

УДК 624.15:693.8

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.2.55>

СУЧАСНІ СПОСОБИ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДВАЛЬНИХ ЧАСТИН ФУНДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ НА ПРИРОДНІЙ ОСНОВІ, ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД

Макаров А. В. – кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
Дніпровського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0009-0000-5052-2411

Макарова Т. К. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Дніпровського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-7150-6143

Дубов Т. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Дніпровського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-1740-9251

Кислиця Л. В. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технологій будівельного виробництва
Навчально-наукового інституту
«Придніпровська державна академія будівництва»
Українського державного університету науки і технологій
ORCID ID: 0000-0003-4563-2530

Сучасне будівництво все більше вимагає проєктів з підвальними та підземними частинами. Гідроізоляція підвальної частини фундаменту є критично важливим етапом будівництва, який забезпечує довговічність конструкції, комфортні умови експлуатації та запобігає негативним наслідкам від проникнення вологи. Підвали та фундаментні конструкції постійно зазнають впливу ґрунтової вологи, інколи агресивної, та опадів. За відсутності якісного водозахисту волога проникає в матеріал фундаменту, що з часом призводить до утворення тріщин, руйнування бетону та корозії арматури. Підвищена вологість у підвальних приміщеннях сприяє розвитку грибкових утворень, що не лише погіршує стан конструкцій, а й негативно впливає на здоров'я людей. Особливо це актуально для приміщень, що використовуються для житлових або господарських потреб. Волога, що накопичується у фундаментних конструкціях, знижує їх теплоізоляційні властивості, що призводить до підвищених енергетичних витрат на опалення будівлі. Правильно облаштована гідроізоляція допомагає зменшити тепловтрати й підвищити ефективність системи утеплення. Руйнування матеріалу через вплив води призводить до втрати несучої здатності фундаменту, що загрожує стійкості всієї будівлі. Якісна гідроізоляція продовжує термін служби споруди та зменшує ризики аварійних ситуацій. Будівельні стандарти передбачають застосування ефективних методів гідроізоляції, особливо у зонах з високим рівнем ґрунтових вод або складними кліматичними умовами. Використання сучасних гідроізоляційних матеріалів і технологій дозволяє відповідати вимогам нормативної документації.

У статті встановлено необхідність та доцільність влаштування підвальних та підземних частин будівель й споруд у сучасному проєктуванні та будівництві. Основною

вимогою до цих елементів будівлі є надійний захист від ґрунтової вологи завдяки використанню якісних та сучасних типів та способів гідроізоляції. Проведено аналіз інженерно-геологічного розрізу місцевості дослідження. Наведено схему влаштування стрічкового фундаменту під будівлю. Досліджено приклад влаштування вузла гідроізоляції огороджувальних конструкцій підвалу з використанням економічно обґрунтованих сучасних гідроізоляційних матеріалів.

Запропоновано застосування спеціальних добавок для покращення гідроізоляційних характеристик бетону. Після проведення розрахунків вартості матеріалів для влаштування гідроізоляції фундаментів і стін підвальних частин було обрано фарбувальний метод гідроізоляції, для підлоги – обклеювальний. Показники енергоефективності покращуються за рахунок використання екструзійного пінополістиролу.

Ключові слова: ґрунтові води, підземні конструкції, фарбувальна гідроізоляція, обклеювальна гідроізоляція.

Makarov A. V., Makarova T. K., Dubov T. M., Kyslytsia L. V. Modern methods of waterproofing and energy saving of operational basement parts of shallow foundations on a natural base: practical experience

The relevance of the study is that modern construction increasingly demands projects with basement and underground parts. Waterproofing the basement part of the foundation is a critical stage of construction, which ensures the durability of the structure, comfortable operating conditions and prevents the negative consequences of moisture penetration. Basements and foundation structures are constantly exposed to soil moisture, sometimes aggressive, and precipitation. In the absence of quality waterproofing, moisture penetrates into the foundation material, which eventually leads to cracking, concrete destruction and reinforcement corrosion. Increased humidity in basement rooms contributes to the development of fungal formations, which not only worsens the condition of structures, but also negatively affects human health. This is especially true for premises used for residential or household needs. Moisture accumulating in foundation structures reduces their thermal insulation properties, which leads to increased energy costs for heating the building. Properly arranged waterproofing helps to reduce heat loss and increase the efficiency of the insulation system. The destruction of the material due to the effects of water leads to the loss of the bearing capacity of the foundation, which threatens the stability of the entire building. High-quality waterproofing extends the service life of the structure and reduces the risks of emergencies. Construction standards provide for the use of effective waterproofing methods, especially in areas with high groundwater levels or difficult climatic conditions. The use of modern waterproofing materials and technologies allows meeting the requirements of regulatory documents.

The article establishes the necessity and expediency of arranging basement and underground parts of buildings and structures in modern design and construction. The main requirement for these elements of the building is reliable protection against soil moisture through the use of high-quality and modern types and methods of waterproofing. The analysis of the engineering-geological section of the study area is carried out. The scheme of the strip foundation under the building is shown. An example of arranging a waterproofing unit for enclosing structures of a basement using economically sound modern waterproofing materials is investigated.

The use of special additives to improve the waterproofing characteristics of concrete is proposed. After calculating the cost of materials for waterproofing the foundations and walls of basement parts, the painting method of waterproofing was chosen, and for the floor, the gluing method. Energy efficiency indicators are improved through the use of extruded polystyrene foam.

