МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

бакалавр
(рівень вищої освіти)

на тему Проект індивідуального житлового будинку з гаражем в підвалі у м. Олександрія

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1923 мбг-с2
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Міське будівництво та господарство
(назва освітньої програми)
Трайно Б.М.
(ініціали та прізвище)

Керівник доц.,к.т.н, Ільїн С. В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент проф.,д.т.н, Банах В. А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«01» 03 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Трайну Богдану Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту) Проект індивідуального житлового будинку з гаражем в підвалі у м. Олександрія

керівник роботи доц.,к.т.н, Ільїн С. В.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «23» 12 2025 року № 1832-с .

1 Строк подання студентом роботи 09.06.2026

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об`єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз наукових джерела та проєктів за темою роботи. Здійснено підбір матеріалів та оздоблення. Наведено загальні характеристики технічних рішень, розроблено планувальні рішення приміщень.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати із результатами аналітичних обгрунтувань науковог напряму роботи, плани поверхів, розрізи, фасади, результати розрахунків застосуванням сучасних інформаційних метод досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ільїн С. В.		
2	Ільїн С. В.		
3	Ільїн С. В.		

6 Дата видачі завдання 01.05.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1	Літературний огляд	11.05	
2	Розділ 1	15.05	
3	Розділ 2	20.05	
4	Розділ 3	26.05	
5	Розробка графічної частини	01.06	
6	Оформлення роботи	05.06	
7	Попередній захист	10.06	

Студент _____ Трайно Б.М.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ Ільїн С. В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гребенюк І. В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ, КОНСТРУКТИВНІ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ОБ'ЄКТА

1.1 Вступ

Все більшого поширення сьогодні отримує такий вид житлової нерухомості, як сучасний індивідуальний житловий будинок, що поєднує в собі автономію, комфорт, високі екологічні стандарти та раціональне просторове планування для комфортного проживання однієї родини.

1.2 Розвиток та перспективи

Будувати сучасні заміські та приміські будинки забудовників стимулює насамперед активний попит на якісне індивідуальне житло, яке забезпечує приватність та високий рівень екологічності. Розвивається тенденція до «раціональної автономії»: будівлі стають більш енергоефективними, оптимізується корисна площа, збільшуються обсяги інвестицій у технології відновлюваної енергії. Одночасно підвищується попит на функціональне зонування простору. Так, якщо на початку 2010-х років серед приватних забудовників великим попитом користувалися великі особняки площею від 300–400 кв.м, то сьогодні запити більшості клієнтів стали більш збалансованими й змістилися в бік ергономічних будинків площею 120–220 кв.м.

Друга причина підвищеного інтересу до цього формату — це необхідність ефективного використання земельної ділянки та оптимізація витрат на експлуатацію. Дорожнеча традиційних енергоносіїв призводить до того, що власник прагне отримати максимум енергоефективності від архітектурних рішень. Будівництво сучасних котеджів дозволяє власнику суттєво економити ресурси як на етапі зведення, так і під час опалювального сезону.

«Розвиток індивідуального житлового будівництва сьогодні тісно пов'язаний із прагненням людини до автономії та безпеки. Щоб максимально ефективно використати ділянку, архітектори намагаються закласти в проєкт не лише житлові кімнати, а й відкриті тераси, зони відпочинку, а також інженерні вузли під альтернативну енергетику. Поєднання ергономічного планування та енергоефективних технологій в одному об'єкті підвищує ліквідність та експлуатаційну цінність будинку в цілому», — розповідає Олександр Коваль, провідний архітектор проєктного бюро «Residential Development», що спеціалізується на супроводі приватного будівництва.

1.3 Типологічні особливості об'єкта

Котедж — це окремо розташований одно- або двоповерховий індивідуальний житловий будинок із прибудинковою ділянкою, призначений для постійного чи тимчасового проживання однієї родини, з чітким функціональним зонуванням внутрішніх приміщень та інтегрованими елементами благоустрою території.

Поєднуючи в собі кілька зон (житлову, господарську, відпочинкову), сучасні котеджі мають чітко виділену житлову домінанту, яка доповнюється допоміжними приміщеннями залежно від індивідуальних потреб замовника.

Основні типи котеджів:

- Одноповерхові котеджі з терасою. Найбільш актуальний формат для невеликих сімей або літніх людей. Відсутність сходів забезпечує максимальну безпеку та зручність пересування, а наявність великої тераси візуально розширює простір будинку та поєднує його з ландшафтом ділянки.
- Двоповерхові будинки з класичним зонуванням. Мають чіткий розподіл за функціями: на першому поверсі зазвичай розташовуються зони загального користування (вітальня, кухня-їдальня, санвузол, гардеробна), а на другому поверсі — приватна зона (спальні, дитячі кімнати, додаткові ванні

кімнати). Цей формат ідеально підходить для великих родин і дозволяє раціонально використати пляму забудови на ділянці.

- Мансардні котеджі. Економічно вигідний тип житла, де під житлову зону облаштовується підпокрівельний простір. Це дозволяє зменшити загальні витрати на стінові матеріали та створити унікальний затишний інтер'єр у спальній зоні за рахунок оригінальної геометрії даху та мансардних вікон.

Важливість грамотної концепції.

При проєктуванні індивідуального будинку архітектурна концепція має першочергове значення. Найголовніше у створенні котеджу — це правильно розрахувати баланс між площею приміщень та реальними потребами родини, щоб уникнути зайвих витрат на будівництво та подальше утримання.

Необхідно проаналізувати та визначити максимальну ефективність посадки будинку на ділянці з урахуванням орієнтації по сторонах світу, ландшафтних умов, а також фінансової доцільності застосування тих чи інших конструктивних рішень.

Цей аналіз включає в себе:

- аналіз геометричних та топографічних характеристик ділянки;
- аналіз можливості підключення до інженерних мереж;
- аналіз оптимальної орієнтації віконних прорізів для забезпечення природного освітлення;
- розрахунок енергетичного балансу будівлі;
- розробку індивідуального архітектурно-планувального рішення;
- визначення типу конструктивної схеми та матеріалів;
- попереднє кошторисне проєктування;
- аналіз фінансової та експлуатаційної доцільності проєкту.

1.4 Кліматичні, геоморфологічні та гідрогеологічні умови району будівництва

Геоморфологічні особливості та рельєф.

Фізико-географічне розташування майданчика будівництва приурочене до центральної частини Придніпровської височини в межах лісостепової зони (м. Олександрія, Кіровоградська область). Топографічні умови території характеризуються як хвиляста рівнина, що зазнає ерозійного впливу через наявність розгалуженої сітки балок, ярів та річкових долин Інгульця й Березівки. Природний рельєф у зоні проектування має помірні перепади висот, що мінімізує обсяги земляних робіт, проте актуалізує вимоги щодо вертикального планування ділянки та організації відведення поверхневих (зливових і талих) вод від плямозабудови котеджу.

Кліматичні умови.

Клімат району будівництва — помірно континентальний, зі специфічними рисами макроклімату Центральної України: відносно м'яким зимовим періодом і тривалим теплим літом.

- Температурний режим: Середня температура січня становить -4,5°C, а липня — +21,0°C із піковими значеннями понад +30°C.
- Атмосферні опади: Середньорічна кількість опадів коливається в межах 500–550 мм. Зважаючи на зливовий характер літніх опадів, особлива увага приділяється надійності водостічної системи покрівлі та дренажу.
- Вітровий режим: Переважними є вітри північно-західного напрямку, а також східні суховії в літній період.

Гідрогеологічний режим території.

Гідрографічна мережа району представлена річками Інгулець і Березівка та системою локальних штучних водойм. Гідрогеологічні умови майданчика безпосередньо залежатимуть від його конкретного геоморфологічного розташування на мікрорівні:

- На піднесених ділянках водоносні горизонти залягають на безпечній глибині — понад 6–10 м.
- У зонах рельєфних понижень та наближення до річкових заплав рівень ґрунтових вод може фіксуватися на глибині 1,5–3,0 м від денної поверхні.

Геологічна будова та властивості ґрунтів

У геотектонічному відношенні територія розташована в межах Українського кристалічного щита. Архей-протерозойський кристалічний фундамент (граніти, гнейси) перекритий осадовим чохлом четвертинних відкладів: суглинками, лесоподібними породами та пісками.

- Фізико-механічні процеси: Наявність пилувато-глинистих фракцій у поверхневих шарах за умов зволоження зумовлює потенційну схильність ґрунтів до морозного здимання при промерзанні на нормативну глибину 0,9–1,0 м.
- Тримальна здатність: Основним типом ґрунтів є чорноземи звичайні, які після видалення родючого шару мають достатні міцнісні характеристики та слугують надійною основою для фундаментів мілкого закладання. Природне озеленення району (широколистяні породи — дуб, клен, липа) сприяє оптимізації мікроклімату прибудинкової території.

