

**УДК 626.8:69.034.93**

**Куковський А. Г., к.т.н., доцент, Кизима В. П., к.т.н., доцент, Немоловська Н. А., асистент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Семчук П. П., к.т.н., доцент** (Одеська державна академія будівництва і архітектури)

## **ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ІРИГАЦІЙНИХ КАНАЛІВ**

**У статті розглядаються основні види сучасних технологій гідроізоляції іригаційних каналів, гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних об'єктів.**

**Ключові слова:** гідроізоляція, геомембрани, іригаційні канали, водогосподарські та природоохоронні об'єкти, гідротехнічні споруди.

**Вступ (постановка проблеми).** Згідно «Водної стратегії України на період до 2025 року» та «Стратегії відновлення та розвитку зрошення в Україні на період до 2021 року» Інституту водних проблем і меліорації одним із основних напрямків модернізації та реконструкції іригаційних каналів є здійснення протифільтраційних заходів для зменшення фільтраційних втрат води. В Україні побудовано понад 70 тис. км іригаційних каналів, з них на даний час близько 11 тис. км проходять у земляному руслі без облицювання і протифільтраційної гідроізоляції. Фільтраційні втрати із не облицьованих каналів становлять до 30...40% об'єму води, забраної з каналу. Іригаційними називають зрошувальні канали. Вони бувають магістральними, розподільними і водоскидними. На 2017 рік планується ввести в експлуатацію більше 3,500 тис. га нових зрошувальних систем. На великих іригаційних системах довжина магістральних каналів може досягати декількох сотень кілометрів. Іригаційні канали бувають закритими і відкритими. Відкритий іригаційний канал, як правило, влаштовується у земляному руслі. Коефіцієнт використання води знижується за рахунок поверхневого випаровування і часткових втрат від просочування води в ґрунт (інфільтрація). Автоматизація розподілу води в таких каналах проблематична. Закритий іригаційний канал позбавлений таких недоліків. За способом водоподачі іригаційні канали бувають напірними, самопливними і комбінованими. Вони забезпечують водою поля, а також фронтальні дощувальні і спринклерні зрошувальні установки. Оскільки іригаційний канал є частиною складної гідросистеми, вимоги до його проектування, будівництва і прий-

58



мання в експлуатацію більш високі в порівнянні з іншими штучними водними спорудами за винятком водосховищ. Гідроізоляція іригаційного каналу залежить від його типу і складу ґрунту. Після проведення геологічних досліджень з метою з'ясування складу і характеристик міцності ґрунтів, а також проектних робіт і розрахунків об'ємів прокачування води починається будівництво іригаційного каналу. Забезпечення гідроізоляції – одна з обов'язкових вимог, що пред'являються при проектуванні нових і реконструкції старих каналів, незалежно від їх призначення (іригаційні, промислові, дренажні тощо).

**Аналіз публікацій.** Фундаментальні теоретичні і практичні аспекти гідроізоляції гідротехнічних об'єктів знайшли відображення в роботах багатьох вітчизняних і закордонних учених, зокрема, Зарубиної Л.П. [1], Кизими В.П., Яковчук В.В., Люльчика О.В. [2], Куковського А.Г., Немоловської Н.А. [3], Чернишевської Л.Е. [4], Кропивницького В.В., Мінчукової М.Е., Паремуд С.П., Александрова А.В. [5], Р. Шмідта, Р. Фронауера, Bathurst R. J., Simac M. R., Cazzuffi D. [6], Comer A.I., Kube M., Sayer. M., Fowler J., Koerner R. M. та інших.

Проте питання гідроізоляції іригаційних каналів, водогосподарських і гідротехнічних об'єктів і систем не можна вважати закритим. Багато існуючих іригаційних каналів мають неефективні і нераціональні конструкції облицювання та ненадійну гідроізоляцію. Значні фільтраційні втрати з іригаційних каналів призводять до підтоплення території, що характеризується зменшенням потужності зони аерації, перезволоженням ґрунтів у зоні аерації, впливом рівня ґрунтових вод на гідрогеологічний режим території, погіршенням характеристик ґрунтів. Втрати води з каналів сягають значних розмірів і можуть становити 60...70% від загальної кількості води, що надходить для зрошення.