Key words: groundwater, underground structures, painting waterproofing, gluing waterproofing.

Постановка проблеми. Фундамент є найважливішою частиною будь-якої будівлі або споруди, оскільки саме він забезпечує її стабільність та стійкість, рівномірний розподіл навантаження, захист від вологи, сейсмостійкість та довговічність будівлі. Якість фундаменту визначає, наскільки будівля буде міцною, надійною та стійкою до зовнішніх факторів, таких як погодні умови, сейсмічна активність і час. Безумовно, фундамент є найвідповідальнішою частиною будівлі або споруди від якої залежить їх безпечність, довговічність і стійкість. Наслідки неправильного фундаментобудування можуть призвести до тріщини в стінах і підлозі, нахилу або осідання будівлі, підтоплення підвальних частин й ризик обвалення будівель та споруд [1, 2].

Фундамент та підземна частину будівля завжди розташовується в різних завжди унікальних за фізико-механічних властивостях ґрунтах з постійним або періодичним контактом з водою, тобто експлуатація відбувається у постійних агресивних умовах [2].

У сучасних умовах будівництва все частіше проєктують підвальні та підземні приміщення. Це забезпечує більшу функціональність та додатковий корисний простір. Підвал можливо використовувати як склад, котельню, майстерню, спортзал, винний погріб або навіть житлове приміщення. В умовах мегаполісу де при-таманна щільна забудова, підвал дозволяє розширити функціональність будинку, не збільшуючи його висоту чи площу забудови.

Найчастіше підвальні та підземні приміщення використовують для розташування інженерних комунікацій: системи водопостачання, каналізації, опалення, електрощітки та вентиляційні установки, резервуари для збору дощової води, сонячні батареї, великі резервуари, фільтри для води чи системи автономного опалення та пожежогасіння це значно збільшує місця у житлових приміщеннях.

Влаштування підвалу є енергозберігаючим фактором для будівництва. Підвальні приміщення можуть діяти як теплоізоляційний шар, зменшуючи витрати на обігрів першого поверху, зменшують тепловтрати через нижню частину будівлі та захищають фундамент від промерзання. Особливо це характерно для регіонів із холодними зимами, де підвал допомагає зменшити вплив низьких температур на перший поверх.

При правильному проєктуванні підвальних приміщень можливе забезпечення захисту фундаменту від вологи [3]. У районах із високими рівнями ґрунтових вод чи на схилах підвал може бути корисним для стабілізації будівлі.

В умовах сьогодення України, а саме, повномасштабного вторгнення РФ та постійною можливістю руйнації будівель і споруд через воєнні дії, підвальні та підземні приміщення використовуються для захисту. У Цивільному кодексі України визначено типи захисних споруд та зазначено, що «підвальні та інші приміщення у підземних, підвальних та цокольних поверхах» є найпростішими укриттями. Підвал може бути укриттям в екстрених ситуаціях: слугувати бомбосховищем чи захистом у випадку природних катаклізмів (штормів, торнадо). Постійна температура та вологість у підвалі роблять його ідеальним для зберігання продуктів.

Фундаменти, підвальні та підземні приміщення мають постійний контакт з ґрунтовою водою, яка проникає у пористу поверхню будівельних матеріалів та призводить до низки проблем: виникнення плісняви, грибків, протічок, навіть руйнації конструкції. Ґрунтова вода також може мати агресивний хімічний склад, що призводить до руйнування залізобетонних конструкцій. Руйнація відбувається через прискорену корозію арматурних елементів за рахунок надмірної кислотності або лужності, або кількості мінеральних та органічних сполук у воді. Сезонні коливання рівнів ґрунтової води призводять до заповнення пор бетону з подальшим замерзання взимку та розширенням заповненого об'єму, й руйнація конструкції.

Наявність різних природних газів (радон, метан) у ґрунті впливає на міцність будівельних матеріалів фундаменту та мікроклімат підземного приміщення. Тому при проєктуванні фундаментів будівель та споруд велику увагу приділяють геологічним та гідрогеологічним умовам району будівництва [4].

Для прикладу, північна частина Дніпропетровської області розташована з зони дії підземні води групи МПВ UAM5.1GW0002 [5]. Режим цих ґрунтових залежить від кліматичних умов, коефіцієнт фільтрації – 6–15 м/добу, мінімальний

рівень – 2 м, річні коливання рівня сягають 1,2–1,5 м, характеризуються весняним підйомом, а також зменшенням у літній та осінній періоди. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації.

Більша частина Дніпропетровської області характеризується четвертинними відкладенням еолово-делювіального походження (UAM5.1GW0005), мають коефіцієнт водопровідності в межах 0,2–7,0 м²/добу, а водопроникність варіюється від 0,2 до 1,1 м/добу. Дебіти змінюються у діапазоні 0,77–20,3 м³/добу. Рівень залягання води коливається від 1–5 до 10–21 м, а середньорічні зміни становлять 0,5–3,0 м.