Таблиця 1.1 - Зведені нормативно-технічні показники району будівництва

Параметр	Розрахункове / нормативне значення	Регламентуючий документ (ДБН / ДСТУ)
Місце розташування об'єкта	м. Олександрія, Кіровоградська обл.	Адміністративний поділ України
Геодезичні відмітки рельєфу	110,0 – 125,0 м над рівнем моря	Топографічний план ділянки
Архітектурно-будівельний кліматичний район	І кліматична зона	ДБН В.2.6-31:2021
Характеристичне снігове навантаження (S_0)	150 кг/м² (1,50 кПа)	ДБН В.1.2-2:2006

Параметр	Розрахункове / нормативне значення	Регламентуючий документ (ДБН / ДСТУ)
Характеристичний вітровий тиск (W_0)	48 кг/м² (0,48 кПа)	ДБН В.1.2-2:2006
Розрахункова температура найхолоднішої доби	-27°С	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010
Розрахункова температура найхолоднішої п'ятиденки ($t_н$)	-22°С	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010
Вологісна зона території	Помірна	ДБН В.2.6-31:2021
Середня температура опалювального періоду ($t_{оп.пер.}$)	-0,2°С	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010
Тривалість опалювального періоду ($Z_{оп.пер.}$)	175 діб/рік	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010
Нормативна глибина промерзання ґрунту	0,9 – 1,0 м	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

1.5 Архітектурно-будівельні та інженерні рішення

1.5.1 Архітектурні та конструктивні рішення

Енергоефективність будівлі: У будівлі застосовується технологія незнімної опалубки з пінополістирольних блоків, що забезпечує значне зменшення тепловитрат під час експлуатації.

Конструктивна схема: Проєктована будівля є монолітною каркасно-стіновою. Стіни об'єкта виконуються з монолітного залізобетону.

Фундаменти: Для будівлі передбачено влаштування монолітних залізобетонних фундаментів. За типом конструкції фундаменти запроєктовані двох видів:

1. Монолітні окремо розташовані — влаштовуються безпосередньо під колони каркаса;
2. Монолітні стрічкові — влаштовуються під тримальні стіни будівлі.

Перекриття та сходи: Міжповерхові перекриття виконуються з монолітного залізобетону для різних прольотів. Сходові марші також запроєктовані з монолітного залізобетону з нормативними розмірами сходинок 300×150 мм.

Покрівля: Покрівля будівлі є багатоскатною з покриттям із черепиці. Як теплоізоляційний матерірвал застосовується мінеральна вата, що відповідає сучасним вимогам пожежної безпеки та енергоефективності.

Елементи інтер'єру: Внутрішні перегородки в приміщеннях виконуються з гіпсокартонних систем. Покриття підлоги передбачено з паркету та лінолеуму, а в санітарно-технічних кімнатах викладається кахель.

Благоустрій: Навколо будівлі передбачено влаштування захисного відмощення з асфальтобетону.

1.5.2 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення : Оздоблення несучих стін першого поверху виконується з косоуцького каменю на цементно-піщаному розчині з використанням армувальної сітки, а також керамічною плиткою коричневого кольору. Фасади наступних поверхів покриваються високоякісною теразитовою штукатуркою бежевого та білого кольорів.

Внутрішнє оздоблення приміщень:

- Внутрішні несучі стіни штукатуряться вапняно-цементно-піщаним розчином із подальшим фарбуванням олійними фарбами.
- Стелі поверхонь покриваються сучасними водоемульсійними фарбами.
- Оздоблення стін у санітарно-технічних кімнатах виконується з вологостійкої керамічної плитки.

Усі оздоблювальні роботи всередині будівлі дозволяється виконувати виключно після повного влаштування покрівлі та прокладання всіх інженерних комунікацій.

1.5.3 Захисні заходи та організація будівництва

Антисейсмічні заходи: Прийнята конструктивна схема будівлі забезпечує високий рівень сейсмозахсту. Усі роботи виконуються відповідно до актуальних вимог ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»[24].

Гідроізоляція та захист від корозії: Вертикальна гідроізоляція підземної конструктивної частини будівлі виконується шляхом нанесення двох шарів бітумної мастики.

Для підвищення довговічності та експлуатаційного терміну металевих елементів, які не покриті бетоном, обов'язковим є їх обробка антикорозійними лаками.

Захист дерев'яних конструкцій: Усі дерев'яні елементи покрівлі та інших вузлів просочуються сертифікованими антисептиками і вогнезахисними засобами, а також ізолюються одним шаром руберойду відповідно до вимог ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції»[25].

- Організація робіт: Будівельно-монтажні роботи мають проводитися з чітким дотриманням вимог з охорони праці та організації виробництва згідно з ДБН А.3.1-5:2016[26] та ДБН А.3.2-2-2009[27]. В'язання

арматурних сіток та каркасів виконується безпосередньо на будівельному майданчику.

1.5.4 Інженерне забезпечення об'єкта

Опалення: Теплопостачання будівлі передбачено від центральних міських теплових мереж. Розрахункові параметри теплоносія в системі повинні становити в межах 95–70℃.

Вентиляція: Організація повітрообміну в житлових кімнатах та санітарно-технічних кабінах здійснюється за допомогою природної витяжної вентиляції через внутрішньостінові вентканали.

Водопостачання: Господарсько-питне водопостачання проєктується від зовнішніх централізованих мереж водопроводу за допомогою металевих труб діаметром 15–20 мм.

Гаряче водопостачання забезпечується від центральної міської мережі, підведення виконується трубами діаметром 15–20 мм.

Каналізація: Скидання побутових стічних вод передбачено у міську каналізаційну мережу. Внутрішня система водовідведення монтується з високоякісних пластикових (ПВХ/ПП) труб діаметром 50–100 мм.

Електропостачання: Підключення об'єкта до джерел електроенергії здійснюється від зовнішньої мережі напругою 380/220 В. Головний розподіл та облік електроенергії всередині будівлі виконується через ввідно-розподільний електрощит.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РИГЕЛІВ

2.1 Розрахункові комбінації навантажень

Для визначення найбільш несприятливих зусиль у перерізах залізобетонних ригелів та виконання їх подальшого армування складаються розрахункові комбінації навантажень відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»[1] та ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»[24].

Зусилля в елементах визначаються на основі таких видів завантажень:

1. Власна вага — постійне навантаження від ваги несучих та огороджувальних конструктивних елементів.

2. Тривале тимчасове навантаження — навантаження від стаціонарного обладнання, допоміжних матеріалів, а також частина корисного навантаження на перекриття.

3. Короткочасне навантаження — повне значення корисного навантаження від людей, меблів, тимчасового обладнання, а також кліматичні впливи.

4. Сейсмічне навантаження за віссю S_x — особливий горизонтальний динамічний вплив, спрямований вздовж поздовжньої осі будівлі (осі X).

5. Сейсмічне навантаження за віссю S_y — особливий горизонтальний динамічний вплив, спрямований вздовж поперечної осі будівлі (осі Y).

Табличні значення розрахункових зусиль (згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил) у звітах розрахункових комплексів наведено в тоннах (т) та тонно-метрах (т·м).

Розшифрування технічних абревіатур.

№ ел-та — номер скінченного елемента .

УНГ — кут напрямку головних осей напружень (або місцевих осей конструктивного елемента).

№ перерізу — порядковий номер розрахункового перерізу по довжині стрижня.

КРТ — логічний критерій вибору розрахункових сполучень зусиль.

СТ — вид сполучення навантажень за ДБН.

КС — код супутніх завантажень або логічна група знаковості.

ГІП — маркер інженерної гіпотези міцності, за якою виконується перевірка.

Компоненти зусиль:

N — поздовжня сила (т);

M_k — крутний момент (т·м);

M_y, M_z — згинальні моменти відносно відповідних місцевих осей (т·м);

Q_z, Q_y — поперечні сили (т).

Номер завантаження — комбінація активованих чинників (де 1 — власна вага, 2 — тривале, 3 — короткочасне, 4 та 5 — сейсмічні складові S_x та S_y).

Таблиця 2.1 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2231		1	1	4		A							
			2	2		A	-.198163	-.095134	-.500752	1.77267	.088528	.157615	1--3
			7	3	C	B	-.009656	-.073934	-.465267	1.40523	.113156	.197189	1--4
			17	3	C	B	.397523	-.045611	-.294589	1.05763	.082328	.204045	1 5
			23	3	C	B	.333989	-.077833	-.425524	1.4758	.109637	.250590	1--3 5
2234		2	1	2		A	-.065906	-.364618	1.24858	-.67056	-.00064	-.00061	1--3
			2	4		A							
			17	3	C	B	1.96265	-.161289	.733062	-.37591	-.01016	.003606	1 5
2236		3	1	4		A							
			2	2		A	-.096823	-.478433	-1.6	-1.99008	.007352	-.016179	1--3
			16	1		A	-.071427	-.229684	-.985	-1.3634	.005246	-.011078	1
			5	3	C	B	2.88225	-.390289	-1.24146	-1.66778	-.076415	.105418	1--3 5
			17	3	C	B	2.90008	-.212634	-.864446	-1.22393	-.077978	.1091476	1 5

