
4.1. Аналіз умов праці на проектуваному об'єкті	59
4.2. Заходи по охороні праці на проектному об'єкті.....	61
4.3. Будівельно гігієнічні заходи.....	62
5. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	67
5.1. Об'єктний кошторис.....	67
5.2. Зведений кошторисний розрахунок.....	68
5.3. Економічний ефект.....	70
5.4. Техніко-економічні показники.....	72
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	73

ВСТУП

Завдання, що постають перед українським суспільством у сфері прискорення соціально-економічного розвитку держави, нерозривно пов'язані з подальшим удосконаленням будівельної галузі, зокрема сільськогосподарського будівництва. Важливими напрямками розвитку є підвищення ефективності та якості виконання робіт на всіх етапах будівельного виробництва, раціональне використання матеріальних і трудових ресурсів, зростання продуктивності праці та зниження собівартості будівництва. Особлива увага приділяється скороченню строків проектування й виконання будівельно-монтажних робіт, а також активному впровадженню сучасних досягнень науки, техніки та передового виробничого досвіду.

Сучасне сільськогосподарське будівництво стало однією з найбільш перспективних галузей будівельної індустрії, у якій широко застосовуються індустріальні конструкції, збірні елементи та прогресивні методи монтажу. Це сприяє підвищенню темпів будівництва, покращенню якості споруд та зменшенню витрат на їх зведення й експлуатацію. Одним із головних напрямів технічного розвитку галузі є зниження матеріалоємності та маси будівельних конструкцій, що дозволяє економити ресурси та підвищувати економічну ефективність будівництва.

Важливу роль у розвитку сільськогосподарського будівництва відіграє підвищення рівня збірності об'єктів, використання типових та уніфікованих конструктивних рішень, а також удосконалення технологій виготовлення, транспортування та монтажу будівельних елементів. Уніфікація конструкцій і об'ємно-планувальних рішень забезпечує можливість швидкого зведення будівель різного призначення, скорочення витрат праці та підвищення надійності споруд.

Головним завданням агропромислового комплексу України є забезпечення населення якісними продуктами харчування — молоком, м'ясом, зерном та іншою сільськогосподарською продукцією. Саме тому будівництво сучасних підприємств сільськогосподарського призначення, таких як

тваринницькі комплекси, ферми, склади, зерносховища та переробні підприємства, є надзвичайно актуальним. Розвиток цієї галузі сприяє зміцненню продовольчої безпеки держави, створенню нових робочих місць та підвищенню рівня життя населення, особливо у сільській місцевості.

I. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Генплан ділянки

Генеральний план ділянки, розроблений у проекті, передбачає розміщення станції технічного обслуговування автомобілів на 50 машиномісць із гаражем у місті Івано-Франківськ. Планувальне рішення території виконане з урахуванням вимог технологічного процесу, безпеки руху транспорту, санітарно-гігієнічних норм та забезпечення ефективної організації роботи підприємства.

На території комплексу передбачені відкриті майданчики для стоянки автомобілів, що забезпечують зручне розміщення транспортних засобів та їх безпечне маневрування. Для обслуговування персоналу запроектовано бригадний будинок на 15 працівників із санітарним пропускником, що створює належні умови для праці та дотримання санітарно-побутових вимог.

До складу виробничої зони входить центральна ремонтна майстерня, призначена для проведення технічного обслуговування та ремонту автомобілів і обладнання. Також на території розташована трансформаторна підстанція, яка забезпечує надійне електропостачання всіх об'єктів комплексу, та матеріально-технічний склад для зберігання запасних частин, матеріалів і необхідного обладнання.

З метою забезпечення безперебійної та ефективної роботи автотранспорту в холодний період року проектом передбачено систему повітряного нагріву вантажних автомобілів. Це дозволяє покращити умови експлуатації техніки та підвищити її надійність.

До всіх будівель, споруд і майданчиків для стоянки та ремонту автомобілів запроектовано зручні під'їзні шляхи з твердим покриттям. Транспортна схема території забезпечує безпечний та безперервний рух автомобілів, оптимізує внутрішньобазові перевезення та створює необхідні умови для ефективної роботи підприємства.

1.2.Вертикальне планування ділянки

Під час проектування станції технічного обслуговування автомобілів збережено існуючу систему горизонталей місцевості, що дозволяє максимально врахувати природний рельєф ділянки та мінімізувати обсяги земляних робіт. Таке рішення сприяє зниженню вартості будівництва, забезпечує раціональне використання території та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Відведення атмосферних опадів із території бази передбачено відкритим способом. Поверхневі води відводяться вздовж внутрішніх проїздів і майданчиків у напрямку понижених ділянок рельєфу за межами території забудови. Запроектована система водовідведення забезпечує ефективний захист території від підтоплення, утворення калюж та руйнування дорожнього покриття.

Вертикальне планування території виконано з урахуванням прив'язки будівель до існуючих абсолютних відміток місцевості. Нульова відмітка будівель, що відповідає рівню підлоги першого поверху, ув'язана з рельєфом ділянки та забезпечує нормальні умови експлуатації споруд. Також враховано перепади висот між окремими елементами забудови та прилеглою територією, що сприяє безпечному та зручному руху транспорту і пішоходів.

Поздовжній ухил ділянки прийнято відповідно до чинних будівельних норм і становить 4 %, що забезпечує належне водовідведення, безпечний рух транспортних засобів та сприятливі умови для експлуатації території станції технічного обслуговування.

1.3.Зовнішні інженерні комунікації

На території проектованої майстерні передбачено влаштування основних інженерних мереж, необхідних для забезпечення безперебійної та ефективної роботи станції технічного обслуговування автомобілів. Проектом заплановано системи водопостачання, каналізації, електропостачання та теплопостачання, які відповідають сучасним вимогам експлуатації виробничих об'єктів.

Водопостачання об'єкта здійснюється від існуючої зовнішньої мережі водопроводу. Система забезпечує подачу води для господарсько-побутових, виробничих та протипожежних потреб. Водовідведення передбачено через підключення до існуючої мережі каналізації, що забезпечує своєчасне та безпечне відведення стічних вод. Теплопостачання будівель також здійснюється від існуючих теплових мереж, що дозволяє підтримувати необхідний температурний режим у виробничих та адміністративно-побутових приміщеннях.

Електропостачання станції технічного обслуговування здійснюється від трансформаторної підстанції, розташованої на території бази. Запроектована система електропостачання забезпечує надійну роботу технологічного обладнання, освітлення, вентиляційних систем та інших електроспоживачів підприємства.

Проектом передбачено роботу припливних вентиляційних установок із вентиляційною автоматизованою системою. Автоматизована система забезпечує контроль і регулювання параметрів мікроклімату в приміщеннях.

Для підвищення рівня пожежної безпеки спрацьовує датчик відключення електродвигунів припливних вентиляторів. Таке технічне рішення дозволяє запобігти поширенню диму та продуктів горіння через вентиляційні системи, забезпечуючи безпечні умови для евакуації людей і локалізації пожежі.

Озеленення і благоустрій

Територія станції технічного обслуговування автомобілів відповідно до проектних рішень огорожується металевою сіткою, закріпленою на залізобетонних стовпах, що забезпечує захист об'єкта та обмеження несанкціонованого доступу. Внутрішня організація території передбачає влаштування майданчиків і проїздів з асфальтобетонним покриттям, яке гарантує зручність руху транспорту, довговічність експлуатації та стійкість до навантажень.

Вільні від забудови ділянки території підлягають озелененню. Проектом передбачено висівання багаторічних трав, а також висадку декоративних і

захисних зелених насаджень: кущів акації та бузку, хвойних і листяних дерев. Додатково влаштовуються квітники, на яких висаджуються сезонні квіти, що покращує естетичний вигляд території та сприяє створенню сприятливого мікроклімату.

Поблизу бригадного будинку запроектовано зону відпочинку для працівників ремонтно-технічної бази. Центральним елементом цієї зони є велика клумба, навколо якої розміщені лавочки для комфортного відпочинку персоналу під час перерв. Таке планувальне рішення сприяє підвищенню рівня комфорту та умов праці працівників.

Між зеленими насадженнями — деревами та кущами — передбачено влаштування асфальтованих пішохідних доріжок, що забезпечує зручне пересування територією та створює організований простір для відпочинку й пересування працівників.

Вся територія ремонтно-технічної бази додатково озеленюється захисними насадженнями у вигляді живоплоту з кущів акації, а також посадками берези та клена, що виконує як декоративну, так і санітарно-захисну функцію, зменшуючи вплив пилу та шуму.

ТЕП генплану

1. Площа участку (м²)– 63700:
2. Площа будівництва(м²) – 8225:
3. Площа покриття (м²)– 39685,5:
4. Площа озеленення (м²)– 15879,5.

1.4. Об'ємно-планувальне рішення

Станція технічного обслуговування автомобілів має прямокутну форму в плані та виконана як переважно одноповерхова будівля. Виняток становить центральна частина споруди, у якій розміщено адміністративно-побутові приміщення. На першому поверсі передбачено приміщення для миття автомобілів, а над ним розташовується вентиляційне приміщення, що забезпечує належні умови повітрообміну.

Габаритні розміри будівлі в плані становлять $18,0 \times 66,3$ м в осях. Несучий каркас виконаний із цегляних стовпів із кроком 6 м, на які спираються решітчасті двосхилі балки, що забезпечує надійність та просторову жорсткість конструкції.

Висота виробничих приміщень станції технічного обслуговування становить 7,74 м, а гаражної частини (профілакторію) — 5,94 м, що відповідає технологічним вимогам обслуговування та ремонту транспортних засобів. У будівлі передбачено підземну частину з оглядовими канавами, розташованими на відмітці $-1,300$ м, що забезпечує зручний доступ до нижніх частин автомобілів під час технічного огляду та ремонту.

Основні техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення станції технічного обслуговування становлять: будівельний об'єм — 7173,36 м. куб., площа забудови — 1188 м², корисна площа — 324 м². З торцевих фасадів передбачено 10 в'їздів, що забезпечує зручну організацію руху транспорту та ефективну експлуатацію об'єкта.

Природне освітлення виробничих приміщень здійснюється через віконні прорізи, що забезпечує достатній рівень інсоляції та комфортні умови праці персоналу.

1.5.Конструктивне рішення

Конструктивне рішення будівлі станції технічного обслуговування передбачає виконання несучих стін із цегли, що забезпечує необхідну міцність, довговічність та просторову жорсткість споруди.

Фундаменти під несучі стіни прийняті стрічкові, монолітні, бетонні з бетону марки М100. Таке рішення забезпечує рівномірну передачу навантажень від будівлі на основу та надійну експлуатацію конструкцій у складних умовах.

Фундаменти під стійки рам воріт виконуються одночасно зі стрічковими фундаментами, що дозволяє забезпечити їх сумісну роботу та підвищити загальну стійкість конструктивної системи будівлі.

Горизонтальна гідроізоляція стін передбачається з шару цементного розчину складу 1:2 товщиною 30 мм, що влаштовується на відмітці 0,030. Це запобігає капілярному підсосу вологи в конструкції стін і підвищує їх довговічність.

Стіни цегляні на розчині М25. Для збільшення міцності та тріщиностійкості встановлюють армосітки. Армування виконується на кожному четвертому ряду кладки, а також у зонах під опорними плитами і до відмітки 0,000, що забезпечує додаткову жорсткість конструкції.

У місцях влаштування віконних і дверних прорізів закладаються антисептовані дерев'яні пробки з кроком 0,6 м по висоті, але не менше двох з кожного боку прорізу. Це забезпечує надійне кріплення віконних і дверних блоків.

Перегородки 120 мм, цегляні. Для зменшення навантаження на конструкції перегородки передбачені також гіпсові.

Покриття будівлі виконано із багатопорожнистих з/б. 3м×6м. Конструкція покриття є вентиляованою, що сприяє покращенню температурно-вологісного режиму.

Покрівля прийнята багатошарова: гравій, втоплений у бітумну мастику, три шари руберойду на бітумній основі, а також асфальтова стяжка. Така система забезпечує високу гідроізоляційну надійність покрівлі.

Як утеплювач використовується пінобетон товщиною 100 мм, а також обмазувальна пароізоляція, що дозволяє зменшити тепловтрати та запобігти утворенню конденсату в конструкціях покриття.

1.6. Інженерно-технологічне обладнання

Джерелом водопостачання станції технічного обслуговування прийнято зовнішню мережу водопроводу, яка забезпечує стабільну подачу води для господарсько-побутових і виробничих потреб. Така схема водопостачання є надійною та відповідає вимогам експлуатації об'єкта.

Внутрішня водопровідна мережа запроектована з металевих труб діаметром 15–50 мм, що забезпечує необхідну пропускну здатність і довговічність системи при тривалій експлуатації.

У складі будівлі станції технічного обслуговування в адміністративно-побутовій частині передбачені душові приміщення та санітарні вузли, що забезпечують належні умови праці та гігієни персоналу.

У виробничих приміщеннях станції технічного обслуговування розміщується комплекс сучасного технологічного обладнання, яке забезпечує виконання всіх видів ремонтних і обслуговуючих робіт. До нього належать[2]:

- стенди для розбирання та складання автомобільних коліс, двигунів, а також для ремонту передніх і задніх мостів і регулювання зчеплення вантажних автомобілів;
- гідравлічний кран;
- підвісний кран;
- свердлильний верстат;
- пристрої для змащування та заправки;
- точильно-шліфувальний верстат;
- шафа для зарядки акумуляторів;
- стіл для електрозварювальних робіт;
- компресорне обладнання;
- мийна машина для очищення деталей і агрегатів.

Таке оснащення забезпечує комплексне обслуговування автомобілів, підвищує продуктивність праці та дозволяє виконувати широкий спектр ремонтних операцій на високому технічному рівні.

1.7. Розрахунок теплоізоляційних характеристик стіни

Стіна складається з трьох шарів[12]:

1. внутрішній: вапняно-піщана штукатурка;
2. цегляна стіна;
3. зовнішній: цементно-піщана.

Завдання складається в розрахунку товщини середнього шару цегляної кладки. Для розрахунку знаходимо дані за ДБН [12].

$$\Delta t^k = 6^\circ\text{C}; n=1$$

$$\lambda_1 = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{C}}; \quad S_1 = 9,47 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2^\circ\text{C}};$$

$$\lambda_2 = 0,875 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{C}}; \quad S_2 = 9,63 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2^\circ\text{C}};$$

$$\lambda_3 = 0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{C}}; \quad S_3 = 10,09 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2^\circ\text{C}};$$

Розрахунок зовнішньої стіни[12]

1. Приймаємо, що стіна середньої масивності, тому;

$$t_{cp} = \frac{(t_{xn} - t_{xd})}{2} = \frac{-21 - 23}{2} = 22^\circ\text{C};$$

2. Визначимо потрібний термічний опір по формулі[12];

$$R^H = \frac{(t_6 - t_3) R_{onp} \cdot n}{\Delta t^H};$$

$$R^H = \frac{(18 + 21) \cdot 1 \cdot 0,114}{6} = 0,74 \frac{\text{м}^2^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

3. Визначаємо термічний опір для першого і третього шару[12]:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,87} = 0,023 \frac{\text{м}^2^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,015}{0,93} = 0,016 \frac{\text{м}^2^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

4. Визначимо товщину стіни виходячи з формули[12]:

$$R^H \leq R^\phi = R_{cup} + R_1 + \frac{\delta}{\lambda_2} + R_3 + R_{зов} ,$$

звідси

$$\delta_2 = \lambda [R^H - (R_{cup} + R_1 + R_3 + R_{зов})] = 0,875 [0,74 - (0,114 + 0,023 + 0,16 + 0,043)] =$$

$$=0,44 \text{ м.}$$

З конструктивних рішень приймаємо товщину стіни $\delta_2=0,51 \text{ м.}$

5. Визначаємо термічний опір другого шару[12]:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,51}{0,815} = 0,63 \frac{\text{м}^2 \text{C}}{\text{Вт}};$$

6. Перевіряємо зовнішню стіну на масивність за формулою[12]:

$$\Delta = \varphi_1 R_1 + \varphi_2 R_2 + \varphi_3 R_3$$

$$\Delta = 9,47 \cdot 0,023 + 9,63 \cdot 0,63 + 10,09 \cdot 0,016 = 0,22 + 6,10 + 0,16 = 6,48$$

$$4 < \Delta > 7, \quad 4 < 6,48 > 7$$

Стіна відноситься до середньої масивності, так як і було прийнято.