Головною задачею при будівництві та реконструкції іригаційних каналів є запобігання втратам води за рахунок надійної гідроізоляції.

Питання мінімізації втрат води може вирішуватись багатьма способами, наприклад: шляхом бітумізації ґрунту – надання ґрунту необхідної водопроникності або шляхом влаштування протифільтраційного екрану [3].

**Мета статті.** Питання створення надійної гідроізоляції іригаційних каналів, водогосподарських та природоохоронних об'єктів, гідротехнічних споруд набуває все більшого значення. Застосування сучасних гідроізоляційних матеріалів сприяє збільшенню терміну експлуатації і надійності іригаційних каналів і інших об'єктів гідротехні-

чного комплексу. Таким чином, питання огляду та аналізу сучасних технологій гідроізоляції іригаційних каналів є актуальними.

**Виклад основного матеріалу.** Канали зрошувальних систем необхідно проектувати із застосуванням протифільтраційних покриттів. Технологія гідроізоляційних робіт на іригаційних каналах складна і специфічна через те, що вибір матеріалів досить різноманітний, а рішення задач вимагає багатогранного підходу, тому до виконання цих робіт ставляться підвищені вимоги. Облаштування каналів без протифільтраційних покриттів допускається при забезпеченні коефіцієнта корисної дії магістрального каналу і його гілок не менше 0,90, а розподільників різних порядків і зрошувачів – не менше 0,93 [7].

Вибір технології і виду гідроізоляції іригаційного каналу залежить від його типу і складу ґрунту та здійснюється, виходячи з наступних умов [4]: забезпечення мінімальних втрат води на фільтрацію і високого коефіцієнта корисної дії каналу, не менше проектного; економне використання водних, земельних і паливно-енергетичних ресурсів; використання високопродуктивної техніки та сучасних технологій будівництва; висока продуктивність праці при експлуатації протифільтраційних облицювань іригаційних каналів; комплексна автоматизація технологічних процесів, при цьому ступінь автоматизації повинен бути обґрунтований техніко-економічними розрахунками; дотримання вимог охорони навколишнього природного середовища та санітарно-гігієнічних вимог.

На даний час у світі ведеться робота з поліпшення існуючих видів гідроізоляційних покриттів і з розробки нових технологічних рішень. Якість і довговічність гідроізоляції залежать від надійності застосовуваних гідроізоляційних матеріалів.

Гідроізоляційні матеріали повинні відповідати ряду вимог [5]:

- висока гідрофобність (водонепроникність);
- висока механічна міцність;
- еластичність матеріалу;
- застосування в широкому температурному діапазоні;
- незначний строк монтажу.

Гідроізоляція іригаційних каналів, зазвичай, забезпечується шляхом укладання спеціальної поліетиленової плівки та потужного шару бетону.

Новітні технології пропонують замінити поліетиленову плівку на використання бетонів з добавкою сухих сумішей «Пенетрон Адмікс», що дозволяє покращити гідроізоляцію в бетоні по всій його товщині. Застосовують ці добавки на стадії бетонування конструкцій.



Суха суміш складається зі спеціального цементу, кварцового піску певної гранулометрії, запатентованих хімічно-активних добавок.

Необхідно також відмітити, що, крім покращення гідроізоляційних властивостей бетону, покращуються також інші фізико-хімічні властивості, такі як підвищення марки по водонепроникності не менше як на три ступені; підвищується міцність на стиск не менше як на 10%; підвищується морозостійкість бетону не менше як на 100 циклів.

