

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Факультет будівництва та
архітектури

Кафедра технології та
організації будівництва



ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

на тему: Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві
Львівської області з обґрунтуванням вибору стінового огородження

Студент	(підпис)	Лозинський В.В. (прізвище та ініціали)
Керівник роботи	(підпис)	Фамуляк Ю.Є. (прізвище та ініціали)
Консультанти:		
Архітектурно-будівельний розділ	(підпис)	Степанюк А.В. (прізвище та ініціали)
Розрахунково-конструктивний розділ	(підпис)	Гнатюк О.Т. (прізвище та ініціали)
Технологічно-організаційний розділ	(підпис)	Фамуляк Ю.Є. (прізвище та ініціали)
Економіка будівництва	(підпис)	Матвіїшин Є.Г. (прізвище та ініціали)
Охорона праці та довкілля	(підпис)	Березовецький А.П. (прізвище та ініціали)
Наукова робота	(підпис)	Фамуляк Ю.Є. (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області з обґрунтуванням вибору стінового огороження.

Лозинський Віктор Вікторович – Дипломний проект. Кафедра технології та організації будівництва – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2022 р.

Дипломний проект: 99с. текст. част., 8 рис., 17 таблиць, __ арк. граф. част., 72 джерел.

Розроблено офісний центр на 100 робочих місць з архітектурно-будівельним обґрунтуванням, розраховано палевий фундамент, розроблено технологічні карти на зведення підземної частини та на виконання бетонних робіт, календарний графік виконання робіт, бюджетплан. Надано обґрунтуванням вибору стінового огороження.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	9
1.1 Генеральний план і благоустрій території.....	9
1.2 Архітектурно-планувальні вирішення	9
1.3 Конструктивне вирішення будинку	9
1.3.1 Конструктивні вирішення	9
1.3.2 Оздоблення внутрішніх поверхонь	10
1.3.3 Вікна і двері	11
1.3.4 Вогнестійкість будинку	12
1.3.5 Антисейсмічні заходи.....	12
1.4 Інженерно-технічне обладнання будинку	12
1.4.1 Опалення	12
1.4.2 Системи водопостачання та кондиціонування	13
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	16
2.1 Загальні відомості	16
2.2 Несуча здатність паль	16
2.3 Визначення кількості паль і їх розміщення у фундаменті	17
2.4 Фізико-механічні властивості ґрунтів	21
2.4.1 Опис та визначення інженерно-геологічних шарів	21
2.4.2 Висновки інженерно-геологічних вишукувань	23
2.5 Визначення несучої здатності паль.	29
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ.....	32
3.1 Технологія зведення підземної частини.	32
3.1.1 Створення геодезичної разбивочної основи	33
3.1.2 Технологія земляних робіт.....	34
3.1.3 Технологія влаштування паль у свердловинах	35
3.1.4 Контроль якості палювих фундаментів.	37
3.2 Технологічна карта на виконання бетонних робіт	38
3.2.1 Опалубні роботи.....	38
3.2.2 Технологія монтажу арматури.....	39

	6
3.2.3 Технологія виконання бетонних робіт.....	40
3.2.4 Демонтаж опалубки	42
3.2.5 Вимоги до якості і приймання робіт	42
3.3 Будівельний генеральний план.....	49
3.3.1 Розрахунок приоб'єктних складів	49
3.3.2 Розрахунок тимчасових будинків	50
3.3.3 Розрахунок потреби в електроенергії	51
3.3.4 Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика	53
3.3.5 Техніко-економічні показники	53
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....	54
4.1 Зведений кошторисний розрахунок	55
4.2 Об'єктний кошторис	58
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
5.1 Загальні положення з охорони праці	61
5.2 Заходу щодо виробничої санітарії.....	62
5.3 Заходу щодо техніки безпеки на об'єкті	63
5.3.1 Монтажні роботи	63
5.3.2 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	64
5.3.3 Вимоги безпеки по закінченню роботи	65
5.4 Електробезпека.....	65
РОЗДІЛ 6 НАУКОВА РОБОТА	66
6.1 Ефективні матеріали і конструкції для вирішення проблеми енергозбереження будинків.....	66
6.2 Обґрунтування критеріїв ефективності матеріалів для раціональних огороджуючих конструкцій, і ефективність конструкційно-теплоізоляційних ніздрюватих бетонів на пористих заповнювачах.....	76
6.2.1 Аналіз критеріїв ефективності матеріалів.....	76
6.2.2 Різноманітність заповнювачів легких бетонів для огороджуючих конструкцій	80

6.3 Обґрунтування характеристик багатошарової стінової конструкції з використанням засобів програмування	83
6.3.1 Огляд і порівняльний аналіз наукових розробок в області обґрунтування характеристик багатошарових стінових конструкцій.	83
6.3.2 Матеріали і методи досліджень	85
6.3.3 Результати аналізу	88
ВИСНОВОК	93
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	94

ВСТУП

Різноманіття сфер життя в нашій країні визначає значне число адміністративно-офісних будинків, а також будинків керування різних рівнів: загальнодержавного, обласного, місцевого. До таких будинків відносяться будинки міністерств, державних адміністративно-господарських установ (об'єднань, трестів, контор, агентств), юридичних установ, установ зв'язку, редакцій і видавництв. Дуже часто в одному будинку розміщуються різні установи. Це можуть бути кооперовані будинки керування, адміністрації, проектних конструкторських бюро різного профілю і ін. Нерідко такі будинки включають до свого складу також офіси різних коМПаній або фірм. Соціальний прогрес і розвиток громадського життя висувають нові завдання по розробці функціональних проблем і пошуку найкращих вирішень організації різних процесів, що протікають у громадських будинках. Розробка нових типів будинків ґрунтується на вивченні соціальних потреб і пошуку форм і організації середовища, що відповідають цим потребам на кожному етапі розвитку суспільства. Особливо це актуально для історично складеної забудови великих міст, де в умовах реконструкції потрібні інші умови обслуговування населення. Нові соціальні програми і технічні вирішення приводять до появи нових типів громадських будинків. Для формування нових типів суспільних будинків і комплексів усе більше характерні прогресивні прийманя і тенденції: укрупнення, багатофункціональність, блокування і кооперування, гнучке універсальне використання будинків для різних функцій. В основі багатьох типів будинків керування лежить група приміщень конторського, або офісного, призначення.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Генеральний план і благоустрій території

Уся територія будівництва захищається тимчасовою огорожею серії 3.017 – 1 із забірними елементами строго по межі відведеної ділянки згідно архітектурно-будівельного сертифіката.

1.2 Архітектурно-планувальні вирішення

На першому поверсі розташовані конференц зали, ресторан, медпункт. Також на першому поверсі розташована приміщення охорони. Для цього запланований спеціальний відособлений в'їзд у будинок для службових машин.

На другому поверсі розташовані офіси, конференц зали. До складу службово-побутових приміщень входять: кімната завгоспа, господарська комора, туалети для персоналу. Дані приміщення розташовані з тильної сторони фасаду, і мають службовий вхід через двір.

У будинку - два під'їзди. Вхід здійснюється через сходову клітку, або через запасний вихід, розташований знадвору території. Сходи незадимлені. Запроектвані тамбури.

Для забезпечення вертикального взаємозв'язку між поверхами застосовуються ліфти і сходові клітки. Розміри сходової клітки в осях 6×3 м.

Евакуація з поверхів передбачається через сходові клітки, розташовані на достатній відстані одна від одної. Також запроектвані виходи на дах через сходові клітки при надзвичайних подіях. Вихід з першого поверху назовні здійснюється через хол або через запасний вихід.

1.3 Конструктивне вирішення будинку

1.3.1 Конструктивні вирішення

Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас, розділений деформаційними швами.

Для спільної роботи при сейсмічному навантаженні проектом передбачається їхнє об'єднання в єдиний сейсмостійкий блок. Для цього поруч

стоячі колони крайніх рядів існуючого і проектованого частин будинку попарно з'єднуються сталевими елементами в єдину конструкцію.

Роботи виконувати після досягнення в забетонованих елементах залізобетонного каркаса 70% міцності бетону.

Фундаменти прийняті залізобетонна плита- ростверк висотою 1000 мм, основою якої є монолітні залізобетонні буронабивні палі Ø72, довжиною 13,5 і 14,7.

У зв'язку з високим рівнем ґрунтових вод і наявністю зволжених супісків і піском спосіб занурення палей прийнятий з обсадними сталевими трубами.

Стіни зовнішні нижче відм. -0.100 – монолітний залізобетон з бетону класу С20/25 за товщиною 400мм.;

Колони – монолітний залізобетон з бетону класу С20/25 за ДСТУ;

Стіни зовнішні – газоблок марки D500 за ДСТУ на клею;

Перегородки – газоблок марки D500 за ДСТУ товщиною 100мм. на клею;

Перегородки в мокрих приміщеннях – повнотіла керамічна цегла пластичного формування з марки 100 на розчині марки М100;

Перекриття – монолітний залізобетон з бетону класу С20/25 товщиною 200мм.;

Вікна – метало-пластикові з поворотно-відкидними рамами;

Двері зовнішні і внутрішні - дерев'яні та металопластикові.

Обробка зовнішніх поверхонь:

Цоколь а також виступаючі елементи вхідних вузлів виконати з утеплювача з мінеральної вати підвищеної жорсткості. Стіни зовнішні обробити декоративним складом по сітці.

Конструкції підлог різняться залежно від призначення приміщення.

1.3.2 Оздоблення внутрішніх поверхонь

Внутрішні поверхні стін і перегородок оштукатурити і пофарбувати фарбами на водоемульсійній основі. Підлоги і стіни в приміщеннях з підвищеною вологістю облицьовати керамічною плиткою. Підлоги в офісних приміщеннях виконати з ламінату. Стелі у вологих приміщеннях – підвісна стеля за технологією «Кнауф» з

вологостійкого гіпсокартону, в офісних приміщеннях – підвісна стеля типу «Армстронг».

Тип покрівлі – плоска.

Відвід води з даху буде здійснюватися через внутрішній організований водовідвід, запроектовано 6 водоприймальних лійки Ø300 мм, висота парапетної панелі прийнята рівної 1000 мм.

Навколо водоприймальних лійок внутрішнього водостоку основний водоізоляційний килим підсилити двома додатковими шарами рулонного матеріалу.

Металевий лист по верхові парапету повинен мати гнучий профіль і перекривати стіну по висоті не менше 50 мм і мати крапельник не менше 80 мм від стіни парапету.

Вентиляційні шахти і вентиляційні канали на даху запроектовані з керамічної повнотілої одинарної цегли. Для запобігання потрапляння в них атмосферних опадів запроектований козирок з оцинкованої сталі.

1.3.3 Вікна і двері

Вхідні і внутрішні двері із суцільним заповненням.

Вікна запроектовані з подвійним осклінням (склопакет), одно- і двостулкові. Усього 2 типу вікон.

Із зовнішньої сторони віконного блоку по бортикові із цементного розчину М 100 виконати злив з оцинкованої сталі. Зливи з оцинкованої сталі товщиною 0,8 мм повинні бути щільно обтиснуті. Виліт зливів – не менше 50 мм за зовнішню площину стіни.

Підвіконня встановлювати в зазор між віконним блоком і стіною простір, що утворюється, заповнити монтажною піною.

Двері запроектовані глухі, одне- і двопільні. А також двері двопільні з осклінням. Усього 7 типів дверей.

Зазор між коробкою і зовнішньою стіною ретельно пропінити монтажною піною. Кріпити дверні блоки в стінах турбошурапами через сталеві пластини. З

кожної сторони дверного блоку повинне бути встановлене не менше 3 турбошорупа по висоті.

1.3.4 Вогнестійкість будинку

Вогнестійкість будинку по мінімальних межах вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальним межам поширення вогню відповідає вимогам II ступеня вогнестійкості.

Несучі елементи стін, перегородок, перекриття, сходових маршів виконуються з негорючих матеріалів.

Металеві конструкції покриття конференц залів фарбуються фарбою R-90.

Конструктивно-планувальні вирішення шляхів евакуації відповідають вимогам, запропонованим до будинків II-го ступеня вогнестійкості.

1.3.5 Антисейсмічні заходи

Для забезпечення необхідної сейсмостійкості будинку (7 балів) у відповідності з вимогами ДБН проектом передбачене:

Поздовжня і поперечна жорсткість, сейсмостійкість будинку забезпечується спільною роботою каркаса і стінового заповнення.

Елементи каркаса армуються з розрахунку, виконаному на ЕОМ, із дотриманням конструктивних вимог для вирішення рамних вузлів у сейсмічних районах.

Просторова робота будинку забезпечується дисками перекриття.

Перегородки кріпляться за допомогою кріпильних елементів до стін і перекриття.

1.4 Інженерно-технічне обладнання будинку

1.4.1 Опалення

Джерело теплопостачання – існуюча власна котельня.

Точка підключення системи – в існуючому тепловому пункті на відм. -5.200

Параметри теплоносія в системі опалення і теплопостачання –108 – 70°C.

Система опалення – горизонтальна, двотрубна, регульована із примусовою циркуляцією.

Прилади опалення – радіатори сталеві панельні типу «KORAD» (Австрія).

Установка приладів відкрита настінна.

Регулювання тепловіддачі опалювальних приладів здійснюється термостатичними клапанами за допомогою термостатичними або ручними радіаторними вентилями.

Повітровидалення із системи опалення здійснюється через повітряні клапани встановлені у верхніх пробках кожного радіатора

Дренаж із системи опалення проводиться через зливальні крани на запірних вентилях і балансових клапанах, встановлених на кожній горизонтальній вітці системи опалення.

Систему опалення виконати:

- на відм. 0.000 – з металопластикових труб з робочим тиском 10 бар із прокладкою приховано в підлозі рознімних з'єднань;

- на відм. -3.1000 і магістральні трубопроводи – із сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ, прокладка відкрита.

Магістральні трубопроводи системи опалення прокласти в теплоізоляції ISOTEC КК фірма ISOVER, $\delta = 20$ мм.

1.4.2 Системи водопостачання та кондиціонування

Джерело холодопостачання (кондиціонування) – кондиціонери зовнішні.

Систему водопостачання виконати зі сталевих водогазопровідних труб за та поліпропіленових.

Розводушення системи здійснюється через автоматичні розповітрявачі, встановлені у верхніх точках систем.

Дренаж передбачений з кожного повітрянагрівача (повітроохолоджувача).

Трубопроводи систем теплопостачання прокласти в теплоізоляції ISOTEC КК фірма ISOVER, $\delta = 20$ мм.

1.4.3 Вентиляція

В приміщеннях передбачена приточно - витяжна вентиляція з механічним і природнім спонуканням і комфортне кондиціонування (див. розділ «Кондиціонування»).

Повітрообмін приміщень визначені розрахунками:

- в кафе - на асиміляцію тепло і у вологонакопичувачів;
- у виробничих цехах - за технологічним завданням;
- в адміністративних приміщеннях - по санітарній нормі подачі зовнішнього повітря на людину (20м³/година на людину);
- в побутових приміщеннях - по нормах (з умови видалення повітря по 50м³/година від кожного санприбора);

У гарячому цеху від технологічного обладнання передбачений місцева вентиляція із системою В-5.

Приплив повітря передбачається системами:

- кафе, конференц зали - П-1;
- санвузли, кухня - П-2,3;
- адміністративні приміщення - П-4.

Витяжка з перерахованих приміщень передбачається системами В-1 – 8.

Витяжна вентиляція із природнім спонуканням запроектована із санвузлів - ВЕ-12

Устаткування приточних систем укомплектована каналним устаткуванням фірми «Sysfemair».

Повітропроводи системи вентиляції виконати класу «Н» (нормальні) з оцинкованої покрівельної сталі.

Витяжні шахти виконувати по кресленнях марки «АР».

Для запобігання поширення шуму від працюючого вентиляційного обладнання передбачений комплекс заходів:

- використання вентиляторів з низьким рівнем шуму (фірми «Sysfemair»);
- підключення обладнання до повітропроводу через гнучкі вставки;
- установка глушитель шуму;
- обмеження швидкостей повітряних потоків.

Монтаж систем опалення і вентиляції виконувати у відповідності до нормативних документів.

Протипожежні заходи виконані згідно вимог.

У проекті передбачені наступні заходи щодо ощадливого використання енергоресурсів:

- регулювання тепловіддачі опалювальних приладів;
- зниження температури повітря;
- максимальне використання температури теплоносія;
- використання ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Перелік видів робіт для яких необхідне складання актів огляду схованих робіт згідно санітарних норм:

- гідростатичне і манометричне випробування на герметичність: по вентиляції:
- індивідуальне випробування обладнання;
- паспорта вентиляційних систем.

Доставлення обладнання, монтаж, пусканалагоджувальні роботи і сервісне обслуговування систем опалення і вентиляції повинно виконувати спеціалізовані організації, що мають ліцензію на право виконання робіт.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Загальні відомості

Пальові фундаменти одержали широке поширення у всіх видах будівництва, тому що дозволяють суттєво зменшити об'єм земляних робіт, знизити витрату матеріалів, підвищити рівень індустріальності робіт нульового циклу. Разом з тим, пальові фундаменти більш складні в проектуванні і виконанні робіт, мають більш високу стійкість в порівнянні з фундаментами мілкового залягання. Тому застосування паль вимагає відповідного техніко-економічного обґрунтування, їх проектування - максимально точного і всебічного врахування інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, характеру навантажень і впливу на фундаменти.

У будівництві застосовується велика кількість видів паль, найбільшого поширення одержали залізобетонні забивні і буронабивні палі.

Проектування пальових фундаментів проводиться за двома групами граничних станів: 1 перша група - за несучою здатністю конструкцій паль до ростверків, ґрунту по контакту з палями, стійкості основи пальових фундаментів у цілому;

2 друга група - по деформаціях фундаментів і основи (утворення або розкриття тріщин у конструкціях, осідання і горизонтальні зсуви фундаментів).

2.2 Несуча здатність паль

При розрахунку пальового фундаменту по граничних станах першої групи необхідно, зокрема, виконати розрахунок по несучій здатності ґрунту основи паль.

При проектуванні пальових фундаментів промислових і громадських будинків завжди виконується розрахунок по несучій здатності паль на сприйняття осьових (поздовжніх) навантажень і порівняно рідко – на поперечні сили і згинальні моменти.

Розрахункова несуча здатність ґрунту основи одиночної палі F_d , несуча здатність палі (по ґрунту), у дипломному проектуванні визначається розрахунками

по емпіричних формулах залежно від ґрунтових умов, конструкції і способу влаштування палі.

За умовами взаємодії із ґрунтом палі підрозділяють на палі – стійки і висячі палі. До палей – стійок відносять палі всіх видів, що опираються на скельні ґрунти, а забивні палі, крім того, на мало стисливі ґрунти (великоуламкові ґрунти з піщаним заповнювачем щільним і середньої щільності, а також глини твердої консистенції з модулем деформації $E \geq 50$ МПа). До висячих палей відносять палі всіх видів, що опираються на стисливі ґрунти і передають навантаження на ґрунти основи бічною поверхнею і нижнім кінцем.

Несуча здатність (по ґрунту) висячих забивних, набивних і буронабивних палей зі стовбуром постійного перерізу, що працюють на вдавлююче навантаження визначається як сума сил розрахункових опорів ґрунту основи під нижнім кінцем палі і на її бічній поверхні за формулою

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i)$$

де F_d – несуча здатність палі, кН;

γ_c – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

γ_{cr} , γ_{cf} – коефіцієнти умов роботи ґрунту під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

A – площа обпирання на ґрунт нижнього кінця палі, м²;

u – зовнішній периметр поперечного перерізу палі, м;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, що стикається з бічною поверхнею палі.