7. Визначимо фактичний термічний опір[12]:

$$R^\Phi = R_{\text{сир}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{\text{зов.}}$$

$$R^\Phi = 0,114 + 0,023 + 0,63 + 0,016 + 0,043 = 0,826 \frac{\text{м}^2 \text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R^\Phi \geq R^H; \quad 0,826 \geq 0,74$$

8. Визначимо середній коефіцієнт теплопередачі[12]:

$$K = \frac{1}{R^\Phi} = \frac{1}{0,826} = 1,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{C}}$$

9. Визначаємо температуру на зовнішній поверхні стіни по формулі[12]:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{зов}} &= \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R^\Phi} (R_{\text{сир}} + R_1 + R_{\text{зов}}) + t_{\text{вн}} = \\ &= 18 - \frac{18 - (-21)}{0,826} (0,114 + 0,023 + 0,043) = 18 + 47,63(0,18) = +21^\circ \text{C} \end{aligned}$$

10. Визначимо температуру на внутрішній поверхні стіни по формулі[12]:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{вн}} &= t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}}}{R^\Phi} \cdot R_{\text{сир}} = \\ &= 18 - \frac{18 - (-21)}{0,826} \cdot 0,114 = 18 - 5,38 = 12,62^\circ \text{C}; \end{aligned}$$

11. Визначимо тепловитрати для 1 м^2 стіни по формулі[12]:

$$Q=K \cdot (t_{\text{в}}-t_3);$$

$$Q=1,21 \cdot (18-((-21)))=47,19 \text{ Вт};$$

Перевірка стіни на випадання конденсату

$$t_{\text{в}}=18^{\circ}\text{C}$$

$$E=9,21 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$\varphi=55\%$$

Визначаємо відносну вологість по формулі[12]:

$$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100\%,$$

e – дійсна пружність водяної пари, мм.рт.ст.

E – максимальна напруга водяної пари, яка відповідає даній температурі повітря, мм.рт.ст.

Визначаємо дійсну пружність водяної пари[12]:

$$e = \frac{\varphi \cdot E}{100\%} = \frac{55 \cdot 9,21}{100\%} = 6,91 \text{ мм.рт.ст.}$$

Використовуючи знайдене значення реальної пружності, знаходимо температуру точки роси[12]:

$$\tau_{\text{р}}=5,8^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Умова } \tau_{\text{р}} < \tau_{\text{вн}}, 5,8^{\circ}\text{C} < 12,6^{\circ}\text{C}$$

Середня температура зимових місяців[12]:

$$t_{\text{г}}=-2,6^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{с}}=-5,0^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{л}}=-4,2^{\circ}\text{C}.$$

Середня температура зимового періоду рівна[12]:

$$\tau_{\text{внут}} = \frac{t_{\text{г}} + t_{\text{с}} + t_{\text{л}}}{3} = \frac{-2,6 - 5,0 - 4,2}{3} = -3,9^{\circ}\text{C}.$$

Знаходимо температуру на внутрішній поверхні зовнішньої стіни по формулі[12]:

$$\tau_{внут} = t_{вн} - \frac{R_{сир}}{R_{\phi}} \cdot (t_{вн} - t_{зов}) = 18 - \frac{0,114}{0,826} (18 - (-3,9)) = 15,4^{\circ}\text{C}$$

Як бачимо $\tau_{в} > \tau_{р}$, тобто $15,4 > 5,8^{\circ}\text{C}$.

Слідуює, що конденсат на стіні в зимовий період не випадає.

Середня температура осінніх місяців:

$$t_{в} = 13,0^{\circ}\text{C},$$

$$t_{ж} = 7,7^{\circ}\text{C},$$

$$t_{л} = 2,4^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{Значить: } t_{зов} = \frac{t_{в} + t_{ж} + t_{л}}{3} = 7,7^{\circ}\text{C}$$

Знаходимо температуру на внутрішній поверхні зовнішньої стіни по формулі[12]:

$$\tau_{внут} = t_{вн} - \frac{R_{сир}}{R_{\phi}} (t_{вн} - t_{зов}) = 18 - \frac{0,114}{0,826} (18 - 7,7) = 16,58^{\circ}\text{C}$$

Умова $\tau_{в} > \tau_{р}$ виконується $16,58 > 5,8^{\circ}\text{C}$.

Значить конденсат в осінній період не буде випадати.

1. Визначаємо потрібний опір теплопередачі конструкції підлоги.
Задаємося конструкцією середньої масивності[12].

$$R^h = \frac{t_{в} - t_{з}}{\Delta t^h} R_{сир} \cdot n, \frac{\text{м}^2\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$R^h = \frac{18 + 21}{2} 0,114 \cdot 0,6 = 1,33 \frac{\text{м}^2\text{C}}{\text{Вт}}$$

Знаходимо термічний опір другого шару піщано-цементної стяжки[12]:

$$l_2 = 0,03; \quad \lambda_2 = 0,65 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^{\circ}\text{C}}; \quad R^2 = \frac{0,03}{0,65} = 0,046 \frac{\text{м}^2\text{C}}{\text{Вт}}.$$

3. Термічний опір залізобетонної панелі:

$$R_4 = 0,188 \frac{\text{м}^2\text{C}}{\text{Вт}}.$$

4. Визначаємо необхідну товщину утеплювача l_3 :

$$R_3 = \frac{l_3}{\lambda_3} = R^n - (R_{cup} + R_1 + R_2 + R_4 + R_{зов})$$

$$R_3 = 1,33 - (0,114 + 0,188 + 0,046 + 0,025 + 0,016) = 0,941 \frac{m^2 \cdot C}{Bm}.$$

R_1 – термічний опір керамічної плитки

$$l_1 = 0,01m, \quad \lambda_3 = 0,40 \frac{Bm}{m^2 \cdot C}, \quad R_1 = \frac{0,01}{0,40} = 0,025 \frac{m^2 \cdot C}{Bm}.$$

Товщина утеплювача

$$l_3 = R_3 \cdot \lambda_3 = 0,941 + 0,18 = 0,0169$$

Приймаємо товщину утеплювача 0,02. Перевіряємо масивність конструкції[12]:

$$\Delta = R_1 S_1 + R_2 S_2 + R_3 S_3 + R_4 S_4$$

$$\Delta = 5,24 \cdot 0,025 + 8,18 \cdot 0,046 + 2,87 \cdot 0,941 + 15,36 \cdot 0,188 = 0,131 + 0,38 + 2,7 + 2,89 = 6,099$$

$4 < \Delta < 7$, тобто $4 < 6,099 < 7$, отже масивність середня.

Перевіряємо значення термічного опору. Потрібно, щоб виконувалася умова

$$R^\phi \geq R^n \quad [12]$$

$$R^\phi = R_{cup} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{зов} = 0,114 + 0,046 + 0,025 + 0,941 + 0,188 + 0,2 = 1,51$$

$1,33 < 1,51$ – умова виконується

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі[12]

$$K = \frac{1}{R^\phi} = \frac{1}{1,51} = 0,66 \frac{Bm}{m^2 \cdot C};$$

Визначаємо тепловитрати перекриття для $1m^2$ за формулою[12]:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_B - t_3),$$

$$Q = 0,66 \cdot 1 \cdot (18 + 21) = 25,7 \text{ Вт}$$

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розрахунок панелі покриття [18,20]

1) Вихідні дані:

важкий бетон класу C16/20 [18]

- $\gamma_{B2}=0,9$;
- $R_B=11,5 \cdot 0,9=10,35$ МПа;
- $R_{Bt}=0,9 \cdot 0,9=0,81$ МПа;
- $R_{B1ser}=15$ МПа;
- $R_{Btser}=1,4$ МПа;
- $E_B=25 \cdot 10^3$ МПа.

напружена арматура поздовжніх ребер класу A600 [28]

- $R_s=680$ МПа;
- $R_{s1ser}=785$ МПа;
- $E_s=1,9 \cdot 10^5$ МПа;

$d \leq 18$ мм

поздовжня арматура поперечних ребер класу A400 ($d \geq 10$ мм) [28]

- $R_s=365$ МПа.

Сітка плити, поперечна і монтажна арматура ребер класу ВР-I ($d=3$ мм) [28]

- $R_s=375$ МПа;
- $D=4$ мм $d=5$ мм
- $R_s=370$ МПа; - $R_s=360$ МПа;
- $R_{s\omega}=265$ МПа; - $R_{s\omega}=260$ МПа;
- $E_s=1,7 \cdot 10^5$ МПа.

Попереднє напруження без врахування прийнято $\delta_{sp}=550$ МПа. [28]

Передаточна міцність $R_{bp}=16$ МПа > 11 МПа $> 0,5 \cdot 20=10$ МПа [28]

Збір навантажень на плиту покриття[20]

Таблиця 2.1.

Вид навантажень	Нормативне навантаження, $g_n, \text{кН./м}^2$	Коефіцієнт перевезень, p	Розрахунок навантажен. $Q_p \text{ кН/м}^2$
Постійне:			
Шар гравію втоплений в	0,15	1,3	0,195
3 шари руберойду на бітумній мастиці	0,1	1,3	0,13
Асфальтова стяжка 120 мм, $\rho = 1,8 \text{ т/м}^3$ $1,8 \cdot 0,02 \cdot 9,81 \cdot 0,95$	0,335	1,3	0,436
Утеплювач пінобетон 100 мм ($\rho = 0,55 \text{ т/м}^3$) $0,55 \cdot 0,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95$	0,513	1,3	0,667
Обмазочна пароізоляція	0,05	1,3	0,065
Всього:	$g_{1n} = 1,15$		$g_1 = 1,49$
Панель покриття з бетоном замонолічування $0,16 \cdot 9,81 \cdot 0,95$	1,49	11	1,64
Всього:	$g_{2n} = 2,64$		$g = 3,13$
Тимчасове (короткочасне):			
Снігове 5 район $0,5 \cdot 0,95$	1,6	1,4	2,24
Монтажник $1 \cdot 0,95$	0,95	1,2	1,14

Розрахункові прольоти[28]:

- для середніх ділянок:

$$l_{01} = 150 - 9 = 141 \text{ см} = 1,41 \text{ м};$$

$$l_{02} = 298 - 2(1,5 \cdot 10,50) = 2,74 \text{ м};$$

$$\frac{l_{02}}{l_{01}} = \frac{2,74}{1,41} = 1,94 < 3;$$

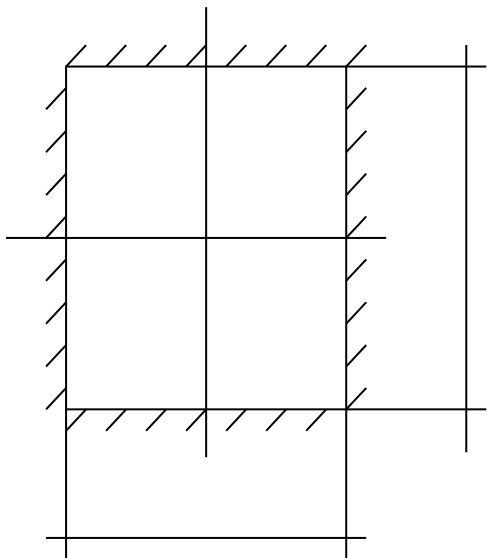


Рис 2.1. Розрахункова схема для плити покриття

- для крайніх ділянок[28]:

$$l_{01}=148,5-1-17,5-\frac{9}{2}=1,255 \text{ м};$$

$$l_{02}=2,74 \text{ м};$$

$$\frac{l_{02}}{l_{01}} = \frac{2,74}{1,255} = 2,18 < 3$$

Постійне розрахункове навантаження на 1 м² (включаючи масу плити $\delta=30$ мм)

$$\delta_6=2,5 \text{ т/м}^3$$

$$g=g_1+h \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \gamma_t \cdot 9,81 \cdot \gamma_n=1,49+0,09 \cdot 2,5 \cdot 1,0 \cdot 9,81 \cdot 0,95=2,26 \text{ кН/м}^2$$

Розрахункові згинальні моменти по двох комбінаціях[28]:

I – постійне і тимчасове (з умови рівноваги)

$$\frac{(g + v)}{12} l_{01}^2 (3l_{02} - l_{01}) = (2M_1 + M_I + M_I') l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}') l_{01}$$

- для середніх ділянок[28]:

$$\frac{M_2}{M_1} = 0,4; \quad M_1=M_I=M_{II}; M_2=M_{II}=M_2'=0,4 M_1;$$

$$M_1 = \frac{\frac{(g + v) l_{01}^2}{12} (3l_{02} - l_{01})}{4l_{02} + 1,6l_{01}} = \frac{(2,26 + 0,665) 1,41^2 (3 \cdot 2,74 - 1,4)}{12(4 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,41)} = 0,25 \text{ кНм};$$

- на крайніх ділянках[28]: $M_3=0$

$$M_1 = \frac{(2,26 + 0,665)1,255^2(3 \cdot 2,74 - 1,255)}{12(3 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,255)} = 0,26 \text{ кНм.}$$

Приймаємо арматуру Ø 3 Вр-I з кроком 200 мм.

$$A_{S2} = 36,3 \text{ мм}^2 > 19,86 \text{ мм}^2$$

Для армування плити приймаємо сітки[28]:

$$C \frac{4B_p I - 200}{3B_p I - 200} 1460 \times 5950.$$

2.2. Обрахунок поперечного елемента

Розраховуємо середнє поперечне ребро, як найбільш навантажене.