Серед сучасних гідроізоляційних матеріалів особливе місце посідають водонепроникні геосинтетичні матеріали. Геосинтетичні матеріали (геосинтетичні) – група синтетичних матеріалів, які знайшли широке застосування в меліоративному будівництві. Застосування геосинтетиків відкриває нові можливості вирішення найрізноманітніших завдань при проектуванні і будівництві складних інженерних споруд, в тому числі і гідротехнічних. Найбільшою популярністю і попитом користуються сучасні плівкові, полімембранні рулонні гідроізоляційні матеріали, так звані геомембрани [6] (самоклеюча плівка, яка складається з 3-х шарів: поліетиленова плівка, бітумно-полімерний липкий шар і антиадгезійний прошарок, товщина яких 1,0...4,0 мм). Геомембрана – геосинтетик, ізолюючий матеріал, що застосовується в будівництві для гідроізоляції. Геомембрана – при вільному перекладі з латинської «плівка на землі». У повсякденності ізолюючий матеріал, що застосовується в будівництві для гідроізоляції. Геомембрани мають стійкість до агресивних середовищ, високі характеристики міцності, еластичність і довговічність, не бояться різких температурних перепадів, прості в монтажі та не вимагають особливого догляду при експлуатації. Простота у використанні і невисока ціна зробили цей полімембранний рулонний гідроізоляційний матеріал затребуваним на ринку сучасних гідроізоляційних матеріалів. Випускаються геомембрани з гладкою або текстурованою поверхнею, а також геомембрани із заповнювачем, в якості якого може застосовуватися, наприклад, порошок з бентонітової глини. Окремі елементи мембрани з'єднуються між собою потоком гарячого повітря. Внаслідок термічної обробки утворюється монолітне полотно. Текстуровані мембрани мають хороше зчеплення з ґрунтом, що дозволяє використовувати їх для гідроізоляції укосів. Геомембрани гарантують надійний захист від втрат води за рахунок фільтрації в ґрунт.

В сучасному будівництві та реконструкції іригаційних каналів широкого застосування отримала технологія гідроізоляції із застосуванням геомембрани Teganar з відмінними гідроізолюючими харак-

теристиками [8] під шар армованого бетону, що зможе забезпечити надійний і довговічний захист.

Геомембрани Теганар виготовляються на найсучаснішому обладнанні, відповідно до новітніх світових технологій [9].

Іншою ефективною мембранною системою з високими гідроізолюючими характеристиками міцності під шар армованого бетону, яка зможе забезпечити надійний і довговічний захист гідроспоруд є система ТЕФОНД [10], яка має такий різновид покриттів: ТЕФОНД ПЛЮС, ТЕФОНД «НР», ТЕФОНД ДРЕЙН, ТЕФОНД ДРЕЙН ПЛЮС, ТЕФОНД ПЛАСТЕР. Виробник багатофункціональної системи ТЕФОНД корпорація IWIS – один зі світових лідерів в області виробництва покрівельних, гідроізоляційних і геосинтетичних систем для гідротехнічного, промислового та цивільного будівництва. Tegola – торгова марка корпорації IWIS, яка була заснована в 1977 році в Італії. Першим підприємством корпорації став завод Tegola Canadese, що отримав свою назву за походженням матеріалу. Офіційним представником концерну IWIS в Україні є ТзОВ «Тегола-Україна», яке з 2004 року є лідером ринку гнучкої черепиці і геосинтетичних матеріалів. За цей час, геосинтетичні мембрани ТЕФОНД були впроваджені в якості протифільтраційних екранів на полігонах твердих побутових відходів у Вінниці та Черкасах, гідроізоляції фундаментів багатоповерхових житлових будинків і підземних гаражів у Києві, Дніпрі та Харкові. В даний час цей матеріал успішно впроваджують при прокладці Бескидського тунелю у Карпатах. ТЕФОНД – найсучасніша, поза всяких сумнівів, система для забезпечення довговічної гідроізоляції і надійного захисту від вологи. Матеріал є полімерним полотном з конусоподібними виступами, що створюють повітряний прошарок між поверхнею і захисним шаром і забезпечують дренажний ефект (виведення надлишків вологи). Ця мембрана, що виготовлена з поліетилену високої щільності, має ряд переваг: високу міцність і стійкість до дії різних хімічних речовин; стійкість до утворення тріщин; це продукт, який, завдяки проміжку між поверхнею і мембраною, що створюють численні виступи, дозволяє вентилувати поверхні, що захищаються, і відводить від них вологу. Особлива форма поверхні робить систему ТЕФОНД унікальною: спеціальне з'єднання розширює можливості застосування матеріалу і забезпечує швидкість і точність укладання. Передова технологія з'єднання листів мембрани дозволяє укладати її у вертикальному напрямі. ТЕФОНД є першим матеріалом, частини якого прекрасно з'єднуються один з одним простим накладанням їх країв. Подібна «замкова» герметизація робить укладання мембрани