2.3 Визначення кількості палей і їх розміщення у фундаменті

Кількість палей у фундаменті визначається розрахунком по першій групі граничних станів (по несучій здатності) виходячи із загальної умови

$$N \leq \frac{\gamma_c \cdot F_d}{\gamma_k}$$

де N – максимальне розрахункове поздовжнє навантаження на одиночну палю в складі фундаменту від найневигіднішої комбінації розрахункових навантажень на нього з урахуванням ваги ростверку і палі;

F_d – несуча здатність палі по ґрунту;

γ_k – коефіцієнт надійності, прийнятий $\gamma_k = 1,4$, якщо несуча здатність палі визначена розрахунками;

γ_c – коефіцієнт умов роботи, прийнятий $\gamma_c = 1,2$, якщо пальовий фундамент розраховується з врахуванням короткочасних вітрових і кранових навантажень, і $\gamma_c = 1$ у всіх інших випадках.

При проектуванні пальових фундаментів рекомендується керуватися наступними вимогами:

- кількість паль повинна бути найменшою з конструктивно-технологічних умовах;
- палі повинні розміщатися, рівномірно і симетрично по плану фундаменту;
- на кожну палю у фундаменті повинні передаватися приблизно однакові навантаження, максимально наближені до значень за умовою;
- відстані між сусідніми палями (в осях) повинні бути не менше мінімально допустимих за умовами влаштування і роботи паль, але не більшими за умовами роботи ростверку.

Мінімально припустимі відстані між палями призначаються для висячих паль:

$3v_p$ – для забивних, $4v_p$ – віброзанурених у піски; для паль-стійок – $1.5v_p$ (v_p – ширина перерізу або діаметр отвору).

Відстані між краями розширень бурових і набивних паль повинні бути не менше 0,5м у суглинках і глинах при показнику текучості $J_L < 0,3$ і не менше 1м в інших різновидах нескельних ґрунтів.

Максимальні відстані між палями встановлюються розрахунками ростверку за несучою здатністю, їх не рекомендується приймати більше 2,5 – 3,0 м або 6 – 8 розмірів поперечного перерізу палі.

Кількість палей для фундаменту під колону (кущ палей) орієнтовно визначається за формулою.

$$n_p = \frac{\eta(N_c + N_{rg})}{\frac{F_d}{\gamma_k - n_p}}$$

де η – коефіцієнт, що враховує ексцентриситет прикладання вертикальної сили від колон;

N_c – розрахункова вертикальна сила від колони на рівні верхньої площини ростверку, кН;

N_{rg} – власна вага ростверку і ґрунту на його площинах, кН;

N_p – власна вага палей, кН, розрахована з урахуванням коефіцієнта надійності по навантаженню $\gamma_f = 1.1$. Значення коефіцієнта η приймаються:

$\eta = 1$ – при ексцентриситеті вертикальної сили N_c , близькому до нуля, коли поперечна сила і згинальний момент у перерізі колони у верху ростверку незначні або відсутні;

$\eta = 1,2$ – при значних ексцентриситетах вертикальної сили N_c , коли на фундамент від колони діють поперечні сили і згинальні моменти.

Власна вага ростверку і ґрунту на його площинах N_{rg} визначається за формулою

$$N_{rg} = \gamma_f \cdot \gamma_m \cdot d_r \cdot A_r$$

де γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням, прийнятий $\gamma_f = 1,1$;

f_m – середнє значення питомої ваги матеріалу ростверку і ґрунту на його площинах, прийняте $\gamma_m = 20 - 22$ кН/м³;

d_r – глибина залягання подошви ростверку, м;

A_r – площа підошви ростверку, м², визначена за формулою.

$$A_r = \frac{N_c}{p_m - \gamma_f \cdot \gamma_m \cdot d_r}$$

де $p_m = \frac{F_d}{\gamma_k \cdot r_{2\min}}$ – умовний середній тиск по підошві ростверку, кПа; F_d, γ_k –

те ж що у попередніх формулах;

$r_{2\min}$ – мінімальна відстань між сусідніми палями у фундаменті, м.

Кількість палей, розрахована за формулою, повинне бути округлена в більшу сторону до цілого числа.

Стрічкові пальові фундаменти під стіни проектують із одного або декількох паралельних рядів палей. Число рядів палей приймається орієнтовно за формулою (з округленням у більшу сторону до цілого числа)

$$m_r = \frac{n_0}{\frac{F_d}{\gamma_k - n_p}}$$

де n_0 – розрахункове навантаження, кН/м, від стіни па 1 м довжини ростверку;

F_d – несуча здатність палі, кН;

γ_k – коефіцієнт надійності, прийнятий $\gamma_k = 1,4$;

N_p – розрахункове значення власної ваги палі, кН.

Для типових палей постійного перерізу $N_p = l \cdot q$, де l – довжина палі, м; q – вага 1 м палі, кН/м, прийнята по таблиці.

Власна вага ростверку на 1 м його довжини разом із ґрунтом над ним, кН/м, визначається за формулою

$$n_{rg} = \gamma_f \cdot \gamma_m \cdot d_r \left[r_{\min} \cdot (m_r - 1) + 2e_p \right]$$

де $\gamma_f, \gamma_m, d_r, r_{\min}$ те ж, що у попередніх формулах; m_r – прийняте за формулою число рядів паль; v_p – ширина перерізу палі, м.

Крок паль r_p у кожному ряді призначається з умови

$$r_p \leq m_r \frac{\frac{F_d}{\gamma_k - N_p}}{n_0 + n_{rg}}$$

Не рекомендується приймати крок паль у ряді більш 3 – 3,5м, тому що зі збільшенням кроку швидко зростають значення згинальних моментів у ростверку.

За даними вишукувань минулих років геологічний розріз обстежуваного району представлений четвертинними аллювіально-делювіальними супісками, аллювіальними пісками, які підстилаються неогеновими глинами.

Ґрунт непрasadний. Підземні води зустрічаються на глибині 5.0 – 5.5м від поверхні, стосовно бетону неагресивні.

Аналіз матеріалів вишукувань минулих років показує, що особливістю геологічної будови району є наявність потужної товщі різнозернистих пісків, що заміщають один одного і витримане по глибині залягання неогенових глин.

З урахуванням даної особливості і технічних характеристик проектного будинку на майданчику установкою УГБ-14КК прорубано 4 свердловини глибиною 20м.

2.4 Фізико-механічні властивості ґрунтів

2.4.1 Опис та визначення інженерно-геологічних шарів

Для кожного шару ґрунту необхідно встановити, характеристики фізичного стану.

Розглянемо приклад розрахунків фізичних характеристик на прикладі четвертого шару ґрунту – глина тверда:

Питома вага ґрунту природного додавання: $\gamma = 17,2 \frac{kN}{m^3}$;

Питома вага часток ґрунту: $\gamma_s = 27,4 \text{ kN/m}^3$;

Природна вологість ґрунту: $\omega = 0,25$;

Питома вага сухого ґрунту: $\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega} = \frac{17,2}{1 + 0,25} = 13,76 \text{ kN/m}^3$;

Коефіцієнт пористості ґрунту: $e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{27,4}{13,76} - 1 = 0,991$;

Питома вага водонасиченого ґрунту:

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + e\gamma_w}{(1 + e)} = \frac{27,4 + 0,991 \cdot 10}{(1 + 0,991)} = 18,74 \text{ kN/m}^3, \text{ де } \gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3;$$

Питома вага ґрунту з урахуванням власної ваги води:

$$\gamma_{sb} = \frac{(\gamma_s - \gamma_w)}{(1 + e)} = \frac{(27,4 - 10)}{(1 + 0,991)} = 8,74 \text{ kN/m}^3;$$

Ступінь вологості ґрунту: $S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0,25 \cdot 27,4}{0,991 \cdot 10} = 0,69$;

Вологість на границі текучості: $\omega_L = 0,50$;

Вологість на границі розкочування $\omega_p = 0,27$;

Число пластичності: $I_p = \omega_L - \omega_p = 0,50 - 0,27 = 0,23$;

Показник текучості: $I_L = \frac{\omega - \omega_p}{I_p} = \frac{0,25 - 0,27}{0,23} = < 0$;

Аналогічно розраховуються фізичні характеристики інших шарів ґрунту і записуються в таблицю.

У результаті розрахунків фізичних характеристик виявилася наступна класифікація ґрунтів:

Супісок жовтий, макропористий, твердий.

Пісок пилюватий, середньої щільності, водонасичений.

Пісок дрібний, водонасичений, середньої щільності.

Глина тверда.

2.4.2 Висновки інженерно-геологічних вишукувань

Інженерно-геологічні умови майданчика для будівництва будинку, із зазначеними в завданні характеристиками, умовно сприятливі (наявність насипних ґрунтів, високе залягання рівня підземних вод).

Загальний ухил рельєфу в північно-східному напрямку. Територія, що прилягає, має асфальтове покриття і сплановано з ухилом 1 – 2 градуса до заходу.

На період виконання вишукувань майданчик, відведений під будівництво з розширенням, зайнятий існуючим 4-х поверховою будівлею, глибиною близько 4.0м і характеризується високою насиченістю підземними комунікаціями (кабелі, дренаж, водопровід, каналізація).

Небезпечні фізико-геологічні явища і процеси (зсуви, яри, просідання поверхні) на майданчику і прилягаючої території відсутні.

Поверхня майданчика вкрита асфалто-щебеним покриття товщиною 0,5 – 0,4м по ущільнених насипних ґрунтах (шар 1) потужністю 1,5 – 4,9м. Максимальна потужність 4,9м. З урахуванням глибини існуючого підвалу (абсолютна відмітка підлоги 283,91 м) потужність техногенних утворень (шар 1) може досягати 5,0 – 5,5м

Нижче до глибини свердління 20,0 м, у геологічній будові майданчика беруть участь четвертинні аллювіально-делювіальні супіски (шар 2) і алювіальні піски (шари 3, 4, 5), які із глибин 14,9 – 16,2 м підстиляються неогеновими глинами (шар 6).

Характер залягання виділених шарів ґрунтів у межах майданчика відображений прикладеними інженерно-геологічними розрізами з 1 – 1 по IV-IV.

Особливістю геологічної будови майданчика є:

- наявність потужної (9 – 10м) товщі водонасичених ворізнозернистих пісків (шари 3, 4, 5)

- витримане по глибині (14,9 – 16,2м) залягання неогенових глин (шар 6).

Характер залягання виділених шарів у межах майданчика відображений у розрізі.

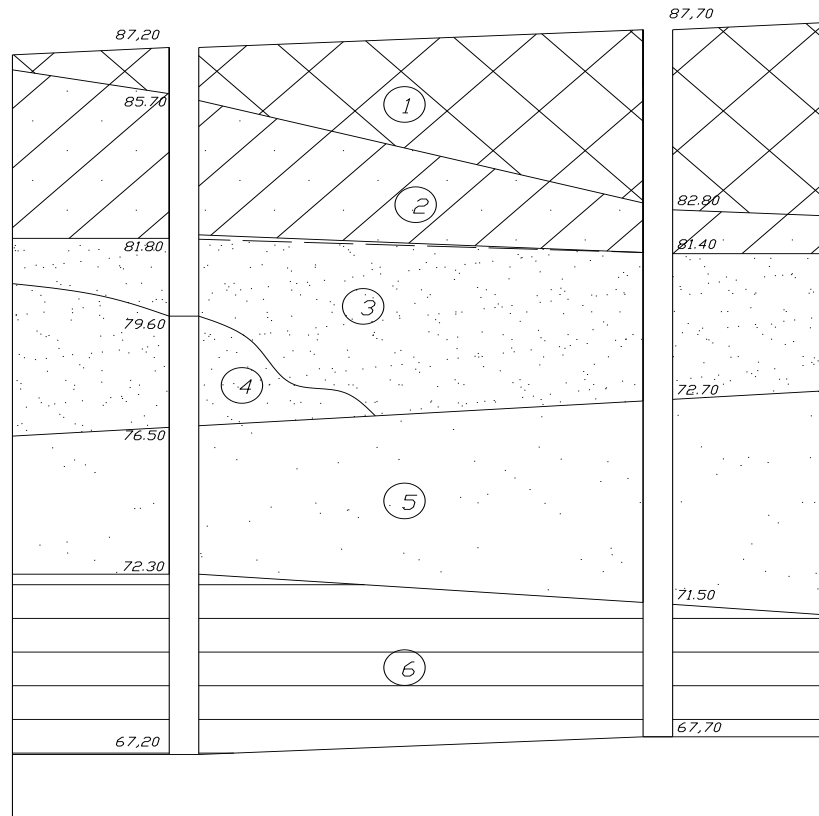


Рис. 2.1 Інженерно-геологічний розріз

1 – Насипний ґрунт: асфальт, щебінь, супісок, суглинок із будівельним сміттям;
 2 – супісок бурий, жовтий з коріннями дерев, із гніздами піску; 3 – Пісок жовтий, пилюватий, середньої щільності додаванням супіску; 4 – Пісок дрібний, жовтий, середньої щільності з додаванням і з прошарками щебню піщаника; 5 – Пісок середньої крупності із включеннями гравію і уламків піщанику; 6 – Глина жовто-сіра, шарувата, з мікропрошарками пилюватого піску.

За результатами компресійних випробувань супіски і нижче залягаючі відкладені відносяться до просадочних і неспучених ґрунтів.

Насипні ґрунти (шар 1) у якості основи не рекомендуються, тому що різноманітні по своєму складу щільності додавання. У випадку виявлення в котловані, на проектних відмітках залягання (шару 1) необхідновилучити по всій потужності і замінити місцевими супісками (шар 2) з пошаровим ущільненням до щільності сухого ґрунту $1,65\text{г/см}^3$.

7. Шари ґрунтів розрізу, рекомендовані в якості природніх основи для фундаментів, відповідно до ДБН підрозділені на 5 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ):

- супіски непросадні (шар 2)
- піски пилюваті середньо щільності (шар 3)
- піски дрібні середньої крупності середньої щільності (шар 4)
- піски середньої крупності середньої щільності (шар 5)
- глини неогенові (шар 6)

Нормативні, розрахункові значення фізичних, деформаційних характеристик і характеристик несучої здатності ґрунтів ІГЕ1 – 5, необхідних для проектування, наведено в таблиці 2.1.

При пальових фундаментах у якості основи для обпирання буронабивних паль рекомендуються неогенові глини ІГЕ-5 (шар 6), твердої консистенції, покрівля яких залягає майже горизонтально, на абсолютних відмітках 271.50 – 272.30 (14.9/16.2і від поверхні).

Підземні води на майданчику розкрито на глибинах 5,3 – 6,3м (абсолютна відмітка 281,80 – 282,00 м) від денної поверхні.

Водонасиченими ґрунтами є алювіальні піски (шари 3, 4, 5), водоупором служать неогенові глини.

Сезонний підйом рівня вод може становити 1,5м.

По своїй геологічній будові і гідрогеологічним умовам обстежений майданчик відноситься до постійно техногенно підтопленої території. Підвал під існуючою будівлею захищений дренажем.

За період експлуатації будинку (більш 20 років) затоплення підвальних приміщень не відзначалося.

Згідно з картою сейсмічного мікрорайонування України майданчик відноситься до 7-ми бальної сейсмічної інтенсивності.

Таблиця 2.1 – Зведена відомість фізико-механічних характеристик ґрунтів будівельного майданчика

		ІГЕ-1	ІГЕ-2	ІГЕ-3	ІГЕ-4	ІГЕ-5		
		Супіски непросадні (шар 2)	Піски пілуваті середньої щільності (шар 3)	Піски дрібні середньої щільності (шар 4)	Піски середньої крупності (шар 5)	Глина неогенова (шар 6)		
1		2	3	4	5	6	7	
Розрахункові значення	По несучій здатності	φ' Питоме зчеплення (кПа)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
			16	-	-	-	-	Водонасичений
			21	23	25	32	17	Природний
		С' Питоме зчеплення (кПа)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
			6	-	-	-	-	Водонасичений
			9	1	0	0	45	Природний
	ρ' Щільність (г/см ³)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений	
		1,92	-	-	-	-	Водонасичений	
		1,65	1,90	1,90	1,92	2,05	Природний	

продовження табл. 2.1

1		2	3	4	5	6	7
По деформаціях	φ'' Кут внутрішнього тертя (гради)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
		18	-	-	-	-	Водонасичений
		24	26	28	35	20	Природний
	C'' Питоме зчеплення (кПа)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
		9	-	-	-	-	Водонасичений
		13	2	0	0	68	Природний
	ρ'' Щільність (г/см ³)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
		1,94	-	-	-	-	Водонасичений
		1,67	1,92	1,92	1,94	2,07	Природний
Нормативні значення	φ_n Кут внутрішнього тертя (гради)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
		18	-	-	-	-	Водонасичений
		24	26	28	35	20	Природний
	C_n Питоме зчеплення (кПа)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений
		9	-	-	-	-	Водонасичений
		13	2	0	0	68	Природний

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	
E Модуль деформації (МПа)	-	-	-	-	-	Ущільнений водонасичений	
	7	-	-	-	-	Водонасичений	
	10	11	18	30	24	Природний	
	e	0,780	0,750	0,750	0,650	0,644	Коеф. Пористості
	IL	<0	Водонас.	Водонас.	Водонас.	<0	Показ. текучості
	Ip	0.05	-	-	-	0.22	Число пластичності
	W	0.11	-	-	-	0.25	Природна вологість
	ρ	1.51	-	-	-	1.67	Щільність часток ґрунту
	ρ	1.67	1.92	1.92	1.94	2.07	Щільність

2.5 Визначення несучої здатності паль.

Несучий шар – суглинок жовто-бурий без включень тугопластичний – стиснутий ґрунт, отже паля висяча.

Несуча здатність палі розраховується за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} R \cdot A + u \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i)$$

де F_d – несуча здатність палі, кН

γ_c – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті; $\gamma_c = 1$;

γ_{CR} , γ_{cf} – коефіцієнти умов роботи ґрунту під нижнім кінцем і на бічний поверхні палі, $\gamma_{CR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$

Розрахунок несучої здатності забивної палі під стрічку.

1 – Супісок жовтий, макропористий, твердий.

2 – Пісок пилюватий, жовтий.

3 – Пісок дрібний, жовтий, водонасичений.

4 – Глина шарувата тверда.

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, $R = 1800$ кПа;

A – площа обпирання на ґрунт нижнього кінця палі, $A = 0,410$ м²;

u – зовнішній периметр поперечного перерізу палі $u = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 = 2,26$ м;

f_i – розрахунковий опору (ґрунту) i -шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа;

Таблиця 2.2 – Несуча здатність палі

Номер шару	Шари ґрунту	Z , м	h_i , м	f_i , кПа	γ_{cf}	$\gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i$ кН/м
1	2	3	4	5	6	7
1	Супісок	5,8	1,45	57,80	1,0	83,81
		7,25	1,45	60,50	1,0	87,725
2	Пісок пилюватий	8,35	1,1	33,175	1,0	36,492
		9,45	1,1	33,725	1,0	37,098

продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7
3	Пісок середньої крупності	11,45	2	67,030	1,0	134,06
		13,45	2	69,830	1,0	139,66
		15,45	2	72,630	1,0	145,26
		16,85	1,4	74,590	1,0	104,426
4	Глина	17,95	1,1	6,0	1,0	6,6
		19,05	1,1	6,0	1,0	6,6

$$\Sigma = 781,73$$

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 1800 \cdot 0,41 + 2,26 \cdot 781,73) = 738 + 1766,71 = 2504,71 \text{ кН}$$

Визначення числа рядів і кроку паль у ряді для фундаменту під стіну з розрахунковим навантаженням на 1 м довжини $n = 500 \text{ кН/м}$.