Проліт: $l_0 = l_{02} = 2,74 \text{ м}$

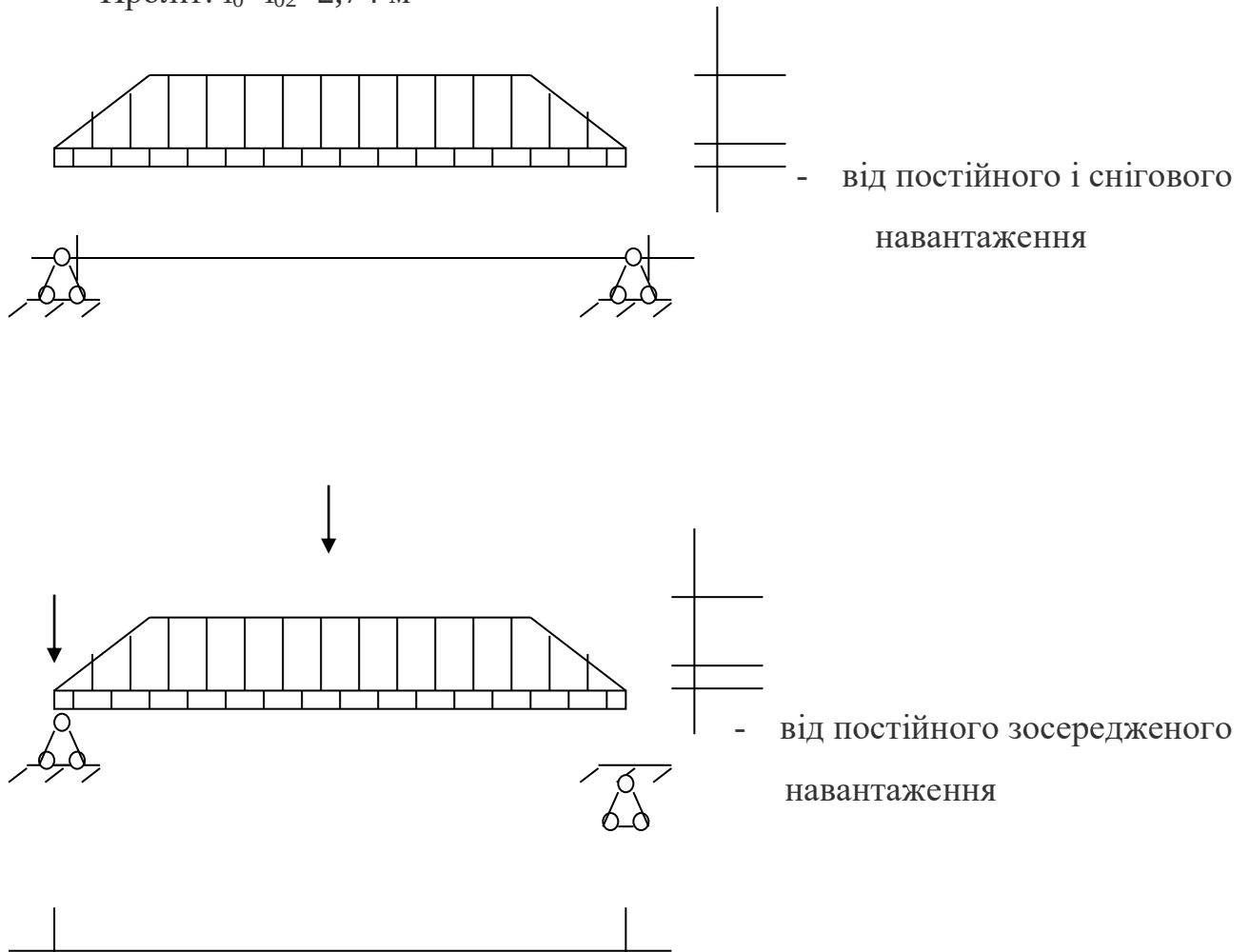


Рис. 2.2. Розрахункова схема навантажень

Розрахункові навантаження на ребро складаються з навантажень від власної ваги ребра і навантаження на плиту[20], зібраного з ширини $l_1 = 1,5 \text{ м}$.

Маса 1м поперечного ребра з врахуванням $\gamma_n=0,95$

$$g_1 = \frac{0,05 + 0,009}{2} (0,15 - 0,03) 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 0,216 \text{ кН/м}$$

Навантаження від маси плити і ізоляційного килима[20]:

$$g_2 = 2,26 \cdot 1,5 = 3,39 \text{ кН/м}$$

Розрахункове снігове навантаження[180]:

$$S = 0,665 \cdot 1,5 = 0,997 \text{ кН/м}$$

1. Зусилля від навантажень[20]:

$$M = \frac{(g_1 + g_2 + S)l_0^2}{8} - \frac{(g_2 + S)l_1^2}{24} = \frac{(0,216 + 3,39 + 0,997) \cdot 2,74^2}{8} - \frac{(3,39 + 0,997) \cdot 1,5^2}{24} = 4,32 - 0,224 = 3,9 \text{ кНм}$$
$$Q = \frac{(g_1 + g_2 + S)l_0}{2} - \frac{(g_2 + S)l_1}{4} = \frac{(0,216 + 3,795 + 0,995)}{2} - \frac{(3,39 + 0,997)}{4} 1,5 = 6,206 - 1,545 = 4,76 \text{ кН.}$$

2. Зусилля від постійного і зосередженого навантаження[28]:

$$M = \frac{(g_1 + g_2)l_0^2}{8} - \frac{g_2 l_1^2}{24} + F \frac{l_0}{5} = \frac{(0,216 + 3,39)2,74^2}{8} - \frac{3,39 \cdot 1,5^2}{24} + \frac{1,14 \cdot 2,74}{5} = 3,74 \text{ кНм}$$

$$Q = \frac{(g_1 + g_2)l_0}{2} - \frac{g_2 l_1}{4} + F = \frac{(0,216 + 3,39)2,74}{2} - \frac{3,39 \cdot 1,5}{4} + 1,14 = 4,81 \text{ кН.}$$

Приймаємо поєднання.

2.3. Розрахунок нормальних перерізів поперечного ребра на міцність [20]

$$\sigma_f' = \frac{1}{3} l_0 + \sigma = \frac{1}{3} 2740 + 90 = 1002 \text{ мм}$$

1. Висота ребра[20]:

$$h_0 = h - a = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129 \text{ мм.}$$

2. При бетоні класу С16/20

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,628$$

$$\sigma_{SR} = R_S = 365 \text{ МПа}$$

$$A_{S1} = \frac{M}{R_S \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{3,9 \cdot 10^6}{365 \cdot 0,987 \cdot 129} = 84,9 \text{ мм}^2$$

$$7. M = \frac{A_{S1}}{b h_0} = \frac{84,9}{70 \cdot 129} = 0,0092 > M_{\min} = 0,0005$$

Приймаємо в нижній зоні ребра[28]

$$1\text{Ø} 12 \text{ A400}, A_S = 123,1 \text{ мм}^2 > 84,9 \text{ мм}^2$$

2.4. Розрахунок похилих січень поперечного ребра по міцності[20]

1. Розрахункова висота $h_0=129$ мм;
2. Розподілене навантаження:

$$g_1 = g_1 + g_2 + \frac{S}{2} = 0,216 + 3,39 + \frac{0,997}{2} = 4,10 \text{ кН/м}$$

$$3. \quad g_1 = 4,10 < g_a = 0,16 \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} = 0,16 + 1,5 \cdot 0,81 \cdot 70 = 13,61 \text{ Н/мм};$$

4. Довжина проекції[20]:

$$C = 2,5 h_0 = 2,5 \cdot 129 = 322,5 \text{ мм};$$

$$\varphi_{b4} = 1,5; \quad \varphi_n = 0 \text{ (N – відсутнє)}$$

Перевіряємо необхідність поперечної арматури[20]:

$$Q = Q_{\text{mak}} - g_1 C = 4860 - 4,10 \cdot 322,5 = 3536,29 \text{ Н}$$

$$Q_b = \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} \frac{h_0^2}{c} = 1,5 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 70 \cdot \frac{129^2}{322,5} = 4389 \text{ Н} \quad Q < Q_b$$

Поперечні стержні ставимо конструктивно $\varnothing 4$ мм ВР-I крок 75 мм.

Розрахунковий прольотів навантаження і зусилля в поздовжніх ребрах

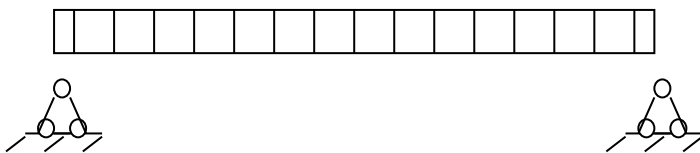


Рис 2.3. Розрахункова схема поздовжнього ребра

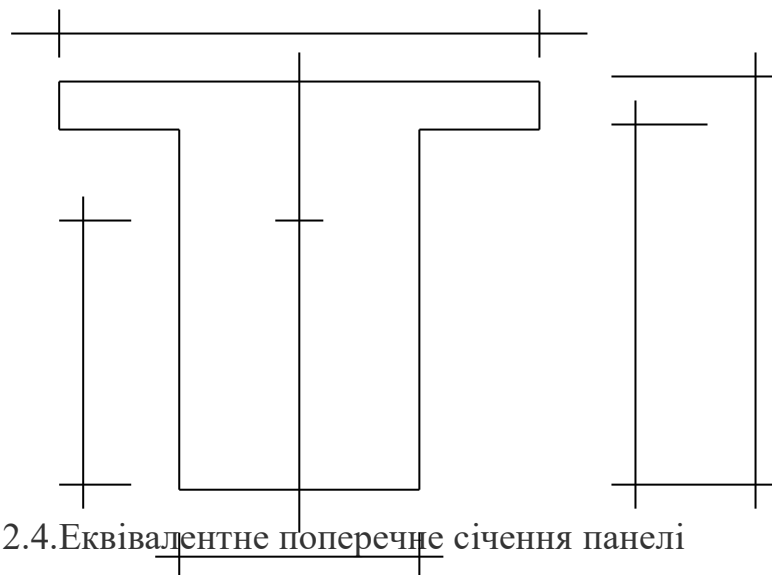


Рис 2.4. Еквівалентне поперечне січення панелі

$$l_0 = 5,97 \cdot 2 \cdot 0,05 = 5,87 \text{ м.}$$

Збір навантаження[20]

Табл. 2.2.

Вид навантаження	Нормативне навантаження q_n кН/м	$\gamma_f > 1$	Розрахункове навантаження q_p
Постійне			
Панель покриття з бетоном замонолічення $1,49 \cdot 3 = 4,47$	4,47	1,1	4,92
Ізоляційний килим $1,15 \cdot 3 = 3,45$	3,45	1,3	4,49
Всього	$q_n = 7,92$		$q = 9,41$
Тимчасове			
Сніг $S_n = 0,5 \cdot 3 = 1,5$	1,5	1,4	$S = 2,1$
Повне навантаження	$q_n = 9,42$		$q = 11,51$

Розрахункові зусилля[20]:

$$M_p = \frac{q l_0^2}{8} = \frac{11,51 \cdot 5,87^2}{8} = 49,57 \text{ кНм;}$$

$$Q_p = \frac{q l_0}{2} = \frac{11,51 \cdot 5,87}{2} = 33,78 \text{ кН.};$$

$$M_n = \frac{q_n l_0^2}{8} = \frac{9,42 \cdot 5,87^2}{8} = 40,57 \text{ кНм;}$$

$$Q_n = \frac{q_n l_0}{2} = \frac{9,42 \cdot 5,87}{2} = 27,65 \text{ кН.}$$

$$M_{пост} = \frac{7,92 \cdot 5,87^2}{8} = 34,1 \text{ кНм;}$$

$$Q_{пост} = \frac{7,92 \cdot 5,87}{2} = 23,2 \text{ кН..}$$

2.5. Розрахунок нормальних січень поздовжніх ребер по міцності[20]

Поперечний переріз панелі зводимо до таврової, f розрахунок вводимо ширину плити зверху, помножимо на коефіцієнт $W=0,65$, який враховує нерівномірний розподіл стискуючих напружень по ширині тонкої полички[20]:

$$b_f' = (2980 - 2 \cdot 15) \cdot 0,65 = 1917 \text{ мм};$$

1. робоча висота ребра:

$$h_0 = h - a = 300 - (20 + 14/2) = 273 \text{ мм};$$

2. коефіцієнт

$$\omega = L - 0,008 R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767$$

3. Напруження при електротермічному способі натягу:

$$P = 300 + 90/e = 30 + 90/6 = 45 \text{ МПа};$$

$$l = 6 \text{ м} - \text{довжина натягнутого стержня}$$

4. коефіцієнт

$$\Delta \gamma_{SP} = 0,5 \frac{P}{\sigma_{SP}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_P}} \right) = 0,5 \frac{45}{550} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 0,07.$$

$$n_P = 2$$

5. так як $\Delta \gamma_{SP} = 0,07 < 0,1$, то приймаємо $\Delta \gamma_{SP} = 0,1$.

6. Витрати поперечного напруження від деформації анкерів, розміщених біля натяжного обладнання.

$$7. \sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} E_s = \frac{3,35}{6000} \cdot 19 \cdot 10^4 = 106 \text{ МПа, де}$$

$$\Delta l = 1,25 + 0,51d = 1,25 + 1,15 \cdot 4 = 3,35 \text{ (d=14 мм)}$$

8. Витрати попереднього напруження від деформації сталюї форми $\sigma_5 = 30 \text{ МПа}$

9. Попереднє напруження в напруженій арматурі до стиску бетона при коефіцієнті точності до натягу $\gamma_{SP} < 1$ з врахуванням витрат σ_3 і σ_5

$$\sigma_{SP1} = \sigma_{SP} (1 - \Delta \gamma_{SP}) - \sigma_3 - \sigma_5 = 550 (1 - 0,1) - 106 - 30 = 359 \text{ МПа.}$$

- 10.11. Напруження

$$\Delta \sigma_{SP} = 1500 \frac{\sigma_{SP1}}{R_S} = 1200 = 1500 \frac{359}{680} - 1200 < 0$$

Приймаємо $\Delta \sigma_{SP}=0$.

12. Попереднє напруження в арматурі при невідомому значенні повних витрат для розрахунку напруження σ_{SP} приймаємо:

$$\sigma_{SP}=0,6 \cdot R_S=0,6 \cdot 680=408 \text{ МПа}$$

13. Напруження

$$\sigma_{SP}= R_S+400- \sigma_{SP}-\Delta \sigma_{SP}=680+400-408-0=672 \text{ МПа.}$$

14.15. При коефіцієнті $\gamma_{b2}=0,9$ напруження $\sigma_{SC1n}=510 \text{ МПа}$

16. Висота зони стиснення

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC1n}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{672}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,545$$

17. Умова

$$M = 49,57 \cdot 10^6 \text{ Нмм} < R_b b_f' h_f' (h_0 - 0,5 \cdot h_f') = 10,35 \cdot 1918 \cdot 30 (273 - 0,5 \cdot 30) = 154 \cdot 10^6 \text{ Нмм,}$$

виконується, що означає, що нейтральна вісь знаходиться в поличці, а розрахункове січення має вигляд прямокутника шириною $b_f'=1918 \text{ мм}$ і висотою 300 мм .

18. Величина

$$L_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{49,57 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1918 \cdot 273^2} = 0,0335$$

19. При $L_m=0,0335$ по табл.4 прил. 2 $\xi=0,0335$

20. Умова $\xi=0,0335 < \xi_R=0,545$ виконується

21. Розрахунковий коефіцієнт умов роботи

$$\gamma_{S6} = \eta - (\eta - 1) \left(2 \frac{\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(2 \frac{0,0335}{0,545} - 1 \right) = 1,28.$$

де $\eta=1,15$ для арматури класу Ат-V.