За хімічним складом води належать до гідрокарбонатних кальцієво-магнієвих, гідрокарбонатно-хлоридних магнієво-кальцієво-натрієвих і сульфатно-гідрокарбонатних типів із мінералізацією від 0,9–3 до 8–10 г/дм³. Група МПВ UAM5.1GW0005 поширена в регіонах із недостатньою кількістю вологи, що впливає на живлення підземних вод. У цій місцевості породи зони аерації та ґрунти зазнають засолення через природні процеси континентального накопичення солей, що підвищує рівень мінералізації й погіршує якість води [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необхідність будівництва підвальних частин залежить від функціональних потреб будинку, кліматичних і географічних умов. Основною вимогою грамотного проектування фундаментів та підземних частин будівель й споруд відповідно до ДСТУ Б В.2.6-145:2010 є первинні, вторинні та спеціальні види захисту [6].

Для запобігання руйнуванню бетону та залізобетону під впливом корозійних процесів застосовуються різні види захисту:

1. Первинний захист – передбачає вибір конструктивних рішень, матеріалів або структури, що забезпечують стійкість споруди під час експлуатації у агресивному середовищі.

2. Вторинний захист – включає нанесення захисних покриттів, просочення або інші заходи, що зменшують або повністю нейтралізують вплив шкідливих факторів.

3. Спеціальний захист – охоплює технічні заходи, не передбачені в перших двох групах, але здатні забезпечити збереження матеріалу та конструкцій.

До основних методів первинного захисту відносять: використання бетонів, стійких до дії агресивних речовин; додавання спеціальних добавок для підвищення корозійної стійкості бетону та його захисних властивостей щодо сталевий арматури та закладних елементів; мінімізація проникності бетонних структур; дотримання додаткових конструктивних та розрахункових вимог при проектуванні.

Методи вторинного захисту – покриття поверхонь лакофарбовими або товстошаровими мастичними матеріалами; використання обклеювальної ізоляції; обмазувальні та штукатурні покриття; облицювання штучними або блочними матеріалами; просочення поверхневих шарів хімічно стійкими речовинами; обробка гідрофобізуючими складами; використання антисептиків, біоцидів та інших захисних препаратів [7–8].

Вторинні методи застосовуються в разі, якщо первинні заходи не забезпечують належного захисту від корозії. Оскільки ці покриття мають обмежений термін служби, вони потребують періодичного оновлення.

Під час розробки системи первинного захисту необхідно враховувати додаткові вимоги її вплив на клас вогнестійкості конструкції відповідно до ДБН В.1.1-7 або інших нормативних документів. При проектуванні вторинного захисту важливо

забезпечити сумісність антикорозійних і вогнезахисних покриттів та оцінити їхню взаємодію щодо підвищення загальної вогнестійкості конструкцій.

Основним способом захисту фундаментів, підвалів та підземних споруд є гідроізоляція яка гарно наноситься на залізобетонну конструкцію. При виборі методу гідроізоляції необхідно враховувати умови експлуатації будівлі, структуру та міцність матеріалів, гідрогеологічні особливості місцевості, а також температурні та вологісні зміни. Виходячи з цих параметрів, підбирають матеріали, що відповідають вимогам надійності та умовам застосування [9].

Сучасний ринок пропонує широкий асортимент гідроізоляційних рішень, проте ефективний захист від вологи можливий лише за умови правильного добору матеріалів, їхньої сумісності та чіткого дотримання технологічних норм під час виконання робіт [10]. Тенденції розвитку індустрії ізоляційних матеріалів орієнтовані на екологічність та зниження вартості водозахисту. Надійна гідроізоляція підвалу починається з властивості бетонних конструкцій чинити опір проникненню вологи [11, 12]. Оскільки бетон здатний активно вбирати воду, під час його заливки важливо використовувати спеціальні добавки для покращення характеристик [13]. Добавки є комплексними сухими сумішами, які не лише підвищують водонепроникність, а й запобігають усадці матеріалу [14].

Мета дослідження – облаштування якісної гідроізоляції підвальної частини фундаменту, що є необхідною умовою для забезпечення довговічності та надійності будівлі.

Методика дослідження. Для проведення досліджень використовували наступні методи: аналіз літературних джерел та нормативної бази (огляд сучасних наукових публікацій, нормативних документів та будівельних стандартів щодо гідроізоляції та енергозбереження; вивчення новітніх матеріалів і технологій у сфері будівництва фундаментів; експериментальні дослідження (визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, таких як водонепроникність, теплопровідність, стійкість до агресивних середовищ); польові дослідження та практичний аналіз (моніторинг та оцінка реальних будівельних об'єктів з використанням різних способів гідроізоляції та утеплення); порівняльний аналіз та рекомендації (порівняння ефективності різних технологій та матеріалів; розробка практичних рекомендацій щодо вибору оптимальних рішень для підвальних частин фундаментів мілкого закладання з урахуванням економічних та технічних аспектів). Результати досліджень будуть використані для формування узагальнених висновків щодо ефективності сучасних технологій та матеріалів у будівництві.

Результати досліджень. Приклад застосування сучасних способів гідроізоляції фундаментів реалізовано у проєкті будівництва котеджу з підвальним приміщенням у смт. Обухівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область (рис. 1).

У жовтні 2022 року було виконано комплекс інженерно-геологічних вишукувань на земельній ділянці проєкту будівництва.

Інженерно-геологічні вишукування виконані з метою:

- вивчення геологічної будови, встановлення глибин залягання та потужності усіх виділених геолого–літологічних шарів до розвіданої глибини 7 м;
- визначення фізико-механічних характеристик та показників просадних властивостей ґрунтів;
- прогнозу зміни інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов території за часом.