Число рядів паль визначається за формулою:

$$m_r = \frac{n_o}{\frac{F_d}{\gamma_k - N_p}}$$

де n_o – розрахункове навантаження, кН/м, від стіни на 1 м довжини ростверку;

F_d – несуча здатність палі, кН;

N_p – розрахункове значення власної ваги палі, $N_p = 15 \cdot 3 = 45 \text{ кН}$

$$m_r = \frac{500}{\frac{2504,71}{1,4 - 45}} = 0,28$$

Приймаємо 1 ряд паль.

Крок паль у ряді визначається за формулою:

$$r_p \leq m_r \frac{\frac{F_d}{\gamma_k - N_p}}{n_o + n_{rg}}$$

$$n_{rg} = \gamma_f * \gamma_m \cdot d_r \cdot [r_{\min}(m_r - 1) + 2e_p] = 1,1 \cdot 20 \cdot 4,150 \cdot [2 \cdot 0,36] = 65,735 \text{ кН}$$

де n_{rg} – власна вага ростверку на 1 м його довжини разом із ґрунтом під ним.

$$r_p \leq m_r \frac{\frac{F_d}{\gamma_k - N_p}}{n_o + n_{rg}} = 1 \cdot \frac{\frac{2504,71}{1,4 - 45}}{500 + 65,735} = 3,08$$

Приймаємо крок паль 2100мм. Можливий крок паль до 3000мм.

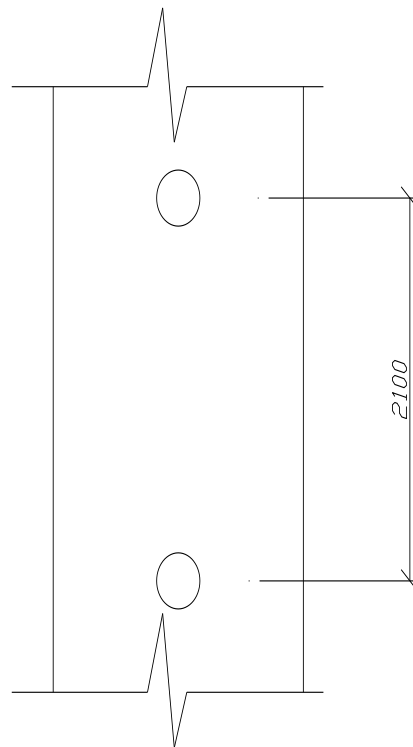


Рис 2.2 Схема розташування паль

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ

3.1 Технологія зведення підземної частини.

Технологічна карта розробляється для зведення підземної частини будинку офісного центру на 100 робочих місць.

Вихідні дані:

Розміри в осях – 27300 × 31200 мм

Товщина стін – 380мм, 250мм

Товщина бетонної підготовки – 100мм.

Потужність шару щебеневої подушки – 200 мм.

Відмітка підшви фундаменту – -3.150 мм, -4.350мм.

Висота підшви фундаменту – 1000 мм.

Матеріал фундаменту – бетон С15/20

Перекриття – монолітні

Ґрунт основи – глина тверда.

За умовну відмітку +0.000 прийнятий рівень чистої підлоги 1-го поверху, що відповідає абсолютній відмітці 289.150.

Відстань до відвалу до якого транспортується ґрунт – 10км

Вертикальна гідроізоляція - фарбування гарячим бітумом за 2 рази

Технологічна карта передбачає зведення підземної частини за допомогою наступних механізмів:

Розробка котловану – екскаватор з гідравлічним приводом (зі зворотною лопатою) ЕО-3322.

Переміщення ґрунту – бульдозер Д-606

Транспортування ґрунту – автомобіль ЗІЛ-130

Транспортування бетону– автобетоновоз СБ-113

Транспортування опалубки і арматури – ЗІЛ-130

Ущільнення ґрунту – електротрамбівка ІЕ – 4505

Монтажні роботи – кран КСГ 40/63, кран КС8162

3.1.1 Створення геодезичної розбивочної основи

Під перенесенням проекту будинку в натуру або розбивкою основних осей розуміють геодезичні побудови на місцевості, пов'язані з визначенням, позначенням і закріпленням положення будинку на місцевості відповідно до проекту.

Для перенесення контуру будинку в натуру необхідно мати координати будинку і план розташування всіх його елементів, прив'язаних до осей. Осі, що визначають зовнішній контур будинку в плані, називають основними, або габаритними, а дві взаємно перпендикулярні осі, щодо яких будинок розташовується симетрично – головними осями.

Для визначення місця розташування проектних точок, основних осей і висотних відміток будинків або їх груп створюється геодезична розбивочна основа (планове і висотне обґрунтування) у вигляді мереж триангуляції, кутових-лінійно-кутових мереж, полігонометричних і теодолітних ходів.

При будівництві групи будинків на майданчику розбивається опорна координатна сітка із квадратів зі сторонами 50, 100 або 200м. Точність розмірів сторін визначається допуском, величина якого залежить від типу об'єктів що зводяться.

При будівництві окремих об'єктів розбивають опорні осьові лінії.

Опорна координатна сітка або опорні осьові лінії наносяться на генеральний план споруджуваних об'єктів. З метою спрощення розбивочних робіт напрямок сторін опорної координатної сітки рекомендується приймати паралельним осям основних об'єктів генерального плану, осям або червоним лініям забудови проєктованих вулиць і проїздів. Крім цього, сітку слід розташовувати таким чином, щоб існуючі і проєктовані об'єкти не заважали виконанню розбивочних робіт і щоб усі координати споруджуваних об'єктів мали додатній знак. Точки геодезичного обґрунтування будівельного майданчика слід надійно закріпити реперами.

Перенос на місцевість окремих точок, ліній, кутів будинків і споруджень, залежно від місцевих умов здійснюється одним з наступних методів:

Метод прямокутних координат.

Метод зарубок.

Метод полярних координат.

3.1.2 Винос в натуру проектних відміток

Передачу відміток на монтажні горизонти, розташовані нижче і вище вихідного горизонту, здійснюють від реперів за допомогою нівелірів з рейками.

Під вихідним горизонтом розуміють площину, у якій зроблена первісна геодезична розбивка, а під монтажним горизонтом – площина, що проходить через основу конструкцій що монтуються наступних нижче- або вищележачих ярусів. При монтажі надземної частини як вихідного горизонту для побудови опорної планової мережі рекомендується використовувати перекриття конструкцій підземної частини будинку.

Винос відміток на вищележачий горизонт рекомендується здійснювати з 2 – х реперів, розташованих на цоколі будинку. У цьому випадку найбільш віддаленим міжповерховим репером буде той, який установлений на середині останнього міжповерхового перекриття. При цьому слід враховувати осідання реперів, розташованих на вихідному горизонті, а також осідання будинку що зводиться в цілому і його частин. Так як осідання будинку і його частин – процес безперервний, а визначення її величини проводиться через деякі проміжки часу, необхідно заздалегідь визначити необхідну кількість циклів нівелювання.

3.1.2 Технологія земляних робіт

Земляні роботи починаються з нанесення контуру котловану використовуючи для цього головні або основні осі винесені в натуру за допомогою ниток натягнутих на маркери допоміжної обноси. Натягнуті нитки виносять окреслюють контур котловану в повітрі, переносяться на ґрунт за допомогою схилю і стовпчиків. Котлован улаштовується механізованою і ручною розробкою ґрунту.

Механічна розробка ґрунту проводиться екскаватором ЕО-3322 обладнаного зворотною лопатою, об'єм ковша $0,4\text{м}^3$. Зворотна лопата – це відкритий знизу ковш із ріжучим переднім краєм. У міру протягання назад ківш заповнюється ґрунтом. Потім при вертикальному положенні рукояті ковш переводять до місця вивантаження і розвантажують шляхом підйому з одночасним перекиданням.

Робоча зона розташована нижче горизонту стояння машини. Сучасні моделі екскаваторів зі зворотною лопатою мають гідропривід, що дозволяє ковшу повертатися у вихідне положення.

Засипання пазух проводиться після достатнього висихання вертикальної гідроізоляції стін підвалу. Грунт призначений для цього складається поблизу місця будівництва, у межах будівельного майданчика і повинен мати оптимальну вологість, ($W_{opt} = 9 \div 15\% \text{ м}$), при якій грунт, що ущільнюється, здобуває максимальну об'ємну вагу ($\rho \geq 1.65 \text{ г/см}^3$). Засипання виконується горизонтальними шарами, з ущільненням кожного шару вібротрамбівкою, з перекриттям смуг, що ущільнюються, на половину штампа.

3.1.3 Технологія влаштування паль у свердловинах

Буронабивні палі влаштовують у свердловинах, утворених у ґрунті свердлінням з витягом ґрунту зі свердловини. У готові свердловини укладають бетонну суміш, при цьому до бетонування в свердловину може встановлюватися арматурний каркас. Буронабивні палі можуть виконуватися з розширеннями. Технологія виготовлення буронабивних паль відрізняється способами утворення свердловин у ґрунті і формування бетонного стовбура палі.

Залежно від інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов буронабивні палі влаштовують без кріплення стінок свердловин (сухий спосіб), використовуючи надлишковий тиск води або глинистий розчин для запобігання обвалення стінок, і із кріпленням стінок свердловин обсадними трубами.

При влаштуванні буронабивних паль застосовують обертальне, ударно-канатне і грейферне свердління. Бурові машини обертального свердління працюють циклічно з періодичним вибурюванням порції ґрунту зі свердловини і розвантаженням шнека від ґрунту. Швидкість свердління становить 0,4 – 1,3 м/хв.

Шнекові бурильні установки являють собою навісне устаткування до кранів і екскаваторам. Найпоширенішою є установка С-2. На щоглі копрового типу установки розміщений електропривід разом зі шнековою буровою колоною. Під час свердління свердловини привід і колона переміщуються уздовж напрямних щогли. Аналогічну конструкцію має бурильно-кранова установка БК-600,

призначена для свердління у вязких ґрунтах свердловин діаметром 400 – 600 мм і глибиною до 25 м. Вона являє собою навісне устаткування на базі крана-екскаватора Е-1252. Бурове обладнання складається із трубчастої колони каретки з редуктором, бурильного станка і ґрунтовідборника. Колона за допомогою кронштейна шарнірно кріпиться до верхнього кінця стріли, нижня частина колони за допомогою розпірної балки з'єднана із платформою.

Свердління свердловин без кріплення стінок застосовують у стійких ґрунтах, до яких відносяться пилуватоглинисті ґрунти з показником текучості $I < 0,5$. Свердловини бурять методом обертального свердління із застосуванням шнекового або ковшового буру. Якщо потрібно по проекту, то нижню частину свердловини розширюють за допомогою розширників, закріплених на буровій штанзі. Після приймання свердловини в ній монтують арматурний каркас і бетонують палю. Подача бетонної суміші з осіданням конуса 16 – 20 см здійснюється через бетоноподаючі труби, які складаються з окремих секцій. Конструкції стиків дозволяють швидко і надійно з'єднувати окремі секції труб. Діаметр труб повинен бути не менше 250 мм. бетоноподаючі труби з'єднані із прийомною лійкою, через яку бетонну суміш безпосередньо подають із автобетонозмішувача. У міру укладання бетонної суміші бетоноподаючу трубу піднімають. Ущільнення малорухомих бетонних сумішей на всю глибину свердловини здійснюється глибинними вібраторами. Для формування голови палі застосовується обсадний патрубков. Він також може служити для кріплення арматурного каркаса в свердловині і бетоноподаючого обладнання. За такою технологією влаштовують буронабивні палі діаметром 400 – 1000 мм і глибиною до 30 м.

Дослідження показують, що витрати праці на свердління свердловини становлять близько 70% витрат на виготовлення буронабивних паль, тому спосіб свердління свердловини визначає технологію виготовлення паль. Збільшення несучої здатності буронабивних паль домагаються влаштуванням розширень. Для розбурювання порожнин розширень потрібно зробити кілька циклів операцій.

Зведення буронабивних паль у слабких водонасичених ґрунтах має підвищену трудомісткість, що обумовлене необхідністю кріплення стінок свердловини для запобігання їх від обвалення.

Схема пересування бурової установки на об'єкті залежно від конфігурації пального поля, числа паль і відстані між палями може бути поздовжньої, поперечної і кільцевий.

Буронабивні палі мають ряд недоліків, які стримують їх більш широке застосування. До таких недоліків слід віднести невелику питому несучу здатність, високу трудомісткість бурових робіт, необхідність кріплення свердловин у нестійких ґрунтах, складність бетонування паль у водонасичених ґрунтах і труднощі контролю якості виконаних робіт.

3.1.4 Контроль якості палових фундаментів.

Від якості виконання палових робіт залежить несуча здатність фундаментів, що має найважливіше значення для збереження експлуатаційних якостей будинку і його довговічності. При контролі якості палових робіт необхідно мати на увазі, що вони відносяться до схованих робіт.

При виконанні робіт необхідно ретельно дотримувати вимог Сніп 3.02.01 - 83 і обов'язково вести журнали виконання палових робіт із установлених форм.

При прийманні палових фундаментів необхідно строго стежити за дотриманням геометричних розмірів конструктивних елементів, за правильністю занурення і виготовлення паль. При геодезичній розбивці палових і шпунтових рядів відхилення розбивочних осей від проектних не повинні перевищувати 1 див на кожні 100 м ряду. Для забивних паль і оболонок довжиною 10м, діаметром до 60 див припустиме відхилення в плані при однорядному розташуванні не повинне перевищувати $0,2d$, при розташуванні паль в 2 і 3 ряду в стрічках і куцах - $0,3d$, де d -діаметр круглої палі або максимальний розмір її поперечного переріза. На палях для контролю глибини занурення роблять розмітку по довжині, починаючи від нижнього кінця. Перші мітки наносять через 1 м, потім через 0,5 м, а у верхній частині - через 10 див.

Перші удари по палі виконують із малої висоти - до 0,5 м, поки паля не одержить правильного напрямку. Потім силу удару молота поступово збільшують до максимальної. У процесі забивання палі у журналі реєструють усі умови занурення і відмова, заміряний у трьох послідовних заставах. Палі, що дали проектну відмову, не дійшовши до проектної відмітки, обстежать і за узгодженням із проектною організацією або продовжують занурювати, або додатково занурюють палі-дублери в новопризначених місцях.

Основна вимога якісного забивання палі - забезпечення проектної несучої здатності, контроль над якою здійснюється динамічними і статичним і випробуваннями палі.

3.2 Технологічна карта на виконання бетонних робіт

3.2.1 Опалубні роботи

Опалубка є тимчасовою допоміжною конструкцією, що забезпечує розміри і форму елемента що зводиться, у яку заливається бетонна суміш. Опалубка повинна відповідати наступним вимогам:

Бути щільною – для збереження складу бетону;

Зберігати форму елемента що зводиться – витримати навантаження під час технологічних процесів і не давати недопустимих деформацій під впливом навантаження, а також зміни вологості і температури.

Зберігати якісний зовнішній вигляд бетону і відповідний необхідний вид певних елементів.

Її поверхня повинна мати достатню міцність для того щоб витримати навантаження при армуванні, бетонуванні, ущільненні.

Не виявляти агресивного впливу на бетон, не прилипати до бетону.

Дозволяти легкий демонтаж, без ударів і вібрацій які можуть пошкодити бетон.

Передбачати багаторазове використання.

Опалубка для фундаментів – може прийматися з дощатих щитів товщиною $\delta = 22; 24$ мм. Щит опалубки зміцнюється брусами що монтуються на відстані

60...70 см один від іншого і призначених сприймати тиск бетону що передається через обшивку опалубного щита.

Опалубка колони монтується після монтажу арматурних каркасів колон, а опалубка фундаменту – після монтажу сіток фундаменту.

3.2.2 Технологія монтажу арматури

При виконанні каркасу монолітних елементів в залізобетонні використовується ребриста і гладка арматура. При поставці виробником арматури, вона супроводжується сертифікатом якості, однак при необхідності, можна перевірити якість арматури в умовах будівельного майданчика загинаючи випробовуваний стержень під кутом 180°. Стержень відповідає вимогам якості якщо після випробування не з'являються тріщини.

Ребриста арматура повинна бути захищена від вологості, якщо все-таки іржа з'являється на поверхні арматури, її необхідно видалити за допомогою щіток.

Обробка арматури складається в обробці сталі, обрізки по довжині, складання стержнів у каркаси або сітки. Фіксування арматури виконується в'язальним дротом.

Каркаси для лінійних елементів (ригелі, колони) збираються на місці, на риштуванні. Спочатку встановлюються поздовжні стержні із внутрішньої сторони ригеля, монтуються хомути, а потім повертається зібраний каркас на 180°, закріплюючи хомутами стержні з бічних сторін, а потім і з верхньої сторони, зв'язуючи при цьому хомути. Стержні зв'язуються в'язальним дротом $\varnothing 1...2$ мм, використовуючи по 2 драти при кожному зв'язуванні.

Відстань між арматурами і опалубкою в ригелях і колонах зберігається під час заливання бетону за допомогою монтажу на стержні фіксаторів. Фіксатори можуть бути бетонними, з висотою рівній товщині захисного шару бетону та пластикові фіксатори. Для одного квадратного метра плити монтуються мінімум 3 фіксатори, для 1м.п ригеля – 1 фіксатор.

Перед нанесенням антикорозійного захисту на арматуру і з'єднання, їх очищають від плям жиру і інших забруднень які можуть зменшити адгезію, за допомогою електричних щіток або розчину сірчаної кислоти.

3.2.3 Технологія виконання бетонних робіт

Бетонні роботи включають операції при яких бетон заливається в опалубку і ущільнюється.

Як спосіб заливання, так і процес ущільнення залежать від типу конструктивного елемента (колона, стіна, плита, ригель), від характеристик свіжого бетону (рухливість і жорсткість), від способів ущільнення.

Перед заливанням бетону повинні передувати заходи, що забезпечують безперервність робіт в умовах гарантуючих високу якість. Такі заходи містять у собі:

- Перевірка розмірів, жорсткості кожного елемент, забезпечення обпирання і чистоти;
- Перевірка арматури відносно форми і розмірів, кількості стержнів, відстань від опалубки, можливостей збереження її положення під час бетонування;
- Монтаж закладних деталей: дюбелі, анкери і тощо.

Роботи з бетонування повинні бути організовані таким чином, щоб було забезпечено їхнє завершення до початку схоплювання. Бетон повинен заповнювати форми в які заливається, проникаючи в усі кути і не залишаючи порожнин; у залізобетонних елементах бетон повинен перекривати повністю арматуру і заповнювати відстань між нею.

Висота вільного падіння бетону при заливанні повинна бути обмеженої, щоб уникнути розшарування бетону. Ця висота не повинна перевищувати 2...3м.

Для ущільнення бетону, його заливають в усі елементи пошарово. Товщина шарів визначається залежно від способу ущільнення.

Для ущільнення вібраторами товщина шарів бетону повинна бути, менше на 5...10 см ніж наконечник проникає в раніше покладений шар бетону.

Для ущільнення бетону в колонах або стінах за допомогою зовнішніх вібраторів, шар бетону буде мати товщину рівну відстані між деталями на яких кріпляться вібратори.

Для ущільнення поверхневими вібраторами товщина шару повинна бути рівною товщині елемента.

Заливання бетону проводиться безупинно (без технологічних пауз) між 2-ма технологічними швами, передбачених проектом, будь-які інші перерви вважаються аварійними.

Технологічні шви необхідні для забезпечення максимально якісно виконаних бетонних робіт. Ці шви розташовуються в зоні мінімальних зусиль.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється глибинним вібратором, що складається із портативного трифазного трансформатора 220/380В, портативного електромотора, що передає крутні рухи від мотора до вібратора в який він ексцентрично поглиблений.

Ущільнення бетону за допомогою глибинних вібраторів здійснюється зі строгим дотриманням наступних правил:

- Вібратор уводиться в бетонну суміш у вертикальному положенні і якнайшвидше.