22.22. Так як $\gamma_{S6}=1,28 > \eta=1,15$

23. При $L_m=0,0335$ по табл.4 прикл. 2. $\xi=0,98$

24. Площа січення поздовжньої попередньої напруженої арматури[20]

$$A_{SP1} = \frac{M}{\xi \gamma_{s6} R_s h_0} = \frac{49,57 \cdot 10^6}{0,98 \cdot 1,15 \cdot 680 \cdot 273} = 236,9 \text{ мм}^2$$

(робота звичайної поздовжньої арматури не враховується)

25. Коефіцієнт армування[20]:

$$\mu = \frac{A_{SP1}}{b h_0} = \frac{236,9}{180 \cdot 273} = 4,82 \cdot 10^{-3} > \mu_{\min}=0,0005,$$

де $b=2(75+105)/2=180$ мм- розрахункова сумарна ширина двох ребер.

26. Приймаємо попередню напружену арматуру поздовжніх ребер із 2Ø 14 A600 [28]

$$A_{SP}=308 \text{ мм}^2 > A_{SP1}=236,9 \text{ мм}^2$$

(по одному стержню в кожному ребрі).

Розрахунок по міцності похилих січень поздовжніх ребер[20]

1. Робоча висота ребра $h_0=273$ мм;

2. Розподілене навантаження

$$q_1=q+S/2=9,41+2,1/2=10,46 \text{ кН/м.}$$

3.4.5. Тоді $R_{bt}b=0,16 \cdot 1,5(1+0,313)0,82 \cdot 180=46,94 \text{ Н/мм.}$

приймаємо довжину проекції

$$c=2,5 \cdot h_0=2,5 \cdot 273=682,5 \text{ мм.}$$

Тут коефіцієнт

$$\varphi_n = 0,1 \frac{P}{R_{bt} b h_0} = 0,1 \frac{124700}{0,81 \cdot 180 \cdot 273} = 0,313 < 0,5$$

зусилля стиску P приймаємо при орієнтовних значеннях сумарних витрат $\sigma_e=100$ МПа і коефіцієнт $\gamma_{SP}<1$, отже

$$P = \gamma_{SP} (\sigma_{SP} - \sigma_e) A_{SP} = (1 - 0,1)(550 - 100)308 = 124700 \text{ Н}$$

Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури по розрахунку[20]:

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 33780 - 10,46 \cdot 682,5 = 26641,05 \text{ Н} <$$

$$Q_b = \varphi b_4 (1 + \varphi_n) R b_t \frac{h_0^2}{c} = 1,5(1 + 0,313) 0,81 \cdot 180 \cdot \frac{273^2}{682,5} = 31360 \text{ Н}$$

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно. Приймаємо поперечні стержні із дроту класу ВР-1 діаметром 4 мм кроком 150 мм.

Геометричні характеристики поперечного січення панелі[20]

Січення панелі приводимо до еквівалентного таврового

1. Площа січення бетону[20]:

$$A = \sum_{i=1}^n A_i = b_f' h_f' + b(h - h_f') = 2950 \cdot 30 + 180(300 - 30) = 137100 \text{ мм}^2$$

2. Площа січення всієї поздовжньої арматури, перетинаючої поперечне січення панелі[20]:

2Ø14 Ат600($A_{sp}=308 \text{ мм}^2$); 2Ø5 Вр-I ($A_s=39,2 \text{ мм}^2$) – нижня поздовжня арматура каркасів двох поздовжніх ребер 2Ø5 Вр-I та 16Ø4 Вр-I, тоді $A_{sp}+A_s+A_s'=308+38,2+240,8=578 \text{ мм}^2$.

3. Так як $0,008A=0,008 \cdot 137100=1097 \text{ мм}^2 > 588 \text{ мм}^2$,

То геометричні характеристики приведенного січення панелі спрощено знаходимо без врахування поздовжньої арматури.

4. Площа приведенного січення панелі:

$$A_{red}=A=137100 \text{ мм}^2.$$

5. Статистичний момент приведенного січення до нижньої грані панелі:

$$\begin{aligned} S_{red\ 00} &= b_f' h_f' \left(h - \frac{h_f'}{2} \right) + b(h - h_f') \frac{h - h_f'}{2} = \\ &= 30 \cdot 2950 \left(300 - \frac{30}{2} \right) + 180(300 - 30) \frac{300 - 30}{2} = 3178 \cdot 10^4 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

6. Відстань від центра ваги приведенного січення до нижньої грані:

$$y_0 = \frac{S_{red\ 00}}{A_{red}} = \frac{3178 \cdot 10^4}{137100} = 231,8 \text{ мм.}$$

7. Момент інерції приведенного січення відносно його центра ваги:

$$I_{red} = \frac{b_f' (h_f')^3}{12} + b_f' h_f' \left(h - y_0 - \frac{h_f'}{2} \right)^2 + \frac{b(h - h_f')^3}{12} + b(h - h_f') \times \\ \times \left(y_0 - \frac{h - h_f'}{2} \right)^2 = 1008 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

8. Момент опору приведенного сечения для крайнього нижнього волокна[3]:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{Y_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{231,8} = 4348 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

9. Момент опору приведенного сечения для крайнього нижнього волокна з врахуванням непружних деформацій бетону[3]

$$W_{pl} = \varphi W_{red} = 1,75 \cdot 4348 \cdot 10^3 = 7609 \cdot 10^3 \text{ мм}^3,$$

$\gamma=1,75$ – коефіцієнт табличний.

10. Момент опору приведенного сечения для крайнього верхнього волокна:

$$W_{red}' = \frac{I_{red}}{h - y_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{231,8} = 1478 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

11. Момент опору приведенного сечения для крайнього верхнього волокна з врахуванням непружних деформацій бетону і полицкою в розтягнутій зоні ($b_f=2950$ мм.)

При $b_f / b = \frac{2950}{180} = 16,4 > 2$ та $h_f / h = 3 / 30 = 0,1 < 0,2$ коефіцієнт $j=1,5$.

Тоді $W_{pl}' = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 1478 \cdot 10^4 = 2217 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$.

2.6. Визначення втрат попереднього напруження арматури[11]

Перевіряємо, чи знаходиться прийняте значення попереднього напруження σ_{sp} при коефіцієнті $\gamma_{sp}=1$ в рекомендованих межах[11]:

$$\sigma_{sp} + P = 550 + 45 = 595 \text{ МПа} < R_{s,ser} = 0,3 \cdot 785 = 236 \text{ МПа}$$

Отже напруження σ_{sp} знаходиться в доступних межах.

Витрати попереднього напруження[11]:

8. Від тертя арматури в пристосування $\sigma_4=0$.

13.15. Для визначення втрат від швидко наростаючої повзучості бетону σ_6 вираховуємо ряд величин:

Зусилля попереднього обтиску з врахуванням витрат σ_1 - σ_5

$$P=A_{sp}(\sigma_{sp}-\sigma_1-\sigma_2-\sigma_3-\sigma_4-\sigma_5)=308(550-16,5)=164,3\cdot 10^3 \text{ Н.}$$

16. Ексцентричне покладання сили P відносно центру ваги приведенного січення

$$e_f = y_{sp} = y_0 - a_s = 231,8 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 204,8 \text{ мм}$$

17. Напруження

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P_{lop} Y_{sp}}{I_{red}} = \frac{164,3 \cdot 10^3}{137100} - \frac{164 \cdot 10^3 \cdot 204,8^2}{1008 \cdot 10^6} < 0 - \text{розтяг.}$$

26. Перші втрати

$$\sigma_{L1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 16,5 + 17,1 = 33,6 \text{ МПа.}$$

Другі витрати σ_{L2} .

Від усадки бетону С16/20,

$$\sigma_8 = \sigma_8' = 35 \text{ МПа.}$$

27. Уточнюємо стискаюче напруження, враховуючи момент від власної маси панелі M_q , напруження попереднього обтиску P_1 та витрати σ_{L1} при $\gamma_{sp}=1$. [11]

$$M_q = \frac{q_{1n} l_0^2}{8} = \frac{4,47 \cdot 5,87^2}{8} = 19,3 \text{ кНм} = 193 \cdot 10^5 \text{ Нмм};$$

$$P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{L1}) - \sigma_6 A_s = 308(550 - 33,6) - 17,1 \cdot 39,2 = 1584 \cdot 10^2 \text{ Н};$$

$$\sigma_{bp1} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_{1lop} y_{sp}}{I_{red}} - \frac{M_q y_{sp}}{I_{red}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{137100} + \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204,8^2}{1008 \cdot 10^6} - \frac{193 \cdot 10^5 \cdot 204,8}{1008 \cdot 10^6} = 3,83 \text{ МПа};$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bp1}' &= \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{P_{1lop}(h - y_0)}{I_{red}} + \frac{M_q(h - y_0)}{I_{red}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{137100} + \\ &+ \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204,8(300 - 231,8)}{1008 \cdot 10^6} + \frac{193 \cdot 10^5(300 - 231,8)}{1008 \cdot 10^6} = 0,266 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

Та як
$$\frac{\sigma_{bp1}}{R_{bp}} = \frac{3,83}{16} = 0,241 < 0,75,$$

Витрати від повзучості бетону[11]:

$$\sigma_9 = 128 \frac{\sigma_{bp1}}{R_{bp}} = 128 \frac{3,83}{16} = 30,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_9 = 128 \frac{\sigma_{bp1}}{R_{bp}} = 128 \frac{0,266}{16} = 2,12 \text{ МПа};$$

Розрахунок нормальних січень поздовжніх ребер по утворенню тріщин
Розрахунок в стадії виготовлення[11]:

1. Попереднє напруження з врахуванням перших втрат

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} + \sigma_{L1} \text{ МПа.}$$

5. Зусилля попереднього обстеження з врахуванням перших втрат

$$P_1 = \sigma_{sp1} A_{sp} - \sigma_s A_s \text{ Н}$$

6. Ексценнтри зусилля P_1

$$lop_1 = \frac{\sigma_{sp} A_{sp} y_{sp} - \sigma_s A_s y_s}{P_1} = \frac{516,4 \cdot 308 \cdot 204,8 - 17,1 \cdot 39,2 \cdot 213,8}{1584 \cdot 10^2} = 204,7 \text{ мм},$$

7. Зусилля в стиснутому бетоні від зусилля обтиску і зовнішнього навантаження:

$$\begin{aligned} \sigma_b = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 lop_1 y_{sp}}{I_{red}} + \frac{M_q y_{sp}}{I_{red}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{137100} + \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204,7 \cdot 204,8}{1008 \cdot 10^6} + \\ + \frac{326 \cdot 10^4 \cdot 204,8}{1008 \cdot 10^6} = 8,39 \text{ МПа} \end{aligned}$$

M_q – згинаючий момент від власної ваги плити покриття в місці розміщення монтажних панелі. Від торця плити з врахуванням коефіцієнта динамічності $K_d=1,4$.

$$M_q = \frac{q_{1n} k_d l^2}{2} = \frac{4,47 \cdot 1,4 \cdot 1,02^2}{2} = 3,2 \text{ кНм.}$$

8. Напруження

$$\sigma_b = 8,39 \text{ МПа} < k R_{bp} = 0,75 \cdot 16 = 12 \text{ МПа},$$

9. Відстань від центру ваги приведенного січення до нижньої ядрової точки

$$r = \varphi \frac{W'_{red}}{A_{red}} = 0,9 \frac{1478 \cdot 10^4}{137100} = 97 \text{ мм},$$

$$\text{де } \varphi = 1,6 - \sigma_b / R_{bp,ser} = 1,6 - 8,39 / 12 = 0,9 < 1 \quad R_{bp,ser} = 12 \text{ МПа}$$

10. Момент обтиску відносно нижчої границі ядра січення

$$M_{rp} = P_1 (e_{opl} - r) = 1584 \cdot 10^2 (204,7 - 97) = 1706 \cdot 10^4 \text{ Нмм}.$$

Перевіряємо умови тріщиноутворення $M_r = M_q = 326 \cdot 10^4 \text{ Нмм} < M_{crc} = R_{bt1p,ser} W_{pl}' - M_{rp} = 1,2 \cdot 217 \cdot 10^4 - 1706 \cdot 10^4 = 954 \cdot 10^4 \text{ Нмм}$, де $R_{bt1p,ser} = 1,2 \text{ МПа}$.

Умова виконується, тому тріщини в верхній зоні по всій довжині панелі в стадії виготовлення не утворюється.

2.9. Розрахунок сходового маршу[4]

Вихідні дані

Бетон С12/15[18]:

$$\varphi_{b2} = 0,9; \quad R_b = 7,65 \text{ МПа}; \quad R_{bt} = 0,68 \text{ МПа};$$

$$R_{b,ser} = 11 \text{ МПа}; \quad R_{bt,ser} = 1,15 \text{ МПа};$$

Арматура[28]:

$$R_{b,ser} = 390 \text{ МПа}; \quad R_s = 365 \text{ МПа}; \quad E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

Сітка армуюча ВР-I:

$$R_{b,ser} = 395 \text{ МПа}; \quad R_s = 360 \text{ МПа}; \quad R_{sw} = 260 \text{ МПа}; \quad E_s = 1,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

Навантаження на 1 м ² лобового ребра			
1	2	3	4
постійне:			
власна вага ребра	400	440	1,1
власна вага марша	4687	5156,2	1,1
тим. на марш	4260	5112	1,2
Разом	5128	10708,2	
вага плити			
$\frac{1500 \cdot 0,845}{2}$	633,75	695,13	1,1
тимчасове на площадку			
$\frac{3000 \cdot 1,1}{2}$	1665	1998	1,2
	2298,8	2693,13	
Навантаження на 1 м пристінного ребра			
1	2	3	4
постійне:			
власна вага ребра	349	384	1,1
власна вага плити	633,8	695,13	1,1
тимчасове	1665	1998	1,2
Разом:	2647,8	3077	

- згинальний момент[20]:

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{7,4 \cdot 3,36^2}{8} = 10,44 \text{ кНм},$$

- поперечна сила[20]:

$$Q = 0,5ql_0 = 0,5 \cdot 7,23 \cdot 3,36 = 10,27 \text{ кН}.$$

$$\begin{aligned}
q_{s\omega} &= Q^2 / [4\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_0^2] = 10,27^2 / [4 \cdot 2(1 + 0,09 + 0)0,68 \cdot 16,5 \cdot 13,5^2] = \\
&= 105,47^2 / 17831 = 10547^2 / 17831 \cdot 100 = 62,38 \text{ Н/м} \\
S &= R_{s\omega} n f_{\omega} / q_{b2} = 260 \cdot 2 \cdot 0,126 \cdot 100 / 62,38 = 105,03 \text{ см.} \\
S_{\max} &= 0,75 \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_0^2 / Q = \\
&= \frac{0,75 \cdot 2(1 + 0,09 + 0)0,68 \cdot 16,5 \cdot 13,5^2 \cdot 100}{10270} = 32,55 \text{ см}
\end{aligned}$$

Так як прийнятий крок поперечних стержнів $S=10\text{с}$ менше отриманих S і його збільшувати не можна, то залишаємо цей крок для конструювання.

Назначимо крок поперечної арматури $S=100\text{мм}$ встановлюємо в крайніх четвертях прольоту маршу, всередині половині якого крок поперечних стержнів приймаємо $S=20 \text{ см}$.