ТЕФОНД швидким і простим, надійним і довговічним: навіть під сильним тиском краї двох частин покриття не відокремлюються. Мембрани ТЕФОНД мають стандартний розмір і поставляються в рулонах завдовжки 20 м і шириною 2,07 м. Такі габарити забезпечують зручність транспортування мембрани і зручність при облаштуванні захисту лінійних споруд будь-яких розмірів: зайву частину мембрани легко відрізувати, мембрана зручна і економічна у зберіганні.

Для гідроізоляції іригаційних каналів дуже зручно використовувати систему ТЕФОНД ПЛЮС. Властивості ТЕФОНД ПЛЮС забезпечують надійну і довговічну гідроізоляцію дна і укосів каналу завдяки подвійному механічному з'єднанню і подвійному ущільненню країв. Матеріал простий в укладанні, а швидкість його застосування роблять мембрану ТЕФОНД ПЛЮС найкращим рішенням для гідроізоляції каналів. ТЕФОНД ПЛЮС дуже проста в застосуванні, коли йдеться про будівництво нових каналів. Рулони розкочуються, утворюючи ідеальну поверхню для розміщення арматурних решіток і подальшої заливки бетону. ТЕФОНД ПЛЮС укладається на бетонне покриття каналу і закріплюється уздовж кромки металевими скобами. Укоси та дно каналів покриваються мембраною ТЕФОНД ПЛЮС, потім армованою бетонною стяжкою і збірними залізобетонними плитами (рисунок).

В процесі реконструкції діючих каналів, їх дно і стінки мають бути ретельно очищені. Потім виступами вгору укладається ТЕФОНД ПЛЮС. Вона утворює захисний шар між старою поверхнею каналу та поверхнею, що заливається бетоном. Тому укладання мембрани під шар армованого бетону забезпечує надійний і тривалий захист гідроспоруд. Полотна мембрани фіксуються на старій поверхні споруди за допомогою пластикових дюбелів і шурупів, до яких потім кріпляться зварні арматурні решітки. Такий спосіб фіксації мембрани запобігає будь-яким зміщенням в конструкції. Такі властивості мембрани ТЕФОНД ПЛЮС, як пластичність і міцність, дозволяють мембрані поглинати навантаження, що передаються з поверхні укосів і дна каналів.

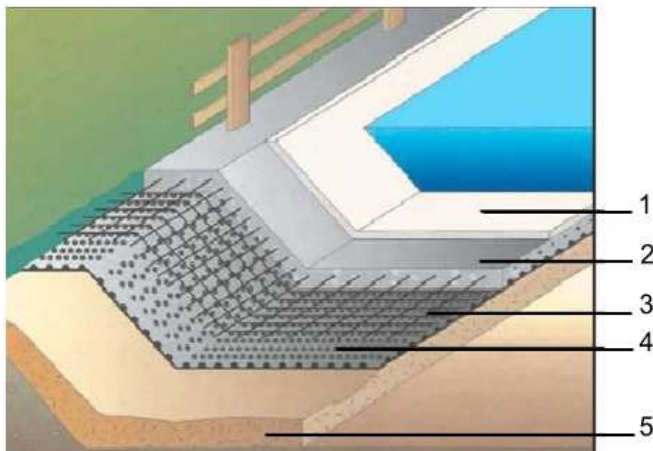


Рисунок. Схема конструкції кріплення іригаційного каналу системою ТЕФОНД ПЛЮС:

