

# ГІДРОФОБІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЦИКЛІЧНОГО ГІДРОТЕРМІЧНОГО НАСИЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

*Гідрофобізація будівельних матеріалів є актуальним напрямком в контексті обробки будівельних матеріалів для покращення їх властивостей. Захист від вологи дозволяє значно покращувати експлуатаційні характеристики матеріалів, підвищувати їх довговічність, знижувати витрати на обслуговування та ремонт. Сучасні технології, устаткування і матеріали відкривають нові можливості для реалізації ефективної гідрофобізації, роблячи даний напрямок вдосконалення будівельних матеріалів невід'ємною частиною сучасного будівництва.*

*У статті розглядаються сучасні підходи до гідрофобізації будівельних виробів, що включають методи поверхневої та об'ємної гідрофобізації. Описано основні принципи та технологічні аспекти процесу гідрофобізації, які включають використання гідрофобізуючих агентів та методів їх імпрегнування. Наведено теоретичні обґрунтування та результати аналізу літературних джерел, присвячених цій тематиці. Висвітлено переваги та недоліки застосування різних технологій у будівельній практиці. Встановлено, що сучасні технології гідрофобізації не завжди можуть забезпечити необхідний рівень ефективності протікання процесу гідрофобної обробки будівельних виробів, а тому потребують вдосконалення. З огляду на це, визначено найбільш перспективний напрямок об'ємної гідрофобізації будівельних матеріалів, який передбачає імпрегнування гідрофобних складів в капілярно-пористі структури зразків із застосуванням вакууму та надлишкового тиску.*

*Запропоновано устаткування для циклічного гідротермічного насичення і його використання для гідрофобізації будівельних виробів. Особлива увага приділяється аналізу ефективності цього методу в порівнянні з традиційними методами гідрофобізації в контексті підвищення водостійкості та морозостійкості будівельних матеріалів. Виконано опис роботи обладнання, що полягає у просоченні будівельних виробів шляхом імпульсної зміни величини тиску гідрофобізатора із заданими температурою, величиною тиску, частотою повторень імпульсів тиску.*

**Ключові слова:** гідрофобізація, будівельні матеріали, будівельні конструкції, бетон, ніздрюваті бетони, газобетон, пінобетон, цегла, капілярно-пористе тіло, імпрегнування, насичення, водонепроникність, вологозахист.

## Вступ

Гідрофобізація будівельних матеріалів є важливим напрямком у сучасному будівництві та матеріалознавстві, адже волога є одним з головних чинників, що викликають руйнування будівельних конструкцій та виробів. Прикладами негативного впливу в результаті проникнення води в будівельні конструкції можуть бути: корозія арматури в залізобетоні, руйнування цегляної кладки та каменю через цикли замерзання і відтавання, втрати механічної міцності матеріалів внаслідок появи тріщин тощо. Ці обставини зумовлюють доцільність вдосконалення технології гідрофобізації для запобігання проникненню вологи та, як наслідок, підвищенню довговічності будівельних виробів.

## Мета дослідження

Метою даного дослідження є підвищення ефективності гідрофобізації будівельних конструкцій, а також встановлення можливості використання запропонованого обладнання для циклічного гідротермічного насичення будівельних виробів для реалізації процесу гідрофобізації.

## Аналіз останніх досліджень

В наукових публікаціях широко обговорюються різні методи гідрофобізації, зокрема, поверхнева обробка та об'ємне просочення. Поверхнева гідрофобізація реалізується завдяки нанесенню захисних покриттів на поверхню виробів. Це може відбуватися шляхом фарбування, втирання або розпилення спеціальних рідин на поверхню матеріалу, що піддається обробці [1, 2]. Технології об'ємного просочення включають імпрегнування виробів гідрофобізуючими складами шляхом дифузійної обробки; способом вимочування; занурення виробів у гідрофобні рідини з почерговим застосуванням розрідження та атмосферного тиску; автоклавну обробку із застосуванням вакууму та надлишкового тиску; сушіння та просочення виробів під тиском; способом ін'єктування, що здійснюється виконанням отворів з подальшим нагнітанням гідрофобних рідин в середину будівельних матеріалів [1, 3-9].