Розрахунок по граничних стана II групи [4]

Визначаємо геометричні характеристики січення:

приведена площа:

$$A_{red} = A + \alpha A_s = 115 \cdot 3 + 16,5 \cdot 13,5 + 9,52 \cdot 2,26 = 345 + 222,75 + 21,5 = 589,3 \text{ см}^2.$$

Статичний момент відносно нижньої грані[4]:

$$\begin{aligned}
S_{red} &= S + \alpha S_s = 115 \cdot 3 \cdot 17,2 + 13,5 \cdot 16,5 \cdot 7,85 + 9,52 \cdot 2,26 \cdot 3 = 5934 + 1748,59 + \\
&+ 64,55 = 7747,14 \text{ см}^2
\end{aligned}$$

відстань від нижньої грані до центра ваги приведенного січення[4]:

$$y_{red} = S_{red} / A_{red} = 7747,14 / 589,3 = 13,15 \text{ см.}$$

приведений момент інерції[4]:

$$\begin{aligned}
I_{red} &= I + d I_s = 115 \cdot 3^3 / 12 + 115 \cdot 3 \cdot 4,7^2 + 16,5 \cdot 13,5^3 / 12 + 16,5 \cdot 13,5 \cdot 4,65^2 + 9,52 \\
&\cdot 2,26 \cdot 9,5^2 = 258,75 + 7621,1 + 250,6 + 4816,4 + 1941,75 = 14888,596 \text{ см}^4
\end{aligned}$$

момент опору[4]:

$$W_{red} = I_{red} / y_{red} = 14888,596 / 13,5 = 1102,86 \text{ см}^3$$

Розрахунок січення, нормальних до поздовжньої осі елемента, по утворенню і розкриттю тріщин:

$$M_r = M_n = 6,55 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{cr} = R_{bt,ser} W_{pl} = 1,15 \cdot 1930 \cdot 100 = 221950 \text{ Н} \cdot \text{м} = 2,22 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

де $W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,75 \cdot 1103 = 1930,25 \text{ см}^3$ не задовольняється то в січенні поздовжніх ребер утворюються тріщини і необхідний розрахунок по їх розкриттю.

$$M = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{2,26}{16,5 \cdot 13,5} = \frac{2,26}{222,75} = 0,01 < 0,02.$$

Значення, яке характеризує навантаження:

$$\delta_m = \frac{M_{tot}}{bh_0^2 R_{d,ser}}, \text{ де } M_{tot} = M_n = 6,55 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\delta_m = 655000 / (16,5 \cdot 13,5^2 \cdot 11 \cdot 100) = 655000 / 3307837,5 = 0,198;$$

довготривалу $M_{tot} = M_n = 3,43 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

$$\delta_m = 343000 / 16,5 \cdot 13,5^2 \cdot 11 \cdot 100 = 0,1$$

Ширина розкриття тріщин[4]:

$$a_{crc,5h} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,19 - 0,11 + 0,15 = 0,4 \text{ мм};$$

$$a_{crc,l} = a_{crc3} = 0,15 \text{ мм} < a_{crc,adm} = 0,3 \text{ мм}.$$

тобто в обидвох випадках ширина розкриття тріщин не перевищує допустимого.

Перевірку гибкості проводять для того, щоб переконатися що прогин від нетривалої дії навантаження 1000 (додаткова до повного нормативного навантаження) не перевищує 0,7 мм.

- згинальний момент[4]:

$$M = M_n + \frac{N l_0}{4} = 6,55 \cdot 10^3 + \frac{1000 \cdot 3,36}{4} = 7260 \text{ Н} \cdot \text{м} = 7,26 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Кривизна від додаткового навантаження $N=1000 \text{ Н}$, яке викликає згинальний момент:

$$M = \frac{N l}{4} = \frac{1000 \cdot 3,36}{4} = 710 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок сходового маршу показав, що прийняте рішення задовольняє всі вимоги.

2.10. Розрахунок сходової площадки[4]

Вихідні дані:

Сходова площадка виготовлена з бетону C12/15 [18] ($\gamma_{b2}=0,9$; $R_b=0,9 \cdot 8,5=7,65$ МПа, $R_{bt}=0,9 \cdot 0,75=0,68$ МПа, $R_{b,ser}=11$ МПа, $R_{bt,ser}=1,15$ МПа, $E_b=2,05 \cdot 10^4$ МПа) для армування площадки прийнята стержньова арматура сталь класу А400 [28] ($R_{s,ser}=390$ МПа; $R_s=365$ МПа) і дрiт класу В-I [28] ($R_s=360$ МПа; $R_{s,ser}=395$ МПа; $R_{s\omega}=260$ МПа; $E_s=1,7 \cdot 10^5$ МПа).

$$M = \frac{ql}{8} = \frac{5250 \cdot 0,845}{8} = 554,63 \text{ Нм.}$$

Площа робочого сiчення арматури визначають при $a=1,5$ см робоча висота сiчення $h_0=h-a=6-1,5\text{см.}=4,5$ см. [4]

При $\alpha_1 = 0,85 \omega = \alpha_1 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 7,65 = 0,789$. Значення $\sigma_{SR} = R_s = 360$ МПа,

$\sigma_{sc,u} = 500$ МПа, тоді:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{scu}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = 0,655$$

$$\text{і } A_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = 0,655 (1 - 0,5 \cdot 0,655) = 0,441.$$

$$\text{При } A_0 = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{55453}{7,65 \cdot 100 \cdot 4,5^2 \cdot 100} = \frac{55453}{1549125} = 0,04$$

$$\xi = 0,041 < 0,655 = \xi_R.$$

Необхідна площа сiчення арматури[4]

$$A_S = \xi b h_0 \frac{R_b}{R_s} = 0,041 \cdot 100 \cdot 4,5 \frac{7,65}{360} = 0,39 \text{ см}^2 < A_{S \min} = M_{\min} b h_0 =$$

$$= 0,002 \cdot 100 \cdot 4,5 = 0,9 \text{ см.}$$

Приймаємо сітку[28], $A_s=1,33 \text{ см}^2$. Дріт $\varnothing 5$ ребра прокладати вздовж прольоту.

Довготривала частина нормативного навантаження:

$$q_{nl} = 400 + 468 + 633,75 = 1501,75 \text{ Нм} = 1,5 \text{ кН./м.}$$

Зусилля від повного розрахункового навантаження[4]:

- момент[4]:

$$M = \frac{(q_1 + q_2)l_0^2}{6} - \frac{q_2 a^2}{8} = \frac{(10,7 + 2,7)2,25^2}{8} - \frac{2,7 \cdot 0,45^2}{6} = 8,48 - 0,09 = 8,39 \text{ кНм}$$

- поперечна сила[4]:

$$Q = 0,5q_1 l_0 + 0,5q_2 (a + b) = 0,5 \cdot 10,7 \cdot 2,25 + 0,5 \cdot 2,7(0,45 + 1,15) = 2,16 + 12,04 = 14,198 \text{ кН}$$

Зусилля від навантаження[4]:

- повного[4]:

$$M_n = \frac{(q_{n1} + q_{n2})l_0^2}{8} - \frac{q_{n2} a^2}{6} = \frac{(5,13 + 2,3)2,25^2}{8} - \frac{2,3 \cdot 0,45^2}{6} = \frac{37,36}{8} - 0,078 = 4,7 - 0,078 = 4,6 \text{ кНм}$$

$$Q_n = 0,5q_{n1} l_0 + 0,5q_{n2} (a + b) = 0,5 \cdot 5,13 \cdot 2,25 + 0,5 \cdot 2,3 \cdot (0,45 + 1,15) = 5,8 + 1,84 = 7,64 \text{ кН;}$$

- довготривала[4]:

$$M_{nl} = \frac{(q_{nl1} + q_{nl2})l_0^2}{8} - \frac{q_{nl2} a^2}{6} = \frac{(5,087 + 0,634)2,25^2}{8} - \frac{0,634 \cdot 0,45^2}{6} = 3,62 - 0,02 = 3,6 \text{ кНм}$$

$$Q_{nl} = 0,5q_{nl1} l_0 + 0,5q_{nl2} (a + b) = 0,5 \cdot 5,087 \cdot 2,25 + 0,5 \cdot 0,634 \cdot (0,45 + 1,15) = 5,72 + 0,51 = 6,23 \text{ кН;}$$

- короткочасн[4]е:

$$M_{n,sh} = \frac{(4,3 + 1,7)2,25^2}{8} - \frac{1,7 \cdot 0,45^2}{6} = 3,797 - 0,06 = 3,74 \text{ кНм};$$

$$Q_{n,sh} = 0,5 \cdot 4,3 \cdot 2,25 + 0,5 \cdot 1,7(0,45 + 1,15) = 4,84 + 1,36 = 6,2 \text{ кН}.$$

Граничне значення $\xi_R = 0,655$ і $A_R = 0,441$.

Так як [4]

$$M_f = R_b b_f' h_f' (h_0 - 0,5 h_f') = 7,65 \cdot 6 \cdot 55(27 - 0,5 \cdot 6) = 6058800 \text{ Нсм} = \\ = 60,59 \text{ кНм} > M = 8,39 \text{ кНм},$$

то січення розглядаємо як прямокутне [4] шириною $b_f' = 55 \text{ см}$.

$$A_0 = \frac{M}{R_b b_f' h_0^2} = \frac{839000}{7,65 \cdot 55 \cdot 27^2 \cdot 100} = \frac{839000}{30672675} = 0,03 < A_R = 0,441$$

З таблиці знаходимо $\xi = 0,03$.

Тоді потрібна площа січення арматури[4]:

$$A_S = \xi b_f' h_0 \frac{R_b}{R_S} = 0,03 \cdot 55 \cdot 27 \frac{7,65}{365} = 0,9 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø8 A400 [28] ($A_S = 1,01$) см^2 .

2. Розрахунок по міцності січень, нахилених до поздовжньої осі елемента, проводимо по такому порядку[4]:

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0,01 \cdot 7,65 = 0,924, \alpha = \frac{E_s}{E_b} = 2,0 \cdot 10^5 / 2,05 \cdot 10^4 = 9,52.$$

Задаємося $S = 10 \text{ см}$. і діаметр поперечного стержня $d = 5 \text{ мм}$ ($f_w = 0,196$)

$$\text{Тоді } \mu_w = \frac{A_{S\omega}}{bS}; A_{S\omega} = n f_w = 2 \cdot 0,196 = 0,362 \text{ см}^2;$$

$$\mu_w = \frac{A_{S\omega}}{bS} = \frac{0,362}{9,5 \cdot 10} = 0,0028; \text{ і } \varphi_{\omega 1} = 1 + 5 \mu_w = 1 + 5 \cdot 9,52 \cdot 0,0028 = 1,133.$$

Так як умова[4]:

$$Q = 14,198 \text{ кН} < 0,3 \varphi_{\omega 1} R_b \varphi_{b1} b h_0 = 0,3 \cdot 1,133 \cdot 0,924 \cdot 7,65 \cdot 9,5 \cdot 27 \cdot 100 = 61627 =$$

$= 61,62 \text{ кН}$ задовольняється, то прийняті (рішення) розміри січення ребра достатні.

Так як при відсутності попереднього напруження умова не задовольняється, то поперечну арматуру необхідно розрахувати.

Послідовно розраховуємо[4]:

$$q_{s\omega} = R_{s\omega} A_{s\omega} / S = 0,362 \cdot 100 \cdot 260 / 15 = 679,5 \text{ Н/см};$$

$$b_f' = b + 3h_f' = 9,5 + 3 \cdot 6 = 27,5 \text{ см} < b_f' = 55 \text{ см (приймаємо } b_f' = 27,5 \text{ см)}$$

$$\varphi_f = \frac{0,75(b_f' - b)h_f'}{bh_0} = \frac{0,75(27,5 - 9,5)6}{9,5 \cdot 27} = \frac{81}{256,5} = 0,32 < 0,5;$$

$$C_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)bR_{bt}h_0^2}{q_{s\omega}}} = \sqrt{\frac{2(1 + 0,32 + 0)0,68 \cdot 9,5 \cdot 27^2 \cdot 100}{679,5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1243265,7}{679,5}} = 42,8 \text{ см.}$$

Так як $C_0 = 42,8 < 2 \cdot 27 = 54$ см, то по формулі визначаємо[4]:

$$q_{\omega} = \frac{14198^2}{4 \cdot 2(1 + 0,32 + 0)0,68 \cdot 9,5 \cdot 27^2 \cdot 100} = \frac{14198^2}{523480,32} = \frac{201583200}{523480,32} = 38,51 \text{ Н/м}$$

$$S = \frac{260 \cdot 2 \cdot 0,196 \cdot 100}{38 + 5,1} = 26,5 \text{ см.}$$

При конструюванні залишаємо прийнятий крок поперечних стержнів $S = 15$ см., так як він менший S і $S_{\text{мак}}$ і по конструктивних міркуваннях його збільшити неможна[4]. Такий крок поперечних стержнів встановлюється в четвертях прольоту ребра. В середній його половині крок поперечних стержнів можна прийняти $S = 25$ см.

При цьому в місці зміни кроку стержня потрібно поводити розрахунок.

Розрахунковий згинальний момент[4]:

$$\mu = \frac{3077 \cdot 2,25^2}{8} - \frac{(695,13 + 1998)0,45^2}{6} = 1947,16 - 448,9 = 1498,3 \text{ Нм.}$$

Розрахункова поперечна сила[4]:

$$Q = 0,5 \cdot 3077 \cdot 2,25 - (695,13 + 1998)0,45 \cdot 0,5 = 3461,63 - 605,95 = 2855,68 \text{ Н.}$$

$$\begin{aligned} \mu_f &= R_b b_f' h_f' (h_0 - 0,5 h_f') = 7,65 \cdot 54 \cdot 6 (17,5 - 0,5 \cdot 6) 100 = 3593970 \text{ Нсм} = \\ &= 35939,7 \text{ Нм} > \mu = 1498,3 \text{ Нм} \end{aligned}$$

$$A_0 = \frac{\mu}{b_f' h_0^2 R_b} = \frac{149800}{54 \cdot 17,5^2 \cdot 7,65 \cdot 100} = \frac{149800}{12651187} = 0,012 < A_R = 0,441$$

Знаходимо по таблиці $\xi=0,603$.

Тоді потрібна площа січення арматури[4]:

$$A_s = \xi b_f' h_0 \frac{R_b}{R_s} = 0,02 \cdot 54 \cdot 17,5 \frac{7,65}{365} = 0,4 \text{ см}^2,$$

$$A_{s \min} = \mu_{\min} b h_0 = 0,002 \cdot 11 \cdot 17,5 = 0,39 \text{ см}^2$$

$$\mu_{\min} = \frac{A_s}{b h_0} 100 = \frac{0,4}{11 \cdot 17,5} 100 = \frac{40}{192,5} = 0,0021$$

Приймаємо 1Ø8 А400, [28] $A_s=0,503 \text{ см}^2$.

Умова $Q = 2855,7 \text{ Н} < 0,6 \cdot 0,68 \cdot 11 \cdot 17,5 \cdot 100 = 7850 \text{ Н}$ виконується значить додатковий розрахунок не потрібен[4].

Поперечну арматуру призначають по конструктивних результатах, приймаючи $d_w=5 \text{ м}$, $S=10 \text{ см}$ при опорних участках і $S=20 \text{ см}$ по середині ребра.

Поперечні ребра розраховують аналогічним чином. Але розрахунок можна не виконувати, так як навіть для поздовжнього пристінного ребра, прольот якого більше ніж в 3 рази більший, армування приймають конструктивно.

3. ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Підбір монтажного крана

Основними показниками крана є його [4] вантажопідйомність, висота підйому гака, а також відповідність умовам будівельного майданчика та технології монтажу конструкцій.