Для вирішення поставлених задач були виконані наступні види інженерно-геологічних робіт:

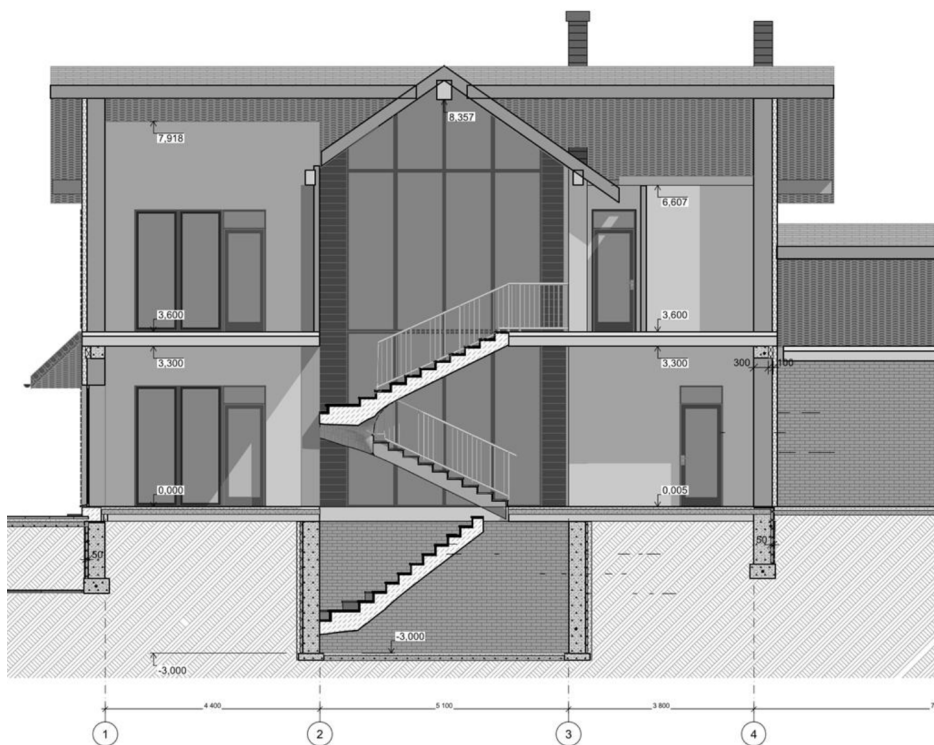


Рис. 1. Схема перерізу об'єкту

- рекогносцирувальне обстеження ділянки вишукувань та території, що прилягає до неї;
- буріння інженерно-геологічних свердловин;
- відбір проб ґрунтів з геологічних виробок;
- відбір ґрунтових вод з водоносного горизонту;
- лабораторні дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів;
- камеральна обробка польових та лабораторних матеріалів досліджень, складання науково-технічного звіту.

У сфері впливу споруди, що проєктується, до розвіданої глибини 7,00 м залягають алювіальні, алювіально-делювіальні відкладення верхньочетвертинного віку, що складені піском (шар 3), суглинком (шар 2), які з поверхні перекриті сучасними утвореннями (шар 1) (рис. 2).

Сучасні утворення – шар 1 (с IV). Ґрунт рослинного шару без коріння чагарника і дерев, чорний, маловологий. Потужність шару в свердловинах складає від 1,20 м до 1,70 м, може змінюватись в межах ділянки.

Четвертинні відклади – шар 2 (а-d III). Суглинок твердий, бежевий, запісочений. У свердловині № 2 у підшві шару суглинок містить лінзи піску та окатані зерна карбонату, вологість ґрунту підвищується. Потужність шару в свердловинах складає від 1,60 до 2,10 м, може змінюватись в межах ділянки.

Шар 3 (а III) – пісок дрібний, малого-середнього ступеню водонасичення вище рівня ґрунтових вод, водонасичений нижче рівня ґрунтових вод, жовто-білий,