Способи об'ємної гідрофобізації мають більшу ефективність у порівнянні з поверхневою завдяки глибшому проникненню гідрофобізуючої рідини в капілярно-пористу структуру будівельного матеріалу.

Відомі способи гідрофобізації пористих матеріалів шляхом їх обробки аерованим потоком модифікатору [10], а також радіаційно-хімічної гідрофобізації цементного каменю, що включає поверхневе просочення з подальшим опромінювання для здійснення полімеризації [11]. Існують способи та устаткування для ін'єкційного насичення бетону та залізобетону, зокрема, гідрофобними

добавками [7, 12]. Крім того, відомий спосіб обробки деревини просочуючою рідиною, що включає сушіння деревини, нагрівання та нагнітання просочувальної рідини під тиском з подальшим охолодженням матеріалів [13].

Аналіз сучасних технологій та устаткування для гідрофобізації будівельних матеріалів показує, що традиційні методи та пристрої не завжди можуть забезпечити необхідний ступінь захисту капілярно-пористих будівельних матеріалів від вологи. З огляду на це, актуальним є дослідження нових підходів щодо збільшення ефективного виготовлення якісної продукції в даній галузі.

### Результати дослідження

Відомо, що гідрофобізація – це різке зниження здатності виробів і матеріалів змочуватися водою і водними розчинами при збереженні паро- та повітропроникності .

Гідрофобність матеріалу визначається значенням крайового кута змочування водою: чим більший цей показник, тим краща гідрофобність покриття. Дослідження показали, що якщо крайовий кут змочування водою становить до  $90^\circ$ , то покриття є змочуваним, а якщо більше  $90^\circ$  — незмочуваним [2, 4, 14]. Схематичне зображення взаємодії поверхні тіла з водою представлено на рис. 1.

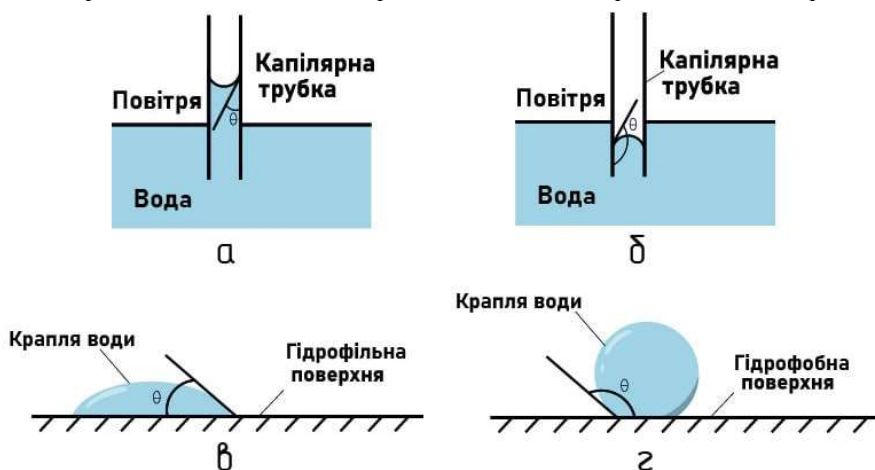


Рисунок 1 – Взаємодія води з поверхнею матеріалу:  
а, в – гідрофільний матеріал; б, г – гідрофобний матеріал

Для просочення використовують різні за своїм складом рідини, які називають гідрофобізаторами або гідрофобізуючими агентами. На практиці використовують силоксани, силани або фторвмісні полімери, проникають у пори бетону і утворюють на їхніх стінках гідрофобний шар. Роботи [15, 17-22] показують, що використання кремній-органічних сполук дозволяє створити ефективний гідрофобний захист для різних будівельних матеріалів, наприклад, використання гідрофобного покриття бетонних зразків ГКЖ-94 [15] сприяло багаторазовому зменшенню деформацій зразків при заморожуванні. В роботах [18, 21] розглянуто можливість використання полімерних сполук для надання гідрофобних та міцнісних властивостей.