У межах даного проекту виконується підбір крана для монтажу найбільш важкої конструкції — двоскатної балки покриття. Враховуючи масу елемента та умови виконання робіт, доцільним є застосування самохідного стрілового крана на пневмоколісному або гусеничному ході, що забезпечує необхідну мобільність і стійкість під час монтажу.

Розрахункова вантажопідйомність монтажного крана приймається на рівні 11 т, що дозволяє безпечно здійснювати підйом та встановлення найбільш масивних елементів покриття із необхідним запасом за вантажопідйомністю.

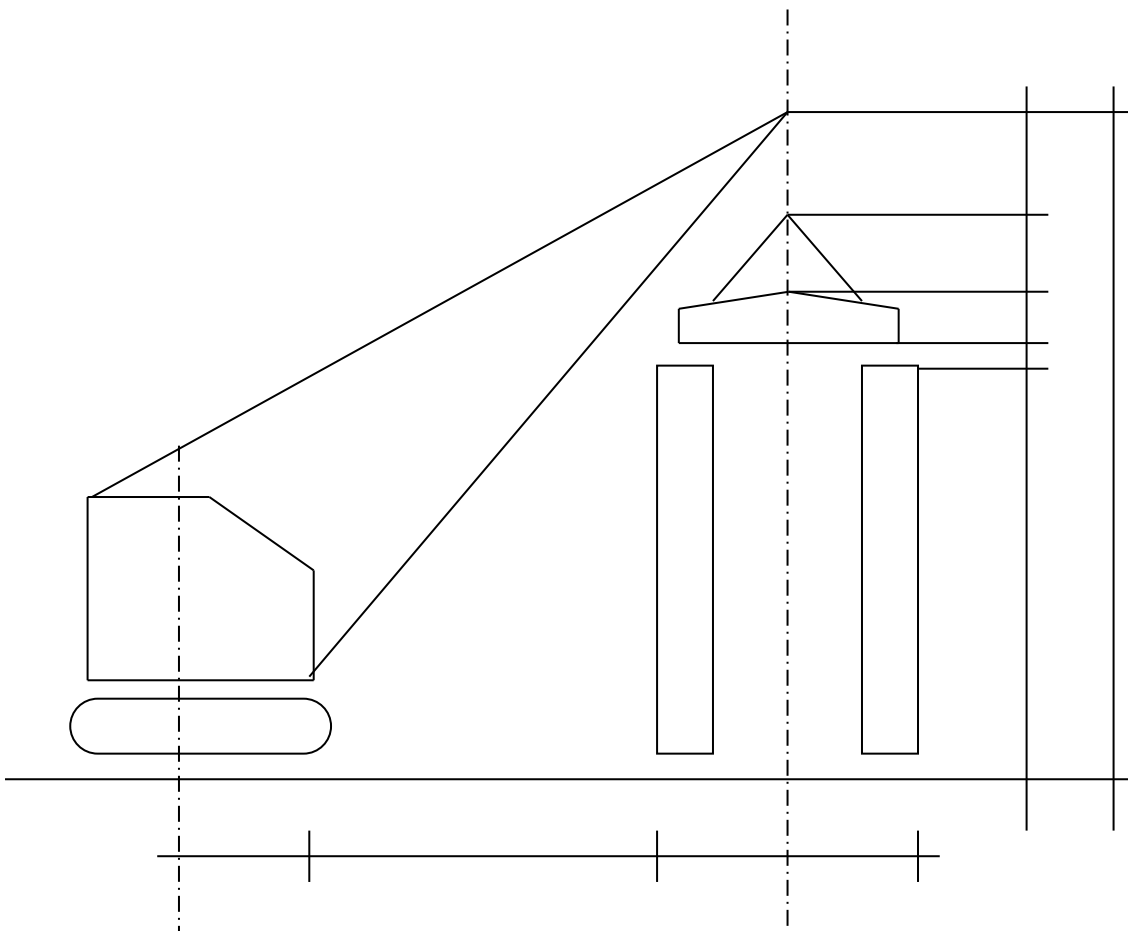


Рис 3.1. Схема для визначення потрібних технічних параметрів крана

Висота підйому крана H_k та виліт стріли L_c визначаємо за формулою[10]:

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5;$$

Визначивши параметри монтажного крана за технологічними характеристиками здійснюється підбір не менше двох альтернативних варіантів монтажних кранів. При цьому підбираються моделі, робочі параметри яких максимально відповідають або повністю збігаються з розрахунковими вимогами, зокрема за вантажопідйомністю, вильотом стріли та висотою підйому гака.

Такий підхід дозволяє виконати порівняльний аналіз варіантів монтажно-ї техніки, обрати найбільш ефективне рішення з урахуванням умов будівельного майданчика, технології монтажу, економічної доцільності та забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Найкращий тип монтажного крана визначається на основі порівняння ТЕП двох варіантів кранів. Для виконання такого порівняння використовується розрахункова методика визначення експлуатаційних витрат, яка дозволяє оцінити ефективність застосування кожного з варіантів у конкретних умовах будівництва.

На основі отриманих результатів розрахунків здійснюється вибір крана з найкращими техніко-економічними показниками, що забезпечує мінімальні витрати при виконанні монтажних робіт і оптимальну продуктивність будівельного процесу[10].

$$E_p = n \cdot C_{м,см} + 3p + H_p,$$

$C_{м,см}$ – вартість машино-змін;

n – число змін роботи;

$3p$ – заробітня плата;

H_p – накладні витрати прийняті в розмірі 10-15% загальної суми всіх інших витрат.

Вартість машино-часу[10]:

$$C_{m,r} = \frac{MA}{820D_m} + \frac{M_q + C_{mp}}{D_0} + P + B + \Xi + C_e + 3,$$

Визначаємо вартість машино-годин для крана СКГ-100[10]:

$$C_{m,r} = \frac{138400 \cdot 10,9}{820 \cdot 320 \cdot 1,5} - \frac{2083,0}{580} + 7,01 = 14,44 \text{ грн..}$$

Значення для крана КС-8162 знаходимо в тій же таблиці[10]:

$$M=32,7 \text{ тис. грн.}; \quad A=12,7\%; \quad C_{ед}=2,2 \text{ грн.};$$

$$C_{тек}=0,5+0,51+0,1+1,36=2,47 \text{ грн.}$$

Вартість машино-годин для крана КС-8162[10]:

$$C_{m,r} = \frac{32700 \cdot 12,7}{820 \cdot 1,5 \cdot 320} + \frac{2,2}{580} + 2,47 = 3,5 \text{ грн..}$$

Виходячи з результатів техніко-економічного порівняння варіантів монтажних кранів, для виконання монтажних робіт приймається автомобільний кран КС-8162 як найбільш ефективний за сукупністю технічних та економічних показників.

Обраний кран забезпечує необхідну вантажопідйомність, висоту підйому гака та достатній виліт стріли, що дозволяє виконувати монтаж двоскатних балок у заданих умовах будівництва. Крім того, його використання гарантує зручність експлуатації, мобільність на будівельному майданчику та відповідність вимогам технології монтажного процесу.

3.2.Заходи з безпеки праці

Прийняті заходи безпеки під час виконання монтажних робіт здійснюються відповідно до вимог чинних ДБН та нормативних документів з охорони праці. Монтаж виконується під керівництвом відповідального по монтажу відповідно до розробленого проєкту виконання робіт (ППР).

При монтажі конструкцій обов'язково дотримуються таких вимог[33]:

1. До виконання монтажних робіт допускаються особи більше 18-річного віку, мають професійну підготовку та пройшли інструктаж з охорони праці.

2. Настили та риштування повинні бути обладнані захисними поручнями у випадках, коли висота більше 1,1м.
3. Під час виконання електрозварювальних робіт працівники забезпечуються захисними щитками або окулярами для захисту очей і обличчя.
4. Під час підйому вантажу спочатку здійснюється його підняття на висоту до 10см для перевірки надійності кріплення.
5. Роботи з монтажу забороняється коли швидкість вітру більше 10,8м/с, а також за інших несприятливих погодних умов.
6. На будівельному майданчику обов'язково позначаються небезпечні зони. Дотримання цих вимог забезпечує безпечне виконання монтажних робіт, зниження ризику травматизму та підвищення загального рівня організації будівельного процесу.

3.3.Карточка-визначник [10]

Табл. 3.1

Код роботи	Назва робіт	одиниця виміру	об'єм	Трудомісткість роботи				тип і марка машин	тривалість днів	кількість робіт змiну
				люд. год.		маш. год.				
				одиниц	на весь об'єм	одиниц	ю на об'єм			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Зрізання рослинного шару і паніровка поверхні	100 0 М²	1,9	1,95	3,705	-	-	буль д. Д- 606	0,5	2
2.	Виїмка гранта	100	1,86	7	13,02	-	-	ЕО-	2	1

	екскалятора	м						3322		
3.	Зачистка ґрунту вручну	М³	514	4,2	2158, 8	-	-	-	0,5	2
4.	Фундамент монолітний бетонний	М³	18,6	0,25	4,65	-	-	-	19	14
5.	Зворотня засипка	м	1660						1	1
6.	Влаштування цегляної кладки до перекриття	М³	453,7 6	3,2	1452 0	-	-	-	18	10
7.	Монтажне перекриття		24	1,5	36	-	-	КС- 5363	2	4
8.	Замонолічування стиків перекуття цем. розчином	100 м	3,0	4,1	12,3	-	-	-	1	2
9.	Цегляна кладка після влаштування перекуття	м³	226,4	3,2	724,4 8	-	-	-	9	10
10.	Монтаж балки покряття	1 шт	8	9,9	79,2	-	-	КС- 5363	2	6
11.	Монтаж плит покряття	1 шт	66	1,32	87,12	-	-	КС- 5363	3	4
12.	Замонолічування стиків плит покряття	100 м	6,2	4,1	25,4	-	-	-	1,5	2
13.	Влаштування покрівлі	100 м²	17,69	20,05	354,6 8	-	-	-	11	4
14.	Влаштування віконних проїомів	10 м²	5,2	7	36,4	-	-	-	1	4

15.	Влаштування дверей і воріт	м ²	230	0,63	144,9	-	-	-	3	6
16.	Ущільнення ґрунту щебеню під підлоги	100 м ²	10,82	1,85	20,02	-	-	-	2	1
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Влаштування підлоги	100 м ²	13,21	11	145,3	-	-	-	5	4
18.	Штукатурка стін	м ²	4140	0,48	1987	-	-	-	20	12
19.	Вапняна побілка стін і стелі	100 м ²	4585	1,49	6,83	-	-	-	1	4
20.	Покраска	10 м ²	3,85	1,1	4,2	-	-	-	1	4
21.	Влаштування щебеневої підготовки під відмостку	10 м ²	168	1,25	210	-	-	-	5	5
22.	Влаштування відмостки	10 м ²	168	1,25	210	-	-	-	5	5
23.	Оскління вікон	100 м ²	1,58	25	39,5	-	-	-	2	2
24.	Сантехнічні роботи	грн.	18,75	0,38	7,1	-	-	-	1	
25.	Електромонтажні роботи	грн	12,22						2	3
26.	Монтажне обладнання	грн	17,22						2	3

Відомість потреби в будівельних конструкціях,
матеріалах та обладнанні[10]

Табл.3.2.

№ п/п	НАЗВА	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1.	Збірні залізобетонні конструкції	м ³	229,0
2.	Арматура	т	3,7
3.	Металеві конструкції	т	8,63
4.	Цегла	т. шт.	255,0
5.	Цемент	т	250,0
6.	Пісок	м ³	344,0
7.	Щебінь	м ³	150,0
8.	Асфальтобетон	м ³	7,0
9.	Толь	м ²	210
10.	Руберойд	м ²	3944,0
11.	Керамічна плитка для підлоги	м ²	143,0
	для облицювання	м ²	334,0
12.	Леноліум	м ²	79
13.	Мінеральна вата	м ³	3,16
14.	Пінобетон	м ³	134,0
15.	Труби сталеві	м	710,0
16.	Труби чугунні	м	12,0
17.	Труби поліетиленові	м	104,0
18.	Бішум	м ³	24,0
19.	Радіатори	км	245,65
20.	Щити опалубки	м ²	184,3
21.	Гідроізоляційні рулонні матеріали	м ²	275,98
22.	Вапно негашене	кг	50,53

23.	Оліфа	кг	14,0
24.	Стікло віконне	кг	63,2
25.	Мастика	кг	547,92
26.	Закладні деталі	кг	362,15
27.	Дошки 39 мм	м ³	22,06

3.4.Будгенплан [22]

Будгенплан — це схема організації будівельного майданчика, на якій, крім наявних і запроєктованих постійних будівель, споруд та інженерних комунікацій, показують також тимчасові об'єкти, необхідні для виконання будівельно-монтажних робіт. До них належать тимчасові будівлі та споруди, механізовані установки, склади для зберігання будівельних матеріалів, конструкцій і напівфабрикатів, адміністративно-побутові приміщення, а також тимчасові мережі водо-, електропостачання, каналізації, дороги та внутрішньомайданчикові проїзди.

Основними етапами розроблення будгенплану є[22]:

- визначення та розрахунок потреби у тимчасових виробничих спорудах;
- розрахунок необхідної кількості житлових, адміністративних і культурно-побутових приміщень;
- проєктування тимчасових мереж електро-, водо- та теплопостачання;
- організація транспортного забезпечення і систем зв'язку на території будівельного майданчика.

При в'їзді та виїзді з будівельного майданчика обов'язково встановлюють дорожні знаки, що регулюють рух транспорту, а також знаки обмеження швидкості. Зазвичай швидкість руху транспортних засобів на території будівництва не повинна перевищувати 10 км/год, а на небезпечних або обмежених ділянках — 3 км/год.

Межі небезпечних зон позначаються попереджувальними знаками та огороженнями, які можуть змінюватися залежно від стадії виконання будівельно-монтажних робіт. Перебування в монтажній зоні дозволяється лише працівникам, безпосередньо залученим до виконання робіт, зокрема

машиністам кранів і монтажникам. Розміщення стороннього обладнання, механізмів чи електроустановок у цій зоні не допускається.

Майданчики для складування будівельних матеріалів мають бути спланованими та обладнаними ухилами для відведення поверхневих вод. У зимовий період їх необхідно очищати від снігу та льоду. Складські території також повинні мати проїзди й проходи шириною не менше 1 м для безпечного пересування працівників і обслуговування матеріалів.

Освітлення будівельного майданчика повинно відповідати нормативним вимогам: для загального освітлення — не менше 2 лк; під час виконання кранових і такелажних робіт — щонайменше 10 лк; при бетонуванні, цегляній кладці та монтажі конструкцій — не менше 25 лк; для штукатурних і малярних робіт — від 50 лк.

3.5.Розрахунок в робочій силі

К-сть робітників визначають по формулі[22]:

$$N_{nidc.} = \frac{N_{mak}}{100} 20 = \frac{31}{100} 20 = 6 \text{ люд.}$$

Кількість інженерно-технічного персоналу[22]:

$$N_{i.m} = \frac{16}{100} (N_{mak} + N_{nidc.}) = 0,16(31 + 6) = 5 \text{ чол.}$$

Кількість обслуговуючого персоналу:

$$N_{обсл.} = \frac{1}{100} (N_{mak} + N_{i.m}) = 0,01(31 + 6) = 4 \text{ чол.}$$

Загальна кількість працюючих:

$$N=31+3+5+6=45 \text{ чол.}$$

3.6.Потреба в тимчасових будівлях[22]

Розрахунок площі виконується з урахуванням кількості працівників, які одночасно перебувають на будівельному майданчику у найбільш чисельну

зміну. При цьому до уваги беруться робітники, інженерно-технічний персонал, а також працівники допоміжних служб.