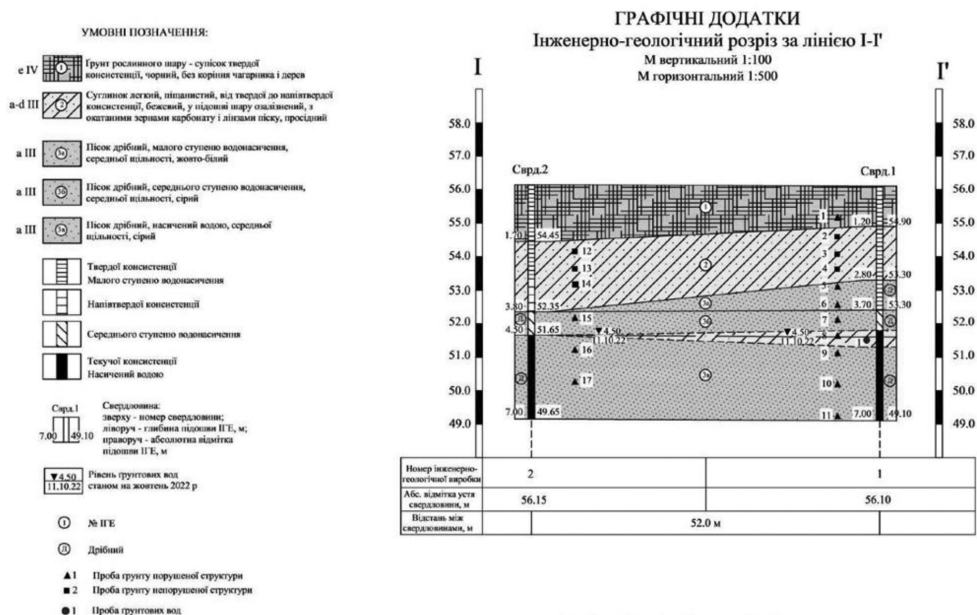


Рис. 2. Інженерно-геологічний розріз

сірий. У свердловині № 1 на глибині 4,30–4,80 м у піску зустрінутий прошарок супіску сірого, текучої констистенції, потужністю 0,50 м. Розкрита потужність шару в свердловинах складає від 3,20 до 4,20 м, може змінюватись в межах ділянки.

Майданчик вишукувань за гідрогеологічним розчленуванням території України розташовано у межах області гідрогеологічного масиву Українського щита, Придніпровський район.

Станом на жовтень 2022 року у свердловинах було зафіксовано рівень ґрунтових вод на глибині 4,50 м (абс. відм. дзеркала ґрунтових вод 51,60–51,65 м).

Коефіцієнти фільтрації ґрунтів, що складають розріз наступні: суглинок шар 2 – 0,04 м/добу, пісок шар 3 – 1,30–1,40 м/добу.

На даний час суглинки ПЕ-2 знаходяться у твердому стані, але можливе замочування цих ґрунтів в зоні аерації внаслідок просочування атмосферних опадів або техногенного обводнення території, що може призвести до погіршення їх фізико-механічних властивостей: зниженню деформаційних і міцнісних характеристик, збільшенню вологості, показників текучості, можливого прояву просадних властивостей. Так, при повному водонасиченні ґрунти ПЕ-2, згідно прогнозованим показникам текучості, з твердого стану перейдуть у текучопластичний.

Погіршення фізико-механічних властивостей ґрунтів ПЕ-3 не відбудеться.

Отже, інженерно-геологічні умови ділянки вишукувань дозволяють використовувати фундаменти неглибокого закладання (стрічкові, плитні, стовпчасті), а також пальові типи фундаментів залежно від конструктивних особливостей будівель і споруд та техніко-економічного розрахунку.

Сучасні утворення ПЕ-1 характеризуються мінливим та неоднорідним складом, нерівномірною щільністю, здатністю до самоущільнення протягом часу, замочування і розкладання органічних речовин, тому використовувати їх як природну основу для фундаментів проєктованих споруд не рекомендується. Ґрунт

ПЕ-1 – ґрунт рослинного шару – відноситься до родючих, тож рекомендовано вилучити його на повну потужність і використати повторно при озелененні території.

Основою для фундаментів неглибокого закладання можуть бути ґрунти ІГЕ-2 тільки після усунення їх просідних властивостей у верхній частині стискаємої зони шляхом протрамбовки днища котловану з обов'язковим виконанням комплексу водозахисних та конструктивних заходів для ґрунтів з І типом просадних властивостей (ДСТУ-Н Б.В.1.1-44:2016).

Загальне схема влаштування стрічкового фундаменту під будівлю наведено на рис. 3 та рис. 4.

Враховуючи наведені особливості інженерно-геологічного розрізу району дослідження та запроєктований експлуатаційний підвал для забезпечення

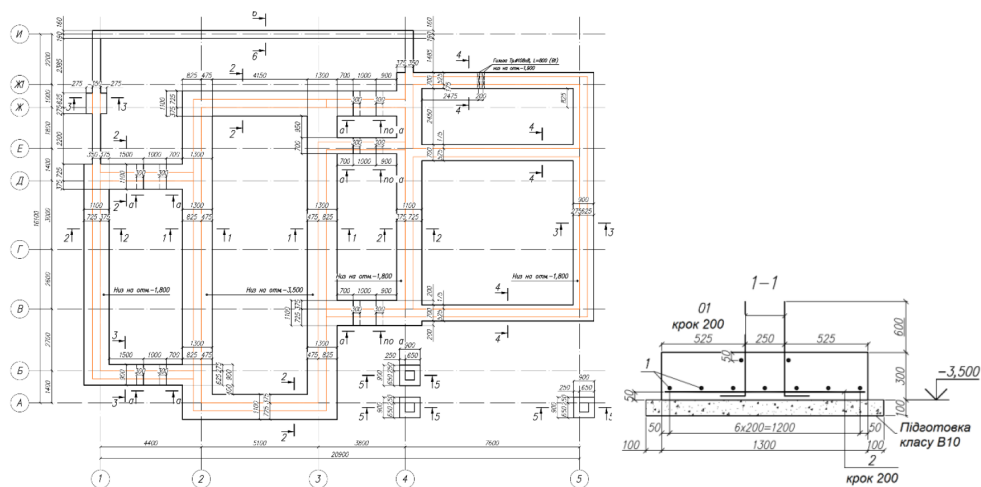


Рис. 3. Схема розташування фундаментів: а – на відмітці -3.500 ; -1.800 ; б – розріз по осі 1-1