- Наконечник вібратора повинен заглиблюватися на 5...10 см у попередній шар, з умовою щоб останній мав вік не більше 2 год; у такий спосіб товщина бетонного шару, що ущільнюється, буде мати товщину приблизно рівною довжині вібруючого наконечника.

- Вібратор витримується в бетоні 20...30с, цей час разом із часом необхідним для введення вібратора в суміш і його вилучення становить оптимальний час вібрування; вібратор не витримується в бетоні в нерухомому положенні. А переміщається нагору і вниз.

- Вібратор витягується з бетону в напрямку в якому був введений, але з меншою швидкістю, щоб не утворювати порожнини.

Момент закінчення ущільнення бетону вібруванням встановлюється по зовнішніх ознаках, як наприклад: припинення видимого осідання бетону, припинення виділення повітряних пухирців, і появи однорідного розчину на поверхні бетону. При перевищенні часу вібрації може відбутися розшарування бетону.

Підлоги вібруються поверхневим вібратором (віброплитою). Віброплита складається із пластини на якій фіксується вібратор подібний зовнішньому. За допомогою ручки можливе переміщення вібратора по поверхні.

Догляд за бетоном під час схоплювання та захист бетону від випаровування води здійснюється його накриванням або зволоженням. Однак ці рішення не можуть застосовуватися при наявності горизонтальних поверхонь, при наявності свіжовкладеного бетону.

Також свіжовкладений бетон потрібно захищати від потрапляння дощової води, а в перші 2 дні від механічних навантажень. Повзучість бетону різко збільшується при його передчасному завантаженні.

3.2.4 Демонтаж опалубки

Демонтаж опалубки може проводитися тоді коли не виникає загроза для бетону. Терміни демонтажу встановлюються залежно від наступних критерій:

- Бічні сторони демонтуються тоді коли бетон досягає необхідної несучої здатності, щоб не зруйнуватися під час демонтажу опалубки.
- Несучі сторони демонтуються тоді коли бетон може витримати, із відповідним коефіцієнтом надійності, навантаження від власної ваги і корисне навантаження в період виконання наступних будівельних робіт.

Таким чином, для несучих елементів несуча здатність залізобетону перед демонтажем опалубки повинна перевищувати $0,5f_{ck}$ від марочної, у випадку прольотів до 2м – більше $0,7f_{ck}$, а для прольотів більш 2м – як мінімум $0,9f_{ck}$ від марочної.

Демонтаж опалубки несучих елементів проводиться ослабленням з'єднуючих деталей, після чого виконується повністю зняття опалубки, яка очищається.

3.2.5 Вимоги до якості і приймання робіт

Якість робіт повинна відповідати діючим нормам. При прийманні робіт заповнюється відомість виконання робіт, акти на приховані роботи і лабораторні випробування.

Таблиця 3.1 – Перевірка якості робіт

Найменування процесу	Об'єкт, що перевіряється	Інструмент і метод перевірки	Частота	Відповідальна особа	Технічні критерії визначення якості
1	2	3	4	5	6
Розробка котловану	Кут укосу	Рулетка	Під час виконання	Виконроб	Величина укосу не враховується
	Розміри котловану	Рулетка, нівелір, теодоліт	- // -	- // -	$A, B - 0,1\text{ м}$ $H - 0,05\text{ м}$
Армування фундаментів, стін, колон і ригелів	Відхилення в плані осей від проектного положення	Рулетка, метр	До бетонування	Виконроб; представник замовника	$\pm 10\text{ мм}$
	Товщина захисного шару	- // -	- // -		$\pm 5\text{ мм}$
Опалубка фундаментів і стін	Планове розташування опалубних щитів	Рулетка, метр	Під час виконання робіт	Виконроб	$\pm 8\text{ мм}$
	Вертикальність щитів	Схил, Рулетка	- // -	- // -	5 мм на 1 м; 20 мм – загальну висоту
	Відмітки верху і низу опалубки	Нівелір, рейка	- // -	- // -	$\pm 5\text{ мм}$

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Кріплення щитів	візуально	Після установки опалубки	- // -	Не допускаються деформації опалубки
Бетонування фундаментів, стін, ригелів, підлог	Перевірка рухливості бетону	Стандартний конус	Під час бетонування	Виконроб, лабораторія	Осідання конуса (12 – 16)
	Клас бетону	Гідравлічний прес	6 – 9 кубиків на 20 – 40м ³ бетону	лабораторія	±5%B
	Вертикальність стін	Схил, Рулетка	Після демонтажу опалубки	Виконроб	±15(мм)
	Відмітки поверхні опори після бетонування	Нівелір, рейка	Після бетонування	Виконроб	± 4 мм
Гідроізоляція поверхонь	Вологість поверхонь	Гігрометр	Перед початком робіт	Виконроб	≤10%
	Якість ґрунту	візуально	До гідроізоляції	- // -	Поверхня повинна бути без плям і тріщин

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Нанесення гідроізоляційних шарів	візуально, мікромметр	Під час виконання	- // -	Дотримується товщина шарів зазначених в проекті
Засипання пазах	Вологість ґрунту засипання	Гігрометр	Під час виконання	Виконроб	$U_{opt} = 9...15\%$
	Щільність ґрунту	Обладнання для виміру щільності	- // -	- // -	$\rho = 1,65 \text{ г/см}^3$

Таблиця 3.2 – Необхідні машини і механізми

№ п.п.	Найменування машин	Марка	К-ть	Призначення
1	2	3	4	5
Механізми				
1	Екскаватор	ЕО-3322	1	Розробка ґрунту
2	Бульдозер	ДЗ-606	1	Переміщення ґрунту
3	Ударно-Канатна установка УГБ-4КК	УГБ-4КК	1	Свердління свердловин
4	Вантажний автомобіль	ЗІЛ-130	2	Транспортування опалубки і арматури
5	Пневмоколісний кран	КС-8361	1	Підйом і переміщення вантажу
6	Гусеничний кран	КСГ 40/63	1	Підйом і переміщення вантажу
7	Автобетононасос	АБН-60	1	Для подачі бетонної суміші
8	Автобетонозмішувач	СБ-113	1	Транспортування бетонної суміші
Реманент				
9	Бадді	БПВ-1 БПВ-0.5	2	Для бетону
10	4-х віткова траверса	СК-5 Q=5т	1	Підйом і переміщення матеріалів
11	Ящик зі слюсарними інструментами	m = 5кг	2	Монтаж опалубки
12	Ємність для емульсії	V = 30л	2	Зберігання емульсії
13	Термосна ємність	V = 50л	2	Транспортування бітумної суміші
14	Риштування	L = 1200 b = 780	-	Положення робітників під час бетонування
Засобу малої механізації				

продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
15	Відбротрамбівка	IE- 4505	1	Ущільнення ґрунту зворотного засипання
Електроустаткування				
16	Понижувальний трансформатор	IV – 4 U =36В	1	Зниження напруги від 200 до 36В
Ручний інструмент				
17	Слюсарний молоток	m=0,8кг	4	Монтаж, демонтаж опалубки
18	Лопата	ЛС2	2	Очищення бадді
19	Штикова лопата		1	Розрівнювання майданчика.
20	Лом	ЛМ20	2	Монтаж, демонтаж опалубки
21	Кувалда		2	Монтаж, демонтаж опалубки, монтаж арматури
22	Валик, щітка	-	2	Фарбування поверхонь мастикою
Вимірювальний інструмент				
23	Схил	ОТ - 400	2	Перевірка вертикальності
24	Теодоліт	2Т - 30	1	Вимір кутів і перевірка вертикальності
25	Нівелір	НВ– 3	1	Визначення відміток точок
26	Рейка	Р - 4	1	- // -
27	Стандартний конус (Абрамс)	H=300мм D1=100мм D2=200мм	1	Визначення рухомості бетонної суміші
28	Металева рулетка		1	Визначення розмірів
29	Гігрометр	-	1	Визначення вологості
30	Стандартний конус	-	1	Визначення рухомості розчину
31	Адезиметр	-	1	Перевірка прилипання мастики
32	Термометр	-	1	перевірка мастики

продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
Захисні засоби				
33	Будівельна каска			Захист
34	Рукавиці			Захист
35	Щиток електрозварний			Захист

Таблиця 3.3 – Потреба матеріалів

№ п/п	Найменування конструкції, матеріалу	Одиниця виміру	Кількість на об'єкт
1	2	3	4
1	Бетон С8/10	м ³	3,06
2	Бетон С12/15	м ³	1049
3	Бетон С15/20	м ³	1665,62
4	Розчин (М25)	м ³	107,48
5	Цементно-піщаний розчин	м ³	130,56
6	Арматури - А500 Ø 16	т	164,60
7	Щити опалубки	м ²	2505,14
8	Дошки обрізні 40мм	м ³	57,94
9	Дошки 25 – 32 мм	м ³	21,92
10	Цвяхи	кг	324,42
11	Мастика	т	3,43
12	Ґрунтовка бітумна	т	0,585

Таблиця 3.4 – Техніко-економічні показники

№	Найменування показника	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Трудомісткість	люд./год	254,7
2	Трудомісткість машин	маш/год	80054
3	Тривалість виконання робіт	дні	184,76

3.3 Будівельний генеральний план

3.3.1 Розрахунок приоб'єктних складів

Розрахунок складів ведемо в табличній формі. Дані для розрахунків площі складів по основних матеріалах приймаємо з таблиць характеристик матеріалів

Таблиця 3.5 – Розрахунок приоб'єктних складів

№ п.п.	Найменування матеріалів що складуються	Одиниці виміру	Потреба		Коефіцієнт нерівномірності поступлення	Коефіцієнт нерівномірності використання	Запас матеріалів		Норма зберігання на 1 м ²	Корисна площа м ²	Коефіцієнт використання складу	Повна розрахункова площа м ²
			Загальна	Середньо добова			Норма запасу дні	Розрахунковий запас				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Щити опалубки	м ²	2505	324,5	1,1	1,3	10	110	30	3,7	1,2	4,44
2	Фарба, клей, мастика, шпаклівка бітум	т	5,27	0,06	1,1	1,3	12	1,03	0,8	1,3	1,2	1,56
3	Асфальтобетонна суміш	т	22,5	0,01	1,1	1,3	12	0,17	0,06	2,83	1,2	3,40
4	Арматури	т	164,6	0,46	1,1	1,3	12	7,89	1,2	6,6	1,2	7,92

3.3.2 Розрахунок тимчасових будинків

Проектування і розрахунок тимчасових будинків ведемо в табличній формі

Таблиця 3.6 – Розрахунок тимчасових будинків

№ п.п.	Найменування тимчасових будинків	Розрахункове число робітників	Норма на одного робітника		Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані, м×м	Кількість будинків	Прийнята площа	Конструктивні характеристики	Використання типових проектів
			одиниці виміру	кількість						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Контора виконроба	3	м ²	4	12	2,7 × 6	1	16,2	Контейнерний	420 – 04 – 47
2	Гардеробна	24	м ²	0,6	14,4	2,7 × 9	1	24,3	Контейнерний	420 – 04 – 47
3	Умивальна									
4	Кімната відпочинку									
4	Туалет	24	м ²	0,07	1,68	1 × 1	2	2	Біотуалет	-
5	Сторожова	1	м ²	3	3	2,7 × 3	1	8,1	Контейнерний	420 – 04 – 31

Розрахункове число робітників визначаємо за графіком потреби в робочій силі і становить від 1 до 44 людей. Для розрахунку тимчасових будинків приймаємо кількість робітників вище за середнє значення (15люд.) рівним 20 людей.

Число ІТП приймаємо рівним 12% від числа робітників; МОП – 3%, тоді загальне число працюючих на об'єкті становить 24 людей

Нормативне значення площі на одного працюючого визначаємо згідно норм.

3.3.3 Розрахунок потреби в електроенергії

Таблиця 3.7 – Розрахунок потреби в електроенергії

№ п.п.	Найменування споживачів	Одиниці виміру	Кількість споживачів	Питома потужність на одиницю, кВт	Коефіцієнт потужності, $\cos \phi$	Коефіцієнт попиту	Трансформаторна потужність
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Технологічні потреби							
1	Вібратор глибинний	шт	1	0,5	0,6	0,15	0,125
2	Електродріль	шт	1	0,28	0,6	0,15	0,07
3	Перфоратор BOSCH	шт	3	0,62	0,6	0,15	0,465
4	Розчинозмішувач СБ – 97 (350 л)	шт	1	5,5	0,65	0,5	4,23
5	Зварювальний трансформатор ТД300	шт	1	19,4	0,4	0,35	17
$\Sigma P=21,9$							9
2. Внутрішнє освітлення							
1	Внутрішнє освітлення виробничих, службових і сантехнічних приміщень	100 м ²	0,5	1	1	0,8	0,4

продовження табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
$\Sigma P = 0,4$							
3. Зовнішнє освітлення							
1	Зовнішнє освітлення будівельного майданчика	1000 м ²	0,7	0,35	1	1	0.245
2	Охоронне освітлення	1000 м ²	0,7	0,35	1	1	0.245
3	Аварійне освітлення	1000 м.п.	0,2	0,7	1	1	0,14
$\Sigma P = 0,63$							

Загальне споживання кількість електроенергії:

$$P = 1.05 \sum P = 1.05 \cdot (21.9 + 0.4 + 0.63) = 24.1$$

Враховуючи отримані значення необхідної потужності, приймаємо трансформаторну підстанцію типу СКТП – 50 потужністю 50кВт.

Для освітлення будівельного майданчика використовуємо прожектори світла ПЗС – 45.

Необхідна їхня кількість:

$$N = \frac{m \cdot E_n \cdot k \cdot C}{P_l} = \frac{0.13 \cdot 2 \cdot 1.5 \cdot 1700}{700} \cong 0,947$$

де m – коефіцієнт враховуючий світлову віддачу джерел світла, КПД прожектора і коефіцієнт використання світлового потоку ($m = 0.13$);

$E_n = 2 \text{ Лк}$ – нормована освітленість;

$K = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

C – площа освітлення;

P_l – потужність лампи що використовується в прожекторі, для ПЗС – 45 = 700 Вт

Приймаємо 4 прожектора і розташовуємо їх по кутах будівельного майданчика.

3.3.4 Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика

Враховуючи той факт, що потреба в тимчасовому водопостачанні на виробничі і санітарно-побутові потреби набагато менша, ніж на протипожежні потреби, розрахунок потреби діаметра труби виконано для протипожежних потреб.

$$d = \frac{Q_{np} \cdot 1000}{\pi \cdot V} = \frac{10 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2} = 51 \text{ мм}$$

Де Q_{np} – витрата води на протипожежні потреби. Для двох гідрантів = 10 л/с

$V = 1,2$ м/с – швидкість руху води по трубі;

Остаточно приймаємо діаметр водопровідної труби $d = 100$ мм, за ДСТУ.

Тимчасова каналізація у виді значних витрат на її влаштування не встановлюється.

3.3.5 Техніко-економічні показники

1) Тривалість будівництва – 357 днів.

2) Трудомісткість люд.дні. $Q_{бмр} = 2228,98$ люд.дні.

3) Показник поєднання будівельно-монтажних процесів у часі:

$$k_{посд} = \frac{T_c}{T_p} = \frac{443,27}{357} = 1,24$$

T_c – сумарна тривалість виконання всіх процесів.

T_p – розрахункова тривалість виконання всіх процесів.

5) Трудомісткість виконання одного квадратного метра будинку:

$$q = \frac{Q_{бмр}}{F} = \frac{2228,98}{2120} = 1,05 \text{ люд.дні}$$

F – площа будинку по всіх поверхах.

6) Виконання на одну людину:

$$B = \frac{C_{бмр}}{Q_{бмр}} = \frac{124,840}{2228,98} = 0,056.$$

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області з обґрунтуванням вибору стінового огороження

Будівництво розташоване на території області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДБН Д.1.1-1-2000.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1.	Усереднений показник ліміту коштів на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд (С15=1), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	3,10000	%
2.	Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (К=0,9), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	1,17000	%
3.	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд), ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	2,50	%
4.	Кошторисна вартість проектних робіт, ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	1,34	%
5.	Показник витрат на покриття ризику, пов'язаного з проектною документацією, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	3,60	%
6.	Кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, визначені з розрахунку закінчення будівництва у		
7.	Прогнозний рівень інфляції в будівництві першого року будівництва, коефіцієнт, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	1,079	
8.	Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку (див.графу 8 Кошторисного розрахунку №П130), ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	3,82	грн./люд.-г
9.	Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат (див.графу 8 Кошторисного розрахунку №П147), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	1,38	грн./люд.-г

Загальна кошторисна трудомісткість 807,533 тис.люд.-г

Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах 683,170 тис.люд.-г

Загальна кошторисна заробітна плата 14490,904 тис.грн.

Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:

Заробітна плата для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8 3400,00 грн.

Заробітна плата машиністів, зайнятих на керуванні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів, для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8 2643,00 грн.

Всього за зведеним кошторисним розрахунком: 109335,434 тис.грн.

у тому числі:

будівельно-монтажні роботи - 86718,154 тис.грн.

вартість устаткування - - тис.грн.

інші витрати - 4394,708 тис.грн.

податок на додану вартість - 18222,572 тис.грн.

Примітка:

1. Дані про структуру кошторисної вартості будівництва наведені у документі "Підсумкові вартісні параметри".

Склав :

Перевірив :

4.1 Зведений кошторисний розрахунок**Форма № 1***(назва організації, що затверджує)***Затверджено**

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 109335,434 тис.грн.

У тому числі зворотних сум 359,884 тис.грн.

“ _____ ” _____ 20__ р.
(посилання на документ про затвердження)

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА**Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області з обґрунтуванням вибору стінового огороження**

Складений в поточних цінах станом на 1 лютого 2022 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Основні об'єкти будівництва Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області	77394,387	-	-	-	77394,387
		----- - Разом по главі 2:	77394,387	-	-	-	77394,387
		Разом по главах 1-7:	77394,387	-	-	-	77394,387
2	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	2399,226	-	-	-	2399,226

1	2	3	4	5	6	7	8
		-					
		Разом по главі 8:	2399,226	-	-	-	2399,226
		Разом по главах 1-8:	79793,613	-	-	-	79793,613
3	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	Глава 9. Інші роботи та витрати Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	933,585	-	-	-	933,585
		-					
		Разом по главі 9:	933,585	-	-	-	933,585
		Разом по главах 1-9:	80727,198	-	-	-	80727,198
4	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	Глава 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	2018,180	2018,180
		-					
		Разом по главі 10:	-	-	-	2018,180	2018,180
5	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	Глава 12. Проектні та вишукувальні роботи Кошторисна вартість проектних робіт	-	-	-	1081,744	1081,744
6	Зміна №7 до ДБН Д.1.1-7-2000, Наказ Мінрегіонбуду №62 від 1.06.2011.	Кошторисна вартість комплексної державної експертизи проектно-кошторисної документації (K=1,1)	-	-	-	66,400	66,400
		-					
		Разом по главі 12:	-	-	-	1148,144	1148,144
		Разом по главах 1-12:	80727,198	-	-	3166,324	83893,522
		Кошторисний прибуток	3084,777	-	-	-	3084,777
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	1114,396	1114,396
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4						

1	2	3	4	5	6	7	8
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	2906,179	-	-	113,988	3020,167
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	-	-	-	-	-
		Разом	86718,154	-	-	4394,708	91112,862
		Разом крім ПДВ	86718,154	-	-	4394,708	91112,862
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.22	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	18222,572	18222,572
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	86718,154	-	-	22617,280	109335,434
		Зворотні суми	-	-	-	-	359,884
		у тому числі:					
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.2.8.18.1	- від тимчасових будівель і споруд (15 %)	-	-	-	-	359,884

Директор (або головний інженер) проектної організації _____

Головний інженер проекту _____

Начальник відділу _____

Узгоджено:

Замовник _____

4.2 Об'єктний кошторис

Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області з обґрунтуванням вибору стінового огороження

Форма №3

Кошторис у сумі 109335,434 тис.грн.

