

УДК 624.95:622.17.241

*Тимофєєва К.А., аспірантка,  
Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка,  
36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24,  
тел. +38(0532) 56-98-94, e-mail: rector@pntu.edu.ua*

## **СПОСІБ ВИКОНАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ АМБАРІВ-НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ ТА ГАЗ**

Представлено застосування ґрунтоцементу як протифільтраційного екрану амбарів-накопичувачів відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин.

**Ключові слова:** ґрунтоцемент, протифільтраційний екран, свердловина, амбар-накопичувач, відходи буріння.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** При бурінні та наступній експлуатації нафтогазових свердловин виникають значні об'єми відходів, які негативно впливають на навколишнє середовище. Це – відпрацьована промивальна рідина, видалена порода та бурові стічні води. До складу відходів входить широкий спектр речовин органічного та неорганічного походження. При експлуатації свердловин для інтенсифікації видобутку вуглеводневої сировини використовують концентровані розчини різних кислот, поверхнево-активних речовин, інгібіторів тощо. На різних етапах виробництва трапляються викиди нафти та конденсату.

При бурінні свердловин для приготування бурових розчинів використовуються хімічні реагенти й речовини 3-го та 4-го класів небезпеки. Потрапляння бурових розчинів у водоймище, ґрунт, ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми.** Технологія будівництва свердловин і природоохоронні заходи, передбачені проектами будівництва, в першу чергу, повинні бути зорієнтовані на попередження можливих причин і шляхів надходження забруднювачів в навколишнє природне середовище, ліквідацію джерел і наслідків їх негативної дії, особливо на виконання комплексу техніко-технологічних та екологічних заходів по збереженню родючого шару ґрунту, захисту від забруднення поверхневих, ґрунтових і підземних вод.

Основними потенційними джерелами забруднення навколишнього середовища при будівництві свердловин є бурові розчини, бурові стічні води, буровий шлам та пластові флюїди.

При бурінні свердловин для приготування бурових розчинів в більшості випадків використовується хімічні реагенти і речовини 3 та 4 класу небезпеки. Потрапляння бурових розчинів у водоймище, ґрунт, ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечними. Екологічна небезпека виникає при періодично-повторювальних процесах, які супроводжуються накопиченням токсичних і забруднюючих речовин у відкритих водоймах, ґрунтах і ґрунтових водах [1].

Технологія будівництва свердловин передбачає можливість проведення бурових робіт одним з наступних способів: амбарним або безамбарним. При безамбарному способі проведення бурових робіт площадки можливого забруднення екранують, а відходи буріння (відпрацьований буровий розчин і шлам) стужавіють, нейтралізують і вивозять в спеціально відведені місця для захоронення, які часто знаходяться за декілька сотень кілометрів від місця проведення робіт. Безамбарний спосіб потребує високого ступеню організації проведення бурових робіт, досить значних матеріальних, трудових та фінансових витрат на його здійснення, тому використовується

у виключних випадках при будівництві свердловини на землях природно-заповідного, курортно-оздоровчого, рекреаційного призначення, в зонах санітарної охорони вод. Технологія будівництва свердловини передбачає проведення бурових робіт амбарним способом, при якому збір, накопичення, утилізація, нейтралізація і захоронення відходів буріння здійснюється в шламових амбарах безпосередньо на місці проведення бурових робіт.

Розміри амбарів визначаються проектом і повинні відповідати обсягам відходів буріння свердловин. Умови будівництва амбарів-накопичувачів бурових відходів та їх конструкція залежить від інженерно-геологічних умов площі, виділеної під будівництво свердловини та характеристик ґрунтів цієї площі (їх фізико-хімічного складу, фільтраційних властивостей та ін.).

Після закінчення будівництва котловану під амбар-накопичувач з метою захисту від забруднення ґрунтів та підземних вод проводяться роботи по облаштуванню його поверхні протифільтраційним екраном. Протифільтраційний екран амбару-накопичувача повинен забезпечувати захист поверхневих і ґрунтових вод від забруднення рідкими відходами буріння (стічними водами, фільтратами відпрацьованого бурового розчину, бурового шламу).