			24	3	C	B	.767303	-.18911	-.778645	-1.18917	-.114767	.216138	1 4
2294		1	1	4		A							
			2	2		A	.190745	-.082542	-.769736	1.29978	.003456	.005519	1--3
			2	3	C	B	.573023	-.073489	-.859396	1.26663	-.023745	-.029285	1--4
			17	3	C	B	2.40545	-.061478	-.634324	1.07163	-.007596	-.006122	1--3 5
			24	3	C	B	.515392	-.044063	-.673415	.933596	-.024436	-.03044	1 4
2295		2	1	2		A	.211012	.002075	.22564	.013215	-.000735	-.000778	1--3
			2	4		A							
			1	3	C	B	2.23942	.00336	.174006	.000625	-.002594	-.000435	1--3 5
			5	3	C	B	2.17936	.002825	.082446	-.003223	-.002315	-.000218	1 5
			10	3	C	B	.003948	-.006536	.228269	.183537	-.000369	.001124	1 4
			13	3	C	B	.063364	-.006125	.179746	.187328	-.00009	.000947	1--4
2296		3	1	4		A							
			2	2		A	.2759	.085927	-.736503	-1.27124	-.000825	.000569	1--3 6 7
			27	1		A	.173024	.04328	-.489434	-.816924	-.000729	.000634	1 6 7
			5	3	C	B	2.47236	.066821	-.632378	-1.06955	-.010541	.010389	1--3
			18	3	C	B	-.149412	.046485	-.22423	-.552541	.025356	-.032733	1 4
			27	3	C	B	2.39989	.036725	-.455945	-.745124	-.010578	.010436	1 5
			28	3	C	B	-.076225	.076589	-.400524	-.87768	.02524	-.032836	1--4
2191		1	1	4		A							
			2	2		A	-.096811	-.478444	-1.5	-1.99026	.007369	-.016198	1--3
			15	1		A	-.071405	-.229639	-.972	-1.367	.005241	-.011037	1
			4	3	C	B	2.88283	-.390246	-1.24126	-1.66786	-.076423	.105466	1--4
			5	3	C	B	2.90099	-.212676	-.864434	-1.22304	-.077943	.109152	1--3 5
			18	3	C	B	.767303	-.18959	-.778696	-1.18927	-.114751	.216119	1 4
			28	3	C	B	-.096811	-.478444	-1.5	-1.99026	.007369	-.016198	1 5
2194		2	1	2		A	-.067413	-.274176	-0.39586	.114472	.000056	.002505	1--3
			2	4		A							
			17	1		A	1.47544	-.123735	0.35649	.073442	-.002647	.016677	1
			17	3	C	B	1.45398	-.223302	1.46084	.100266	-.002628	.017328	1 5
			18	3	C	B	.183234	-.209876	1.14637	.134238	.000981	.000795	1--4
			28	3	C	B	-.067413	-.274176	-0.39586	.114472	.000056	.002505	1--3

2196		3	1	4		A							
			2	2		A	-.198174	-.095145	-.500761	1.77287	.088536	.157623	1--3
			7	3	C	B	-.009616	-.073984	-.465237	1.40505	.113127	.197195	1--3 5
			17	3	C	B	.397594	-.045602	-.294516	1.05723	.082358	.204032	1 5
			18	3	C	B	.333926	-.077825	-.425567	1.4779	.109656	.250538	1--4
			24	3	C	B	-.198174	-.095145	-.500761	1.77287	.088536	.157623	1 4
2874		1	1	4		A							
			2	2		A	-.183127	.08962	-1.02639	2.2565	.026524	.135844	1--3
			9	3	C	B	.259836	.098282	-.865071	1.87863	.03937	.179837	1--3 5
			17	3	C	B	.302619	.078161	-.572398	1.23558	.031313	.142322	1 5
			27	3	C	B	-.063018	.087305	-.929557	1.8373	.027641	.225343	1--4
2879		2	1	2		A	-.087544	.031191	2.30826	.279084	-.00001	-.00379	1--3
			2	4		A							
			28	1		A	-.037826	.017214	1.31882	.151659	-.00004	-.00674	1
			9	3	C	B	.049638	.034007	1.88945	.231369	-.0006	-.00538	1--3
			10	3	C	B	.002334	.014808	1.2336	.202434	-.00129	-.09146	1 4
			12	3	C	B	-.033147	.024783	1.93976	.293376	-.00127	-.08935	1--4
			17	3	C	B	.08512	.024032	1.18329	.140427	-.00062	-.00748	1 5
2937		3	1	4		A							
			2	2		A	-.141265	.088613	-2.62417	-3.4733	-.00044	.000134	1--3
			28	1		A	-.053327	.04228	-1.48975	-2.0558	.000668	-.00340	1
			17	3	C	B	.006817	.031835	-1.3288	-1.8418	-.01743	.04198	1 5
			24	3	C	B	-.055946	.064902	-2.13843	-2.8535	-.01823	.044508	1--3 5
2417		1	1	4		A							
			2	2		A	-.06668	.0137823	-.998124	1.06324	-.000224	-.00035	1--3
			28	1		A	-.031335	.007736	-.582268	.709623	-.000378	-.00045	1
			2	3	C	B	.040796	.006198	-1.09052	1.1169	-.004026	-.00547	1--4
			9	3	C	B	.048289	.017224	-.815174	.89989	.001847	.005687	1--3
			17	3	C	B	.073586	.0129789	-.518245	.646539	.001885	.005648	1 5
			25	3	C	B	.066035	.001836	-.794112	.86889	-.004035	-.00549	1 4
2418		2	1	4		A							
			13	1		A	-.04289	.001702	-.071124	-.002735	-.000124	.00024	1

			9	3	C	B	.032285	.003036	-.138598	.004935	-.001895	-.0012	1--3 5
			10	3	C	B	-.041124	-.005235	-.062735	.219635	-.000236	.0035	1 4
			17	3	C	B	.064078	.002424	-.05807	.006889	-.001887	-.0098	1 5
2419		3	1	4		A							
			2	2		A	-.09256	-.009135	-1.00835	-1.0735	.000435	-.0015	1--3
			10	3	C	B	-.172496	-.012435	-.558035	-.66885	.004195	-.0063	1--4
			11	3	C	B	.031233	-.011475	-.811385	-.886825	-.005496	.00598	1--3 5
			17	3	C	B	.06198	-.008241	-.510496	-.631195	-.005586	.00536	1 5
2987		1	1	4		A							
			2	2		A	.184135	-.080289	-2.68525	3.52778	-.003524	-.00414	1--3
			27	1		A	.083545	-.037314	-1.51984	2.08393	-.001575	.000498	1
			23	3	C	B	.104814	-.037224	-1.50906	1.927641	.004836	.010235	1 4
			24	3	C	B	.082596	-.049896	-2.08834	2.83944	-.015024	-.03624	1--3 5
			25	3	C	B	.010824	-.019236	-1.25671	1.80822	-.013512	-.03327	1 5
			26	3	C	B	.176696	-.067815	-2.34069	2.9552	.003442	.006489	1--4
3044		2	1	2		A	-.073956	-.032085	2.36943	-.16275	.000324	-.02696	1--3
			2	4		A							
			10	3	C	B	.099525	-.026436	1.89645	-.072065	.001175	-.10278	1--4
			11	3	C	B	.013675	-.034734	1.91824	-.17436	-.000324	-.03263	1--3 5
			15	3	C	B	.069996	-.01558	1.16996	-.023445	.001096	-.09155	1 4
			17	3	C	B	.015935	-.023787	1.19175	-.12635	-.000475	-.02124	1 5
3049		3	1	4		A							
			2	2		A	.146256	-.069036	-.91824	-2.29725	.007224	-.02032	1--3
			10	3	C	B	.247468	-.091334	-.862396	-1.93425	.025496	-.07385	1--3 5
			18	3	C	B	-.012878	-.03696	-.428925	-1.2624	.006645	.073195	1 4
3185		1	1	4		A							
			2	2		A	.191145	.086536	-1.24035	2.40141	.002485	.010207	1--3
			12	3	C	B	.284985	.085241	-1.13789	2.01036	-.00425	-.00309	1--4
			23	3	C	B	.142441	.078525	-1.03224	1.9985	.008339	.02006	1--3 5
			26	3	C	B	.106826	.057675	-.667324	1.30635	.0088	.019575	1 5
			28	3	C	B	.249396	.0648	-.773096	1.32575	-.00447	-.00336	1 4

2.2 Розрахунок та конструювання максимально завантаженого ригеля № 1

2.2.1 Перший проліт

Розрахунок виконується за комбінаціями зусиль для елементів № 2231, № 2233 та № 2236.

Таблиця 2.2 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2231, № 2233 та № 2236

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2231		1	1	4		A							
			2	2		A	-.198163	-.095134	-.500752	1.77267	.088528	.157615	1--3 6 7
			7	3	C	B	-.009656	-.073934	-.465267	1.40523	.113156	.197189	1--4 6 7
			17	3	C	B	.397523	-.045611	-.294589	1.05763	.082328	.204045	1 5--7
			23	3	C	B	.333989	-.077833	-.425524	1.4758	.109637	.250590	1--3 5--7
2233		2	1	2		A	-.067456	-.274171	-0.39544	.114405	.000037	.002527	1--3 6 7
			2	4		A							
			17	3	C	B	1.47581	-.123724	-0.35601	.073476	-.002689	.016688	1 5--7
			27	3	C	B	1.45334	-.223389	1.21045	.100238	-.002629	.017365	1--3 5--7
			31	3	C	B	.183265	-.209851	1.14698	.134254	.000951	.000787	1--4 6 7
2236		3	1	4		A							
			2	2		A	-.096823	-.478433	-1.6	-1.99008	.007352	-.016179	1--3 6 7
			16	1		A	-.071427	-.229684	-.985	-1.3634	.005246	-.011078	1 6 7
			5	3	C	B	2.88225	-.390289	-1.24146	-1.66778	-.076415	.105418	1--3 5--7
			17	3	C	B	2.90008	-.212634	-.864446	-1.22393	-.077978	.1091476	1 5--7
			24	3	C	B	.767303	-.18911	-.778645	-1.18917	-.114767	.216138	1 4 6 7

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що дорівнює 20 кН.