- 1 – збірні залізобетонні плити; 2 – бетонна стяжка; 3 – зварна решітка;  
4 – геомембрана ТЕФОНД ПЛЮС; 5 – утрамбований ґрунт

**Висновки.** Таким чином, аналіз сучасних матеріалів і технологій влаштування гідроізоляції іригаційних каналів, водогосподарських та природоохоронних об'єктів, гідротехнічних споруд показує високу ефективність розглянутих геомембран Теганар та системи ТЕФОНД. Процес укладання Теганар та ТЕФОНД ПЛЮС надзвичайно простий і не вимагає додаткових пристосувань. Властивості Теганар та ТЕФОНД ПЛЮС забезпечують надійну і довговічну гідроізоляцію дна і стінок каналу завдяки подвійному механічному з'єднанню і подвійному ущільненню країв. Подібна «замкова» герметизація робить укладання мембрани ТЕФОНД швидким, простим, надійним і довговічним: навіть під сильним тиском краї двох частин покриття не відокремлюються. Ефективним також є застосування мембрани ТЕФОНД для реконструкції та ремонту діючих іригаційних каналів. Такі технології дозволяють забезпечити надійний і довговічний захист гідротехнічних споруд від небезпечної дії води.

1. Зарубина Л. П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений / Л. П. Зарубина. – СПб. : БХВ – Петербург, 2011. – 272 с.: ил. — (Строительство и архитектура). 2. Кизима В. П. Теплоизоляційні та гідроізоляційні роботи у будівництві: навч. посібник / В. П. Кизима, В. В. Яковчук, О. В. Люльчик. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. – 256 с. 3. Куковський А. Г. Сучасні технології гідроізоляції іригаційних каналів / А. Г. Куковський, В. П. Кизима, Н. А. Немоловська // Сучасні тенденції розвитку науки в Україні : матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, 12 травня 2016 р. – Рівне, 2016. – С. 140–142. 4. Чернышевская Л. Е.



Выбор рациональных видов облицовок в зависимости от грунтового основания / Л. Е. Чернышевская // Вісник аграрної науки. – 1995. – № 5. – С. 74–87. **5.** Паремуд С. П. Использование новых материалов и технологий в строительстве и проектировании гидротехнических сооружений / С. П. Паремуд, А. В. Александров // Гидротехническое строительство. – 2010. – № 9. – С. 19–29. **6.** Cazzuffi D. The use of geomembranes in Italian dams / D. Cazzuffi // J. Water Power and Dam Constr. – 1987. – Vol. 26, № 2. – P. 44–52. **7.** ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – Чинний від 01.01.2011. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 37 с. **8.** Технологическая карта TERANAP 431 TP URL: <http://www.aUadin66.ru/uploads/files/4.zip> (дата звернення: 17.01.2017). **9.** ICO PAL URL : <http://www.teranap.ru> (дата звернення: 17.01.2017). **10.** TEGOLA group URL: <http://tegola.ua/ru/product/tefond-plus/> (дата звернення: 19.01.2017)

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

---

**Kukovskyi A. H., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Kyzyma V. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Nemolovska N. A., assistant** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Semchuk P. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor** (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture)

## **MODERN TECHNOLOGIES OF WATERPROOFING OF IRRIGATION CHANNELS REVIEW**

**The article discusses the main types technologies of waterproofing of irrigation and melioration channels, hydraulic engineering, water management and nature conservation objects. Providing and waterproofing is the obligatory requirement at designing of new and rebuilding old channels.**

**The purpose of channels (irrigation, industrial, drain est.) hasn't the meaning. Fundamental, theoretic and practical aspects of waterproofing waterworks are described in works many homeland and foreign scientists, but. The question of waterproofing irrigation channels, water management and hydraulic engineering objects are not closed. The facing of many irrigation channels is inefficient irrigational and has unreliable waterproofing. There are big filtration losses from irrigation channels which eventually lead to flooding of territory with damping of soil, on hidrogeological regime territory. The loss water capacity from channels reach big extents and can be about**



