

К.А. Тимофеева, аспірант

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

СПОСІБ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ШТУЧНИХ ВОДОЙМ

Запропоновано новий спосіб гідроізоляції штучних водойм, який значно економічний, надійний, екологічний та високоефективний порівняно з існуючими способами.

Ключові слова: *грунтоцемент, гідроізоляція, штучні водойми.*

Е.А. Тимофеева, аспірант

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

СПОСОБ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Предложен новый способ гидроизоляции искусственных водоемов, который более экономичный, надежный, экологический и высокоэффективный в сравнении с существующими способами.

Ключевые слова: *грунтоцемент, гидроизоляция, искусственные водоемы.*

К.А. Timofeeva, post-graduate

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THE WATERPROOFING METHOD OF ARTIFICIAL BASIN

The new proposed waterproofing method of artificial basin, which is more economical, reliable and of high in comparison with already known methods

Keywords: *soilcement, waterproofing, artificial basins.*

Вступ. Штучні водойми мають найрізноманітніше призначення: гідротехнічне, господарське та меліораційне. Окремим різновидом є промислові водойми, наприклад зрошувальні канали, відстійники, шламові амбари для токсичних відходів буріння й експлуатації нафтогазових свердловин, до створення яких має застосовуватися найбільш відповідальний підхід. Незалежно від призначення та будови штучної водойми однією з найважливіших умов її нормальної та довготривалої експлуатації є якісна та довговічна гідроізоляція.

Огляд останніх джерел досліджень і публікації. На сьогоднішній день вимоги до гідроізоляції дуже високі. Це і екологічність матеріалу, тривалий термін експлуатації, мінімальні фінансові затрати, стійкість до перепадів температур атмосферного повітря. Особливо підвищується рівень цих вимог стосовно промислових водойм, у яких просочування фільтрату в ґрунт може нести серйозну загрозу екологічного забруднення. У наш час усе більше підвищується рівень вимог до надійності та якості гідроізоляції водойм. Матеріали, що використовуються для цих цілей, повинні забезпечувати не тільки високий рівень гідроізоляції, але й максимальну довговічність, а також високу стійкість до впливу несприятливих факторів різного походження.

Досліджені способи гідроізоляції штучних водойм є дорогими та трудомісткими, а міцність і довговічність застосованих матеріалів потребують удосконалення.

Грунтоцемент – суміш ґрунту (суглинок або супісок), цементу та води. Грунтоцемент являє собою складну багатофазну систему, яка складається з ґрунту, що має полідисперсний і полімінеральний склад, та цементуючої речовини – цементу, який з’єднує частинки ґрунту в моноліт. Гель, котрий виділяється при гідролізі цементу, просочує ґрунт та заповнює його пори [1 – 5].

Дослідження грунтоцементу показують, що його міцність, як і бетону, зростає в часі, й такий процес може тривати роками. Найбільш швидко зростання міцності спостерігається в початковий період. Підвищення температури й вологості середовища значно прискорює процес тужавіння грунтоцементу. При зберіганні грунтоцементу у воді спостерігається більш інтенсивне зростання міцності [6]. Це свідчить про ефективність використання грунтоцементної гідроізоляції для водойм. Також приготування грунтоцементу на будівельному майданчику з використанням ґрунту з котловану значно здешевлює виготовлення гідроізоляції штучних водойм.

Грунтоцемент, на відміну від цементних бетонів, має значно більшу пористість. Якщо пористість бетонів складає декілька процентів, і пори утворюються в основному в застиглому цементному камені, то в грунтоцементі залишкова пористість може становить 20 – 30% і вище. Установлено, що в грунтоцементі переважають ультрамікропори. Крім того, внаслідок перемішування суміші й наступного гідролізу цементу при тужавінні виникає так звана закрита пористість, тобто пори грунтоцементу в більшості не зв’язані між собою. Усе це робить матеріал практично водонепроникним [3].