Перевірка виконується за умовою:

$$Q_{max} \leq 0{,}3 * \varphi_{\omega 1} * \varphi_{b1} * f_{cd} * b * h_0$$

$$0{,}3 * 1{,}0 * 0{,}896 * 11{,}5 \text{ МПа} * 25 \text{ см} * 46 \text{ см} * 0{,}9 = \frac{319928}{1000} \approx 320 \text{ кН}$$

Де прийнято відповідно :

• $\varphi_{\omega 1}$ = 1,0 — мінімальне значення коефіцієнта для хомутів, розташованих нормально до поздовжньої осі елемента;

• φ_{b1} = 0,896 — коефіцієнт, що враховує вид бетону;

• f_{cd} = 11,5 МПа — розрахунковий опір бетону стисненню.

Оскільки Q_{max} = 20 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою повністю забезпечена, а прийняті геометричні розміри поперечного перерізу ригеля є достатніми.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Оскільки переріз ригеля є тавровим, необхідно перевірити умову для визначення межі стиснутої зони:

- M — згинальний пролітний момент;
- h'_f — висота полиці плити перекриття;
- b'_f — ширина полиці тавра, яка згідно з ДБН В.2.6-98:2009[28] приймається з умови, що ширина звисів у кожен бік від ребра повинна бути не більшою за 1/6 прольоту елемента.

Таким чином, межа стиснутої зони проходить у полиці, отже, поздовжня арматура в стиснутій зоні за розрахунком не потрібна. Її площу приймають виключно з конструктивних міркувань.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -5 кН·м

- $M_{оп2}$ = -15 кН·м
- $M_{пр}$ = 12,1 кН·м
- h_0 — робоча висота перерізу:

  h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

  Розрахунок площі поздовжньої арматури:

  Для перерізу на опорі $M_{оп1}$ = -5 кН·м :

  Залежно від відносного моменту α_m, обчислюємо необхідну площу арматури A_s.

  Приймаємо 2Ø8 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

  Для перерізу на опорі $M_{оп2}$ = -15 кН·м:

  Приймаємо 2Ø10 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,57 см^2.

  Для перерізу в прольоті $M_{пр}$ = 12,1 кН·м:

  Приймаємо 2Ø8 класу А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

  Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

  Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі за розрахунком:

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0$$

Де:

- Q_{max} = 20 кН — максимальна поперечна сила біля грані опори;
- f_{cd} = 0,67 МПа — розрахунковий опір бетону осьовому розтягу для класу С12/15;
- b = 0,25 м — ширина ребра ригеля;
- h_0 = 0,46 м — робоча висота ригеля.

$$Q_{b0} = 0{,}5 * 670 \text{ кН/м}^2 * 0{,}25 \text{ м} * 0{,}46 \text{ м} = 38{,}53 \text{ кН}$$

Оскільки Q_{max} = 20 кН ≤ Q_{b0} = 38,53 кН, поперечна арматура в ригелі за розрахунком не потрібна.

Конструктивні вимоги до поперечного армування.

Оскільки розрахунком поперечна арматура не вимагається, її діаметр та крок призначаються з конструктивних міркувань згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009[28].

Діаметр хомутів:

Приймаємо конструктивну поперечну арматуру діаметром Ø6 класу А240С.

Крок хомутів повинен становити:

На приопорних ділянках (довжиною 1/4 прольоту від грані опори) при висоті перерізу елемента h = 500 мм > 450 мм:

$$s \leq \frac{h}{3} = \frac{500}{3} = 166 \text{ мм та не більше } 300 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів на опорі: s = 150 мм.

У середній частині прольоту при висоті елемента h > 300 мм:

$$s \leq \frac{3}{4} * h = \frac{3}{4} * 500 = 375 \text{ мм та не більше } 500 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів у прольоті: s = 300 мм.

2.2.2 Другий проліт

Розрахунок виконується за комбінаціями зусиль для елементів № 2294, № 2295 та № 2296.

Таблиця 2.2 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2294, № 2295 та № 2296.

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2294		1	1	4		A							
			2	2		A	.190745	-.082542	-.769736	1.29978	.003456	.005519	1--3 6 7

			2	3	C	B	.573023	-.073489	-.859396	1.26663	-.023745	-.029285	1--4 6 7
			17	3	C	B	2.40545	-.061478	-.634324	1.07163	-.007596	-.006122	1--3 5--7
			24	3	C	B	.515392	-.044063	-.673415	.933596	-.024436	-.03044	1 4 6 7
2295		2	1	2		A	.211012	.002075	.22564	.013215	-.000735	-.000778	1--3 6 7
			2	4		A							
			1	3	C	B	2.23942	.00336	.174006	.000625	-.002594	-.000435	1--3 5--7
			5	3	C	B	2.17936	.002825	.082446	-.003223	-.002315	-.000218	1 5--7
			10	3	C	B	.003948	-.006536	.228269	.183537	-.000369	.001124	1 4 6 7
			13	3	C	B	.063364	-.006125	.179746	.187328	-.00009	.000947	1--4 6 7
2296		3	1	4		A							
			2	2		A	.2759	.085927	-.736503	-1.27124	-.000825	.000569	1--3 6 7
			27	1		A	.173024	.04328	-.489434	-.816924	-.000729	.000634	1 6 7
			5	3	C	B	2.47236	.066821	-.632378	-1.06955	-.010541	.010389	1--3 5--7
			18	3	C	B	-.149412	.046485	-.22423	-.552541	.025356	-.032733	1 4 6 7
			27	3	C	B	2.39989	.036725	-.455945	-.745124	-.010578	.010436	1 5--7
			28	3	C	B	-.076225	.076589	-.400524	-.87768	.02524	-.032836	1--4 6 7

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що дорівнює 12,9 кН.

Перевірка виконується за умовою:

$$Q_{max} \leq 0{,}3 * \varphi_{\omega 1} * \varphi_{b1} * f_{cd} * b * h_0$$

$$0{,}3 * 1{,}0 * 0{,}896 * 11{,}5 \text{ МПа} * 25 \text{ см} * 46 \text{ см} * 0{,}9 = \frac{319928}{1000} \approx 320 \text{ кН}$$

Де прийнято відповідно :

• $\varphi_{\omega 1}$ = 1,0 — мінімальне значення коефіцієнта для хомутів, розташованих нормально до поздовжньої осі елемента;

• φ_{b1} = 0,896 — коефіцієнт, що враховує вид бетону;

• f_{cd} = 11,5 МПа — розрахунковий опір бетону стисненню.

Оскільки Q_{max} = 12,9 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою повністю забезпечена, а прийняті геометричні розміри поперечного перерізу ригеля є достатніми.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Оскільки переріз ригеля є тавровим, необхідно перевірити умову для визначення межі стиснутої зони:

- M — згинальний пролітний момент;
- h'_f — висота полиці плити перекриття;
- b'_f — ширина полиці тавра, яка згідно з ДБН В.2.6-98:2009[28] приймається з умови, що ширина звисів у кожен бік від ребра повинна бути не більшою за 1/6 прольоту елемента.

Таким чином, межа стиснутої зони проходить у полиці, отже, поздовжня арматура в стиснутій зоні за розрахунком не потрібна. Її площу приймають виключно з конструктивних міркувань.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -8,6 кН·м
- $M_{оп2}$ = -7,36 кН·м
- h_0 — робоча висота перерізу:

  h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

Для армування використовується гарячекатана арматура класу А400С із розрахунковим опором розтягу f_{yd} = 365 МПа.

Розрахунок площі поздовжньої арматури:

Для перерізу на опорі $M_{оп1}$ = -8,6 кН·м :

Обчислюємо відносний згинальний момент α_m:

$$\alpha_m = \frac{M_{оп1}}{f_{cd} * b * h_0^2} = \frac{8{,}6 * 10^2}{1{,}15\,\frac{кН}{см^2} * 25см * 46см^2} = \frac{860}{60835} \approx 0{,}0141$$

Визначаємо коефіцієнт відносної плеча внутрішньої пари сил ξ:

$$\xi = 0{,}5 * \left(1 + \sqrt{1 - 2 * \alpha_m}\right) = 0{,}5 * \left(1 + \sqrt{1 - 2 * 0{,}0141}\right) \approx 0.993$$

Необхідна площа розрахункової арматури A_s:

$$A_s = \frac{\text{M}_{\text{оп1}}}{f_{yd} * \xi * h_0} = \frac{8{,}6 * 10^2}{36{,}5 * 0{,}993 * 46} = \approx 0{,}52 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2Ø8 класу А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу на опорі $M_{оп2}$ = -7,36 кН·м:

$$\alpha_m = \frac{7{,}36 * 10^2}{60835} = \approx 0{,}0121$$

Визначаємо коефіцієнт відносної плеча внутрішньої пари сил ξ:

$$\xi = 0{,}5 * \left(1 + \sqrt{1 - 2 * \alpha_m}\right) = 0{,}5 * \left(1 + \sqrt{1 - 2 * 0{,}0121}\right) \approx 0.994$$

Необхідна площа розрахункової арматури A_s:

$$A_s = \frac{7{,}36 * 10^2}{36{,}5 * 0{,}994 * 46} = \approx 0{,}44 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2Ø8 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу в прольоті $M_{пр}$:

Оскільки діючі зусилля в прольоті мінімальні, площа арматури підбирається не за розрахунком, а з конструктивних міркувань.