У гідрофобізованих матеріалах знижене водопоглинання призводить до меншого ризику утворення тріщин, які виникають через гідратацію та висихання бетону. Зменшується об'ємна деформація бетону, що сприяє збереженню цілісності конструкції. Запобігання насиченню капілярно-пористих структур, наприклад, в гідрофобізованих бетонах сприяє підвищенню їх морозостійкості. Порівняння водовідштовхувальних властивостей газобетону необробленого та обробленого шляхом просочення гідрофобізатором на основі парафіну представлено на рис. 2.

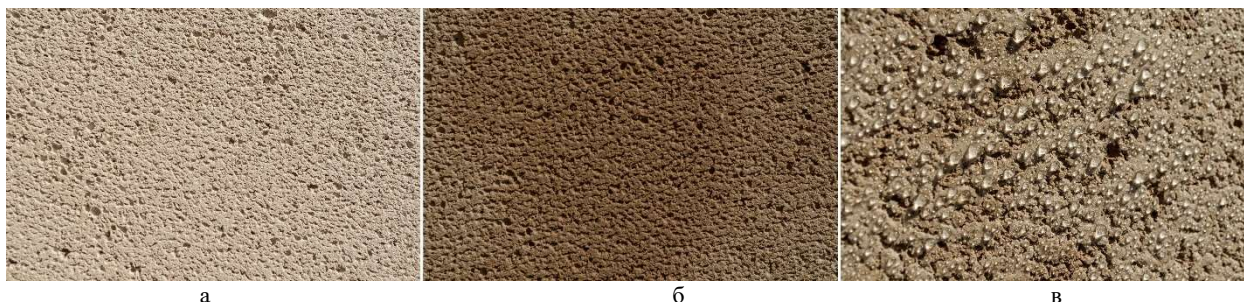


Рисунок 2 – Взаємодія води з поверхнею стінової конструкції з газобетону: а – конструкція в сухому стані; б – необроблена конструкція зволожена водою; в – гідрофобізована конструкція

Ефективність об'ємної гідрофобізації безпосередньо залежить від процесів проникнення гідрофобізуючих агентів в структуру матеріалів, які піддаються імпрегнуванню. Проникнення рідин в капілярно-пористі структури залежить від розмірів та структури капілярів та пор, початкової змочуваності матеріалу, кількості повітря, затиснутого в порах, властивостей просочувальної рідини, таких як в'язкість, густина, температура, тиску нагнітання тощо [16].

Ряд досліджень показав, що триваліша та інтенсивніша обробка гідрофобізуючими складами здатна збільшити глибину захисного шару. Збільшити інтенсивність та якість гідрофобізації можливо завдяки використанню запропонованого устаткування для циклічного гідротермічного насичення будівельних виробів [25], конструкцію якого представлено на рис. 3.