**60% from the total amount of water. Now in modern construction and rebuilding of irrigation channels use geomembrane «Teranap» with excellent waterproofing characteristics under a layer of reinforced concrete which will provide lasting protection.**

**There are also the system of membrane «Tefond» which has such types: Tefond plus, Tefond HP, Tefond drain, Tefond drain plus, Tefond plaster.**

**The properties «Tefond plus» provide lasting waterproofing of bottom and sides of the channel due to double mechanic linking and double seals of edges. The material is simple in laying. Speed its using doing membrane «Tefond plus» the best decision to waterproofing of channels. Thus an analyses up to date materials and technologies using lasting waterproofing of irrigation channels, water management and nature conservation objects show high efficiency geomembrane «Teranap» and system «Tefond».**

**Keywords: waterproofing, geomembrane, irrigation channels, water management and environmental objects, hydraulic engineering structures.**

---

**Куковский А. Г., к.т.н., доцент, Кизима В. П., к.т.н., доцент, Немоловская Н. А., ассистент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), Семчук П. П., к.т.н., доцент (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)**

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ИРРИГАЦИОННЫХ КАНАЛОВ**

**В статье рассматриваются основные виды современных технологий гидроизоляции ирригационных и мелиоративных каналов, гидротехнических, водохозяйственных и природоохранных объектов. Обеспечение гидроизоляции – одно из обязательных требований, предъявляемых при проектировании новых и особенно реконструкции старых каналов независимо от их назначения (ирригационные, промышленные, дренажные и т.д.).**

**Фундаментальные теоретические и практические аспекты гидроизоляции гидротехнических объектов нашли отражение в работах многих отечественных и зарубежных ученых, однако вопрос гидроизоляции ирригационных каналов, водохозяйственных и гидро-**



технических объектов и систем нельзя считать закрытым. Многие существующие ирригационные каналы имеют неэффективные и нерациональные конструкции облицовки и ненадежную гидроизоляцию. Значительные фильтрационные потери из ирригационных каналов приводят к подтоплению территории, что характеризуется уменьшением мощности зоны аэрации, переувлажнением почв в зоне аэрации, влиянием уровня грунтовых вод на гидрогеологический режим территории, ухудшением характеристик грунтов. Потери воды из каналов достигают значительных размеров и могут составлять 60 ... 70% от общего количества воды, поступающей на орошение.

В современном строительстве и реконструкции ирригационных каналов широкое применение получила технология гидроизоляции с применением геомембраны «Теганар» с отличными гидроизолирующими характеристиками под слой армированного бетона, что сможет обеспечить надежную и долговечную защиту. Другой эффективной системой мембран с высокими гидроизолирующими характеристиками и прочности под слой армированного бетона, которая сможет обеспечить надежную и долговечную защиту гидросооружений является система «Tefond», которая имеет такой вид покрытий: Tefond plus, Tefond HP, Tefond drain, Tefond drain plus, Tefond plaster. Свойства «Tefond plus» обеспечивают надежную и долговечную гидроизоляцию дна и откосов канала, благодаря двойному механическому соединению и двойному уплотнению краев. Материал прост в укладке, а скорость его применения и отсутствие громоздкого оборудования и приспособлений делают мембрану «Tefond plus» лучшим решением для гидроизоляции каналов. «Tefond plus» очень проста в применении, когда речь идет о строительстве новых каналов.

Таким образом, анализ современных материалов и технологий устройства гидроизоляции ирригационных каналов, водохозяйственных и природоохранных объектов, гидротехнических сооружений показывает высокую эффективность рассмотренных геомембраны «Теганар» и системы «Tefond». Такие технологии позволяют обеспечить надежную и долговечную защиту гидросооружений от негативного воздействия воды.

**Ключевые слова:** гидроизоляция, геомембраны, ирригационные каналы, водохозяйственные и природоохранные объекты, гидротехнические сооружения.