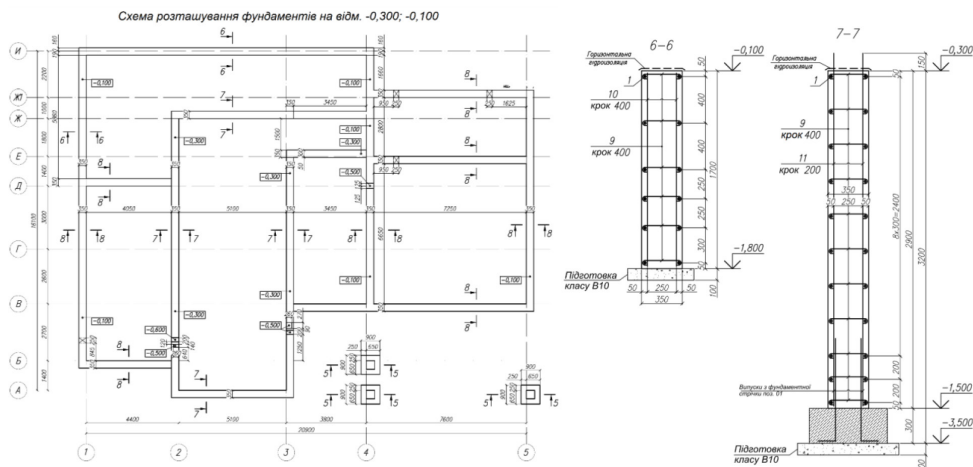


Рис. 4. Схема розташування фундаментів на відмітці -0.300 ; -0.100 (а), розріз по осі 7-7 (б)

належного захисту необхідно застосовувати гідроізоляцію. У таких випадках найчастіше застосовують обмазувальну гідроізоляцію. Для підвищення надійності варто використовувати більш ефективні методи, що перешкоджають проникненню вологи й води до підвальних приміщень.

Надійний захист забезпечується облаштуванням суцільної обклеювальної ізоляції фундаменту за допомогою рулонних матеріалів у поєднанні з комплексом заходів для відведення опадів (створення вимощення, глиняних замків, дренажних каналів).

Якщо рівень ґрунтових вод перевищує підлогу підвалу, одного лише обклеювального методу недостатньо. У такій ситуації необхідно впроваджувати додаткові заходи для зниження їхнього рівня. При їхньому високому заляганні встановлюються дренажні системи, а підвали додатково захищають спеціальними плитами.

У нашому випадку, для влаштування гідроізоляції підземних конструкцій підвалу був застосований багатоступінчатий спосіб влаштування гідроізоляції (фарбувальна, обклеювальна, конструктивна) (рис. 5).

Для підвищення надійності влаштування гідроізоляції підвалу за техніко-економічними обґрунтуваннями були прийнято для кожної огорожувальної конструкції своє рішення.



Рис. 5. Вузол влаштування гідроізоляції огорожувальних конструкцій підвалу

В даному проєкті використано бетон класом В20, рухливістю бетонної суміші П4 та підвищеним класом водонепроникності W8. Для підвищення гідроізоляційних властивостей бетону введено добавки. Це призводить до підвищення вартості товарного бетону з 3078 грн/м³ до 3869 грн/м³ (збільшення на 26 %), а при перерахунку на метр квадратний конструкції стіни підвалу даного об'єкту відбувається збільшення з 1077 грн/м² до 1354 грн/м². В обох випадках вартість бетонних робіт залишається незмінною.

Неможливість заливки бетоном усією конструкції одночасно призводить до утворення слабких місць з точки зору гідроізоляції конструкції на стиках («холодних швах»). У даному випадку це відбувається на вертикальних арматурних випусках стрічкового фундаменту та арматурного каркасу в інвентарній опалубці стіни будівлі. Для запобігання просочування води через стики в місці сполучення змонтовано бентонітовий шнур прямокутного перерізу. Він фіксувався металевою сіткою, щоб при заливці бетону не мав змогу зміститись (рис. 4). При експлуатації бентонітовий шнур в середині конструкції при контакті з водою збільшується в розмірі і повністю герметизує шов.

При гідроізоляції особливу увагу привертають порушенню цілісності огорожувальної конструкції, що може виникнути при влаштуванні монтажного отвору в бетоні. Ці отвори утворюються при будівництві монолітної стіни підвалу, а саме при монтуванні опалубки з встановленням стяжних пристроїв. При демонтажі опалубки стяжні стрижні виймають, залишаючи отвори. Ці отвори заповнюються бентонітовим шнуром круглого перерізу та зачеканюються з обох сторін безусадковою сумішшю (тиксотропна безусадкова ремонтна суміш TEKNO Teknorep 300).

Далі забезпечується захист залізобетонних конструкцій від проникнення води та її шкідливої дії через покривну гідроізоляцію [15]. Для цього у середовище будівельних гідроізоляційних матеріалів існує багато типів гідроізоляцій: фарбувальна, штукатурна, обклеювальна, просочувальна, проникна, ін'єкційна, засипна та монтувальна.

Приклади вартісної оцінки застосованих матеріалів у різних типах гідроізоляції наведено у табл. 1.

Відповідно до економічних показників (табл. 1) на дослідному об'єкті для стін та фундаментів обрано фарбувальний тип гідроізоляції. Для підлоги використали обклеювальний тип.