Затверджено

Замовник

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

“ ___ ” _____ 20__ р.

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

на будівництво : Будівля офісного центру на 100 робочих місць у м. Жовкві Львівської області

Кошторисна вартість об'єкта

77394,387 тис.грн.

Кошторисна трудомісткість

750,121 тис.люд.-год.

Кошторисна заробітна плата

14490,904 тис.грн.

Вимірник одиничної вартості

Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 1 лютого 2022 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.					Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Л.кошторис 2-1-1	на Будівля офісного центру на 100 робочих місць	77394,387	-	-	-	77394,387	750,121	14490,904	-
		Всього:	77394,387	-	-	-	77394,387	750,121	14490,904	-
2	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	2399,226	-	-	-	2399,226	-	-	-
3	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	933,585	-	-	-	933,585	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	2018,180	2018,180	-	-	-
5	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	Кошторисна вартість проектних робіт	-	-	-	1081,744	1081,744	-	-	-
6	Зміна №7 до ДБН Д.1.1-7-2000, Наказ Мінрегіонб уду №62 від 1.06.2011.	Кошторисна вартість комплексної державної експертизи проектно-кошторисної документації (K=1,1)	-	-	-	66,400	66,400	-	-	-
		Разом:	80727,198	-	-	3166,324	83893,522	-	-	-
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошторисний прибуток	3084,777	-	-	-	3084,777	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	1114,396	1114,396	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	2906,179	-	-	113,988	3020,167	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	-	-	-	-	-	-	-	-
		Разом крім ПДВ	86718,154	-	-	4394,708	91112,862	-	-	-
		Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	18222,572	18222,572	-	-	-
		Всього по кошторису	86718,154	-	-	22617,280	109335,43	-	-	-
							4			
		Зворотні суми у тому числі:	-	-	-	-	359,884	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		- від тимчасових будівель і споруд (15 %)	-	-	-	-	359,884	-	-	-

Директор (або головний інженер) проектної організації _____
Головний інженер проекту _____

Начальник відділу _____

Узгоджено:
Замовник _____

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні положення з охорони праці

Розвиток техніки і удосконалювання технології, ріст рівня механізації і автоматизації виробництва, виконання новітніх досягнень науки створюють реальні передумови для рятування від важких, некваліфікованих робіт, поліпшення умов і збагачення змісту праці, забезпечення його безпеки.

Організація і виконання робіт у будівельному виробництві, промисловості будівельних матеріалів і будівельної індустрії повинні здійснюватися при дотриманні вимог чинних норм і правил.

У випадках застосування методів робіт, матеріалів, конструкцій, машин, інструменту, реманенту, технологічного оснащення, устаткування і транспортних засобів, по яких вимоги безпечного виконання робіт не передбачені нормами і правилами, слід керуватися вимогами інших нормативних документів згідно ДБН застосовуються:

- міжгалузеві правила і інші нормативні правові акти по охороні праці, розроблені у встановленому порядку органами виконавчої влади;
- державні стандарти і інші документи Держстандарту;
- норми і правила органів державного нагляду;
- стандарти галузей, правила охорони праці по окремих галузях будівництва і видах виробництва і інші нормативні документи, прийняті міністерствами і відомствами відповідно до їхньої компетенції;
- стандарти підприємств (організацій) по безпеці праці, інструкції з охорони праці для працівників організації.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки при експлуатації машин, електро- і пневмоінструмента, технологічного оснащення покладає: за забезпечення вимог безпечного виконання робіт – на організації, що виконують роботи.

Відповідальність за дотримання заходів, передбачених актом-допуском, несуть керівники будівельних організацій, що беруть участь у роботі підприємства, що і діє.

До працівників, що виконують роботи в умовах дії небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з характером роботи, пред'являються додаткові вимоги безпеки.

Охорона праці виявляє і вивчає виробничі небезпечні і професійні шкідливості, розробляє методи їх запобігання або ослаблення з метою усунення нещасних випадків, професійних захворювань, аварій і пожеж.

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці – звести до мінімуму ймовірність випадку або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфортних умов при максимальній продуктивності праці.

5.2 Заходи щодо виробничої санітарії

Будівельне виробництво відрізняється від сучасних високо механізованих промислових підприємств цілим рядом санітарно-гігієнічних особливостей, що потребують специфічних підходів до вирішення виникаючих проблем: виконання робіт на відкритому повітрі в різних кліматичних умовах, що утрудняють створення і підтримку нормальних параметрів мікроклімату на робочих місцях; постійне переміщення робочих місць і знарядь праці. Недостатній рівень механізації і механізації виробничих процесів, що викликають необхідність витрат значних фізичних зусиль. Умова праці робочих будівельників визначають специфіку форм і методів санітарно-гігієнічного і медичного обслуговування будівництва. У процесі праці на людину короткочасно або довгостроково впливають тимчасові фактори. Результатом їх негативних впливів можуть бути професійні захворювання.

Поява професійних захворювань пов'язане з нераціональною організацією трудових процесів або з несприятливими умовами навколишнього середовища. До фізичних відносяться незадоволений мікроклімат, підвищена загазованість і запиленість повітряного середовища, високий рівень шуму і вібрацій.

Джерелами шуму і вібрації на будівельному майданчику є:

- пересувні будівельні машини – екскаватори, бульдозери, автомобільні крани;

- машини для готування, розподілу і віброущільнення бетонної суміші – бетонозмішувачі, дозаторні обладнання, роздавальні бункери і ін.

- ручний механізований інструмент із електро- і пневмопроводом.

Заходи боротьби із шумом і вібрацією:

- якісний монтаж окремих вузлів машин, їх динамічне балансування і своєчасне проходження ремонту;

- своєчасна перевірка роботи підшипників, усунення ударів і биття деталей при виникненні зазорів в механізмах;

- застосування вібропоглинаючих матеріалів для усунення резонансних явищ;

- використання звукопоглинаючих покриттів;

- звукоізоляція джерел шуму;

- нанесення вібропоглинаючих покриттів на деталі що виконані зі сталевих матеріалів.

Засобу індивідуального захисту від шуму і вібрації: вкладиші, навушники і шоломи.

5.3 Заходи щодо техніки безпеки на об'єкті

5.3.1 Монтажні роботи

Працівники, що виконують будівельно-монтажні роботи із застосуванням риштування з переміщуваним робочим місцем - самопідйимального риштування, колисок підвісних, риштування пересувних (далі - «риштування»), зобов'язані виконувати вимоги безпеки і охорони праці з урахуванням будівельних норм і правил України, а також вимоги інструкції заводів-виробників по експлуатації застосовуваного риштування.

5.3.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Перед початком виконання роботи на риштуванні працівники зобов'язані:

- а) одержати завдання на виконання роботи в бригадира або керівника і пройти інструктаж на робочому місці з урахуванням специфіки виконуваних робіт;

- б) надягти спецодяг, спецвзуття і каску встановленого зразка.

2. Після одержання завдання на виконання роботи на риштуванні в бригадира або керівника працівники зобов'язані:

- а) підготувати запобіжний пояс і перевірити його на відповідність вимогам безпеки;
- б) візуально перевірити справність механізмів, цілісність металоконструкцій люльок, огорожень і страхувального обладнання;
- в) перевірити після включення приводу переміщення робочого місця дія механізмів, обладнань безпеки, гальм на холостому ході;
- г) перевірити наявність огороження небезпечної зони на риштуванні;
- д) перевірити відсутність перешкод у зоні роботи і підняття люльок.

3. Працівники не повинні приступати до виконання роботи на риштуванні при наявності наступних порушень вимог безпеки:

- а) несправне риштування (люлька), зазначених в інструкції заводу-виробника, при яких забороняється їхня експлуатація;
- б) відсутнє огороження небезпечної зони при переміщенні риштування і роботі на них;
- в) перешкоди (виступаючі предмети, оголені кабелі) у зоні підйому і роботи.

Виявлені порушення вимог безпеки повинні бути усунуті власними силами, а при неможливості зробити це працівники зобов'язано повідомити про них бригадирові або керівникові робіт.

5.3.2 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні несправності у конструкції риштування, пульті керування приводом, засобах безпеки і інших відмовах, які можуть привести до аварійної ситуації, працівники зобов'язані:

- а) припинити роботу до їхнього виправлення;
- б) опустити люльку по можливості в нижнє положення;
- в) довести до відома про несправності риштування особу, відповідальну за їхній стан, бригадира або керівника робіт.

При неможливості опускання несправної люльки в нижнє положення працівникам слід повідомити про це керівникові, який повинен забезпечити евакуацію їх з висоти.

5.3.3 Вимоги безпеки по закінченню роботи

По закінченню роботи на риштуванні працівники зобов'язані:

- а) опустити люльки в нижнє положення;
- б) очистити риштування від відходів будівельного матеріалу і сміття;
- в) виключити вимикач електромережі, що живить електроприводи риштування;
- г) оглянути механізми і вантажні канати;
- д) повідомити керівника робіт або відповідального про справний стан риштування (люльки), а також про всі неполадки, що виникли під час роботи або виявлені при їхньому огляді.

5.4 Електробезпека

Влаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території слід здійснювати силами електротехнічного персоналу, що має відповідну кваліфікаційну групу по електробезпеці.

Розподільні щити і вимикачі повинні мати запобіжники.

Металеві риштування, металеві огороження місця робіт, полички і лотки для прокладки кабелів і проводів, рейкові шляхи вантажопідйомних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси електрообладнання, машин і механізмів повинні бути заземлені згідно з діючими нормами відразу після їхнього встановлення на місце, до початку яких-небудь робіт.

Струмоведачі частини електроустановок повинні бути ізольовані, обгороджені або розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них.

РОЗДІЛ 6

НАУКОВА РОБОТА

6.1 Ефективні матеріали і конструкції для вирішення проблеми енергозбереження будинків

Починаючи з 2000 р. у проект кожного споруджуваного будинку повинен включатися розділ «Енергоефективність». До прийняття нових нормативів теплозахисту будинків витрати на опалення в Україні становили до 55 кг у.т. у рік на 1 м² приміщення, тоді як у Німеччині - 34, Швеції і Фінляндії - 18. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель регламентує нормовану питома витрату теплової енергії на опалення залежно від поверховості від 70 до 85 кДж/(м²°С×діб) (12 поверхів і вище), що відповідає для Львівської області приблизно 12-14,6 кг у.т. у рік на 1 м², або потужності теплоспоживання від 0,81 до 0,98 Вт/(м²°С). По даним [2], до 1999 р. у панельному домобудівництві, що становить на той період близько 90% усього житлового будівництва в Львівській області, завдяки застосуванню тришарових панелей (НСП) з більш ефективним утеплювачем досягнутий наведений опір теплопередачі стін від 2,2 до 2,4 м²°С /Вт. Для забезпечення необхідного опору теплопередачі стін не менше 3,15 м²°С /Вт необхідно збільшення товщини утеплювача, що пов'язане із заміною всього парку форм на ДБК і тягне значні матеріальні витрати. При цьому збільшення термічного опору огорожуючих конструкцій, не є самоціллю, оскільки підвищення наведеного опору теплопередачі зовнішніх стін з 2,2 до 3,15 м²°С /Вт (на 43%) при вже досягнутому на той період наведеному опорі теплопередачі вікон і балконних дверей 0,55 м²°С /Вт приводить до скорочення споживання тепла на опалення всього на 12-14% [2].

Заміна парку форм як можливе вирішення проблеми має альтернативу - застосування більш ефективних сучасних матеріалів для виробництва НСП, що дозволяють одержати необхідний рівень властивостей при використанні наявного парку форм.

Згідно [1] через стіни відбувається приблизно 45% тепловтрат, через світлопрозорі огороження - 33%.

По даним [2], у структурі тепловтрат Львівського житлового будинку частка зовнішніх стін становить 29-30%; світлопрозорих зовнішніх огорожень - 25-26%; підлоги першого поверху і перекриття останнього поверху - 5-6%; інші 38-40% витрачаються на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря в об'ємі, необхідному для вентиляції по санітарних нормах.

Таким чином, для рядового приміщення тепловтрати через світлопрозоре зовнішнє огороження і стіни приблизно однакові за умови, що наведений опір теплопередачі вікон і балконних дверей становить не менше $0,55 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (згідно ДБН наведений опір теплопередачі вікон повинен становити $0,56 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ при градусо-діб від 3500 до 5200). Насправді розподіл тепловтрат через огороження суттєво залежить від виду приміщення і термічного опору стіни і світлопрозорого огороження. Тепловтрати через стіну можуть змінюватися в діапазоні від 20 до 80%.

Встановлена нормована питома витрата теплової енергії на опалення будинків, який для умов Львівської області відповідає значенням питомої потужності тепловтрат залежно від поверховості будинку $q = 0,81 - 0,98 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$. Тоді гранична припустима потужність тепловтрат для рядової кімнати може бути визначена як:

$$\sum Q = q \cdot S_n$$

де S_n – площа підлоги, м^2 .

Згідно [2], 38-40% тепловтрат становить витрати тепла на нагрівання об'єму інфільтруючого зовнішнього повітря. Тоді 60% тепловтрат у нашому випадку буде припадати на тепловтрати через огорожуючі конструкції:

$$0.6 \cdot q \cdot S_n = q_0 \cdot S_0 + q_c \cdot S_c$$

де $S_0 = (0,125 \dots 0,185) \cdot S_n$ – площа вікна, м^2 ; $S_c = k \cdot S_n = (0,3 \dots 0,4) \cdot S_n$ – площа стіни рядового приміщення, м^2 .

Після нескладних перетворень одержимо вираження для визначення необхідного термічного опору стіни, при якому будуть забезпечені нормативні тепловтрати у вигляді:

$$R_c = \frac{k}{0.6q - (0.12 \dots 1.185)q_0}$$

При наведеному термічному опорі вікна $R_0 = 0,55 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $q_0 = 1,8 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$, одержимо залежно від геометричних параметрів приміщення і вікна, значення R_c від 1,14 до 2,72 $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, що нижче встановлених нормативних вимог 3,15-3,31 $\text{м}^2\text{°C/Вт}$. У кожному разі наведений термічний опір огорожуючої конструкції не повинне бути менше значення, обґрунтованого за умовою припустимого перепаду температур:

$$R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}$$

де: n – коефіцієнт, що враховує залежність положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій, стосовно зовнішнього повітря (для стін $n=1$); Δt_n – нормований температурний перепад між температурою внутрішнього повітря t_{int} і температурою внутрішньої поверхні τ_{int} огорожуючої конструкції $^{\circ}\text{C}$ (для стін житлових будинків 4°C); α_{int} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій, $8,7 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$; t_{int} – розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі (22°C); t_{ext} – розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року (-28°C).

Причому в цьому випадку доцільно розглядати наведений термічний опір з урахуванням світлопрозорого включення. Для умов Львівської області в цьому випадку орієнтовно $R_c > 2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Ця границя також суттєво нижче сучасних нормативних вимог. Останнім часом періодично піднімається питання про завищення нормативних вимог по термічному опорі стін. Наприклад, у ДБН

встановлені мінімальні вимоги для житлових будинків: $R_c > 1,76 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. Але для торцевих приміщень величина k може бути більше 1, у цьому випадку з формули випливає, що для умов Львівської області значення $R_c > 4,2 - 7$. Виконання такої умови при використанні діючого парку форм може бути досить проблематичним, тому, враховуючи підвищені тепловтрати торцевими приміщеннями, приміщеннями першого і останнього поверхів, необхідно компенсувати їх за рахунок рядових приміщень так, щоб відповідно до вимогами норм у середньому по будинкові виконувалися нормативні вимоги по тепловтратах. Враховуючи цей факт, у першому наближенні доцільно приймати необхідний термічний опір стін відповідно до вимог норм, тим більше що це технічно можливо.

Рекомендовані в ДБН типи технічних вирішень зовнішніх стін, рівні їх теплозахисту для умов Львівської області - $R_{mp} = 3,15 - 3,31 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (5027-5681 градусо-доби залежно від призначення будинку), а також можливі варіанти зовнішніх стінових панелей і їх характеристики представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Опір теплопередачі конструкцій стін з різними утеплювачами

Матеріал стіни		Опір теплопередачі, ($\text{м}^2\text{°C}$)/Вт, і величина градусо- добы при тришаровій конструкції стіни з теплоізоляцією посередині
конструкційний	теплоізоляційний	
1	2	3
Рекомендації ДБН В.2.6-31:2021		
Залізобетон (гнучкі зв'язки, шпонки)	Пінополістирол	3,75/6850
	Мінеральна вата	3,4/5700
Керамзитобетон (гнучкі зв'язки, шпонки)	Пінополістирол	4,0/7300
	Мінеральна вата	3,6/6300
Можливі технічні рішення		
Залізобетон, гнучкі зв'язки, товщина панелі 400 мм	загальна $\lambda_y = 0.032 - 0.05 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$	$R = 4,85 - 7,43 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ $D = 3,33 - 4,12$

		$R_{\mu} = 5,11 - 10,27 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$ $P = 290-440 \text{ кг/м}^2$
Легкий бетон щільністю 800, ребра	$\lambda_y = 0,032 - 0,05 \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}$	$R = 3,97 - 5,78 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ $D > 5$ $R_{\mu} < 5 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/мг}$ $P = 230-250 \text{ кг/м}^2$

Примітка. R – опір теплопередачі площини панелі; D – масивність панелі; R_{μ} – опір паропроникненню; P – поверхнева щільність; λ_y – коефіцієнт теплопровідності.

Як правило, при порівнянні технічних вирішень у першу чергу враховується термічний опір, але крім термічного опору стіни необхідно характеризувати такими показниками, як:

– опір паропроникнення $R_{\mu} < 5$, що забезпечує нормальний режим вологи в приміщенні. Тут доречно згадати що опір конструкції паропроникнення в міру руху водяної пари повинен знижуватися, тобто:

$$R_{\mu,B} > R_{\mu,Y} > R_{\mu,ВН}$$

де $R_{\mu,B}$, $R_{\mu,Y}$, $R_{\mu,ВН}$ – відповідно опір паропроникнення внутрішнього шару бетону, утеплювача, зовнішнього шару бетону;

– масивність $D > 4$, що забезпечує обмеження по коливаннях температури при зміні зовнішніх умов;

– поверхнева щільність, або маса 1 м^2 конструкції, що забезпечить зниження матеріалоємкості (важливий фактор, що сприяє захисту від прогресуючого обвалення).

В таблиці 6.2 наведені характеристики деяких традиційних огорожуючих конструкцій, позитивно зарекомендували себе при тривалій експлуатації будинків у різних кліматичних районах, у яких дуже важливі, показники D і R_{μ}

відповідають наведеним значенням, тоді як тришарові залізобетонні панелі не завжди відповідають наведеним значенням показників.

Таблиця 6.2 – Теплотехнічні характеристики стінових матеріалів

Матеріал стіни	Товщина, м	R_0 , м ² °C/Вт	R_μ , м ² ·год·Па/мг	D
1	2	3	4	5
Деревина	0,28-0,4	1,6-2,4	3,8-5,3	6,2-8,1
Газобетон автоклавний	0,4-0,45	1,6-2,4	1,7-2,6	6-6,8
Цегла керамічна пустотіла	0,51-0,64	0,9-1,2	3,6-4,6	7,6-10,2

Таким чином, за умовою відповідності панелей вимогам по термічному опору, опорі паропроникнення, масивності, поверхневій щільності (260-280 кг/м²) перевагу слід віддати легкобетонним панелям з термовкладищами. На рис. 6.1 представлена залежність необхідного значення коефіцієнта теплопровідності утеплювача для наступних умов (Львівська обл): – загальна товщина панелі 400 мм;

- загальна товщина бетону не менше 120 мм;
- коефіцієнт теплотехнічної однорідності панелі 0,75; необхідний термічний опір площини панелі $3,31/0,75 = 4,41$;
- бетон панелі має розрахункове значення коефіцієнта теплопровідності від 0,24 до 0,3 Вт/м²°C.