Характер пор, утворених у грунтоцементі, залежить від низки факторів, перш за все від щільності матеріалу та виду його твердіння (тепловолога обробка, нормальновологе зберігання), а також від виду застосованого цементу. Так більш високі показники водонепроникності можуть бути отримані при використанні пуцоланових портландцементів.

У таблиці 1 наведено дані водонепроникності грунтоцементу із суглиноків, що застосовуються для облицювальних плит зрошувальних каналів [1].

Таблиця 1. Дані водонепроникності грунтоцементу із суглиноків, що застосовуються для облицювальних плит зрошувальних каналів

Склад суміші, %			Середня щільність, г/см ³	Марка водонепроникності
ґрунт – лесовий суглинок	пісок середньо-зернистий	цемент		
64	36	18	1,84	В-2
100	-	16	1,8	В-4

Знаючи, що штучна водойма знаходиться на відкритому повітрі, при проектуванні гідроізоляції треба враховувати вплив перепаду температур атмосферного повітря, зокрема показники температури повітря, нижчі від

0° С. Тобто враховувати морозостійкість матеріалу, що використовується для гідроізоляції штучної водойми.

Морозостійкість – один з основних факторів, що визначають довговічність матеріалу. При повторних циклах заморожування і відтаювання кристалічні зв'язки можуть поступово руйнуватися під дією внутрішніх тисків. Ці руйнування є необоротними. Слід також відмітити, що кристалізація гелів низькоосновних гідросилікатів, яких більшість у складі новоутворень ґрунтоцементу, відбувається повільно (до 1 – 2 років), що також впливає на міцність кристалізаційних зв'язків. Разом з тим у ґрунтоцементі переважають мікро- та ультрамікропори, в яких вода знаходиться у зв'язаному та міцнозв'язаному стані й не замерзає навіть при дуже низьких температурах. Установлено, що твердіння цементу в ґрунтоцементі продовжується і при температурах – 8 – 10° С, цим пояснюється продовження твердіння в'язучого за рахунок незамороженої зв'язної води.

Проводилися випробування зразків ґрунтоцементу на морозостійкість із лесового суглинку та портландцементу М 400 за такою схемою. Усі зразки з дозуванням портландцементу 12, 15 та 18% (до маси висушеного ґрунту) витримали 50 циклів змінного заморожування. При більшому дозуванні цементу (15 і 18%) спостерігаються випадки значного збільшення $R_{ст}$. Зразки з 18% цементу, ущільнені під тиском 2 МПа, після 50 циклів заморожування мали границю міцності на стиск у водоносиченому стані 17,9 МПа, а до випробування на морозостійкість – 13,2 МПа. Зразки ґрунтоцементу з 30% піску (оптимальна ґрунтова суміш) демонструють найбільш високу міцність на стиск і найбільшу щільність. Границя міцності на стиск після пропарювання таких зразків становить 15,5 МПа, а після 50 циклів заморожування – 17,4 МПа. Коефіцієнт морозостійкості залежить від відсотка ґрунту та цементу в розчині. При вмісті 100% ґрунту і 18% цементу в розчині коефіцієнт морозостійкості коливається від 0,92 до 1,4, а при 100% ґрунту і 12% цементу цей коефіцієнт знаходиться в межах від 0,97 до 1,14.

Для поліпшення морозостійкості відомі випадки додавання нафти до ґрунтоцементного розчину. Значно впливають на морозостійкість ґрунтоцементу технологічні фактори: отримання однорідності замісу, ступінь ущільнення розчину, умови твердіння матеріалу. Необхідно відмітити, що морозостійкість ґрунтоцементу, який зберігається у нормально-вологодому і водному середовищі збільшується із часом та свого максимуму досягає у віці 1 – 2 років [1].

Багаторічними дослідженнями доведено доцільність використання ґрунтоцементу як гідроізолюючого матеріалу.