Площа гардеробної визначається відповідно до нормативу — 0,7 м² на одного працівника. Отже, загальна площа приміщення розраховується множенням нормативної площі на кількість працівників у зміні та за результатами розрахунку становить 32,2 м².

Приймаємо три уніфікованих вагончика площею 56 кв.м.

Умивальники приймаємо з розрахунку 0,2 м² на людину[22]:

$$0,2 \cdot 45 = 9,0 \text{ м}^2$$

Для контори про раба підбираємо один вагончик розміром 6×3 м.

Туалет – одне очко на кожні 15-20 чоловік. Приймаємо три туалета: чоловічий, жіночий і загальний.

3.7.Розрахунок тимчасових складів[22]

Розрахунок площі складських приміщень виконується для забезпечення раціонального розміщення будівельних матеріалів, зокрема цегли, на відкритих складах будівельного майданчика.

Площа відкритого складу для складування цегли визначається на основі обсягу матеріалу, що підлягає зберіганню, з урахуванням нормативної висоти складування, коефіцієнта щільності укладання та необхідних проходів для механізмів і обслуговуючого персоналу. Розрахунок виконується за відповідними будівельними нормами та забезпечує безпечні умови зберігання матеріалів, їх зручне транспортування та мінімізацію втрат.

Отримане значення площі відкритого складу приймається для подальшого планування будівельного генерального плану та організації складського господарства на будівельному майданчику[22]:

$$S_{\text{скл.}} = \frac{Q_3}{g_i K},$$

$$Q_3 = \frac{Q_{ni}}{T} n K_1 K_2,$$

$$Q_3 = \frac{256000}{27} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 1479,11$$

3.8. Потреба у воді[22]

Водопостачання будівельного майданчика передбачає забезпечення виробничих процесів, господарсько-побутових потреб працівників, а також потреб протипожежного захисту.

До виробничих витрат належать процеси, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт: приготування розчинів і бетонних сумішей, зволоження матеріалів, миття обладнання та інструменту. Господарсько-побутові витрати включають забезпечення санітарно-гігієнічних потреб працівників, роботу душових, умивальників та інших побутових приміщень. Побутові витрати також пов'язані з приготуванням питної води та загальними потребами персоналу.

Окрему категорію становить протипожежне водопостачання, яке забезпечує можливість оперативного гасіння можливих загорянь на території будівельного майданчика та підтримання необхідного рівня пожежної безпеки.

Витрата води розраховуємо за формулою[22]:

$$Q_{np} = 1,2 \sum \frac{Q_{cp} - K}{t \cdot 3600},$$

$$Q_{np} = 1,2 \cdot 1,6 \cdot \frac{250 \cdot 20}{8,2 \cdot 3600} = 0,32 \text{ л/с}$$

Господарські потреби води[22]:

$$Q_{soc} = \frac{h_p}{3600} \cdot \frac{nh_1}{8,2},$$

$$Q_{soc} = \frac{46}{3600} \cdot \frac{15 \cdot 2,7}{8,2} = 0,063 \text{ л/с}$$

Витрата води для протипожежних потреб визначається з урахуванням можливості одночасної роботи двох пожежних струменів від гідрантів. При цьому приймається нормативна витрата 5 л/с на один струмінь.

Таким чином, загальна розрахункова витрата води для цілей пожежогасіння становить 10 л/с, що забезпечує необхідний рівень пожежної безпеки на будівельному майданчику та дозволяє ефективно ліквідувати можливі осередки займання на початковій стадії.

Сумарна витрата води складає[10]:

$$Q_{\text{сум.}} = 0,063 + 10 + 0,32 = 10,373 \text{ л/с}$$

Діаметр трубм визначаємо за формулою[10]:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{сум}}}{\Pi v}},$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,83 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 100 \text{ мм.}$$

Приймаємо 10см.

3.9.Потреба в енергоресурсах

На будівельному майданчику основним джерелом енергії є електроенергія, яка використовується для забезпечення роботи будівельних машин, механізмів і технологічного обладнання.

Найбільша частка електроенергії — близько 70% — споживається електродвигунами будівельної техніки та механізмів. Приблизно 20% витрачається на технологічні процеси будівництва, а ще близько 10% — на зовнішнє та внутрішнє освітлення будівельного майданчика і приміщень.

У межах даного об'єкта електропостачання здійснюється від запроєктованої трансформаторної підстанції, яка забезпечує стабільне та безперебійне електроживлення всіх споживачів на території будівництва.

Кількість прожекторів визначаємо по формулі[9]:

$$n = \frac{PE\varphi}{P_{\text{л}}},$$

$$n = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 5580}{1500} = 7,8$$

Для організації освітлення будівельного майданчика приймаються прожектори типу ПЗС-45. З метою зменшення кількості світлоточок та підвищення ефективності освітлення передбачається використання прожекторів з двома лампами (двобатарейного типу).

У такому випадку загальна кількість прожекторів скорочується з 8 до 4 одиниць, що дозволяє оптимізувати систему освітлення будівельного майданчика, зменшити витрати на монтаж і експлуатацію, а також забезпечити необхідний рівень освітленості відповідно до вимог безпеки виконання будівельно-монтажних робіт.

3.10.Тимчасові дороги

Постійні автомобільні дороги не завжди забезпечують потреби будівельного майданчика через невідповідність напрямків руху та умов організації будівельного процесу. У зв'язку з цим для транспорту, що використовується під час будівництва, влаштовуються тимчасові внутрішньомайданчикові дороги.

Проектування тимчасових доріг включає розробку схеми руху транспорту, раціональне розміщення доріг у плані будівельного майданчика, а також визначення їх основних геометричних параметрів і конструктивних рішень.

Під час трасування тимчасових доріг враховуються мінімально допустимі відстані: від дороги до складських приміщень — не менше 1 м, до огорожі будівельного майданчика — не менше 1,5 м. Це забезпечує безпечну експлуатацію транспорту та зручність обслуговування складських зон.

Ширина проїжджої частини приймається 3,5 м, що є достатнім для руху будівельного транспорту в одному напрямку та виконання маневрових операцій. Дорожнє покриття тимчасових доріг передбачається з ущільненого гравію та щебеню, що забезпечує необхідну несучу здатність і стійкість до навантажень у період будівництва.

3.11.Диспетчерський зв'язок

Диспетчерський зв'язок є одним із основних засобів оперативного управління будівельним виробництвом. Він забезпечує швидку передачу інформації між всіма учасниками будівельного процесу та дозволяє ефективно координувати виконання робіт на будівельному майданчику.

Як засоби диспетчерського зв'язку використовуються мобільний телефонний зв'язок та радіозв'язок (рації), що забезпечують постійний контакт між відповідальними особами та виконавцями робіт у режимі реального часу.

Система зв'язку також підтримує взаємодію з адміністративними службами, зокрема з керівництвом будівництва, пожежною охороною, органами охорони громадського порядку та пунктами медичної допомоги. Це дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації та забезпечувати належний рівень безпеки на об'єкті.

4.ОХОРОНА ПРАЦІ

В умовах науково-технічного прогресу особлива увага повинна приділятися на соціальні та економічні наслідки розвитку техніки і технології. Винятково важливими вимогами до найновішої технології і сучасних технічних засобів є забезпечення високої надійності і повної безпеки їх експлуатації.

Одним з основних напрямків зниження трудомісткості і росту виробничої праці в будівництві – подальша механізація і автоматизація будівельних процесів на основі використання комплексів сучасних машин і механізмів.

Питання охорони праці на даному етапі здобуло особливого значення. Для вирішення цих питань потрібні висококваліфіковані спеціалісти, здатні рекомендувати ефективні засоби по профілактиці і усуненню небезпеки нещасних випадків і професійних захворювань.

Охорона праці в нашій країні розвивається на основі широкого застосування на виробництві результатів наукових вишуків.

В складі вимог науково-технічного прогресу розроблена комплексна охорона праці. Основи цієї системи складають: планування і фінансування заходів по охороні праці з врахуванням аналізу нещасних випадків, втілення нової безпечної техніки, прогресивних засобів організації праці, повсякчасне втілення системи стандартів безпеки праці.

4.1.Аналіз умов праці на проектованому об'єкті

Умови праці на будівельному майданчику на кожному етапі будівництва об'єкту визначаються видами робіт, які виконуються в даний час і санітарно-гігієнічними умовами, в яких знаходиться робітник.

В процесі будівництва профілакторію для гаража на 60 автомобілів з теплою стоянкою на 22 автомобілі виконуються основні види будівельних робіт: земляні, монтажні, кам'яні, покрівельні та інші.

Безпека при будь-якому виді робіт, а особливо при земельних роботах, повинна враховувати не тільки правильну організацію робочого місця, але і

правильний вибір, на основі розрахунків, кріплення, оцінку навантаження на нього і роботу конструкції в цілому.

Земляні роботи дуже трудомісткі, і безпечні методи їх проведення залежать від роду ґрунту, місцевості і виду споруди. Для виконання земельних робіт застосовуються такі комплекси машин і обладнання: бульдозер марки Д-606, екскаватори, ємністю ковша 0,25 м³, автотранспорт, компресорна станція та інше.

В безпосередній близькості до електрокабелів, газопроводів, напірних водопроводів ґрунт розробляється тільки лопатами, а також під наглядом працівника газового і електрогосподарства. Так як на будівельній площадці є будівлі, то біля них, тобто біля їх фундаментів ґрунт треба розробляти невеликими захватками. Для спускання робітників в котлован і траншеї користуються драбинами шириною не менше 0,75 м з перилами.

При процесі риття котлованів до початку виробництва робіт по встановленню фундаментів слід перевірити стійкість земляних відкосів і укріпити їх, щоб попередити обвали.

До початку монтажних робіт і періодично під час робіт всі застосовані такелажні і монтажні пристосування перевіряти в співвідношенні з правилами устроювання техніки безпеки. Забороняється залишати підняті елементи і конструкції на вазі. Зона, небезпечна для знаходження людей під час переміщення, установки і закріплення елементів і конструкцій повинна бути забезпечена добре помітними попереджувальними знаками. До виконання монтажних робіт допускаються робітники, які пройшли інструктаж і в ряді випадків, спеціальне навчання по техніці безпеки.

Цеглу і дрібні блоки слід подавати на піддонах з захватами, які мають бокову огорожу, яка виключає випадання окремих конструкцій. Робочі настили подмостей повинні бути огорожені перилами висотою не менше 1м. Забороняється виконувати кладку стін, стоячи на ній, а також залишати інструменти і матеріали на поверхні стіни пір-час перерви.

Ізоляційні і покрівельні роботи є роботами, до яких ставляться вимоги щодо техніки безпеки. Робітники повинні мати спецодяг, неслизьке взуття, застережуючі пояса.

Складають матеріали на даху на спеціальних піддонах, які кріпляться до обрешітки. Зону можливого падання матеріалів і інструментів огороджують. Заборонено виконувати будівельні роботи при вітрі, який досягає більше 6 балів, при густому тумані, зливі і грозі.

При оцінці умов праці слід звернути увагу і на складність сезонних робіт, різноманітні зміни погоди і, як результат, можливі обмороження, простудні захворювання, теплові удари. Всі ці питання розглядаються в заходах по охороні праці на проектному об'єкті.

З ціллю попередження небезпеки нещасних випадків і збереження робітниками правил і норм техніки безпеки на будівельному майданчику необхідно передбачити організацію трьох стадійного контролю по охороні праці на об'єкті, як найбільш ефективної форми контролю.

4.2.Заходи по охороні праці на проектному об'єкті

Правові та організаційні.

Для попередження порушень трудового законодавства по охороні праці на будівельному майданчику організується трьох стадійний контроль охорони праці як найбільш ефективна форма контролю.

На першій стадії контролю беруть участь бригадир, майстер, інспектор по нагляду за дотриманням норм охорони праці в бригаді. Вони кожного дня перед початком роботи перевіряють на своїх участках стан робочих місць.

Особлива увага приділяється організації і відповідному забезпеченню робіт з підвищеною степінню небезпеки – монтаж важких конструкцій та їх кріплення.

На другій стадії контролю один раз на тиждень начальник дільниці, старший інспектор, механік, електромонтер провіряють на всіх об'єктах стан техніки безпеки і виробничої санітарії, роботу першої стадії контролю,

виконання ППР, виконання вимог технологічних карт, якість і сучасність проведення інструктажа, правильність оформлення нарядів.

Третя стадія контролю проводиться один раз в місяць. В ній приймає участь головний інженер будівельної організації, головний інженер, інженер по техніці безпеки, які перевіряють виконання запланованих заходів по техніці безпеки і виробничій санітарії, порядок реєстрації і звітності нещасних випадків, дотримання встановлених термінів по ліквідації недоліків і т.д.

Для більш широкої пропаганди питань охорони праці в будівельних організаціях необхідно створити кабінети, а на ділянках пункти охорони праці.

4.3.Будівельно-гігієнічні заходи

Для захисту робітників від дії несприятливих мете реологічних умов і створення нормальних побутових умов на майданчику передбачені санітарно-побутові приміщення: гардеробні, кімнати для прийому їжі, приміщення для сушіння, душові, санвузли, приміщення для зігрівання робітників, ремонт спецодягу і взуття і т.д.

Розрахунок побутових приміщень зумовлений в розділі „Будгенплан” .

Залежно від специфіки роботи працівники забезпечують відповідним спецодягом, індивідуальними засобами захисту.

Людей, які працюють при шумі і вібрації, забезпечити спеціальними режимами роботи.

4.4.Технічні заходи

Враховуючи результати аналізу електротравматизму, на будівельному майданчику передбачено заземлення і занулення для обладнання, які мають електропровід. Необхідно забезпечити кріплення під час розробки виїмок. При монтуванні будівельних конструкцій необхідно, щоб були оглянуті стропи, траверси, канати та інші пристосування та обладнання.

Для виключення можливості перекидання або вільного переміщення, передбачено надійне закріплення будівельних машин і механізмів, для всіх

рухомих частин – встановлення захисних корпусів. Крім того, передбачено використання знаків безпеки.

4.5. Пожежно-профілактичні заходи

Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику повинно проводитися у співвідношенні з вимогами ДБН „Організація будівельного виробництва”, „Протипожежні норми проектування будівель і споруд”.

З ціллю виключення пожеж на будівельному майданчику передбачено:

- організацію ДПД з робітників та службовців, які повинні зберігати строгий протипожежний режим;
- проведення роз'яснювальної роботи про заходи пожежної безпеки, контролю за справністю і готовністю засобів пожежотушіння, захоронення користування несправними електричними приладами і пристосуваннями і розведення багаття або куріння в заборонених місцях.

При розробці генерального плану забезпечуються:

- протипожежні розриви між будівлями і спорудами, яких вимагають норми протипожежної безпеки;
- проїзди і транспортні шляхи для пожежних автомобілів;
- розміщення споруд і будівель з врахуванням водозабезпеченості при пожежній безпеці.