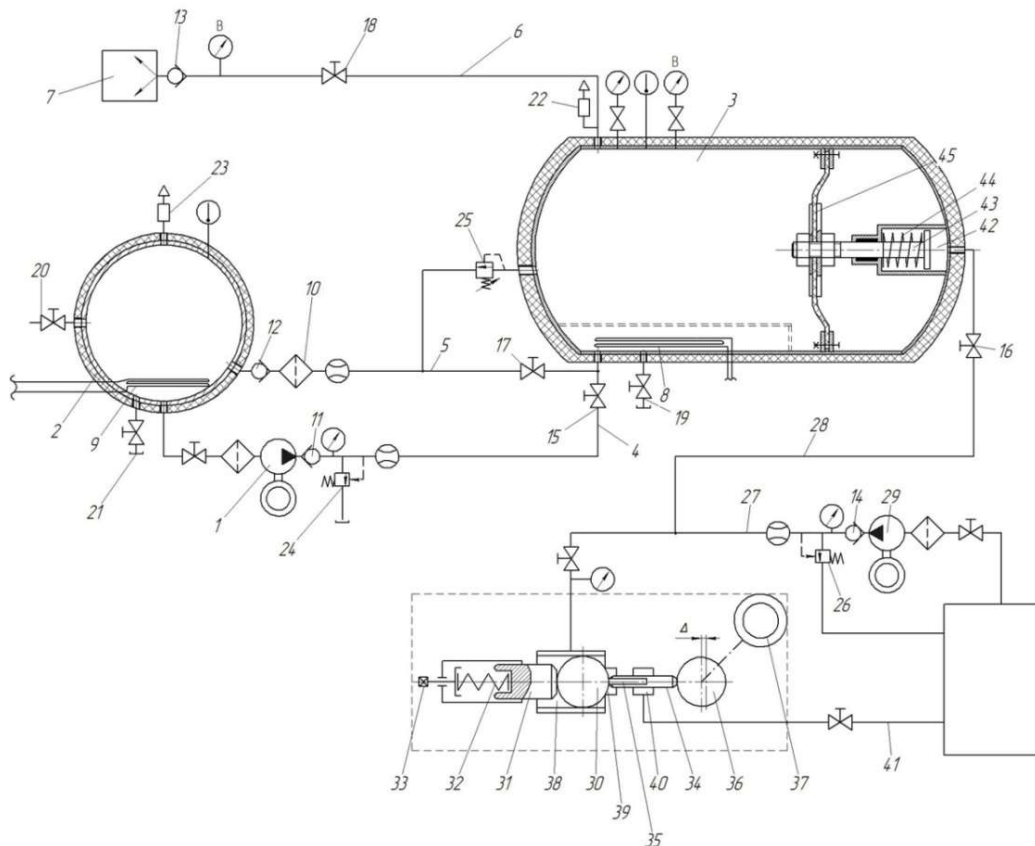


Рисунок 3 – Устаткування для циклічного гідротермічного насичення будівельних матеріалів: 1, 29 – рідинні насоси; 2 – маневрова камера; 3 – просочувальна камера; 4 – напірний трубопровід; 5 – зливний трубопровід; 6 – вакуумна лінія; 7 – вакуум-насос; 8, 9 – трубчасті електричні нагрівачі; 10 – фільтр; 11, 12, 13, 14 – зворотні клапани; 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 – засувки; 22, 23 – дихальні клапани; 24, 25, 26 – запобіжні клапани; 27 – напірна магістраль; 28 – гідролінія; 29 – кульковий запірний елемент; 31 – плунжер; 32, 44 – пружини; 33 – регульовальний гвинт; 34 – штовхач; 35 – поздовжні лиски; 36 – ексцентрик; 37 – двигун; 38 – надклапанна порожнина; 39 – підклапанна порожнина; 40 – кільцева розточка; 41 – зливна магістраль гідралічного розподільвача; 42 – робоча порожнина; 43 – шток; 45 – мембрана

Пристрій працює наступним чином. Після завантаження будівельних виробів, які підлягають насиченню, до просочувальної камери 3 вмикається рідинний насос 1, який через систему напірного трубопроводу 4 заповнює просочувальну камеру 3 просочувальною рідиною із маневрової камери 2. У процесі заповнення просочувальної камери 3, повітря що залишилось у ній видаляється через перший дихальний клапан 22. Рідинний насос 1, що повністю заповнив просочувальну камеру 3, створює у ній проектний тиск, після чого відключається. Одночасно з цим відкривається друга засувка 16 і закривається перша засувка 15. Далі вмикається другий рідинний насос 29, що подає робочу рідину із напірної магістралі 27 через гідролінію 28 в робочу порожнину 42. Під дією тиску робочої рідини в робочій порожнині 42, шток 43 здійснює переміщення, стискаючи пружину 44 і передаючи зусилля на мембрану 45. Переміщення мембрани 45 зумовлює зменшення об'єму просочувальної камери 3, що тягне за собою зростання тиску в ній до проектної величини. При увімкненні двигуна 37, штовхач 34, під дією ексцентрика 36, переміщує кульковий запірний елемент 30 від установочного сідла, перекриваючи зв'язок надклапанної порожнини 38 з робочою порожниною 42. В результаті цього робоча порожнина 42 через гідролінію 28, сполучається зі зливною магістраллю гідралічного розподільвача 41. Тиск в робочій порожнині 42 падає, шток 43 і мембрана 45 під дією пружини 44 різко переміщуються, витісняючи робочу рідину із робочої порожнини 42 у зливну магістраль гідралічного розподільвача 41. Переміщення мембрани 45 у зворотній бік спричинює