Матеріали для гідроізоляції водойм постійно вдосконалюються, з'являються нові види. Традиційним матеріалом є бетонування, використання плівкових та мембранних полімерних гідроізоляторів. Також для гідроізоляції застосовується рідка гума.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Сучасні найпоширеніші методи гідроізоляції штучних водойм мають такі недоліки:

1) бетонування – слабка стійкість матеріалу до різних видів корозії та перепаду температур, що потребує додаткового шару ізолюючого матеріалу, а це додаткові фінансові витрати, короткий термін служби;

2) плівкові покриття є чутливими до гострих предметів (каміння, коренів дерев), за рахунок цього вони не довговічні й потребують додаткового захисту, а це підвищені грошові затрати, неекологічність матеріалу;

3) рідка гума – мало досліджений і кошковий матеріал.

Перелічені методи гідроізоляції не задовольняють повною мірою вимог до матеріалу. У наш час матеріали повинні бути стійкими до механічних та хімічних пошкоджень, екологічними, економними, мати довготривалий термін експлуатації.

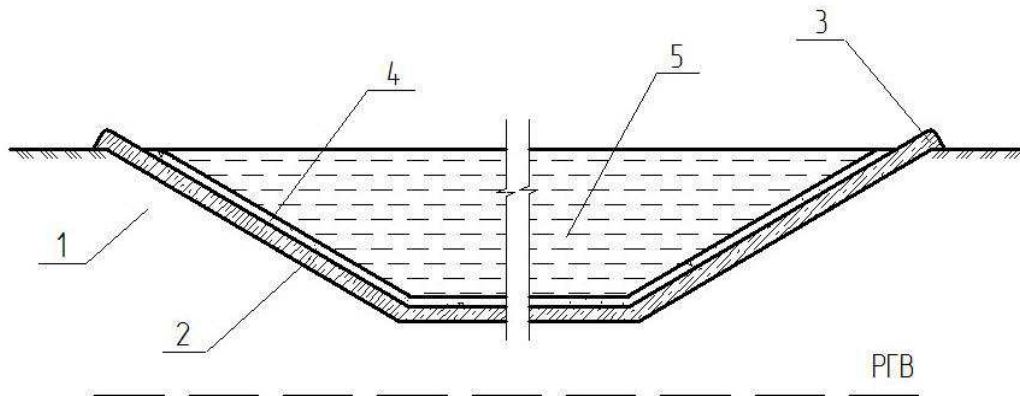
Метою наукового дослідження є забезпечення надійної, якісної, довговічної, стійкої до агресивних складових води, простої та недорогої гідроізоляції штучних водойм. Ця мета вирішується шляхом виконання гідроізоляції з ґрунтоцементу.

Основний матеріал і результати. На рис. 1 зображено схему побудови штучної водойми з гідроізоляцією з ґрунтоцементу, де 1 – ґрунт; 2 – гідроізолюючий екран із ґрунтоцементу; 3 – обвалювання; 4 – шар піску; 5 – вода; РГВ – рівень ґрунтових вод.

Будівництво водоймища починається зі зняття родючого шару ґрунту та складування його в тимчасові відвали; потім риття земляного котловану та складування ґрунту (суглинок або супісок) для подальшого його використання при приготуванні ґрунтоцементу; виконання гідроізоляції дна та стінок котловану з ґрунтоцементу. Ґрунтоцемент готується на будівельному майданчику в розчинозмішувачі й за допомогою розчинонасоса укладається рівномірним шаром товщиною не менше ніж 0,25 м. Шар ґрунтоцементу укривається зволженим піском. Тужавіння ґрунтоцементу у зволоженому стані триває 28 діб. Водонепроникність ґрунтоцементу при цьому становить не менше ніж W12. Міцність на стиск – не менше 1,7 МПа. Для приготування ґрунтоцементу придатні всі види портландцементу. А найоптимальніший відсотковий вміст цементу в розчині – 20% від маси сухого ґрунту. Отримати високу щільність ґрунтоцементу можливо ущільненням під тиском, трамбуванням поверхні та за допомогою двостороннього ущільнення на віброустановках [1].