4.6. Інструкція по техніці безпеки при вкладанні цегляних стін

Влаштування цегляної кладки з настилу здійснюється з дотриманням таких заходів безпеки:

- відстань між ящиками для рошину і піддоном з цеглою повинна бути не менше 0,2 м, ширина проходу між цегляною стіною і ящиком або піддоном не менше 0,6 м;
- піднімати цеглу на місце роботи в спеціальній тарі при наявності з чотирьох сторін огорожуючи засобів;

- короткі піддони, тару, огорожуючи решітки опускають з робочих місць, настилів з допомогою кранів;

- стійкість цегляної кладки стін, стоячи на них, забороняється;

- кладку цегляних стін з настилів проводять одночасно з встановленням віконних рам;

- висота кожного яруса стіни призначається з розрахунку, щоб рівень кладки після кожного переміщення був не менше, як два ряди вище рівня робочого насипу;

- залишати матеріали та інструменти на стінах під час перерви в роботі забороняється;

- при проведенні кам'яних робіт в нічний час робітниками їхнє робоче місце повинно бути добре освітлено.

Заходи, які торкаються настилів;

- нарощувати настили безпосередньо по мірі будування стіни;

- ширина робочого настилу на підмостях повинна бути безпечною для організації робочих місць – 2м;

- прогалини між стіною і робочим настилом не повинна перевищувати 50 мм.

- встановлені на об'єкті підмостя приймаються в експлуатацію прорабом. При їх експлуатації потрібно дотримуватись таких вимог безпеки праці:

- 1) не допускати пошкодження елементів вантажами, які переміщуються кранами;

- 2) кожного дня перед початком зміни оглядати стан з'єднання, кріплень, настилів, огорожі і громовідводу, які виконуються згідно ГОСТ 12.2.012-75;

- 3) постійно перевіряти стан основи;

- 4) навантаження настилів повинно здійснюватися точно з розрахунковою схемою.

4.7.Розрахунок стропа

Зусилля розтягу стропа визначаються по формулі:

$$\varphi = \frac{C_T}{m \cos \alpha},$$

де C_T – вага вантажа;

m – число строп, на які передається маса вантажа;

α – кут відхилення стропа від вертикалі.

Довжина траверси 5м. Визначимо орієнтовно її висоту. Момент в найбільш небезпечному січенні визначається по формулі:

$$M = \frac{C_T}{2} \cdot \frac{E_{TP}}{2}$$

де C_T – вага балки

E_{TP} – довжина траверси

Враховуючи перевантаження (приймаємо коефіцієнт запасу $n=3$) розрахунковий момент складає:

$$M_p = n \cdot M = 3 \cdot \frac{108}{2} \cdot \frac{12}{2} = 972 \text{ кНм}$$

Приймаємо попередню висоту траверси $h=1,2$ м. Тоді зусилля в поясах складає:

$$N = \frac{M}{h} = \frac{972}{12} = 81 \text{ кН.}$$

$$M = \frac{104}{2} \cdot \frac{50}{2} = 130,8 \text{ кНм}$$

З ціллю запобігання порушень трудового законодавства по охороні праці на будівельному майданчику організують трьохступінчатий контроль, як найбільш ефективна форма.

На першому ступінню контролю приймають участь бригадир, майстер і громадський інспектор по охороні праці в бригаді. Вони кожен день перед початком роботи перевіряють на своїх ділянках стан робочих місць, особливу увагу приділяючи надійності підмості, огорожень.

На другій ступені контролю раз в тиждень начальник ділянки, старший громадський інспектор при участі механіка електромонтажу, перевіряють стан машини, механізмів, робочих місць з точки зору техніки безпеки і виробничої санітарії.

Всі виявлені порушення реєструються в журналі, встановлюються строки їх виправлення і вказують терміни їх виправлення.

Третя ступінь контролю заключається в тому, що раз в місяць головний інженер – будівельник організації, головний механік, головний енергетик, інженер по техніці безпеки і виробничої санітарії, постанов і вказівок по забезпеченню безпечних умов праці і побуту, порядок реєстрації і звітності про нещасні випадки, перевіряють дотримання встановлених термінів, організацію проведення вишуків засобів захисту, пристосувань, та інших пристосувань.

5. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

5.1. ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01

на будівництво об'єкта: Станція технічного обслуговування

Кошторисна вартість	8954.44 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	807.59 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	2447.25 тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	1786.50 грн
(будівельний об'єм 5012.28 м3)	

№ п/п	Номери кошторисів	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Базисна кошторисна вартість, тис. грн.					Кошторисна трудоміст., тис.люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	Показн. одинич. вартості, грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів	інших витрат	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	УРН	Загальнобудів. роботи	8019.6				8019.65	793.95	2405.89	1600.00
2	УРН	Опалення	0.00				0.00	0.00	0.00	0.00
3	УРН	Вентиляція	37.59				37.59	3.72	11.28	7.50
4	УРН	Водопровід	30.07				30.07	2.98	9.02	6.00
5	УРН	Каналізація	20.05				20.05	1.98	6.01	4.00
6	УРН	Електроосвітлення	45.11				45.11	4.47	13.53	9.00
7	УРН	Технол. обладнання		50.12	751.84		801.96	0.50	1.50	160.00
		Всього	8152.47	50.12	751.84	0.00	8954.4	807.59	2447.25	1786.50

5.2. ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА

Станція технічного обслуговування

№ п/п	Номери кошторис ів	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Базисна кошторисна вартість			Інші витрати	Загальна розрах. кошт. вартість, тис. грн.
			будівельн их робіт	монтажних робіт	устаткува ння, меблів		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Глава 1	Підготовка території будівництва	163.05	1.00			164.05
		Всього для глави 1	163.05	1.00			164.05
	Глава 2	Основні об'єкти будівництва					
2	02_01	Станція технічного обслуговування	8152.47	50.12	751.84	0.00	8954.44
		Всього для глави 2	8152.47	50.12	751.84		8954.44
3	Глава 3	Об'єкти підсобного та обслуговувального призначення	1222.87	7.52			1230.39
		Всього для глави 3	1222.87	7.52			1230.39
4	Глава 4	Об'єкти енергетичного господарства	407.62	2.51			410.13
		Всього для глави 4	407.62	2.51			410.13
5	Глава 5	Об'єкти транспортного господарства і зв'язку	244.57	1.50			246.08
		Всього для глави 5	244.57	1.50			246.08
6	Глава 6	Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання	652.20	4.01			656.21
		Всього для глави 6	652.20	4.01			656.21
7	Глава 7	Благоустрій та озеленення території	256.80				256.80
		Всього для глави 7	256.80				256.80
		Всього для глав 1-7	11099.59	66.66	751.84	0.00	11918.10
8	Глава 8	Тимчасові будівлі і споруди	293.49	1.80			295.29
		Всього для глави 8	293.49	1.80			295.29
		Всього для глав 1-8	11393.08	68.47	751.84	0.00	12213.39
9	Глава 9	Інші роботи і витрати					
						0.00	0.00
		Всього для глави 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Всього для глав 1-9	11393.08	68.47	751.84	0.00	12213.39

10	Глава 10	Утримання служби замовника і авторський нагляд						
11		Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд)					366.40	366.40
12		Здійснення авторського нагляду					0.02	0.02
		Всього для глави 10		0.00	0.00	0.00	366.42	366.42
13	Глава 11	Підготовка експлуатаційних кадрів					122.13	122.13
		Всього для глави 11		0.00	0.00	0.00	122.13	122.13
14	Глава 12	Проектні та вишукувальні роботи						
15		Кошторисна вартість проектно-вишукувальних робіт					3.44	3.44
		Всього для глави 12		0.00	0.00	0.00	3.44	3.44
		Всього для глав 1-12		11393.08	68.47	751.84	369.86	12583.25
		Кошторисний прибуток (П)		11393.08	68.47			11461.55
	ДБН Д.1.1-1-2000, Додаток 14, табл.3	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)					453.00	453.00
		Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)					6291.62	6291.62
		Разом (гл1-12 + П + Р + І)		11393.08	68.47	751.84	7114.48	19327.87
		Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва, всього					4290.79	4290.79
		В тому числі:	а) відрахування коштів у державний інноваційний фонд				193.28	193.28
		б) Відрахування коштів на виконання робіт та послуг з розвитку доріг загального користування					231.93	231.93
		в) ПДВ					3865.57	3865.57
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку		11393.08	68.47	751.84	14228.96	26442.35
		Зворотні суми						44.29

5.3. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Економічний ефект від скорочення термінів будівництва отримують у сфері експлуатації та у сфері будівництва. У сфері експлуатації ефект отримують від дострокового введення в дію об'єкту. Його величину обчислюють за формулою:

$$E_D = E_H \times \Phi (T_1 - T_2) \quad [1]$$

де: E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_H = 0,15$).

Φ - вартість спорудження об'єкту, тис.грн.

$\Phi = 8954.4$ тис.грн.

T_1 - 0.25 року - нормативний термін будівництва

T_2 - 0.20 року тривалість будівництва за проєктом

$E_D = 61.05$ тис.грн.

У сфері будівництва ефект отримують завдяки економії умовно-постійних накладних витрат. Його величину визначають за формулою:

$$E_\delta = 0,5H \left(1 - \frac{T_1}{T_2} \right) \quad [2]$$

де: 0,5 - частка умовно-постійних у загальній сумі накладних витрат. H - накладні витрати в складі кошторисної вартості. Для розрахунку суми накладних витрат приймаємо норму накладних витрат -20,6%. Взявши кошторисну вартість об'єкту (K) отримаємо:

$$H = K \times 0,206 \quad [3]$$

$K = 8954.44$ тис.грн.

$H = 8954.44 \times 0,206 = 1844.6$ тис.грн

Підставивши значення у формулу [2], ефект від економії умовно-постійних накладних витрат становить:

$E_\delta = 814.04$ тис.грн.

Загальний ефект від скорочення термінів будівництва буде:

$$E_3 = E_d + E_b \quad [4]$$

$$E_3 = 875.09 \text{ тис.грн.}$$

Економічний ефект від використання прогресивних конструкцій визначають за порівнянням з базовим варіантом. Порівнюючи вартість будівництва об'єкту за проектом з типовим вирішенням, визначаємо ефект, що зумовлений прогресивним конструктивним рішенням.

За типовим проектом вартість загальнобудівельних робіт становить

$$8821.61 \text{ тис.грн.}$$

Для нашого проекту вартість загальнобудівельних робіт становить

$$8019.65 \text{ тис.грн.}$$

Ефект становить:

$$E_k = 801.96 \text{ тис.грн.}$$

З врахуванням галузевого індекса ($K=1,104$) та коефіцієнтів збільшення прямих накладних затрат і планових нагромаджень цей ефект становитиме:

$$E_k = 801.96 \times 1,104 \times (1+0,9792+0,1009+0,0881)$$

$$E_k = 1919.66 \text{ тис.грн.}$$

Сумарний економічний ефект становить:

$$E_c = E_3 + E_k = 2794.75 \text{ тис.грн.}$$

5.4.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИЙНЯТИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Основні показники дипломного проекту

Показники	Показники по дипломному проекту
А. Показники об'ємно-планувального і конструктивного рішення	
1. Коефіцієнт забудови $K_3 = \frac{S_{буд.}}{S_{тер.}}$	0,15
2. Коефіцієнт використання території $K_{вт} = \frac{S_{кр.буд.} + S_{скл.} + S_{дор.}}{S_{тер.}}$	0,18
3. Коефіцієнт збірності $K_{зб.} = \frac{C_{зб.констр.}}{C_{заг.}}$	0,87
Б. Показники кошторисної вартості	
4. Загальна кошторисна вартість будівництва, тис.грн. в тому числі кошторисна вартість БМР, тис.грн.	26442.35 11461.55
5. Вартість одного метра кубічного будови, грн.	1786.50
В. Показники проекту виробництва	
6. Загальні трудовозатрати на БМР, людино-днів	810
7.Трудовозатрати на 1 м. кубічний будівлі, люд.-днів/м.кубічний	0.16
8. Максимальна кількість робітників на БМР люд.	31
9. Середня кількість робітників на БМР люд.	15
10. Середня продуктивність одного робітника в день на будівництві об'єкту, тис. грн./люд.днів	14.15
11. Тривалість будівництва об'єкту, місяці а) нормативна б) проектна	3 2.5
12. Сумарний економічний ефект, тис.грн. в тому числі: а) від прийнятих прогресивних проектних рішень б) від скорочення термінів будівництва.	2794.75 1919.66 875.09

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування/ Гетун Г.В. Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання друге перероблене та доповнене. – К.: Кондор-Видавництво. – 2012 р. – 380 с.
2. Архітектура будівель та споруд: у 4 ч. «Основи проектування. Житлові будинки. Тестовий контроль знань» навчальний посібник/ Плоский В.О., Гетун Г.В., Віроцький В.Д., Криштоп Б.Г., Зайцев О.М. – К.: КНУБА, 2011. – 128 с.
3. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Інформатика. Інформаційні технології в будівництві.
4. Залізобетонні конструкції: Підручник /А. Я. Барашиков, Л. М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова.- К.: ВШ, 1995. - 591с.:іл.
5. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник / М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлєв, О. О. Петраков та ін. - Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с. 15
6. Клименко В.З. Конструкції з дерева та пластмас / В.З. Клименко. – К.: Вища школа, 1995
7. Клименко Ф.Е. Металеві конструкції / Ф.Е. Клименко, В.М. Барабаш. – Львів: Світ, 1994.
8. Металеві конструкції: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський Л.В., Білик С.І., Лавріненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. – Видання 2-е. - К.: Сталь, 2010. – 869 с.
9. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.- 384с.
10. С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко та ін. «Організація будівництва.
11. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-2009. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 74 с.
12. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

13. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-23-95. – Київ: Держкоммістобудування України, 1996. – 15 с.
14. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12-2014. – [Чинні з 01.10.2014 р.].
15. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва: ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. – [Чинний з 14.05.2013 р.].
16. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Національний стандарт: ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – [Чинний з 01.01.2014 р.].
17. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT): ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. – [Чинний з 01.07.2013 р.].
18. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мінрегіонбуд України: ДСТУ Б В.2.6.-156: 2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. – Національний стандарт України.
19. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98-2009. – [Чинні з 01.06.2011 р.]. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУ А.2.4-4-2009. – [Чинний з 24.01.2009 р.]
20. Конструкції будівель та споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-163:2010.
21. Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. 16
22. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2016. – [Чинні з 01.01.2017р.].
23. Основи і фундаменти будівель та споруд: ДБН В.2.1-10:2018. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
24. Планування і забудова територій. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України: ДБН Б.2.2- 12:2019. – 230 с.

25. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинні з 01.06.2017р.]. 17
26. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень: ДСТУ Б А.2.4- 7:2009. – [Чинний з 01.01.2010 р.].
27. Прогини і переміщення. ДСТУ Б В.1.2-3:2006.
28. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. (ISO 6935-2:1991, NEQ): ДСТУ 3760:2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2007, – 19 с.
29. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с.
30. Енергетична ефективність будівель: ДСТУ А.2.2-12:2015. -К.: Мінрегіон України, 2015. – 70 с.
31. Євсєєв Л. Д. Проблема вибору способу утеплення фасадів будинків (енергозбереження не гарантує заощадження ресурсів) / Л. Д. Євсєєв, В. І. Сучків, В. В. Горбанів // Будівельні матеріали, устаткування, технології ХХІ століття. - 2006. - № 124. - С. 72 – 73.
32. Мартиненко В. А. Ніздрюваті й пористі бетони // Зб. наук. пр. – Дніпропетровськ: Пороги, 2002. - 172 с.
33. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012. – 116с.