В якості протифільтраційних екранів можуть бути використанні: ґрунтові протифільтраційні екрани із слабо проникливих ущільнених глинистих ґрунтів, стійких до дії солей, які містяться в рідкій фазі бурових відходів; кольматаційні протифільтраційні екрани із поверхнево-активних речовин і полімерів; колоїдно-хімічні екрани на основі водної суспензії гідролізованого поліакриламід (ГПАА) і бентонітової глини; протифільтраційні екрани із поліетиленових плівок. Цей спосіб виконання гідроізоляції вважається найкращим серед існуючих. Однак, недоліком цього способу є те, що виконана таким чином гідроізоляція амбарів-накопичувачів відходів буріння не забезпечує гарантований захист поверхневих і ґрунтових вод від забруднення внаслідок наступних причин: можливої геофільтрації рідких відходів через відсутність герметичності з'єднань поліетиленових полотен; можливих поривів поліетиленових плівок на стінках амбарів через труднощі в улаштуванні на цих ділянках підстилаючого та захисного шару ґрунту; розтріскування поліетиленової плівки через невисоку її стійкість до дії низьких температур в зимовий період; недостатніх міцностних характеристик матеріалу.

Такий спосіб захоронення відходів буріння в шламових амбарах на місці проведення бурових робіт не виключає можливості наступної міграції забруднюючих компонентів відходів буріння внаслідок попадання дощових і паводкових вод у ложе амбару.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Перелічені способи виконання водонепроникних екранів є трудомісткими, коштовними і з часом їхня ефективність протистояти хімічній дії компонентів відходів буріння знижується.

**Формулювання мети роботи.** Метою роботи є дослідження створення такого способу виконання гідроізоляції амбарів-накопичувачів та захоронення відходів буріння при будівництві свердловин на нафту і газ, який би забезпечив гарантований захист поверхневих, ґрунтових і підземних вод від забруднення внаслідок проникнення шкідливих речовин відходів буріння у ґрунт, повну екологічну безпеку проведення бурових робіт амбарним способом та збереження навколишнього середовища.

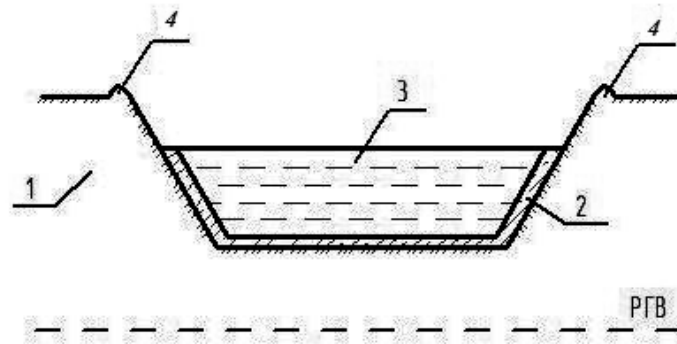
Ця мета досягається шляхом виконання суцільної гідроізоляції шламових амбарів із ґрунтоцементу. Ґрунтоцемент – суміш глинистого ґрунту, цементу та води. Він є не простою механічною сумішшю, а системою, що складається з двох дуже складних за своїм складом і властивостям багатокомпонентних систем – цементу та ґрунту. Основним провідним фактором у корінному перетворенні властивостей ґрунту є цемент, який є полідисперсною й полімерною системою, котра може після додавання води утворювати кам'яноподібне тіло [2].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На рис. 1 зображено амбар-накопичувач, стінки та днище якого вкриті протифільтраційним екраном із ґрунтоцементу, де 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод.

Будівництво шламового амбара починається зі зняття родючого шару ґрунту та складування його в тимчасові відвали, потім риття земляного котловану й складування ґрунту для подальшого його використання при приготуванні ґрунтоцементу, зведення по периметру амбара обвалування висотою 0,5 м для запобігання попадання в нього талих вод, виконання гідроізоляції дна та стінок котловану із ґрунтоцементу. Ґрунтоцемент готується на будівельному майданчику в горизонтальному бетонозмішувачі безперервної дії із ґрунту (суглинок, супісок), портландцементу марки 400 в кількості 20% від ваги сухого ґрунту та води і за допомогою автобетононасоса укладається на дно і стіни котловану рівномірним шаром товщиною не менше 0,2 м. Стінки котловану укриваються ґрунтоцементом за допомогою опалубки. Термін його тужавіння триває 28 діб. Дослідження показують, що міцність ґрунтоцементу, як і бетону, зростає в часі й такий процес може тривати роками. Найбільш швидко зростання міцності спостерігається у початковий період. Підвищення температури й вологості середовища значно прискорює процес тужавіння ґрунтоцементу. При зберіганні ґрунтоцементу у воді спостерігається більш інтенсивне зростання міцності. Водонепроникність ґрунтоцементу при цьому становить не менше ніж W12. У часі міцність і водонепроникність ґрунтоцементу збільшуються.