збільшення об'єму і падіння тиску в просочувальній камері 3. Після цього, плунжер 31 під дією зусилля притискання пружини 32, налаштованої регулювальним гвинтом 33, притискає кульковий запірний елемент 30 до установочного сидла, відсікаючи робочу порожнину 42 від зливної магістралі гідралічного розподільвача 41. Далі цикл повторюється в автоматичному режимі до закінчення процесу насичення будівельних виробів. Регулювання частоти обертів двигуна 37 дає змогу отримати імпульси тиску в просочувальній камері 3 з проектною частотою. Робота гідралічного розподільвача виконує імпульсний режим зміни тиску в просочувальній камері 3, який викликає перепад тиску, що зумовлює рух просочувальної рідини, наприклад, гідрофобізатора в капілярно-пористій структурі будівельних виробів. В процесі насичення будівельних виробів терморегулятор із першим трубчастим електричним нагрівачем 8 підтримує задану температуру просочувальної рідини в просочувальній камері 3. При перевищенні проектних величин тиску. Після завершення процесу насичення виробів рідинний насос 29 і двигун 37 вимикаються. Далі відкривається третя засувка 17 і залишок просочувальної рідини по зливному трубопроводу 5 перетікає до маневрової камери 2, де змішується із підготовленою просочувальною рідиною. В процесі змішування залишку просочувальної рідини з підготовленою просочувальною рідиною залишок повітря в маневровій камері 2 видаляється через другий дихальний клапан 23, а задана температура просочувальної рідини підтримується другим трубчастим електричним нагрівачем 9. Після повного зливу залишкової кількості просочувальної рідини, третя засувка 17 перекривається одночасно з відкриттям четвертої засувки 18. Далі в роботу вмикається вакуум-насос 7, що виконує вакуумування просочувальної камери 3 через вакуумну лінію 6 і третій зворотній клапан 13. Після завершення процесу вакуумування, вакуум-насос 7 відключається. Далі проводиться розгерметизація та видалення оброблених будівельних матеріалів із просочувальної камери 3.

Таким чином, застосування розглянутого обладнання для об'ємної гідрофобізації будівельних матеріалів (наприклад, бетонів, залізобетонів, піно- та газобетонів, будівельної цегли, деревини) дозволяє збільшити інтенсивність перебігу гідрофобізації, а також глибину та однорідність просочення пористих структур матеріалів гідрофобними рідинами, що сприяє підвищенню якості оброблених матеріалів.

### Висновки

Устаткування для циклічного гідротермічного насичення відрізняється високою якістю виконання технологічного процесу. Використання запропонованого обладнання дозволяє підвищити ефективність гідрофобізації за рахунок інтенсифікації обробки будівельних матеріалів. Циклічне насичення, яке передбачає застосування імпульсного режиму зміни тиску, забезпечує збільшення глибини проникнення гідрофобізуючих складів в товщу виробу, що позитивно впливає на якість оброблених будівельних виробів. Можливість встановлення проектних величин тиску та частоти повторення імпульсів дозволяє застосовувати різноманітні гідрофобізатори для обробки матеріалів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Meier S. J., Wittmann F. H. Water Repellent Surface Impregnation of Concrete: Guidelines and Recommendations. Basic Research on Concrete and Applications. Proceedings of an ASME International Workshop. 2011. P.49-66.
2. Караваев Т. А. Гідрофобність покриттів з водно-дисперсійних фарб та способи її підвищення. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2014. № 2. С. 106-112. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchdtu\\_2014\\_2\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchdtu_2014_2_22)
3. Ілів В. В., Брайченко С. П., Гоголь М. М., Терлюжак Я. М. Шляхи підвищення ефективності будівельних матеріалів гідрофобізацією. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2020. Вип. 79. С. 85-91. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba\\_2020\\_79\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2020_79_12)
4. Трофимова І. А. Аналітичний огляд досліджень фізико-механічних властивостей бетонів з об'ємною гідрофобізацією. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2017. № 4. С. 77-82.
5. Сердюк В. Р., Лемешев М. С. Об'ємна гідрофобізація важких бетонів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2009. № 2. С. 40-43.
6. Hydrophobic impregnation of concrete structures: Effects on concrete properties: PhD Thesis. KTH. School of Architecture and the Built Environment, Civil and Architectural Engineering, Structural Design and Bridges. Stockholm. 2010. 45 p.
7. Щербина С.М., Гнип О. П., Мішин В. М., Броннік О. С., Шевчук Г. Я. Відновлення горизонтальної гідроізоляції стін будівель шляхом їх об'ємної гідрофобізації Науковий вісник НЛТУ України. 2009. № 2. С. 118-122.
8. Method for the protective treatment of mineral material structures, treatment composition intended for performing of the method and use thereof: U.S. Patent 5782961, issued July 21, 1998.
9. Method of eliminating moisture problems in concrete: U.S. Patent 5672384, issued September 30, 1997.
10. Спосіб гідрофобізації легких пористих заповнювачів: пат. 29741 Україна: МПК6 C04B14/18. № 97041631; заявл. 07.04.1997; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 6. 3 с.
11. Спосіб радіаційно-хімічної гідрофобізації цементного каменю: пат. 93328 Україна: МПК6 C04B 41/60, C04B 103/65. № u200811716; заявл. 15.03.2010; опубл. 25.01.2011, бюл. № 2. 3 с.
12. Ін'єктор: пат. 39424 Україна: МПК6 E02D 3/12. № a201002963; заявл. 01.10.2008; опубл. 25.02.2009, бюл. № 4. 2 с.