Приймаємо 2Ø8 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі за розрахунком:

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0$$

Де:

- Q_{max} = 12,9 кН — максимальна поперечна сила біля грані опори;
- f_{cd} = 0,67 МПа — розрахунковий опір бетону осьовому розтягу для класу С12/15;
- b = 0,25 м — ширина ребра ригеля;
- h_0 = 0,46 м — робоча висота ригеля.

$$Q_{b0} = 0{,}5 * 670 \text{ кН/м}^2 * 0{,}25 \text{ м} * 0{,}46 \text{ м} = 38{,}53 \text{ кН}$$

Оскільки Q_{max} = 12,9 кН ≤ Q_{b0} = 38,53 кН, поперечна арматура в ригелі за розрахунком не потрібна.

Конструктивні вимоги до поперечного армування.

Оскільки розрахунком поперечна арматура не вимагається, її діаметр та крок призначаються з конструктивних міркувань згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009[28].

Діаметр хомутів:

Приймаємо конструктивну поперечну арматуру діаметром ∅6 класу А240С.

Крок хомутів повинен становити:

На приопорних ділянках (довжиною 1/4 прольоту від грані опори) при висоті перерізу елемента h = 500 мм > 450 мм:

$$s \leq \frac{h}{3} = \frac{500}{3} = 166 \text{ мм та не більше } 300 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів на опорі: s = 150 мм.

У середній частині прольоту при висоті елемента h > 300 мм:

$$s \leq \frac{3}{4} * h = \frac{3}{4} * 500 = 375 \text{ мм та не більше } 500 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів у прольоті: s = 300 мм.

2.2.3 Третій проліт

Розрахунок виконується за комбінаціями зусиль для елементів № 2191, № 2193 та № 2196.

Таблиця 2.3 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2191, № 2193 та № 2196.

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2191		1	1	4		A							
			2	2		A	-.096811	-.478444	-1.5	-1.99026	.007369	-.016198	1--3 6 7
			16	1		A	-.071405	-.229639	-.972	-1.367	.005241	-.011037	1 6 7
			5	3	C	B	2.88283	-.390246	-1.24126	-1.66786	-.076423	.105466	1--3 5--7
			17	3	C	B	2.90099	-.212676	-.864434	-1.22304	-.077943	.109152	1 5--7
			24	3	C	B	.767303	-.18959	-.778696	-1.18927	-.114751	.216119	1 4 6 7
2193		2	1	2		A	-.067413	-.274176	-0.39586	.114472	.000056	.002505	1--3 6 7
			2	4		A							
			17	3	C	B	1.47544	-.123735	0.35649	.073442	-.002647	.016677	1 5--7
			27	3	C	B	1.45398	-.223302	1.46084	.100266	-.002628	.017328	1--3 5--7
			31	3	C	B	.183234	-.209876	1.14637	.134238	.000981	.000795	1--4 6 7
2196		3	1	4		A							
			2	2		A	-.198174	-.095145	-.500761	1.77287	.088536	.157623	1--3 6 7
			7	3	C	B	-.009616	-.073984	-.465237	1.40505	.113127	.197195	1--4 6 7

			17	3	C	B	.397594	-.045602	-.294516	1.05723	.082358	.204032	1 5--7
			23	3	C	B	.333926	-.077825	-.425567	1.4779	.109656	.250538	1--3 5--7

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що дорівнює 20 кН.

Перевірка виконується за умовою:

$$Q_{max} \leq 0{,}3 * \varphi_{\omega 1} * \varphi_{b1} * f_{cd} * b * h_0$$

$$0{,}3 * 1{,}0 * 0{,}896 * 11{,}5 \text{ МПа} * 25 \text{ см} * 46 \text{ см} * 0{,}9 = \frac{319928}{1000} \approx 320 \text{ кН}$$

Де прийнято відповідно :

• $\varphi_{\omega 1}$ = 1,0 — мінімальне значення коефіцієнта для хомутів, розташованих нормально до поздовжньої осі елемента;

• φ_{b1} = 0,896 — коефіцієнт, що враховує вид бетону;

• f_{cd} = 11,5 МПа — розрахунковий опір бетону стисненню.

Оскільки Q_{max} = 20 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою повністю забезпечена, а прийняті геометричні розміри поперечного перерізу ригеля є достатніми.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Оскільки переріз ригеля є тавровим, необхідно перевірити умову для визначення межі стиснутої зони:

- M — згинальний пролітний момент;
- h'_f — висота полиці плити перекриття;
- b'_f — ширина полиці тавра, яка згідно з ДБН В.2.6-98:2009[28] приймається з умови, що ширина звисів у кожен бік від ребра повинна бути не більшою за 1/6 прольоту елемента.

Таким чином, межа стиснутої зони проходить у полиці, отже, поздовжня арматура в стиснутій зоні за розрахунком не потрібна. Її площу приймають виключно з конструктивних міркувань.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -15 кН·м
- $M_{оп2}$ = -0,5 кН·м
- h_0 — робоча висота перерізу:

  h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

  Розрахунок площі поздовжньої арматури:

  1. Для перерізу на опорі $M_{оп1}$ = -5 кН·м :

Залежно від відносного моменту α_m, обчислюємо необхідну площу арматури A_s.

Приймаємо 2Ø2 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,57 см^2.

Для перерізу на опорі $M_{оп2}$ = -0,5 кН·м:

Приймаємо 2Ø8 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу в прольоті $M_{пр}$:

Приймаємо 2Ø10 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,57 см^2.

Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі за розрахунком:

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0$$

Де:

- Q_{max} = 35,27 кН — максимальна поперечна сила біля грані опори;
- f_{cd} = 0,67 МПа — розрахунковий опір бетону осьовому розтягу для класу С12/15;
- b = 0,25 м — ширина ребра ригеля;
- h_0 = 0,46 м — робоча висота ригеля.

$$Q_{b0} = 0,5 * 670 \text{ кН/м}^2 * 0,25 \text{ м} * 0,46 \text{ м} = 38,53 \text{ кН}$$

Оскільки $Q_{max} = 35,27$ кН $\leq Q_{b0} = 38,53$ кН, поперечна арматура в ригелі за розрахунком не потрібна. Таким чином, хомути приймаються виключно з конструктивних міркувань для забезпечення цілісності каркаса.

Конструктивні вимоги до поперечного армування.

Діаметр хомутів:

Приймаємо конструктивну арматуру діаметром Ø6 класу А240С.

Крок хомутів повинен становити:

На приопорних ділянках (довжиною 1/4 прольоту від грані опори) при висоті перерізу елемента h = 500 мм > 450 мм:

$$s \leq \frac{h}{3} = \frac{500}{3} = 166 \text{ мм та не більше } 300 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів на опорі: s = 150 мм.

У середній частині прольоту при висоті елемента h > 300 мм:

$$s \leq \frac{3}{4} * h = \frac{3}{4} * 500 = 375 \text{ мм та не більше } 500 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів у прольоті: s = 300 мм.

2.3 Розрахунок та конструювання максимально завантаженого ригеля № 2

2.3.1 Перший проліт

Розрахунок виконується за комбінаціями зусиль для елементів № 2874, № 2879 та № 2937. Табличні зусилля наведені в т та м.

Таблиця 2.4 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2874, № 2879 та № 2937.

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2874		1	1	4		A							
			2	2		A	-.183127	.08962	-1.02639	2.2565	.026524	.13584	1--3
			9	3	C	B	.259836	.098282	-.865071	1.87863	.03937	.17983	1--3 5
			17	3	C	B	.302619	.078161	-.572398	1.23558	.031313	.14232	1 5
			27	3	C	B	-.063018	.087305	-.354557	1.8373	.027641	.22534	1--4
2879		2	1	2		A	-.087544	.031191	2.30826	.279084	-.000014	-.0037	1--3
			2	4		A							
			28	1		A	-.037826	.017214	1.31882	.151659	-.000044	-.0067	1
			9	3	C	B	.049638	.034007	1.88945	.231369	-.0006	-.0058	1--3 5
			12	3	C	B	-.033147	.024783	1.93976	.293376	-.001274	-.0893	1--4
			17	3	C	B	.08512	.024032	1.18329	.140427	-.000621	-.0074	1 5
2937		3	1	4		A							
			2	2		A	-.141265	.088613	-2.62417	-3.47339	-.000442	.00013	1--3
			28	1		A	-.053327	.04228	-1.48975	-2.05583	.000668	-.0034	1
			17	3	C	B	.006817	.031835	-1.3288	-1.84183	-.017439	.04198	1 5
			24	3	C	B	-.055946	.064902	-2.13843	-2.85354	-.018231	.04458	1--3 5

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що дорівнює 20 кН.