Для підвищення щільності та міцності ґрунтоцемент необхідно ущільнювати. Найпоширеніший метод ущільнення – за допомогою віброустановки. На сьогодні відомо велика кількість віброустановок для роботи з різними площами. Для виконання гідроізоляції рекомендується використовувати віброрейку, яка має по ширині захват від 6,2 м. Маса

рейки дозволяє ущільнювати на глибину до 200 мм. Віброрейка являє собою конструкцію з профілю та двигуна. Профіль – частина конструкції, що вирівнює й ущільнює ґрунтоцемент. Двигун (вібратор) автоматизує інтенсивність ущільнення ґрунтоцементу. Віброрейки є електричні та бензинові.



*Рис. 1. Гідроізоляція штучних водойм за допомогою ґрунтоцементу:
1 – ґрунт, 2 – гідроізолюючий екран з ґрунтоцементу;
3 – обвалювання; 4 – шар піску; 5 – вода; РГВ – рівень ґрунтових вод*

Дослідження ґрунтоцементу на міцність при різному терміні тужавіння та 20-процентному вмісті цементу від маси сухого ґрунту показали, що міцність із часом тільки зростає. Так при 28-добовому терміні тужавіння міцність становить 2,02 МПа, при 90 діб – 3,03 МПа, при 1 році – 3,45 МПа, а при терміні два роки міцність становить 4,3 МПа [6].

Виконання гідроізоляції з ґрунтоцементу – це економний та один із найбільш передових і надійних на сьогодні спосіб гідроізоляції штучних водойм: ставків, басейнів, фонтанів, резервуарів, шламових амбарів для токсичних відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин.

Переваги такого способу: водонепроникність, висока морозостійкість (за рахунок основного вмісту мікро- й ультрапор у ґрунтоцементі), простота та швидкість застосування (залучення мінімальної кількості засобів і матеріалів при виготовленні), термін експлуатації практично безмежний (твердіння триває роками), стійкість до агресивних складових води (корозійна стійкість), низька собівартість робіт (за рахунок використання ґрунту з будівельного майданчика), екологічна безпека цього матеріалу.

На запропонований спосіб гідроізоляції штучних водойм отримано патент України на корисну модель [7].

Висновки. Проведені дослідження показали, що запропонований метод виконання гідроізоляції штучних водойм за допомогою ґрунтоцементу відповідає багатьом вимогам виконання гідроізоляції. Тим більш, що запропонований спосіб порівняно з іншими є економним, простим, екологічним, більш стійким до температурних перепадів атмосферного повітря.

Література

1. Токин, А.М. *Фундаменты из цементогрунта.* / А.М. Токин – М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.
2. *Укрепленные грунты* / В.М. Безрук, И.Л. Гурячков, Т.М. Луканина, Р.А. Агапова. – М.: Транспорт, 1982. – 340 с.
3. *Дослідження водонепроникності ґрунтоцементу* / [М.Л. Зоценко, О.І. Наливайко, І.І. Ларцева, О.М. Панько] // *Вісник Дніпропетровського нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна.* Д.: ДНУЗТ, 2010. – Вип. 32. – С. 43 – 48.
4. Виленкина, Н.М. *Цементно-грунтовые камни* / Н.М. Виленкина. – М.: Госстройиздат, 1961. – 84 с.
5. *Soil-Cement Slope Protection for Embankments: Construction, IS167.02W, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, 1975.* – 45 p.
6. Ларцева, І.І. *До визначення фізико-механічних характеристик ґрунтоцементу* / І.І. Ларцева, М.В. Петруняк // *Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во).* – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – Вип. 2 (27). – С. 127 – 134.
7. Пат. 81428 Україна, МПК E04H 4/00. *Спосіб гідроізоляції штучних водойм* / Зоценко М.Л., Тимофєєва К.А.; заявник і власник: Полтава, національний технічний університет ім. Ю.Кондратюка. – № и 2013 01541; подано заявку 11.02.2013; опубліковано 25.06.2013, Бюл. № 12.

Надійшла до редакції 13.10.2013

© К.А. Тимофєєва