13. Спосіб обробки деревини просочуючою рідиною: пат. 31929 Україна: МПК6 B27K 3/00. № u200714523; заявл. 24.12.2007; опубл. 25.04.2008, бюл. № 8. 2 с.
14. Sohawon H. Service life extension of reinforced concrete structures using hydrophobic impregnation: Doctoral dissertation. Cape Town. 2018. 208 p.
15. Колесник Д. Ю., Сиченко В. Г., Коваль П. М. Аналіз проблеми корозії цементобетону в атмосферних умовах і роль води у цьому процесі. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2006. Вип. 13. С. 141-160. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt\\_2006\\_13\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt_2006_13_35)
16. Коц І. В., Горюн О. О. Математичне моделювання процесів насичення бетонних зразків під дією гідроімпульсного навантаження. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2019. № 2. С. 123-129.
17. Возний С. П. Аналіз впливу гідрофобних добавок на міцність дорожнього цементобетону. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Нац. трансп. ун-т. 2017. Вип. 99. С. 39-48.
18. Ілів В. В., Ілів Я. В. Підвищення міцності стінових будівельних матеріалів після просочення гідроізолюючими рідинами. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2018. № 904. С.10-16.
19. Мазурак Т. Гідрофобні бетони з покращеними показниками міцності, водонепроникності та морозостійкості / Т. Мазурак. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2014. № 15. С. 94-100. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau\\_2014\\_15\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau_2014_15_18)
20. Дорошенко О. Ю., Дорошенко Ю. М. Ефективні добавки-модифікатори для бетонів при будівництві транспортних споруд. Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. 2016. Вип. 28. С. 13-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut\\_tsit\\_2016\\_28\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2016_28_4).
21. Горюн О. О. Аналітичне дослідження стану існуючих асфальто- та цементобетонних аеродромних покриттів. Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. 2019. № 1. С. 38-42.
22. Волошина Т. М. Автоклавний газобетон зі зниженим водопоглинанням. Будівельні матеріали та виробы. 2013. № 2. С. 10-11
23. Лобанов О. Ю., Свідерський В. А. Експлуатаційні властивості газобетону з модифікованою поверхнею. Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". 2013. № 3. С. 123-126. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI\\_2013\\_3\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2013_3_23)
24. Лаповська С. Д. Автоклавний газобетон з покращеними експлуатаційними властивостями: дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.05 / Держ. підприємство "Укр. наук.-дослід. і проєкт.-конструкт. ін-т буд. матеріалів та виробів" ("НДІБМВ"). Київ, 2012. 387 с.
25. Устаткування для циклічного гідротермічного насичення будівельних виробів: пат. 145860 Україна, МПК6 C04B 41/45. № u2020 04696; заявл. 24.07.2020 ; опубл. 06.01.2021, бюл. № 1. 6 с.