Перевірка виконується за умовою:

$$Q_{max} \leq 0{,}3 * \varphi_{\omega 1} * \varphi_{b1} * f_{cd} * b * h_0$$

$$0{,}3 * 1{,}0 * 0{,}896 * 11{,}5 \text{ МПа} * 25 \text{ см} * 46 \text{ см} * 0{,}9 = \frac{319928}{1000} \approx 320 \text{ кН}$$

Де прийнято відповідно :

• $\varphi_{\omega 1}$ = 1,0 — мінімальне значення коефіцієнта для хомутів, розташованих нормально до поздовжньої осі елемента;

• φ_{b1} = 0,896 — коефіцієнт, що враховує вид бетону;

• f_{cd} = 11,5 МПа — розрахунковий опір бетону стисненню.

Оскільки Q_{max} = 20 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою повністю забезпечена, а прийняті геометричні розміри поперечного перерізу ригеля є достатніми.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Оскільки переріз ригеля є тавровим, необхідно перевірити умову для визначення межі стиснутої зони:

- M — згинальний пролітний момент;
- h'_f — висота полиці плити перекриття;
- b'_f — ширина полиці тавра, яка згідно з ДБН В.2.6-98:2009[28] приймається з умови, що ширина звисів у кожен бік від ребра повинна бути не більшою за 1/6 прольоту елемента.

Таким чином, межа стиснутої зони проходить у полиці, отже, поздовжня арматура в стиснутій зоні за розрахунком не потрібна. Її площу приймають виключно з конструктивних міркувань.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -10,26 кН·м
- $M_{оп2}$ = -26,24 кН·м
- $M_{пр}$ = 23,08 кН·м
- h_0 — робоча висота перерізу:

  h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

  Розрахунок площі поздовжньої арматури:

  Для перерізу на опорі $M_{оп1}$ = -10,26 кН·м :

  Залежно від відносного моменту α_m, обчислюємо необхідну площу арматури A_s.

Приймаємо 2Ø8 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу на опорі $M_{оп2}$ = -26,24 кН·м:

Приймаємо 2Ø12 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 2,26 см^2.

Для перерізу в прольоті $M_{пр}$ = 23,088 кН·м:

Приймаємо 2Ø10 А400С із фактичною площею $A_{s,real}$ = 1,57 см^2.

Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі за розрахунком:

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0$$

Де:

- Q_{max} = 34,73 кН — максимальна поперечна сила біля грані опори;
- f_{cd} = 0,67 МПа — розрахунковий опір бетону осьовому розтягу для класу С12/15;
- b = 0,25 м — ширина ребра ригеля;
- h_0 = 0,46 м — робоча висота ригеля.

$$Q_{b0} = 0{,}5 * 670 \text{ кН/м}^2 * 0{,}25 \text{ м} * 0{,}46 \text{ м} = 38{,}53 \text{ кН}$$

Оскільки Q_{max} = 34,73 кН ≤ Q_{b0} = 38,53 кН, поперечна арматура в ригелі за розрахунком не потрібна. Бетон самостійно сприймає все поперечне навантаження. Хомути встановлюються з конструктивних міркувань.

Конструктивні вимоги до поперечного армування.

Діаметр хомутів:

Приймаємо конструктивну поперечну арматуру діаметром Ø6 класу А240С.

Крок хомутів повинен становити:

На приопорних ділянках (довжиною 1/4 прольоту від грані опори) при висоті перерізу елемента h = 500 мм > 450 мм:

$$s \leq \frac{h}{3} = \frac{500}{3} = 166 \text{ мм та не більше } 300 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів на опорі: s = 150 мм.

У середній частині прольоту при висоті елемента h > 300 мм:

$$s \leq \frac{3}{4} * h = \frac{3}{4} * 500 = 375 \text{ мм та не більше } 500 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивний крок хомутів у прольоті: s = 300 мм.

Конструювання арматури ригеля.

Розглянемо переріз $M_{оп2}$ = -26,24 кН·м, 2Ø12 А400С з $A_{s,real}$ = 2,26 см^2.

У місці теоретичного обриву стрижнів поперечна сила становить Q = 38,94 кН. Довжина запуску стрижнів за точку теоретичного обриву з урахуванням анкерування становить: приймаємо ω= 24 см.

2.3.2 Другий проліт

Розрахунок виконуємо за комбінаціями зусиль для елементів № 2417, № 2418 та № 2419. Табличні зусилля наведені в т та м.

Таблиця 2.5 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2417, № 2418 та № 2419.

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2417		1	1	4		A							
			2	2		A	-.06668	.0137823	-.998124	1.06324	-.000224	-.00035	1--3
			28	1		A	-.031335	.007736	-.582268	.709623	-.000378	-.00045	1
			2	3	C	B	.040796	.006198	-1.09052	1.1169	-.004026	-.00547	1--4
			9	3	C	B	.048289	.017224	-.815174	.89989	.001847	.005687	1--3 5
			17	3	C	B	.073586	.0129789	-.518245	.646539	.001885	.005648	1 5
			25	3	C	B	.066035	.001836	-.794112	.86889	-.004035	-.00549	1 4

2418		2	1	4		A							
			13	1		A	-.04289	.001702	-.071124	-.002735	-.000124	.00024	1
			9	3	C	B	.032285	.003036	-.138598	.004935	-.001895	-.0012	1--3 5
			10	3	C	B	-.041124	-.005235	-.062735	.219635	-.000236	.0035	1 4
			17	3	C	B	.064078	.002424	-.05807	.006889	-.001887	-.0098	1 5
2419		3	1	4		A							
			2	2		A	-.09256	-.009135	-1.00835	-1.0735	.000435	-.0015	1--3
			10	3	C	B	-.172496	-.012435	-.558035	-.66885	.004195	-.0063	1--4
			11	3	C	B	.031233	-.011475	-.811385	-.886825	-.005496	.00598	1--3 5
			17	3	C	B	.06198	-.008241	-.510496	-.631195	-.005586	.00536	1 5

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що для другого прольоту дорівнює 11,14 кН.

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0 = 320 \text{ кН}$$

Q_{max} = 11,14 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою забезпечена.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -10,9 кН·м;
- $M_{оп2}$ = -10,08 кН·м;
- $M_{пр}$ = -1,38 кН·м;
- h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

Для перерізу на опорі $M_{оп1}$:

Приймаємо 2Ø8 класу А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу на опорі $M_{оп2}$:

Приймаємо 2Ø8 класу А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу в прольоті $M_{пр}$:

З конструктивних міркувань приймаємо 2Ø8 А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі:

$$Q_{max} = 11,14 \text{ кН} \leq Q_{b0} = 38,53 \text{ кН}$$

Поперечна арматура за розрахунком не потрібна, хомути приймаються конструктивно:

Діаметр хомутів: Приймаємо Ø6 А240С.

Крок хомутів :

- На приопорних ділянках: приймаємо s = 150 мм.
- У середній частині прольоту: приймаємо s = 300 мм.

Конструювання арматури ригеля.

Розглянемо переріз $M_{оп1}$ = -10,9 кН·м, 2Ø8 А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Аналогічно для стрижнів, що залишаються після обриву — 2Ø8 А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2. У місці теоретичного обриву стрижнів поперечна сила Q = 21,16 кН. Довжина запуску стрижня становить: приймаємо ω= 16 см.

2.3.3 Третій проліт

Розрахунок виконуємо за комбінаціями зусиль для елементів № 2987, № 3044 та № 3049.

Таблиця 2.6 - Таблиця розрахункових зусиль у ригелі для елементів № 2987, № 3044 та № 3049.

№ ел-та	УНГ	№ перерізу	КРТ	СТ	КС	ГІП	N	M_k	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Номер завантаження
2987		1	1	4		А							

			2	2		A	.184135	-.080289	-2.68525	3.52778	-.003524	-.00414	1--3
			27	1		A	.083545	-.037314	-1.51984	2.08393	-.001575	.000498	1
			23	3	C	B	.104814	-.037224	-1.50906	1.927641	.004836	.010235	1 4
			24	3	C	B	.082596	-.049896	-2.08834	2.83944	-.015024	-.03624	1--3 5
			25	3	C	B	.010824	-.019236	-1.25671	1.80822	-.013512	-.03327	1 5
			26	3	C	B	.176696	-.067815	-2.34069	2.9552	.003442	.006489	1--4
3044		2	1	2		A	-.073956	-.032085	2.36943	-.16275	.000396	-.02635	1--3
			2	4		A							
			10	3	C	B	.099525	-.026436	1.89645	-.072065	.001175	-.10278	1--4
			11	3	C	B	.013675	-.034734	1.91824	-.17436	-.000324	-.03263	1--3 5
			15	3	C	B	.069996	-.01558	1.16996	-.023445	.001096	-.09155	1 4
			17	3	C	B	.015935	-.023787	1.19175	-.12635	-.000475	-.02124	1 5
3049		3	1	4		A							
			2	2		A	.146256	-.069036	-.91824	-2.29725	.007224	-.02032	1--3
			10	3	C	B	.247468	-.091334	-.862396	-1.93425	.025496	-.07385	1--3 5
			18	3	C	B	-.012878	-.03696	-.428925	-1.2624	.006645	.073195	1 4

Перевірка міцності ригеля за похилою смугою.

Q_{max} — максимальна поперечна сила біля грані опори, що для другого прольоту дорівнює 11,14 кН.

$$Q_{max} \leq Q_{b0} = 0{,}5 * f_{cd} * b * h_0 = 320 \text{ кН}$$

Q_{max} = 35,27 кН < 320 кН, міцність за похилою стиснутою смугою забезпечена.