Залежно від товщини шару утеплювача, яка в принципі може змінюватися практично до 2 раз (від 0,28 м до 0,15 м), необхідні значення його коефіцієнта теплопровідності становлять від 0,043 до 0,075 Вт/м²°C. Однак необхідно враховувати той факт, що панелі можуть включатися в роботу у випадках запобігання можливого прогресуючого обвалення, у зв'язку із чим необхідно забезпечити достатню товщину внутрішнього шару бетону для сприйняття зусиль при виникненні аварійної ситуації. У цьому випадку внутрішній шар бетону доцільно приймати від 150 до 180 мм. Тоді з урахуванням зовнішнього шару 70 мм (точність виготовлення) товщина утеплювача буде становити від 180 до 150 мм, а необхідний коефіцієнт теплопровідності утеплювача - від 0,044 до 0,057 Вт/м²°C при коефіцієнті теплопровідності бетону від 0,24 до 0,3 Вт/м²°C.

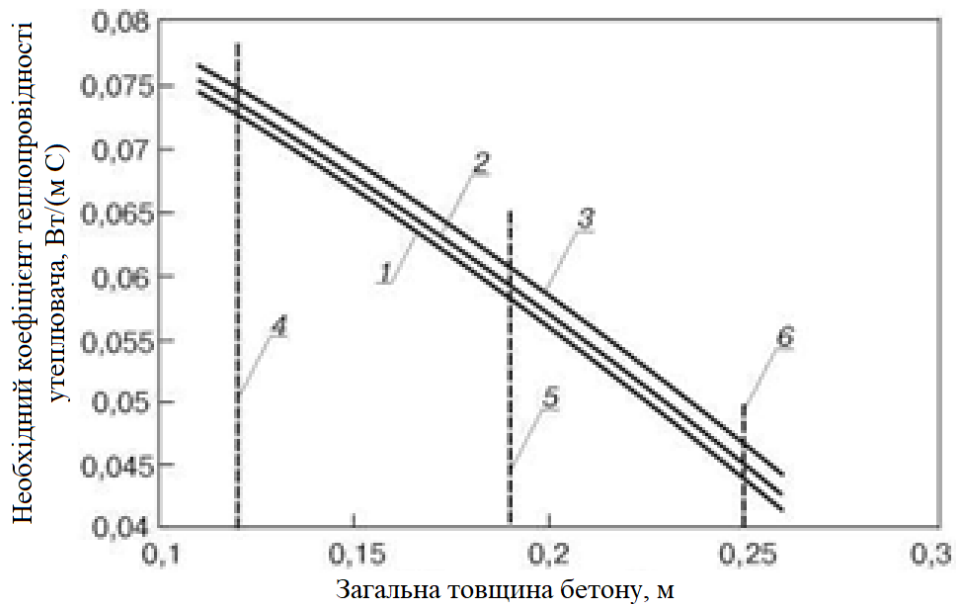


Рис. 6.1 Необхідний коефіцієнт теплопровідності утеплювача для ефективної тришарової легкобетонної панелі загальною товщиною 400 мм.

Коефіцієнт теплопровідності бетону (λ): 1 – 0,3; 2 – 0,27; 3 – 0,24 Вт/м²·°С;
загальна товщина бетонних шарів: 4 – 0,12; 5 – 0,25; 6 – 0,19

ДБН рекомендує використовувати в якості утеплювача пінополістирол і мінеральну вату (таблиця 1), коефіцієнти теплопровідності яких становлять відповідно залежно від середньої щільності від 0,029 до 0,05 для пінополістиролу і від 0,044 до 0,07 для мінвати, тобто ці матеріали відповідають вимогам. Крім коефіцієнта теплопровідності при виборі утеплювача необхідно враховувати його коефіцієнт паропроникності, вимоги до величини якого можуть бути визначені з умови:

$$\frac{\delta_y \cdot \mu_b}{\delta_b} < \mu_y < \frac{\delta_y \cdot \mu_{bh}}{\delta_{bh}}$$

де δ_y , δ_b , δ_{bh} – відповідно товщина утеплювача, внутрішнього шару бетону, зовнішнього шару бетону; μ_y , μ_b , μ_{bh} – відповідно коефіцієнт паропроникності утеплювача, внутрішнього шару бетону і зовнішнього шару бетону.

Безсумнівно, полімерні теплоізоляційні матеріали мають дуже хороші теплотехнічні показники, але деякі з них мають досить низький коефіцієнт

паропроникненості, а проблеми довговічності, пожежної і екологічної безпеки одного з найпоширеніших полімерних теплоізоляційних матеріалів усе частіше ставлять під сумнів доцільності його застосування. Вимогам по довговічності, пожежній і екологічній безпеці більшою мірою відповідають неорганічні теплоізоляційні матеріали, які по своїх теплотехнічних властивостях у принципі можуть конкурувати із пінополістиролом (таблиця 6.3), але об'єм і собівартість їх виробництва поки не завжди дозволяють застосовувати їх замість пінополістирола.

Таблиця 6.3 – Середні щільність та коефіцієнт теплопровідності стінових утеплювачів

Матеріал	Середня щільність, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ² °С
1	2	3
Мінеральна вата	75-125	0,042-0,047
Скловата	130	0,05
Вата із супертонкого скловолокна	17-25	0,027-0,037
Піноскло	150-250	0,058-0,12
Базальтове волокно	130	0,035
Спінений перліт	75-100	0,04-0,05
Спінений вермикуліт	100-120	0,075
Гранульоване рідке скло	15-40	0,028-0,035
	40-80	0,032-0,04
	80-120	0,038-0,05

Проблема масового виробництва ефективного довговічного і безпечного теплоізоляційного матеріалу із прийнятною собівартістю вимагає вирішення. Також необхідно розширювати сировинну базу легких бетонів для огорожуючих конструкцій. Для ефективних огорожуючих конструкцій, необхідні бетони з маркою по середній щільності не більше *D800* при класі по міцності при стиску *B3,5; B5*. Коефіцієнт теплопровідності бетону не повинен перевищувати 0,3

Вт/м²°С, а у випадку застосування нових ефективних утеплювачів з коефіцієнтом теплопровідності не більше 0,032 Вт/м²°С і не більше 0,24 Вт/м²°С для забезпечення вимоги по величині коефіцієнта теплотехнічної однорідності не менше 0,75, марка бетону по морозостійкості Е75. Представлені в таблиці 6.4 дані показують, що з досить широкої номенклатури конструкційно-теплоізоляційних бетонів зазначеним вимогам з бетонів масового застосування відповідають керамзитобетон і автоклавний ніздрюватий бетон.

Таблиця 6.4 – Середні щільність та коефіцієнт теплопровідності стінових несучих матеріалів

Бетон	Межа міцності при стиску, МПа	Середня щільність, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м ² °С
1	2	3	4
Перлітобетон	0,5-5	300-700	0,096-0,23
Арболіт	1,5-3,5	500-600	0,096-0,12
Полістиролбетон	0,5-2,5	150-600	0,055-0,145
Полістиролгазобетон	1,5-2,6	400-500	0,06-0,063
Пінополістиролбетон	0,75-2,5	400-500	0,14-0,155
Ніздрюватий автоклавний бетон	1-7,5	400-800	0,13-0,21
Крупнопористий	0,5-1,5	500-700	0,137-0,177
Керамзитобетон	3-6	650-800	0,16-0,21
Аерований легкий бетон	3,5-5	800-900	0,2-0,25
Азерітобетон	5	800	0,2
Діалітобетон	3,5	800	0,19

Але високоякісний керамзитовий гравій, необхідний для виробництва керамзитобетону відповідного рівня якості, є далеко не у всіх регіонах. Можливо, вирішенням проблеми розширення сировинної бази ефективних пористих заповнювачів є розвиток виробництва склогранулятів, легких бетонів які повністю

відповідають сформульованим вище вимогам (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5 – Фізико-механічні властивості ефективних бетонів

Властивості		Бетони					
		ПСП (піносклогранулянт)		ВВГ (спінений вігрозитовий гравій)		ВТГ (вспенений туфо-аргелітовий гравій)	
		Клас бетону					
		В3,5	В5	В3,5	В5	В3,5	В5
1	2	3	4	5	6	7	
Середня щільність у сухому стані, кг/м ³		800					
Витрата цементу М500, кг/м ³		285	330	285	330	285	330
Нормативний опір (призмова міцність), МПа		2,9	4,3	2,9	4,3	2,9	4,3
Розрахунковий опір, МПа		2,2	3,3	2,2	3,3	2,2	3,3
Початковий модуль пружності, МПа		5900	6400	5900	6400	5900	6400
Нормативний опір на осьовий розтяг, МПа		0,25	0,4	0,25	0,4	0,25	0,4
Граничний розтяг, $\times 10^5$		12,5	15	12,5	15	12,5	15
Міра повзучості, $\times 10^5$ МПа ⁻¹		44	26	25	15,5	40	25
Усадка, мм/м		0,9	0,4	0,4	0,35	0,7	0,6
Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м ² °С		0,22		0,2		0,18	
Сорбентна вологість, %	Умови А	3		5		3,5	
	Умови Б	8		10		8	
Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ² °С	Умови А	0,25		0,24		0,21	
	Умови Б	0,29		0,28		0,24	

продовження табл. 6.5

1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт паропроникності, мг/(м ² ·год·Па)	0,115					
Марка по морозостійкості	F 75					
Захисні властивості відносно арматури	Забезпечені					

Застосування таких бетонів у комбінації з неорганічними теплоізоляційними матеріалами, родинними легким бетонам на склоподібних пористих заповнювачах (стекло- пор, піноскло, скловата і ін.), є одним з істотних факторів забезпечення довговічності НСП. Використання бетонів на склоподібних пористих заповнювачах, що володіють високими показниками стійкості до атмосферних впливів, дозволить також відмовитися від фактурного розчинного шару.

6.2 Обґрунтування критеріїв ефективності матеріалів для раціональних огорожуючих конструкцій, і ефективність конструкційно-теплоізоляційних ніздрюватих бетонів на пористих заповнювачах

6.2.1 Аналіз критеріїв ефективності матеріалів

У практиці будівництва однієї із пріоритетних завдань на сучасному етапі є забезпечення якісною теплоізоляцією будинків, яка буде сприяти економії енергії і ресурсів. Нове будівництво, реконструкція і капітальний ремонт будинків здійснюється відповідно до нових, підвищеними вимогами до теплового захисту огорожуючих конструкцій. Проведений аналіз аналітичний огляд показав, що сьогодні має місце широкий спектр завдань пов'язаних з оптимізацією і удосконаленням технологій виробництва легкого бетону, однак проблема дослідження системи «цемент - наповнювач» і ефективна поризація цементного каменю - у значній мірі більш важлива. Це зумовлено тим, що значна частина цементу в деяких бетонних сумішах використовується винятково для додання ним необхідних технологічних властивостей. Сучасні погляди на аспект регулярності фізико-хімічних впливів у системі «цемент - наповнювач» наголошують на тому, що наповнювач, як структурна складова, також може брати участь у формуванні

структури і фізико-хімічних властивостей як цементного каменю, так і бетону. Дана теза підтверджує доцільність заміни частини сполучного клінкера дисперсним наповнювачем, у тому числі, дрібним шламом, пісками і іншими відходами гірничозбагачувальної промисловості України. У рамках даної статті автором проаналізовані наукові вистави про формування структури і взаємозв'язки властивостей легкого бетону, виявлені ключові закономірності, які дозволяють контролювати коефіцієнти теплофізичної і гігрофізической ефективності легкого бетону за допомогою регулювання рецептурно-технологічних факторів. Розробка базових положень класифікації матеріалів для раціональних

На сучасному етапі в нашій країні йде активний пошук ефективної сировини і оптимальних бетонних сумішей, так само як і раціональних умов зберігання і способів подачі сировини в змішувач, забезпечення безпеки і однорідності властивостей суміші, і в цілому, методів і інструментів виробництва високоякісної продукції з метою поліпшення технології виробництва легкого бетону в Україні. У цьому зв'язку, у проектуванні і будівництві будинків актуалізується питання зменшення його маси, а також маси окремих конструкцій.

Відомо, що мінімізація витрати матеріалів будинку дозволяє знизити навантаження на несучі конструкції, а значить і знизити об'єм витрат на саме будівництво. З позиції експертів, огороження являють собою багатофункціональний будівельний елемент будь-якої конструкції; їхнім основним завданням є забезпечення комфортних умов для людини з оптимальними витратами на енергетичні і теплові ресурси.

Сучасні матеріали останнього покоління створюються винятково на основі мінеральної сировини, які вигідно відрізняється від полімерних матеріалів з більшими експлуатаційними ресурсами.

При цьому, важливо брати до уваги той факт, що відпускна вологість бетонів виробів і конструкцій на основі зол і інших відходів виробництва не повинна по своїй масі перевищувати 35 %.

Теплоізоляційні матеріали повинні мати високий загальний опір, тому що повітря, яке заповнює пори, - поганий провідник тепла, що не має міцної структури основного матеріалу. Крім цього, такі матеріали повинні бути під захистом від

вологи, не зазнати процесам заморожування і відтавання, наступного розкладання, іншими словами, вони повинні мати підвищену продуктивність (Таблиця 6.6).

Таблиця 6.6 – Довговічність пінополістиролу залежно від умов впливу

Матеріал	Критерії
Пінополістирол вітчизняного виробництва	Ізотермічна витримка на повітрі при +20 °С: до 30 років Циклічний вплив: 13 років Вплив циклічної зміни в конструкціях: 19,5-22,5 років Термо-фасади: 25 років
Екструдований пінополістирол	Ізотермічна витримка на повітрі при +20 °С: до 50 років Циклічний вплив: - Вплив циклічної зміни в конструкціях: 34 роки Термо-фасади: -
Пінополістирол фірми KNAUF	Ізотермічна витримка на повітрі при +20 °С: до 60 років Циклічний вплив: - Вплив циклічної зміни в конструкціях: 37 років Термо-фасади: 30 років

У тих випадках, коли теплоізоляційні матеріали використовуються в закритих конструкціях, пріоритетом вступає максимально низька теплопередача в конкретній конструкції, тобто без збільшення загальної товщини огороження. У цьому випадку доцільно говорити про бетон на пористих заповнювачах.

Легкий бетон містить у собі всі види бетону із середньою щільністю від 200 до 2000 кг/м³. Бетони даного виду можуть бути конструкційні або теплоізоляційні за назвою. За ознакою процесу створення штучної пористості легкий бетон підрозділяється на бетон з легких пористих заповнювачів з більшими порами і гніздами. У свою чергу, залежно від типу крупнопористого заповнювача поділ іде на пінобетон і аглопоритовий бетон, перлітний бетон, шлакобетон, бетон на основі природних пористих заповнювачів.

З метою одержання необхідної міцності легкого бетону, важливо досягти рівня міцності пористих заповнювачів, визначеного ДСТУ.

Теплопродуктивність таких бетонів збільшується пропорційно росту

середньої щільності від $0,14-0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ при середній щільності $700 \text{ кг}/\text{м}^3$ і $0,5-0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ при середній щільності $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$. У свою чергу, морозостійкість легких бетонів росте зі збільшенням його опору від F35 до F500. Розвитку даної властивості сприяє наявність втягування повітря, знижене водоцементне співвідношення і ріст щільності в зоні контакту «заповнювач - цементна паста».

У класі легких бетонів традиційно виділяється особлива група газобетону (бетону ніздрюватого), що має наступні властивості: по-перше, теплоізоляційні із щільністю до $500 \text{ кг}/\text{м}^3$, R_y до 2,5 МПа; по-друге, конструкційно-теплоізоляційні щільність від 500 до $900 \text{ кг}/\text{м}^3$, $R_y=2,5-7,5$ МПа; по-третє, конструктивні із щільністю від 900 до $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$, $R_y=7,5-15$ МПа. З метою одержання високої міцності легкого бетону, важливо застосовувати високоякісний цемент. У зв'язку із цим, на практиці досить складно одержати найбільше значення по міцності 400 марки, навіть за умови високої витрати цементу, що особливо важливо для автоклавного бетону. Так, наприклад, для одержання марки 35 із щільністю $900 \text{ кг}/\text{м}^3$ потрібна марка цементу 500 і витрата більш $500 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Одним з типів газобетону є пінобетон; він створюється за допомогою рівномірного розподілу пухирців повітря по всій бетонній масі. Його одержують у результаті механічного змішання попередньо підготовленої піни із сумішшю бетону, а не за допомогою хімічних реакцій, як у випадку з іншими типами бетону. Для одержання стабільної, придатної для виробництва якісного пінобетону піни, потрібно, щоб плівка була міцною, а також мала високу поверхневу в'язкість - це знижує швидкість потоку плівки. Важливо брати до уваги те, що пінобетон один з, умовно кажучи, вічних матеріалів, який не зазнає впливу зовнішніх факторів, і неймовірно міцний. Будинку з нього здатні накопичувати тепло завдяки своїй високій термостійкості, що дозволяє значно знизити витрати на опалення під час експлуатації. Одночасно із цим, пінобетон має значно меншу морозостійкість і загальну міцністю, він вимагає захисту від вологи. При виробництві якісного пінобетону важливо враховувати вплив технологічних і рецептурних факторів на синтез його структури. Практично всім видам натурального затверділого пінобетону властиво інтенсивний розвиток усадочних деформацій, як під час

збільшення міцності, так і протягом перших трьох років експлуатації. Крім цього, чим нижче середня щільність, тим більша усадка: наприклад, при щільності 300-400 кг/м³, пінобетон всідається до 7 мм/м². Усі піноутворювачі знижують міцність бетону.

Більшою кількістю переваг перед газобетонними стіновими блоками має модифікований полістиролбетон. Наприклад, найменша щільність із необхідною міцністю вища в 2-2,4 рази і в 1,6-1,8 рази, ніж у випадку з газосилікатом, якщо порівнювати з пінобетоном. У свою чергу, рівноважна (сорбційна) вологість в 2-3,4 рази нижча, значення теплопровідності і має показник 2,5-2,8 рази, а усадка і морозостійкість - в 2-2,5 рази і в 2-3 рази, відповідно, вища. Доказом оптимальності вибору модифікованого полістиролбетона для монолітної теплоізоляції доводиться його ефективністю при зведенні стін будинків у сейсмічно активних регіонах, таких як, наприклад. На таких територіях використання легких бетонних блоків можливо винятково для малоповерхових будівель.

6.2.2 Різноманітність заповнювачів легких бетонів для огорожуючих конструкцій

З метою виробництва пінобетону існує необхідність у спеціалізованому піноутворювачі, який здатний збільшити свій первинний об'єм у кілька разів. Піноутворювач – це однорідний склад від яскраво-жовтого до коричневого кольору, переважно поставляється на ринок у бочках або цистернах. Продукт малотоксичний і повністю безпечний.

По видах піноутворювачі можуть бути органічними (білковими) і синтетичними. Перші практично не впливають на збільшення терміну схоплювання і твердіння пінобетонної маси, забезпечують високу її стійкість, однак, нестійкі до прискорювачів твердіння; дозволяють одержувати вироби з низькою щільністю. У нашій країні виробники пінобетону є прихильниками другого виду - синтетичного. Це обумовлене тим, що в період формування пінобетонного ринку в Україні в наявності були тільки синтетичні піноутворювачі, а виробники обладнання створювали піногенератори на основі баротехнології (білкові піноутворювачі в ній спінити не можна). В останні роки все частіше зустрічаються виробництва, де використовуються білкові піноутворювачі, однак,

переважного, імпортного виробництва.