## REFERENCES

1. Meier S. J., Wittmann F. H. Water Repellent Surface Impregnation of Concrete: Guidelines and Recommendations. Basic Research on Concrete and Applications. Proceedings of an ASMES International Workshop. 2011. P.49-66.
2. Karavaev T. A. Hydrophobicity of coatings from water-dispersion paints and ways to increase it. Bulletin of the Cherkasy State Technological University. 2014. No. 2. P. 106-112. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchdtu\\_2014\\_2\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchdtu_2014_2_22)
3. Iliv V.V., Braychenko S.P., Gogol M.M., Terlyuzhak Y.M. Ways of increasing the efficiency of building materials by hydrophobization. Bulletin of the Odessa State Academy of Construction and Architecture. 2020. Issue 79. P. 85-91. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba\\_2020\\_79\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2020_79_12)
4. Trofymova I. A. Analytical review of studies of physical and mechanical properties of concretes with volumetric hydrophobization. Bulletin of the Dnipro State Academy of Construction and Architecture. 2017. No. 4. P. 77-82.
5. Serdyuk V. R., Lemeshev M. S. Bulk hydrophobization of heavy concrete. Modern technologies, materials and structures in construction. 2009. No. 2. P. 40-43.
6. Hydrophobic impregnation of concrete structures: Effects on concrete properties: PhD Thesis. KTH. School of Architecture and the Built Environment, Civil and Architectural Engineering, Structural Design and Bridges. Stockholm. 2010. 45 p.
7. Shcherbina S.M., Hnyp O.P., Mishin V.M., Bronnik O.S., Shevchuk G.Ya. Restoration of horizontal waterproofing of building walls by means of their volumetric hydrophobization. Scientific Bulletin of National Technical University of Ukraine. 2009. No. 2. P. 118-122.
8. Method for the protective treatment of mineral material structures, treatment composition intended for performing of the method and use thereof: U.S. Patent 5782961, issued July 21, 1998.
9. Method of eliminating moisture problems in housing: U.S. Patent 5672384, issued September 30, 1997.
10. The method of hydrophobization of light porous aggregates: pat. 29741 Ukraine: IPC6 C04B14/18. No. 97041631; statement 04/07/1997; published 11/15/2000, Bull. No. 6. 3 p.
11. The method of hydrophobization of light porous aggregates: pat. 29741 Ukraine: IPC6 C04B14/18. No. 97041631; statement 04/07/1997; published 11/15/2000, Bull. No. 6. 3 p.
12. The method of radiation-chemical hydrophobization of cement stone: pat. 93328 Ukraine: IPC6 C04B 41/60, C04B 103/65. No. u200811716; statement 15.03.2010; published 25.01.2011, Bull. No. 2. 3 p.
13. Injector: pat. 39424 Ukraine: IPC6 E02D 3/12. No. a201002963; statement 01.10.2008; published 25.02.2009, Bull. No. 4. 2 p.
14. The method of treating wood with an impregnating liquid: pat. 31929 Ukraine: МПК6 B27K 3/00. No. u200714523; statement 24.12.2007; published 25.04.2008, Bull. No. 8. 2 p.
15. Sohawon H. Service life extension of reinforced concrete structures using hydrophobic impregnation: Doctoral dissertation. Cape Town. 2018. 208 p.
16. Kolesnyk D. Yu., Sychenko V. G., Koval P. M. Analysis of the problem of corrosion of cement concrete in atmospheric conditions and the role of water in this process. Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. 2006. Issue 13. P. 141-160. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt\\_2006\\_13\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt_2006_13_35)
17. Kots I. V., Horyun O. O. Mathematical modeling of the processes of saturation of concrete samples under the action of hydropulse loading. Modern technologies, materials and structures in construction. 2019. No. 2. P. 123-129.
18. Vozny S.P. Analysis of the effect of hydrophobic additives on the strength of road cement concrete. Roads and road construction. National transp. Univ. 2017. Issue 99. P. 39-48.