Розрахунок міцності ригеля за перерізами, нормальними до поздовжньої осі.

Необхідно розрахувати перерізи на опорі та в прольоті на дію таких згинальних моментів:

- $M_{оп1}$ = -9,18 кН·м;
- $M_{оп2}$ = -26,85 кН·м;

- $M_{пр}$ = 23,69 кН·м;
- h_0 = 50 см - 4 см = 46 см.

Для перерізу на опорі $M_{оп1}$:

Приймаємо 2Ø8 А400С з $A_{s,real}$ = 1,06 см^2.

Для перерізу на опорі $M_{оп2}$:

Приймаємо 2Ø12 А400С з $A_{s,real}$ = 2,26 см^2.

Для перерізу в прольоті $M_{пр}$:

З конструктивних міркувань приймаємо 2Ø10 А400С з $A_{s,real}$ = 1,57 см^2.

Розрахунок ригеля на міцність за похилими перерізами.

Перевіряємо умову потреби в поперечній арматурі:

$$Q_{max} = 35,27 \text{ кН} \leq Q_{b0} = 38,53 \text{ кН}$$

Поперечна арматура за розрахунком не потрібна, хомути приймаються конструктивно:

Діаметр хомутів: Приймаємо Ø6 А240С.

Крок хомутів :

- На приопорних ділянках: приймаємо s = 150 мм.
- У середній частині прольоту: приймаємо s = 300 мм.

Конструювання арматури ригеля.

Розглянемо переріз $M_{оп2}$ = -26,85 кН·м, 2Ø12 А400С з $A_{s,real}$ = 2,26 см^2.

У місці теоретичного обриву стрижнів поперечна сила Q = 33,94 кН. Довжина запуску стрижня становить: приймаємо ω= 24 см.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У БУДІВНИЦТВІ

3.1 Вступні положення

Мінімізація виробничого травматизму та запобігання професійним захворюванням у будівельній галузі досягаються шляхом комплексної індустріалізації процесів. Головними чинниками забезпечення безпеки є:

- застосування збірних конструкцій та елементів заводського виробництва;
- організація укрупненого та великоблочного монтажу;
- гранична механізація важких і трудомістких операцій;
- впровадження методів наукової організації праці безпосередньо на об'єктах.

Сучасні вимоги безпеки передбачають обов'язкове використання прогресивних вантажозахоплювальних механізмів, інвентарних риштувань і підмостей, а також надійної оснастки для тимчасової фіксації конструкцій у проєктному положенні. Особлива увага приділяється забезпеченню персоналу засобами індивідуального та колективного захисту (ЗІЗ і ЗКЗ), підвищенню рівня електробезпеки та створенню належних санітарно-побутових умов. Реалізація цих завдань базується на впровадженні передових технологій, високопродуктивного обладнання та потужних підйомних машин.

Попри технічний прогрес, основними джерелами травматизму залишаються недоліки в управлінні виробництвом та незадовільна організація робочих місць. Забезпечення безпечного простору на майданчику потребує системного поєднання адміністративних, соціальних та економічних методів управління, які одночасно стимулюють підвищення якості та скорочення термінів виконання будівельно-монтажних робіт.

3.2 Аналіз умов праці на будівельному майданчику

Умови праці визначаються сукупністю факторів виробничого середовища, що безпосередньо впливають на стан здоров'я, психоемоційний стан та працездатність персоналу. На людину в процесі діяльності діє комплекс параметрів: температурний режим, вологість, швидкість руху повітря, рівень шуму, вібраційні навантаження, наявність хімічних домішок та випромінювань.

Незадовільний стан робочого середовища призводить до стрімкого падіння продуктивності праці, створюючи передумови для аварійних ситуацій і розвитку профзахворювань. Раціональне та ергономічне планування робочої зони є базовим інструментом для зниження енергетичних витрат працівника та підвищення безпеки операцій.

Для об'єктивної оцінки умов праці проводяться інструментальні вимірювання параметрів за допомогою спеціалізованих сертифікованих приладів. Для отримання релевантних даних заміри слід виконувати в періоди найвищої виробничої інтенсивності, коли навантаження на персонал є максимальним. Збір інформації має здійснюватися з кількох верифікованих джерел: технічної документації, результатів натурних спостережень та соціологічних опитувань (анкетування) безпосередньо на робочих місцях.

3.3 Санітарно-гігієнічна характеристика та небезпечні виробничі фактори

У таблиці 3.1 наведено зведену специфікацію небезпечних і шкідливих чинників, що виникають під час зведення об'єкта, відповідно до проєктних та натурних спостережень.

Таблиця 3.1 - Специфікація небезпечних і шкідливих чинників

№ п/п	Фактори виробничого середовища та умов праці	Візуальні дані	Проєктні дані
1	Загальна характеристика приміщень і споруд		
1.1	Класифікація умов за ступенем електробезпеки	I група	I група
1.2	Категорія вибухопожежної небезпеки приміщень	А	—
1.3	Ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій	I	I
2	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори		
2.1	Електричні параметри обладнання:	I – III	I – III
	- Клас виробів з електробезпеки (згідно з нормативами)	Змінний	Змінний
	- Рід струму	220 – 380	220 – 380
	- Напруга мережі, В	50	50

№ п/п	Фактори виробничого середовища та умов праці	Візуальні дані	Проєктні дані
	- Частота струму, Гц		
2.2	Випромінювання: - Інфрачервоне та ультрафіолетове спектри	Під час зварювальних робіт	Під час зварювальних робіт
2.3	Механічні впливи: - Вібраційні процеси - Рівень шуму, дБА - Ризик падіння предметів з висоти, м - Рухомі деталі машин та механізмів	Присутня 85 17 Присутній Присутній	— 85 17 Присутній Присутній

№ п/п	Фактори виробничого середовища та умов праці	Візуальні дані	Проєктні дані
	- Траєкторія часток інструменту й матеріалів		
2.4	Теплові фактори: - Відкрите полум'я, °С - Розплавлений метал, °С	Під час зварювальних робіт	Присутнє Присутній
2.5	Хімічні чинники: - Токсичні рідини - Пари та газові сполуки	Під час зварювальних робіт	— Присутні
2.6	Запиленість повітря: - Органічний пил - Металевий пил	Під час зварювальних і монтажних робіт	— Присутній

№ п/п	Фактори виробничого середовища та умов праці	Візуальні дані	Проєктні дані
2.7	Пожежна небезпека: - Наявність горючих речовин - Наявність потенційних джерел запалювання	Під час зварювальних робіт	Присутні Присутні

3.4 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Специфіка будівельного виробництва полягає в динамічності робочих зон, постійному переміщенні засобів праці та прямому впливу мінливих кліматичних умов, що ускладнює підтримання стабільних параметрів мікроклімату. Крім того, галузь характеризується значними фізичними навантаженнями через недостатній рівень автоматизації окремих процесів.

Виробнича санітарія є системою організаційних та інженерно-технічних рішень, спрямованих на нейтралізацію або зниження впливу шкідливих чинників до регламентованих значень. Для забезпечення гігієнічної безпеки проєктом передбачено такі заходи:

- Увесь персонал забезпечується належними інвентарними санітарно-побутовими приміщеннями згідно з галузевими нормативами.
- Параметри повітряного середовища в робочих зонах стабілізуються системами опалення та загальнообмінної вентиляції з урахуванням категорії важкості робіт і пори року.

- Нормативні показники освітленості робочих місць досягаються комбінуванням природного та штучного освітлення.
- Для зниження шумового тиску від технологічних вузлів машин та агрегатів застосовуються захисні звукоізоляційні кожухи.
- Працівники, які перебувають у зонах із рівнем шуму понад 85 дБА, забезпечуються протишумними навушниками або вкладками.
- У разі короткочасного виконання робіт в умовах підвищеної концентрації пилу, а також для захисту від ІЧ- та УФ-випромінювання обов'язковим є використання відповідних ЗІЗ (респіраторів, масок, окулярів).
- Внутрішні оздоблювальні роботи з використанням нітроемалей, пентафталевих або гліфталевих фарб дозволяється проводити ланками у складі не менше двох осіб за умови організації примусового високоінтенсивного повітрообміну.

3.5 Техніка безпеки під час виконання основних будівельно-монтажних робіт

3.5.1 Виконання земляних робіт

Перед початком розробки виїмок у зонах залягання діючих підземних комунікацій розробляються та погоджуються з відповідними експлуатаційними службами заходи з безпеки, а самі траси маркуються на місцевості.

Будь-які механізовані чи ручні роботи в межах охоронних зон здійснюються виключно під безпосереднім наглядом виконроба, а також представників організацій, що керують цими мережами.

У разі виявлення предметів, які мають ознаки вибухонебезпечних, або при виявленні невідомих комунікацій роботи негайно зупиняються до отримання офіційного дозволу від компетентних органів.

При роботі на територіях із потенційним біологічним або хімічним зараженням ґрунту обов'язковою є наявність попереднього висновку органів санітарно-епідеміологічного нагляду.

У межах населених пунктів або зон руху людей котловани та траншеї по периметру обладнуються суцільним захисним огородженням, яке в темну пору доби оснащується сигнальним освітленням. Пішохідні переходи через траншеї виконуються у вигляді містків із поручнями.