Говорячи про переваги і недоліки обох видів піноутворювачів, їх можна представити в такий спосіб.

Перевагами синтетичних піноутворювачів є:

- широкій вибору: у нашій країні виробництво таких піноутворювачів в значній степені розвинене;
- адаптування матеріально-технічної бази: більша частина обладнання, виробленого українськими виробниками, створене саме з урахуванням використання синтетичних піноутворювачів, і має порівняно низьку вартість;
- немає необхідності в організації особливих умов зберігання і транспортування;
- висока стійкість до мікроорганізмів (не містять органічних з'єднань);
- тривалість терміну зберігання;
- низька вартість;
- мінімальний вплив на піну прискорювачів твердіння.

Недоліками синтетичних піноутворювачів є:

- недостатньо високі показники піноутворення, якщо порівнювати з білковими;
- менша стійкість піни до механічного впливу;
- більша усадка масиву.

Перевагами білкових піноутворювачів є:

- ринок піноутворювачів - переважно імпортний: закордонні виробники мають значно більший досвід у виробництві піноутворювачів, що гарантує стабільність і якість продукції;
- здатність забезпечувати щільну піну;
- стійкість піни до механічного впливу: об'єм зниження піни після перемішування з іншими компонентами практично мінімальний;
- незначна усадка масиву;
- відсутність проблем при виробництві пінобетону низької щільності;
- стійкість до прискорювачів твердіння.

Недоліками білкових піноутворювачів є:

- більша вартість (у два рази і вище);
 - відсутність можливості вибору на вітчизняному ринку;
 - нестійкі до мікроорганізмів: білкові піноутворювачі містять органічні компоненти, а для збільшення терміну зберігання також додаються і різного роду консерванти;
 - існує необхідність у забезпеченні особливих умов зберігання: білкові піноутворювачі не рекомендується зберігати при відємній температурі, а також на сонці і поблизу джерел тепла;
 - для одержання піни потрібно використовувати спеціальні піногенератори.
- На рис. 6.2 показані види піноутворювачів.

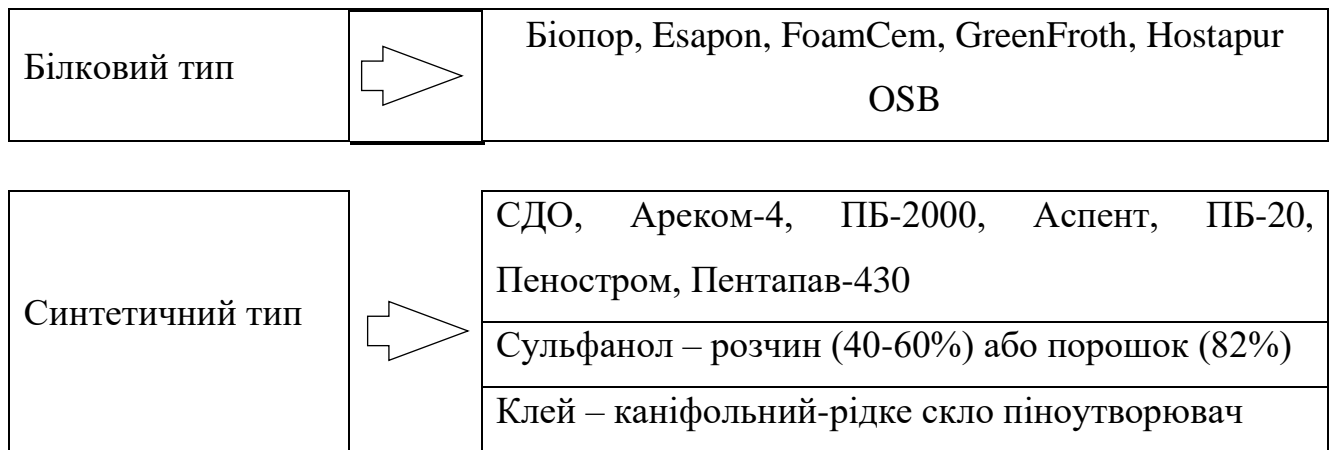


Рис. 6.2 Види піноутворювачів

Для аналізу був обраний органічний піноутворювач «Біопорм» - екологічний, біо- продукт що розкладається, негорючий, не має вибухонебезпечний склад. «Біопорм» відноситься до класу малотоксичних промислових речовин. Робоча концентрація розчину варіюється від 0,1 до 2 % по масі, залежно від конкретного типу продукту, типу і компонентів обладнання, що дозволяє одержати оптимальний піноматеріал низького вспінення при виробництві будівельних матеріалів.

Пріоритетними мінусами автоклавного пінобетону є, по-перше, більша усадка, менша міцність при високій витраті цементу, слабка звукоізоляція, а також низька теплоємність. По-друге, через те, що розмір боків може коливатися в кілька міліметрів, при укладанні можуть утворюватися так звані «містки холоду», які, природно, негативно позначаються на теплових характеристиках. По-третє,

полімеризація піноблоків у камерах при високих температурах, атмосфері водяної пари і при нормальному тиску (на відміну від варіння на парі в автоклаві, проведеної при тиску 8-10 атмосфер) супроводжує усадочні явища, збільшує міцність, значно прискорює твердіння бетону і знижує собівартість піноблоків (на відміну від автоклавної продукції).

Отже, оптимальним і логічним буде вибір такого способу твердіння, як пропарювання.

6.3 Обґрунтування характеристик багат шарової стінової конструкції з використанням засобів програмування

6.3.1 Огляд і порівняльний аналіз наукових розробок в області обґрунтування характеристик багат шарових стінових конструкцій.

Високі вимоги до енергетичної ефективності возводимих об'єктів житлового будівництва, високий рівень конкуренції будівельних організацій, а також широка різноманітність застосовуваних матеріалів і технологій визначають високу значимість вирішення завдань обґрунтування характеристик зовнішніх багат шарових стінових конструкцій.

У сучасних умовах розвитку будівельної галузі, що характеризуються високим рівнем конкуренції як будівельних організацій при зведенні енергоефективних житлових будинків, так і постачальників відповідних матеріалів, особливу актуальність здобувають питання обґрунтування характеристик багат шарових стінових конструкцій, у тому числі в частині товщини і теплопровідності складових шарів. Зазначена обставина обумовлена як необхідністю забезпечення необхідних значень показників ефективності об'єкта будівництва, так і більшою різноманітністю будівельних матеріалів, що використовуються при зведенні стінових конструкцій, на сучасному рівні розвитку виробничих технологій. При цьому результати попереднього аналізу літературних джерел по відповідній до тематики свідчать про обмеженість інструментальних засобів для обґрунтування характеристик стінових конструкцій, обумовленою специфічними особливостями відповідних математичних моделей. Вищевказані особливості визначили доцільність проведення дослідження, метою якого є

розробка інструментального засобу для обґрунтування характеристик багатошарової стінової конструкції на основі квадратичного програмування.

За результатами аналізу були виділені певні категорії інструментальних засобів, а також ідентифіковані їхні основні особливості з погляду вирішення розглянутого завдання. До згаданих категорій інструментальних засобів відносяться наступні:

- аналітичні моделі, що описують взаємозв'язок між характеристиками стінової конструкції і відповідними показниками вологісного або температурного режимів, а також вартісними показниками конструктивних вирішень. Зазначені інструментальні засоби не можуть бути безпосередньо використані для вирішення завдання обґрунтування оптимальних значень характеристик стінових конструкцій, оскільки припускають використання зазначених характеристик як вихідних даних для виконання розрахунків;

- аналітичні методики, засновані на формуванні альтернативних варіантів конструктивних вирішень для станових конструкції з відомими значеннями характеристик, виконанні розрахунків показників ефективності згаданих варіантів, формулюванні практичних рекомендацій із застосування найбільш кращих варіантів вирішень за результатами застосування методу перебору варіантів, методу аналізу ієрархій, графо-аналітичного методу з використанням концепції кривих. Основним недоліком відповідних розробок є відсутність параметричного опису безлічі альтернативних варіантів конструктивних вирішень, що, у свою чергу, визначає неможливість об'єктивного обліку всіх можливих варіантів і, як наслідок, зумовлює негативний вплив на адекватність вирішення завдання обґрунтування характеристик стінової конструкції при виборі найбільш кращого варіанта;

- інструментальні засоби аналітичного моделювання, що припускають обґрунтування характеристик стінової конструкції за допомогою розрахунків початкових значень характеристик конструкції з наступним їхнім перерахуванням за результатами перевірки умов по відповідності розрахункових значень теплотехнічних показників відповідним до необхідних значень. Основним недоліком зазначеного підходу є залежність кінцевих значень характеристик

стінової конструкції від послідовності умов, що перевіряються (неможливість одночасного обліку всіх ключових критеріїв обґрунтування характеристик конструкції), що несприятливо позначаються на практичній значимості відповідних прикладних розробок.

6.3.2 Матеріали і методи досліджень

Проаналізована модель стінової конструкції в складі об'єкта житлового будівництва, створювана за допомогою поєднання деякої кількості конструктивних шарів з різних матеріалів (Рис. 6.3).

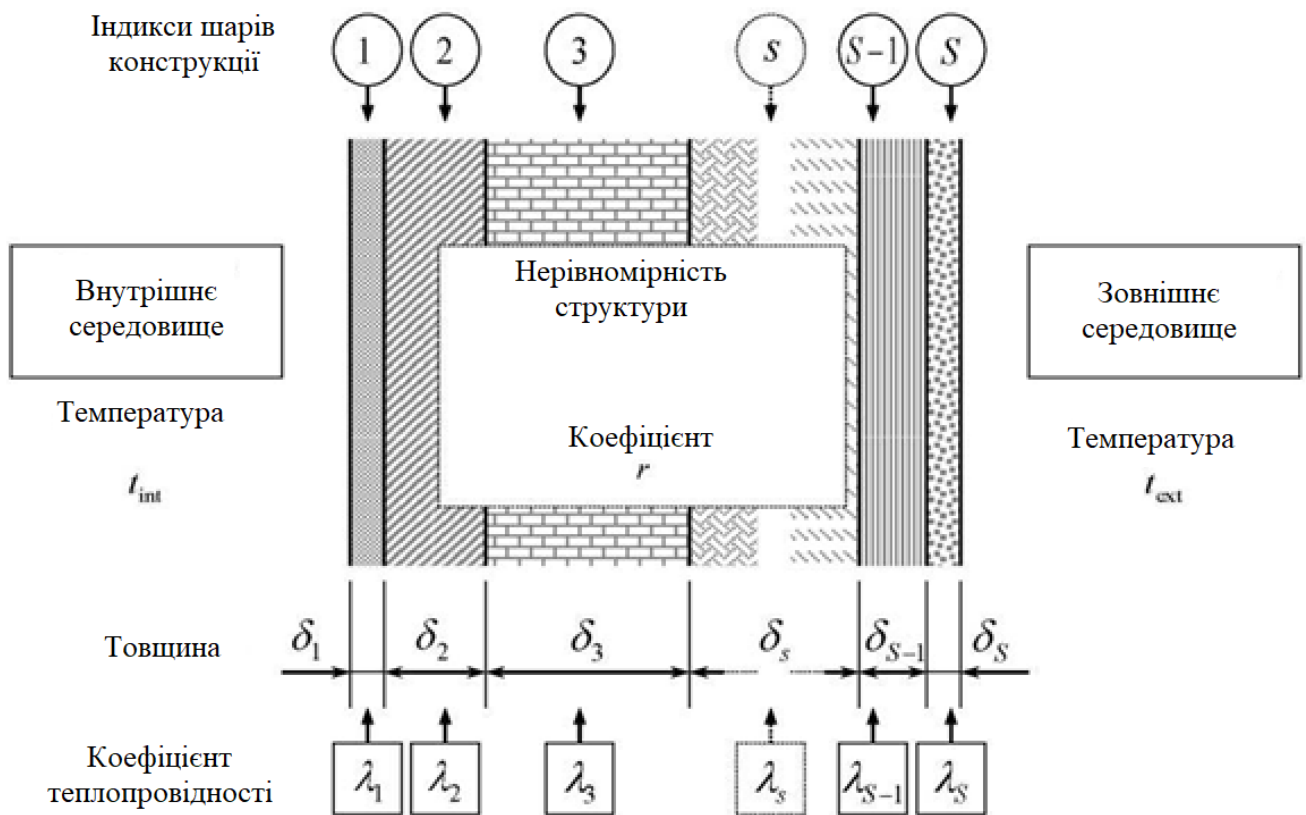


Рис. 6.3 Схематичне зображення стінової конструкції для аналізу

Структура стінової конструкції є інваріантною (постійною) з погляду теплофізичних характеристик матеріалів шарів і послідовності їх розташування.

Кожний окремий шар визначається значенням теплопровідності матеріалу, з якого згаданий шар виготовляється, а також гранично допустимими значеннями товщини, обумовленими як варіативністю будівельних матеріалів, так і технологією створення зовнішніх багат шарових стінових конструкцій у складі об'єктів житлового будівництва.

Необхідно визначити оптимальну товщину шарів стінової конструкції, при якій забезпечується максимальне значення середньої (по товщині шарів) температури стінової конструкції за умови, що сумарна товщина шарів конструкції буде відповідати заданому значенню, а сумарний термічний опір шарів - значенню, нормативним вимогам в області забезпечення енергоефективності об'єктів житлового будівництва.

Вихідні дані і невідомі змінні оптимізованої моделі представлені в таблиці 6.7

Таблиця 6.7 – Вихідні дані і невідомі змінні оптимізованої моделі

№ п.п.	Найменування елемента вихідних даних	Од. вим.	Позначення/ вираження
1	2	3	4
1	Вихідні дані		
1.1	Параметри структури вихідних даних		
1.1.1	Загальна кількість шарів стінової конструкції	од.	S
1.2	Індекси		
1.2.1	Індекс шару стінової конструкції	-	$s = 1, 2 \dots S$
1.3	Загальні вихідні дані		
1.3.1	Термічний опір на внутрішній поверхні шару стінової конструкції	$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	R_{int}
1.3.2	Термічний опір на зовнішній поверхні шару стінової конструкції	$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	R_{ext}
1.3.3	Необхідне значення товщини стінової конструкції	м	δ_{req}
1.3.4	Необхідне значення термічного опору стінової конструкції	$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	R_{req}
1.3.5	Температура внутрішнього середовища	°C	t_{int}
1.3.6	Температура зовнішнього середовища	°C	t_{ext}
1.3.7	Коефіцієнт, що враховує нерівномірність матеріалу стінової конструкції	-	r

продовження табл. 6.7

1	2	3	4
1.4	Вихідні дані, що задаються для кожного окремого шару s ($s = 1, 2, \dots, S$) стінової конструкції		
1.4.1	Найменування матеріалу шару	-	-
1.4.2	Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м ² ·°С)	λ_s
1.4.3	Мінімальна товщина шару	м	δ_s^{\min}
1.4.4	Максимальна товщина шару	м	δ_s^{\max}
2	Невідомі змінні, що враховуються для кожного окремого шару s ($s = 1, 2, \dots, S$) стінової конструкції		
2.1	Фактична товщина шару	м	δ_s

Розрахункові характеристики оптимізованої моделі представлено в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Розрахункові характеристики оптимізованої моделі

№ п.п.	Найменування розрахункових характеристики	Од. вим.	Вираження
1	2	3	4
1	Розрахункові характеристики, що обчислюються для кожного окремого шару s ($s = 1, 2, \dots, S$) стінової конструкції		
1.1	Термічний опір на внутрішній поверхні	м ² ·°С/Вт	$R_{\text{int } s} = \begin{cases} R_{\text{int}}, & s = 1 \\ R_{\text{int}} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}} \end{cases}$
1.2	Термічний опір на зовнішній поверхні	м ² ·°С/Вт	$R_{\text{ext } s} = R_{\text{int } s} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} = R_{\text{int}} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}}$
1.3	Середнє значення термічного опору в шарі	м ² ·°С/Вт	$R_s = \frac{R_{\text{int } s} + R_{\text{ext } s}}{2} = R_{\text{int}} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_s}{\lambda_s}$

продовження табл. 6.8

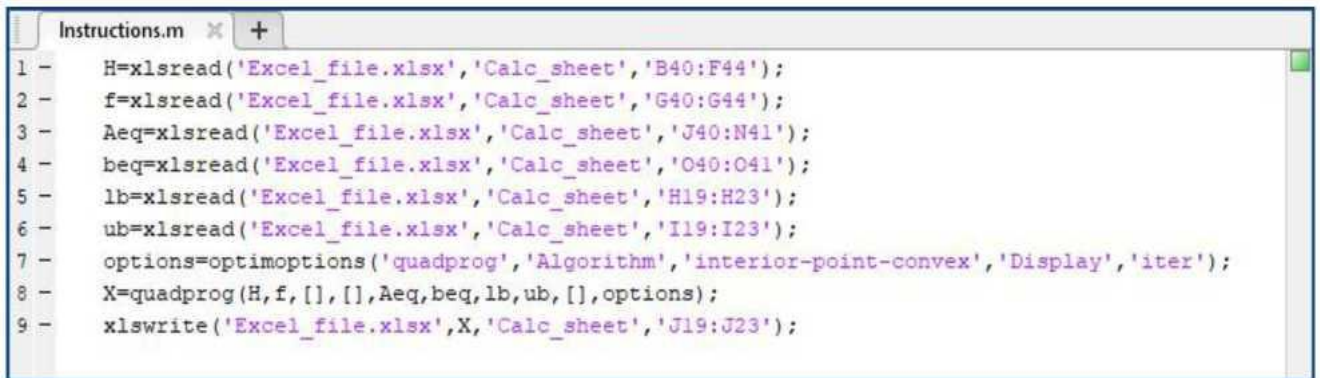
1	2	3	4
2	Агреговані розрахункові характеристики		
2.1	Фактичне значення товщини стінової конструкції	м	$\delta = \sum_{s=1}^s \delta_s$
2.2	Фактичне значення термічного опору стінової конструкції	$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$R = R_{ext\ s=S} + R_{ext} = R_{int} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}} + R_{ext}$
2.3	Інтегральний показник термічного опору	$\text{м}^3 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$\Theta = \sum_{s=1}^s R_s \cdot \delta = \sum_{s=1}^s \left(R_{int} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right) \cdot \delta_s$
2.3	Середнє значення (по товщині шарів) значення температури стінової конструкції	°C	$\begin{aligned} \bar{t} &= t_{int} - \frac{t_{int} - t_{ext}}{R} \cdot r \cdot \frac{\Theta}{\delta} = \\ &= t_{int} - \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_{int} + \sum_{s=1}^s \frac{\delta_s}{\lambda_s} + R_{ext}} \cdot r \times \\ &\times \frac{\sum_{s=1}^s \left(R_{int} + \sum_{s'=1}^{s-1} \frac{\delta_{s'}}{\lambda_{s'}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right) \cdot \delta_s}{\sum_{s=1}^s \delta_s} \end{aligned}$

6.3.3 Результати аналізу

На заключних етапах аналізу для об'єктивної оцінки практичної значимості оптимальної моделі була зроблена її реалізація на практичному прикладі - для обґрунтування оптимальних значень товщини шарів (по напрямкові від внутрішнього середовища будинку до зовнішньої: штукатурка; керамічна повнотіла цегла; теплоізоляційний матеріал; цементно-піщаний розчин; керамічна плитка) у складі зовнішньої стінової конструкції в рамках об'єкта житлового будівництва.