19. Iliv V.V., Iliv Ya.V. Increasing the strength of wall building materials after impregnation with waterproofing liquids. Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. 2018. No. 904. P.10-16.
20. Mazurak T. Hydrophobic concretes with improved indicators of strength, waterproofness and frost resistance / T. Mazurak. Bulletin of the Lviv National Agrarian University. 2014. No. 15. P. 94-100. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau\\_2014\\_15\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau_2014_15_18)
21. Doroshenko O. Yu., Doroshenko Yu. M. Effective additives-modifiers for concrete in the construction of transport facilities. Collection of scientific works of the State Economic and Technological University of Transport. 2016. Issue 28. P. 13-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut\\_tsit\\_2016\\_28\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2016_28_4).
22. Horyun O. O. Analytical study of the state of existing asphalt and cement concrete airfield coatings. Modern technologies, materials and structures in construction. 2019. No. 1. P. 38-42.
23. Voloshina T. M. Autoclaved aerated concrete with reduced water absorption. Building materials and products. 2013. No. 2. P. 10-11
24. Lobanov O. Yu., Svidersky V. A. Performance properties of aerated concrete with a modified surface. Scientific news of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". 2013. No. 3. P. 123-126. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI\\_2013\\_3\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2013_3_23)
25. Lapovska S. D. Autoclaved aerated concrete with improved operational properties: dissertation. ... Dr. Tech. Sciences: 05.23.05 / Govt. the enterprise "Ukrainian Scientific Research and Project-Construction Institute of Building Materials and Products" ("NDIBMV"). Kyiv, 2012. 387 p.
26. Equipment for cyclic hydrothermal saturation of construction products: pat. 145860 Ukraine, ІРК6 С04В 41/45. No. u2020 04696; statement 24.07.2020; published 06.01.2021, Bull. No. 1. 6 p.

**Горюн Олег Олегович** – асистент кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, Україна, м. Вінниця, email: [oleggoriun@vntu.edu.ua](mailto:oleggoriun@vntu.edu.ua), ORCID: 0000-0001-5678-835X.

**O. Horyun**

## HYDROPHOBIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTS USING EQUIPMENT FOR CYCLIC HYDROTHERMAL SATURATION

Vinnitsia National Technical University

*Hydrophobization of construction materials is a relevant area in the context of processing construction materials to improve their properties. Moisture protection significantly enhances the performance characteristics of materials, increases their durability, and reduces maintenance and repair costs. Modern technologies, equipment, and materials open up new opportunities for effective hydrophobization, making this area of construction material improvement an integral part of modern construction.*

*The article discusses current approaches to hydrophobization of construction products, including methods of surface and volumetric hydrophobization. The main principles and technological aspects of the hydrophobization process, which include the use of hydrophobizing agents and methods of their impregnation, are described. Theoretical foundations and analysis results of literary sources dedicated to this topic are presented. The advantages and disadvantages of applying different technologies in construction practice are highlighted. It is established that modern hydrophobization technologies do not always ensure the necessary level of efficiency in the hydrophobic treatment of construction products, thus requiring improvement. In view of this, the most promising direction is identified as volumetric hydrophobization of construction materials, which involves the impregnation of hydrophobic compositions into the capillary-porous structures of samples using vacuum and excess pressure.*

*Equipment for cyclic hydrothermal saturation and its use for hydrophobization of construction products is proposed. Special attention is given to the analysis of the effectiveness of this method compared to traditional hydrophobization methods in the context of improving water resistance and frost resistance of construction materials. A description of the equipment's operation, which involves impregnating construction products through pulsed changes in the pressure of the hydrophobizer with specified temperature, pressure magnitude, and pulse repetition frequency, is provided.*

**Keywords:** hydrophobization, construction materials, construction structures, concrete, cellular concretes, aerated concrete, foam concrete, brick, capillary-porous body, impregnation, saturation, water resistance, moisture protection.

**Horyun Oleh** – Assistant of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnitsia National Technical University, Ukraine, Vinnitsia, email: [oleggoriun@vntu.edu.ua](mailto:oleggoriun@vntu.edu.ua), ORCID: 0000-0001-5678-835X.