Вилучений із виїмки ґрунт розташовують на відстані не менше 0,5 м від бровки укосу. Розробка ґрунту методом «підкопу» категорично заборонена.

Риття виїмок із вертикальними стінками без улаштування штучного кріплення допускається на глибину, що не перевищує:

- 1,00 м — у насипних, піщаних та великообломочних ґрунтах;
- 1,25 м — у супісках;
- 1,50 м — у суглинках та глинах.

Крутизна відкосів виїмок без кріплення за умови залягання вище рівня ґрунтових вод має чітко відповідати чинним нормативним таблицям, а для глибин понад 5 м — визначатися виключно індивідуальним проєктом.

Елементи кріплення стінок повинні виступати над бровкою виїмки мінімум на 15 см. Монтаж кріплень виконується зверху вниз у міру заглиблення (кроками не більше ніж по 0,5 м), а демонтаж — знизу вгору паралельно зі зворотною засипкою.

Перед допуском людей у траншеї чи котловани глибиною понад 1,3 м відповідальна особа зобов'язана візуально та інструментально перевірити стійкість укосів або надійність конструкцій кріплення стін.

3.5.2 Виконання мурувальних робіт

1. Для транспортування та подачі на робочі горизонти цегли, блоків чи керамічних каменів вантажопідйомними кранами застосовуються спеціальні

піддони, футляри та самозатяжні вантажозахоплювальні пристрої, що унеможливлюють випадіння матеріалу.

2. Робочий рівень мурування стін після кожного перевстановлення засобів підмащування повинен бути мінімум на 0,7 м вищим за поточний рівень робочого настилу або плити перекриття.

3. При зведенні стін висотою понад 7 м по зовнішньому периметру будівлі монтуються захисні уловлювальні козирки, що відповідають таким критеріям:

- ширина консолі козирка становить не менше 1,5 м, кут нахилу до стіни — 110°, а конструктивний проміжком між стіною та настилом не повинен перевищувати 50 мм;
- конструкція має бути розрахована на статичне снігове навантаження та динамічний удар від падіння предметів;
- перший ярус козирка монтується на висоті не більше 6 м від рівня землі та зберігається до завершення мурувальних робіт на всю висоту.

4. Персонал, що виконує монтаж, очищення або демонтаж уловлювальних козирків, зобов'язаний використовувати запобіжні пояси з фіксацією до надійних елементів споруди. Використання козирків як робочих підмостей або складських зон суворо заборонено.

3.5.3 Виконання покрівельних робіт

Зважаючи на підвищену небезпеку робіт на висоті та нахилених площинах, допуск покрівельників на об'єкт дозволяється лише після спільного огляду тримальних кроквяних конструкцій виконробом та бригадиром. За відсутності зовнішніх риштувань по периметру даху встановлюються тимчасові захисні огородження.

Виконання робіт забороняється за умов ожеледиці, туману, грози, а також при швидкості вітру 15 м/с і більше. Для безпечного пересування та складування матеріалів на схилах застосовуються переносні трапи, драбини з

гаками та спеціалізована тароміcткість. Усі покрівельники забезпечуються страхувальними системами. Штучні матеріали та інструменти фіксуються на даху для запобігання їх скиданню вітром.

При влаштуванні м'яких покрівель із застосуванням гарячих мастик впроваджуються заходи захисту від хімічних та термічних опіків:

- Подача гарячої бітумної мастики на висоту здійснюється механізованим способом. Для ручного перенесення використовують виключно закриті металеві бачки конусоподібної форми.
- Варка та розігрів мастик виконуються в справних котлах із герметичними вогнетривкими кришками, оснащених термометрами. Щоб уникнути спалаху, робоча температура бітуму не повинна перевищувати 180°С.
- Всередині закритих приміщень застосування пристроїв із відкритим вогнем для підігріву сумішей забороняється.
- Не допускається завантаження котла більше ніж на 3/4 його об'єму, а також додавання в котел вологого бітуму чи снігу. Розлив гарячої суміші виконується черпаками на довгих ручках, справність яких перевіряється щозміни. Дистанція між окремими робочими ланками покрівельників має становити не менше 10 м.

3.5.4 Виконання оздоблювальних робіт

Технологічна безпека під час виконання внутрішніх та зовнішніх оздоблювальних робіт забезпечується виконанням таких правил:

- Засоби підмащування, розташовані над зонами проходу людей або місцями проведення інших суміжних робіт, обладнуються суцільними настилами без технологічних зазорів і щілин.
- При роботі з розчинонасосними установками між оператором нанесення та машиністом станції забезпечується безперебійний двосторонній зв'язок.

- Приготування малярних сумішей безпосередньо на майданчику проводиться у спеціально виділених приміщеннях з ефективною примусовою вентиляцією, яка гарантує зниження концентрацій токсичних речовин нижче гранично допустимих меж (ГДК). Персонал забезпечується теплою водою та нейтральними мийними засобами.
- Категорично заборонено використання розчинників чи фарб без сертифікатів безпеки або з порушенням регламентів заводу-виробника.
- У зонах нанесення нітрофарб та лаків, які утворюють вибухонебезпечні пари, повністю забороняються дії з використанням відкритого вогню або інструментів, що можуть викликати іскроутворення. Тара з летючими речовинами під час перерв у роботі щільно закривається кришками.
- Ділянки, над якими безпосередньо проводяться склярські роботи, захищаються на всю небезпечну зону знизу. До початку вставлення скла перевіряється міцність та геометрична фіксація віконних рамних конструкцій. Транспортування скла до місця встановлення здійснюється за допомогою вакуумних присосок або у спеціальних захисних касетах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. : [Чинний від 01.01.2007]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІпроектстальконструкція, 2007. 75 с. URL: https://uscc.ua/dbn-v12-2-2006-navantazenna-i-vplivi-normi-proektuvanna

2. ДБН В.2.6-31:2021 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. : [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : ДП «ДНДІБК», 2022. 53 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3033701434408306220

3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : [Чинний від 2019-01-01 : на заміну ДБН В. В.1.2-14-2009]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2018. 36 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054222.pdf.

4. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) : [Чинний від 24.06.2019]. Вид. офіц. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2019. 13 с. URL: http://www.utsks.com/images/My_pdf/8855_2019.pdf

5. ДБН В.2.5-28:2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. : [Чинний від 01.03.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 143 с. (Державні будівельні норми України). URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2

6. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність: [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2022. 17 с. https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_1_2-11-2021.pdf

7. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист територій, будинків і споруд від шуму. : [Чинний від 01.06.2014]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 59

с. (Державні будівельні норми України). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=56317

8. НПАОП 45.2-7.03-17 Вимоги з охорони праці у будівництві : НПАОП 45.2-7.03-17 : затверджено Наказом Міністерства соціальної політики України від 30.01.2017 р. № 141. [Чинний від 24.03.2017]. Вид. офіц. Київ, 2017. 110 с. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0224-17

9. ДБН Б.2.2-12:19. Планування та забудова територій. [Чинний з 2019-10-01 ; на зміну ДБН 2.2-12:2018 "Планування і забудова територій"]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2019. 185 http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051849.pdf. с. URL:

10. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. [Чинний від 01.09.2012 р.] Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2012. 50с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051864.pdf.

11. ДБН В 1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01 : на заміну ДБН В. 1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва"] Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2017. 35 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0052301.pdf.

12. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний з 2019-04-01 ; на зміну ДБН 2.2-17:2006]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052189.pdf.

13. ДБН В.2.5-56-2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2011-10-01 ; на заміну ДБН А.2.5 13-98]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 137 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0052302.pdf.

14. ДСТУ Б В.2.6-145:2010. Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 39 31384-2008, NEQ). Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 77 с. https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSYU1/dstu_b_v.2.6-145-2010.pdf

15. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01 ; уведено вперше]. Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0052303.pdf.

16. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01 ; уведено вперше]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054225.pdf.

17. ДБН В.2.2-41:2019.Будинки і споруд. Висотні будівлі. Основні положення. : [Чинний від 01.01.2020]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 115 с. (Державні будівельні норми України). URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3313936855171733671

18. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. : [Чинний від 01.09.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 147 с. (Державні будівельні норми України). URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3004313066318956943

19. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. : [Чинний від 01.01.2020]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 83 с. (Національний стандарт України). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84234

20. Древаль І. В. Конспект лекцій з дисципліни "Теорія містобудування. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 43 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051571.pdf. 1

21. Полікарпова Л. В., Сілогаєва В. В. Планування міст і транспорт : метод. вказівки до викон. практ. та самост. робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 39 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/do2018/f357581.pdf.

22. Полікарпова Л. В., Сілогаєва В. В. Планування та благоустрій міст : метод. вказівки до виконання курс. проекту. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 50 с. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2018/f358876.pdf.

23. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до робочої документації. [прийнято та надано чинності]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 55 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052064.pdf.

24. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. : [Чинний від 01.01.2015]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 110 с. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v.1.1-12_2014_budivnictvo_v_seysmichnikh_rayonakh_ukraini.pdf

25. ДБН В.2.6-161:2017 Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. : [Чинний від 01.12.2017]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 84 с. URL: https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/V26-161.pdf

26. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. : [Чинний від 01.01.2017]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 51 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64312

27. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. : [Чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 77 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399

28. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. : [Чинний від 01.06.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 71 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=112670