Для завдання значень вихідних даних, обчислення компонентів математичного опису завдання квадратичної оптимізації, а також фіксації

оптимальних значень невідомих змінних і обчислення на їхній основі розрахункових характеристик використовувалася програма «Microsoft Excel». Загальний вид робочого аркуша (зберігаючого в тому числі базові значення вихідних даних для вирішення завдання і результати реалізації оптимізованої моделі), а також принципи заповнення відповідних комірок. Для реалізації моделі з використанням методу внутрішньої точки використовувалася програма «Matlab R2014a». Загальний вид алгоритму програми «Matlab R2014a» для імпорту/експорту даних з файлу «Microsoft Excel» з наступною реалізацією методу внутрішньої точки для вирішення завдань квадратичного програмування представлені на рис. 6.4.



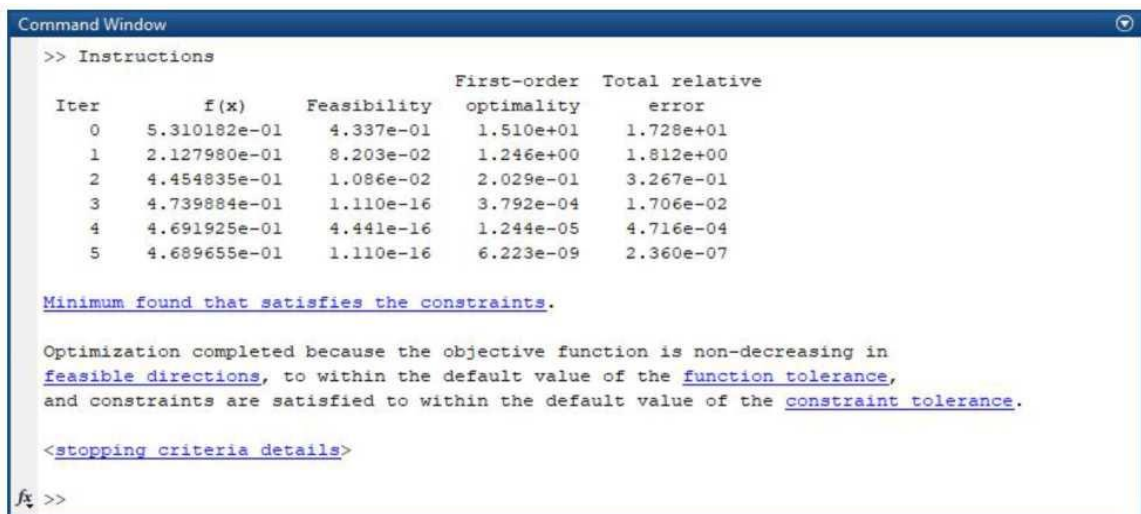
```

Instructions.m
1 - H=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','B40:F44');
2 - f=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','G40:G44');
3 - Aeq=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','J40:N41');
4 - beq=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','O40:O41');
5 - lb=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','H19:H23');
6 - ub=xlsread('Excel_file.xlsx','Calc_sheet','I19:I23');
7 - options=optimoptions('quadprog','Algorithm','interior-point-convex','Display','iter');
8 - X=quadprog(H,f,[],[],Aeq,beq,lb,ub,[],options);
9 - xlswrite('Excel_file.xlsx',X,'Calc_sheet','J19:J23');

```

Рис. 6.4 Загальний вид алгоритму програми «Matlab R2014a» розробленого в процесі реалізації моделі на практичному прикладі

Результати, одержані на різних ітераціях методу і відображувані в процесі реалізації вищезгаданого алгоритму в програмі «Matlab», представлено на рис. 6.5.



```

Command Window
>> Instructions

Iter      f(x)      Feasibility      First-order      Total relative
          f(x)      Feasibility      optimality      error
0      5.310182e-01      4.337e-01      1.510e+01      1.728e+01
1      2.127980e-01      8.203e-02      1.246e+00      1.812e+00
2      4.454835e-01      1.086e-02      2.029e-01      3.267e-01
3      4.739884e-01      1.110e-16      3.792e-04      1.706e-02
4      4.691925e-01      4.441e-16      1.244e-05      4.716e-04
5      4.689655e-01      1.110e-16      6.223e-09      2.360e-07

Minimum found that satisfies the constraints.

Optimization completed because the objective function is non-decreasing in
feasible directions, to within the default value of the function tolerance,
and constraints are satisfied to within the default value of the constraint tolerance.

<stopping criteria details>

fx >>

```

Рис. 6.5 Результати, одержані на різних ітераціях методу внутрішньої точки і відображувані в процесі реалізації алгоритму в програмі «Matlab»

Після успішної реалізації оптимізованої моделі на основі базових значень вихідних даних був також виконаний аналіз чутливості значень окремих елементів моделі стосовно значення коефіцієнта теплопровідності шару, що відповідає теплоізоляційному матеріалу. При цьому проводилося варіювання зазначеного коефіцієнта з фіксованим кроком від мінімально можливого значення, обґрунтованого існуючими екземплярами (варіантами) теплоізоляційного матеріалу, до максимально допустимого значення, обґрунтованого неможливістю знаходження оптимального вирішення для більш високих значень коефіцієнта (при заданих мінімально і максимально допустимих товщинах шарів конструкції, а також коефіцієнтах теплопровідності всіх матеріалів за винятком теплоізоляційного).

У якості аналізованих елементів моделі розглядалися наступні:

- значення цільової функції вихідної моделі - середнього (по товщині шарів) значення температури стінової конструкції, відповідно до оптимального вирішення;
- оптимальні значення товщини перших трьох - по напрямкові від внутрішнього середовища стінової конструкції до зовнішньої - шарів які найбільш чутливі до змін варіаційного параметра (оптимальні значення інших шарів стінової конструкції не зазнавали будь-яких змін).

На основі результатів виконання процедури аналізу чутливості були зроблені наступні висновки рис. 6.6:

- при збільшенні коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційного матеріалу в складі стінової конструкції зміна оптимальних значень характеристик відповідного конструктивного вирішення відбувається, як правило, у частині параметрів товщини двох шарів конструкції (рис. 6.6,*a*);
- у більшості випадків - шару керамічної повнотілої цегли (рівномірне зменшення в межах 4,7% щодо базового - максимального на графіку - значення), а також товщини шару теплоізоляційного матеріалу (рівномірне збільшення в межах 26,7% щодо базового - мінімального на графіку - значення); важливо відзначити, що при максимальному значенні коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційного матеріалу оптимальне значення його товщини досягає максимально можливого

значення, і при цьому змiну (у порiвняннi з результатами iнших варiантiв) зазнає товщина шару штукатурки (стрибокoпoдiбне збiльшення становить 140,5% щoдо базoвого - мiнiмального на графiку - значення); прoте, абсолютне значення збiльшення мiнiмальне з урахуванням призначення шару конструкцiї;

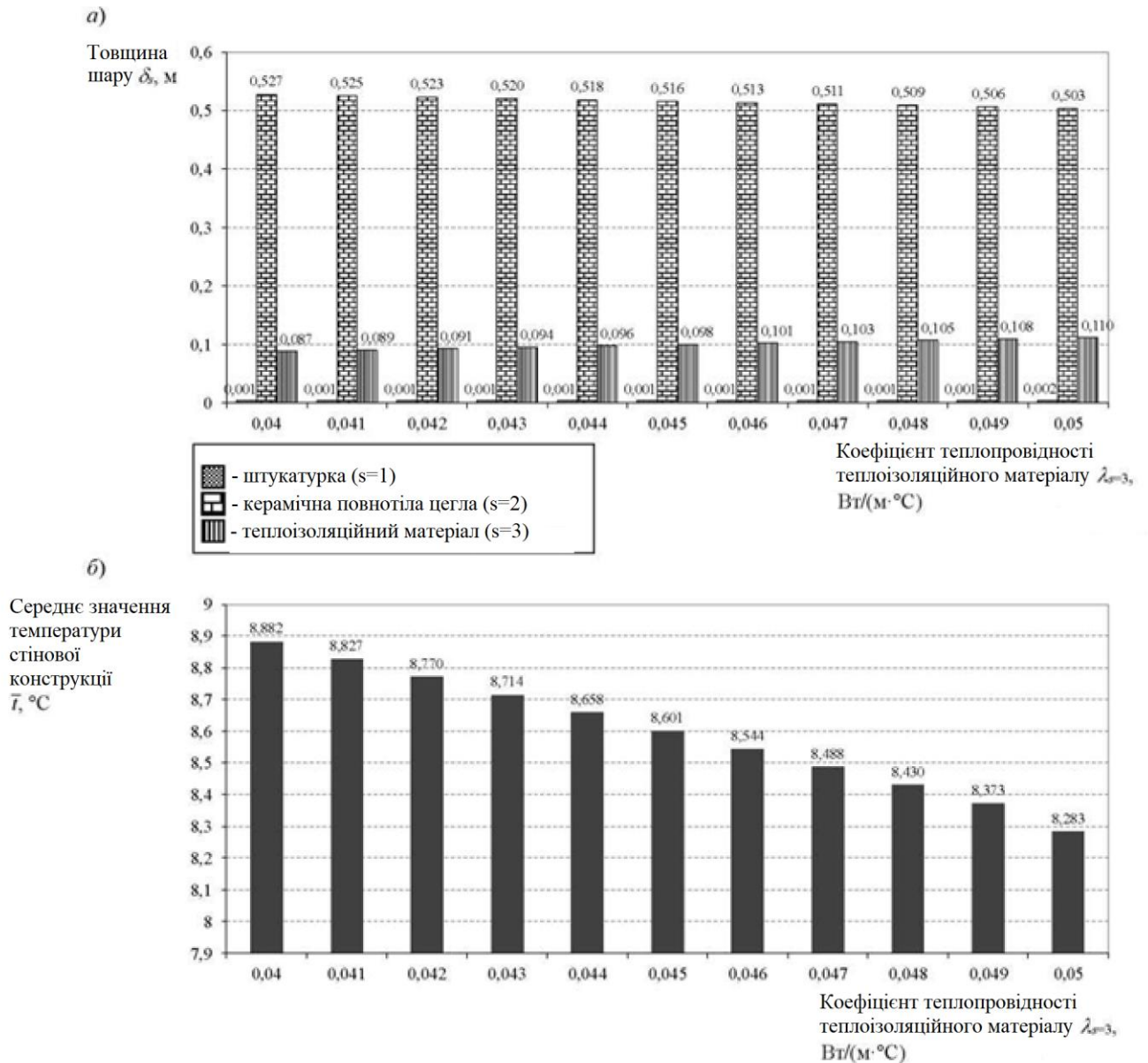


Рис. 6.6 Результати аналізу чутливості окремих елементів моделі до значення коефіцієнта теплопровiдностi шару, вiдповiдного до теплоiзоляцiйного матерiалу

– спадаюча залежнiсть середнього (по товщинi шарiв) значення температури стiнoвoї конструкцiї, вiдповiдного до оптимального вирiшення, вiд значення коефіцієнта теплопровiдностi теплоiзоляцiйного матерiалу близька до лiнiйноi (рис. 6.6,б); бiльш iнтенсивне зменшення спостерiгається при максимальному

значенні коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційного матеріалу, при якому його оптимальна товщина досягає максимально допустимого значення, і для забезпечення заданого значення термічного опору конструкції змін зазнає товщина штукатурного шару; зменшення середнього (по товщині шарів) значення температури стінової конструкції, відповідно до оптимального вирішення, на всьому діапазоні збільшення коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційного матеріалу склало 6,8% щодо базового - максимального на графіку - значення.

ВИСНОВОК

Аналіз сучасної будівельної практики доводить факт наявності високого попиту на легкий бетон, як один з найбільш універсальних будівельних матеріалів. У розвинених країнах, що розбудовуються більшою мірою розвинене виробництво будівельних матеріалів і конструкцій, які дозволяють мінімізувати масу будинків і споруд.

Вибираючи легкий бетон, конструктори переважно орієнтуються на забезпечення безпечної експлуатації будинку. Дослідження багатьох закордонних авторів показують, що легкі бетонні конструкції більшою мірою виграють по даній характеристиці, ніж наприклад, металеві конструкції, або аналогічні конструкції з важкого бетону.

Одночасно із цим, при багатьох перевагах, легкий бетон має знижену міцність і несучу здатність, що обмежує його використання. Як результат, легкий бетон без металевої арматури і об'єм практично не використовується для будівництва будинків, споруд і інших основних засобів.

За результатами аналізу відповідних наукових розробок зроблений висновок про обмеженість існуючих інструментальних засобів з погляду обліку теплотехнічних показників як критеріїв обґрунтування оптимальних значень характеристик конструкції в частині товщини і теплопровідності складових шарів.

Окремі категорії завдань обґрунтування характеристик зовнішніх багатошарових стінових конструкцій у складі об'єктів житлового будівництва можуть бути ефективно вирішені за допомогою побудови оптимізованих моделей, відповідних до завдань квадратичного програмування, і наступною реалізацією моделей з використанням методу внутрішньої точки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Архитектурные конструкции гражданских зданий/ Дехтяр С.Б., Армановский Л.И. и др. – К.: Будівельник, 1987. – 222 с. 14
2. 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.
3. Архітектура будівель та споруд: у 4 ч. «Історія архітектури. Тестовий контроль знань» навчальний посібник Плоский В.О., Гетун Г.В., Віроцький В.Д., Криштоп Б.Г., Зайцев О.М. / – К.: КНУБА, 2012. – 110 с.
4. 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.
5. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки/ Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. – К.: КОНДОР, 2005. – 220 с.
6. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підр. для вузів. – К.:Каравела, 2004.–260 с.
7. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. Харьков: НТУ „ХПИ”, 2003. – 889 с.
8. Гусев В.А. и др. Организация строительства жилых и общественных зданий. Справочник проектировщика - К.: Будівельник, 1998.
9. Залізобетонні конструкції: Підручник /А. Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова.- К.: ВШ, 1995. - 591с.:іл.
10. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник / М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлев, О. О. Петраков та ін. - Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с. 15
11. Клименко В.З. Конструкції з дерева та пластмас / В.З. Кліменко. – К.: Вища школа, 1995
12. Клименко Ф.Е. Металеві конструкції / Ф.Е. Кліменко, В.М. Барабаш. – Львів: Світ, 1994.

13. Л.Г. Дикман «Организация строительного производства». Учебник. – М.: АСВ, 2002 г.
14. 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.
15. Металлические конструкции: Общий курс: Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатъева и др. / Под ред. Ю.И.Кудишина – М.: Изд. центр “Академия”, 2008. – 688 с.
16. Мурашко Л.А., Колякова В.М., Сморгалов Д.В. Розрахунок за міцністю перерізів нормальних та похилих до поздовжньої осі згинальних залізобетонних елементів за ДБН В. 2.6-98: 2009: Методичні вказівки.- К.:КНУБА, 2012.- 62с.
17. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.- 384с.
18. С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко та ін. «Організація будівництва. Підручник». – К.: Кондор, 2007.-521с.
19. Сафонов В.В. та ін. Охорона праці при виготовлені і монтажі металевих конструкцій. - К.: Основа, 1993. - 280 с .
20. Шутенко Л. Н., Гильман А. Д. Основания и фундаменты: курсовое и дипломное проектирование. – К.: Вища школа, 1989. – 238 с. 12
21. EN 1997-1:2004. Еврокод 7 – Геотехнические расчеты/ Европейский комитет по стандартизации. - 2004. – 164 с.
22. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
23. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-2009. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 74 с.
24. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24-2009. – [Чинні з 01.09.2009 р.].
25. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.
26. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-23-95. – Київ: Держкоммістобудування України, 1996. – 15 с.

27. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12-2014. – [Чинні з 01.10.2014 р.].

28. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва: ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. – [Чинний з 14.05.2013 р.].

29. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Національний стандарт: ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – [Чинний з 01.01.2014 р.].

30. Висотні будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-41-2019. - [Чинні з 01.12.2019р.].

31. 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.].

32. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії: ДСТУ Б.В.2.6-145:2010.

33. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення і затоплення: ДБН В.1.1-25-2009.

34. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань навогнестійкість. Загальні вимоги. Зі зміною №1: ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний з 01.01.2006 р.].

35. 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.

36. 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: ДСТУА.2.4-4-2009. – [Чинний з 24.01.2009 р.]

37. Конструкції будівель та споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-163:2010.

38. Конструкції будівель та споруд. Сталеві конструкції: ДБН В.2.6-163:2010.

39. Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. 16
40. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2016. – [Чинні з 01.01.2017р.].
41. Основи і фундаменти будівель та споруд: ДБН В.2.1-10:2018. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
42. Планування і забудова територій. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України: ДБН Б.2.2-12:2019. – 230 с.
43. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинні з 01.06.2017р.]. 17
44. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – [Чинний з 01.01.2014 р.]
45. Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво: ДСТУ БД.1.1-7:2013. – [Чинний з 01.01.2014 р.].
46. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень: ДСТУ Б А.2.4- 7:2009. – [Чинний з 01.01.2010 р.].
47. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень: ДСТУ Б А.2.4- 7:2009. – [Чинний з 01.01.2010 р.].
48. Прогини і переміщення. Вимоги проектування: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний з 01.01.2007 р.].
49. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. (ISO 6935-2:1991, NEQ): ДСТУ 3760:2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2007, – 19 с.
50. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи: ДСТУ Б Д.2.4-1/21:2012.
51. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні з 01.01.2007 р.].

52. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд пожежна безпека: ДБН В.1.2-7-2008. – [Чинні з 01.10.2008 р.].

53. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].

54. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. – [Чинні з 01.10.2014 р.].

55. Цегла і камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-61-97. – К.: Держкоммістобудування України, 1997, – 30 с.

56. Блоки дверні металеві протиударні вхідні в квартири. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-11:2011. – К.: Мінрегіон України, 2012, – 20

57. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.

58. 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.

59. Енергетична ефективність будівель: ДСТУ А.2.2-12:2015. -К.: Мінрегіон України, 2015. – 70 с.

60. 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.

61. Гусєв Б. В. Про ідеальну комфортність житла / Б. В. Гусєв, У. М. Дементьєв // Будівельні матеріали. - 1999. - № 12 1. - С. 24 – 25.

62. Мартиненко В. А. Ніздрюваті й поризованні легені бетони // Сб. науч. тр. – Дніпропетровськ: Пороги, 2002. - 172 с.

63. Паплавскис Я. Енергозбереження при проектуванні й будівництві малоповерхових будинків /Я. Паплавскис, А. Фрош // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: серія Теорія, практика виробництва й застосування ніздрюватого бетону в будівництві: Сб. науч. праць. Вып. 4. - Дніпропетровськ : ПГАСА, 2009. - С. 81 – 88.

64. Захист територій, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1-31:2013. -К.: Мінрегіон України 2014. – 75с.
65. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні: ДСТУ Б В.2.7-137:2008. -К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2008. – 16с.
66. Геодезичні роботи в будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36с.
67. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012. – 116с.
68. Рояк Г. С. Внутренняя коррозия бетона / Г. С. Рояк. – М. : Изд-во УНИИС. – 2002. – 156 с.
69. Суміші бетонні та бетон. Загальні ТУ: ДСТУ Б В.2.7-176:2008. -К.: Мінрегіонбуд України 2010. – 109с.
70. Lapidus A.A. Forming the integral potential of organizational and technological solutions through the decomposition of the basic elements of the construction project // Vestnik MSSU № 12, pp. 114-123 - 2016.
71. Lapidus A.A. Organizational design and management of large-scale investment projects. Moscow, Moscow Printing House No. 9, 1997.
72. Formation of professional orientation of specialists in the field of construction on the basis of analysis of their employment in various sports // Theory and practice of physical culture No. 5, pp. 33-34 - 2017.