В нашому прикладі будівництва для стрічкового фундаменту та стін підвалу було прийнято фарбувальну гідроізоляцію. Згідно з термінологією ДСТУ 9253:2003 фарбувальна гідроізоляція – це гідроізоляційний шар який створений нанесенням на поверхню кількох шарів спеціальних матеріалів завтовшки від 2 мм до 5 мм. У нашому варіанті взято фундаментну бітумно-каучукову мастику [16]. Мастика наносилась у два шари по бітумному праймеру (рис. 5). Для гідроізоляції підшови стрічкового фундаменту гідроізоляційну мастику наносили по бетонній підготовці з подальшим обгортанням фундаментної стрічки.

Для гідроізоляції залізобетонної плити «чорнової» підлоги підвалу застосовували обклеювальний тип. Гідроізоляція виконувалась суцільним водонепроникним килимом у два шари (загальна товщина 8 мм) наплавленням по ґрунтованій поверхні. Використовували бітумно-полімерний матеріал Уніфлекс ЕПП 4,1, що наплавлявся у два шари з виходом на горизонтальну поверхню стрічкового фундаменту з заворотом на зовнішню стіну підвалу.

Для облаштування мікроклімату підвалу та збільшення енергоефективності підвального приміщення приймався плитний високоефективний теплоізоляційний

Таблиця 1

Порівняння вартості типів гідроізоляції різних матеріалів

Тип гідроізоляції	Матеріали	Од. вимір	Кількість	Ціна, грн	Всього, грн
Фарбувальна	Праймер бітумний	кг	0,25	113,69	28,42
	Мастика бітумна фундаментна	кг	3,50	52,45	183,58
Разом					212,00
Штукатурна	Гідроізоляційна суміш Ceresit полімерцементна CR 65	кг	4,00	97,29	389,16
Разом					389,16
Обклеювальна	Праймер бітумний	кг	0,25	113,69	28,42
	Уніфлекс ЕПП в 2 шара	м ²	2,3	113,69	261,48
Разом					289,90
Монтувальна	ПВХ мембрана Danopol HS 1,5мм	м ²	1,15	351,81	404,59
Разом					404,59

матеріал з екструзійного пінополістиролу Carbon Eco Fas, товщиною 50 мм. Для стіни ззовні приймали утеплювач товщиною 50 мм, на підлогу укладався утеплювач в два шари загальною товщиною в 100 мм (рис. 5).

Для влаштування повітрообміну приймалась припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла взимку та холоду влітку.

Висновки. Важливим елементом у проектуванні та будівництві підвальних, підземних частин будівель й фундаментів є гідроізоляція. Вдала проведена гідроізоляція дозволяє захистити внутрішні приміщення від вологи та утворення плісняви. Підчас експлуатації можливо підтримувати сприятливий мікроклімат підвальних приміщень, енергоефективність та уникнути високовартісних гідроізоляційних ремонтних робіт огорожувальних конструкцій підземних частин будівель та споруд.

Для підвищення гідроізоляційних властивостей бетону необхідно використовувати спеціальні добавки. За проведеними вартісними розрахунками матеріалів для стін та фундаментів обрано фарбувальний тип гідроізоляції, для підлоги застосовували обклеювальний тип. На стіни та фундаменти наносили фундаментну бітумно-каучукову мастику. Гідроізоляцію підлоги підвалу виконували бітумно-полімерним матеріалом Уніфлекс ЕПП 4,1.

Енергоефективність підвищується завдяки застосуванню екструзійного пінополістиролу за рахунок незначного водопоглинання (0,4 %) та теплопровідності ($\lambda = 0,035 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Swinton, M. C.; Kesik, T. J. Performance guidelines for basement envelope systems and materials: final research report. Canada, 2005. 194p. <https://doi.org/10.4224/20326459>
2. N. Sahal, E. Ozkan. Performance requirements and criteria for basement envelope systems and testing. World Building Congress, April 2001, Wellington, New Zealand
3. Search for:Swinton, M. C.; Search for:Kesik, T. J. (2008). Options in the selection of materials for basement construction. Construction Technology Update, no. 70. <https://doi.org/10.4224/40002807>

4. Paula Mendes, J. Grandão Lopes, J. de Brito, João Feiteira. (2015) Waterproofing of concrete foundations/ *Journal of Performance of Constructed Facilities* 28(2), 242–249. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000423/](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000423/)

5. Сергій Гошовський, Ірина Саніна, Наталія Люта. Ідентифікація і розмежування масивів підземних вод у басейні річки Дніпро, Україна. – Київ, 2018. 114 с.

6. Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги : ДСТУ Б В.2.6-145:2010. [Введено вперше (зі скасуванням СТ СЭВ 4420 та СніП 2.03.11-85 у частині другого розділу «Бетонные и железобетонные конструкции» за винятком пунктів 2.44, 2.47-2.61); чинний з 2011-07-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 36 с. – (Національний стандарт України).

7. Basements: Waterproofing. The Basement Information Centre, 2011. 50p.

8. Burak Dincel. Australian Waterproof Basement Construction Beyond British Standard BS8102-2022. *Waterproof basement construction* 2023017(5), 2023.

9. Настанова з проектування гідроізоляції підземних будівельних конструкцій : ДСТУ 9253:2023. [Введене вперше; чинний з 2024-05-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 15 с. (Національний стандарт України).

10. Гідроізоляція. Рішення сіка для бетонних підвалів. ТОВ «СІКА УКРАЇНА», 2016.

11. Бетони важкі. Технічні умови : ДСТУ 9208:2022. – [Введено вперше (зі скасуванням ДСТУ Б В.2.7-43-96); чинний з 2023-09-01]. Київ: ДП «НДІБК», 2023. 16 с. (Національний стандарт України).

12. Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ) : ДСТУ Б В.2.7-176:2008. [Введено вперше; чинний з 2011-06-01]. – Київ : ДП НДІБВ, 2011. 27 с. (Національний стандарт України).

13. Додатки для бетонів і будівельних розчинів. Частина 2. Додатки для бетонів. Визначення, вимоги, відповідність, маркування та етикетування (EN 934-2:2009+A1:2012, IDT) : ДСТУ EN 934-2:2019. [Введено вперше (зі скасуванням ДСТУ Б В.2.7-171:2008); чинний з 2010-04-01]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2025. 22 с. (Національний стандарт України).

14. Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-126:2011. [на заміну (ДСТУ-П Б 6.2.7-126:2006); чинний з 2011-06-01]. Київ : ДП Укрархбудінформ, 2011. 37 с. (Національний стандарт України).

15. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-101-2000 (ГОСТ 30547-97). [Введено вперше (зі скасуванням ГОСТ 4.203-79, ГОСТ 2551-75, ГОСТ 23835-79, ГОСТ 2662785); чинний з 2000-07-01]. Київ : ВНДІбудполімер, 2000. 17с. (Національний стандарт України).

16. Будівельні матеріали. Мاستики покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-108-2001 (ГОСТ 30693-2000). [Введено вперше (зі скасуванням ГОСТ 4.222-83, ГОСТ 25591-83); чинний з 2002-01-01]. Київ : ДП Укрархбудінформ, 2002. 12 с. (Національний стандарт України).

REFERENCES:

1. Swinton, M. C., & Kesik, T. J. (2005). *Performance guidelines for basement envelope systems and materials: Final research report* (194 pages). Canada. <https://doi.org/10.4224/20326459>

2. Sahal, N., & Ozkan, E. (2001, April). *Performance requirements and criteria for basement envelope systems and testing*. Paper presented at World Building Congress, Wellington, New Zealand.

3. Swinton, M. C., & Kesik, T. J. (2008). *Options in the selection of materials for basement construction* (Construction Technology Update No. 70). <https://doi.org/10.4224/40002807>
 4. Mendes, P., Grandão Lopes, J., de Brito, J., & Feiteira, J. (2015). Waterproofing of concrete foundations. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 28(2), 242–249. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000423](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000423)
 5. Hoshovskyi, S., Sanina, I., & Liuta, N. (2018). *Identyfikatsiia i rozmezhuvannia masyviv pidzemnykh vod u baseini richky Dnipro, Ukraina*. Kyiv.
 6. (2010). *Konstruksii budynkiv i sporud. Zakhyst betonnykh i zalizobetonnykh konstruksii vid korozii. Zahalni tekhnichni vymohy: DSTU B V.2.6-145:2010* [Introduced for the first time (canceling ST SEV 4420 and SNiP 2.03.11-85 in part)]. Kyiv : Minregionbud Ukrainy.
 7. Basements: Waterproofing. – The Basement Information Centre, 2011. – 50p.
 8. Burak Dincel. Australian Waterproof Basement Construction Beyond British Standard BS8102-2022. *Waterproof basement construction 2023017(5)*, 2023.
 9. (2024). *Nastanova z proiektuvannia hidroizoliatsii pidzemnykh budivelnykh konstruksii: DSTU 9253:2023* [Introduced for the first time; valid from 2024-05-01]. Kyiv : DP “UkrNDNTs”.
 10. (2016). *Hidroizoliatsiia. Rishennia Sika dlia betonnykh pidvaliv*. Kyiv : TOV “Sika Ukraina”.
 11. (2023). *Betony vazhki. Tekhnichni umovy: DSTU 9208:2022* [Introduced for the first time; valid from 2023-09-01]. Kyiv : DP “NDIBK”.
 12. (2011). *Budivelni materialy. Sumishi betonni ta beton. Zahalni tekhnichni umovy (EN 206-1:2000, NEQ): DSTU B V.2.7-176:2008*. Kyiv : DP NDIBV.
 13. (2025). *Dobavky dlia betoniv i budivelnykh rozchyniv. Chastyna 2. Dobavky dlia betoniv. Vyznachennia, vymohy, vidpovidnist, markuvannia ta etyketuvannia (EN 934-2:2009+A1:2012, IDT): DSTU EN 934-2:2019* [Introduced for the first time; valid from 2010-04-01]. Kyiv : DP UkrNDNTs.
 14. (2011). *Budivelni materialy. Sumishi budivelni sukhi mofikovani. Zahalni tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-126:2011* [Replaces DSTU-P B 6.2.7-126:2006]. Kyiv : DP Ukrarkhbudininform.
 15. (2000). *Materialy ruloonni pokrivliani ta hidroizoliatsiini. Zahalni tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-101-2000 (GOST 30547-97)* [Introduced for the first time; valid from 2000-07-01]. Kyiv : VNDIbudpolimer.
 16. (2002). *Budivelni materialy. Mastiky pokrivliani ta hidroizoliatsiini. Zahalni tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-108-2001 (GOST 30693-2000)* [Introduced for the first time; valid from 2002-01-01]. Kyiv : DP Ukrarkhbudininform.
-