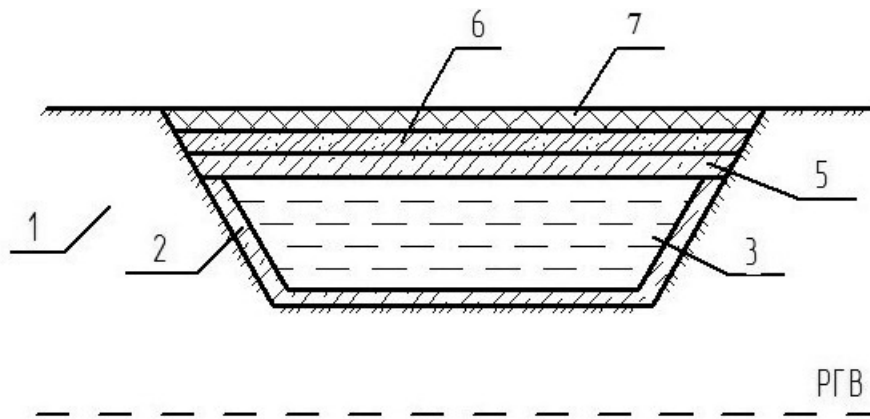
Розміри шламових амбарів, їх об'єм, профіль і глибину визначають на стадії робочого проектування стосовно до конкретної ділянки будівництва свердловини з урахуванням категорії ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та інших характеристик.

Заповнення шламового амбара відходами буріння здійснюють після тужавіння ґрунтоцементу. Процес заповнення відбувається до тих пір, поки рівень шламу не досягне проектної відмітки – верхньої кромки ґрунтоцементу на стінах котловану на глибині не менше 1 м від поверхні землі.



**Рисунок 1.** Застосування ґрунтоцементу як протифільтраційного екрану амбарів-накопичувачів для відходів буріння при будівництві нафтогазових свердловин:  
1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам,  
4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод

Для зниження токсичності та з метою затвердіння напіврідких відходів буріння проводиться їх нейтралізація, яка досягається шляхом прискорення біологічного розкладу органічних сполук. Для цього в шламові амбари вводиться композиція, що містить фосфогіпс, соломку та органічне добриво. Виконання цього комплексу робіт призводить до того, що напіврідкі відходи буріння перетворюються у тверду фазу. Після виконання робіт з нейтралізації відходів буріння здійснюється повна герметизація амбара шляхом укладання шару ґрунтоцементу товщиною не менше 0,2 м на нейтралізовані й затверділі відходи. Після тужавіння ґрунтоцементу виконується технічна рекультивация – засипання мінеральним ґрунтом та рівномірне нанесення родючого шару ґрунту на мінеральний ґрунт. На рис. 2 зображено амбар-накопичувач із суцільним ґрунтоцементним протифільтраційним екраном для захоронення бурового шламу та виконання рекультивации землі, де 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 5 – шар ґрунтоцементу, що забезпечує повну герметизацію вмісту амбара від навколишнього середовища, 6 – шар мінерального ґрунту, 7 – шар родючого ґрунту, РГВ – рівень ґрунтових вод.



**Рисунок 2.** Амбар-накопичувач із суцільним ґрунтоцементним протифільтраційним екраном для захоронення бурового шламу: 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод

Лабораторні дослідження ґрунтоцементу показують, що його міцність, як і бетону, зростає в часі, й такий процес може тривати роками. Підвищення температури й вологості середовища значно прискорює процес тужавіння ґрунтоцементу. При зберіганні ґрунтоцементу у воді спостерігається більш інтенсивне зростання міцності [3].

У часі міцність і водонепроникність ґрунтоцементу збільшуються. Міцність при 20% вмісті цементу становить 2,02 МПа при терміні тужавінні 28 діб і 4,30 МПа у віці двох років. Водонепроникність становить не менше ніж W12. Це свідчить про ефективність використання ґрунтоцементних протифільтраційних екранів при влаштуванні шламових амбарів для відходів буріння й експлуатації нафтогазових свердловин. Також приготування ґрунтоцементу на будівельному майданчику, використовуючи глинистий ґрунт із котловану, здешевлює на 50% виготовлення протифільтраційного екрану порівняно з бетонуванням дна й стінок котловану.

Відповідно до СН-23-58 для виготовлення ґрунтоцементу придатні піски різної крупності, леси, лесовані й карбонатні суглинки та супіски. Уміст водорозчинних солей – не більше 3%, у тому числі сірчанокислих – не більше 2%. Оптимальною для утворення ґрунтоцементу слід вважати величину водневого показника рівною 8.

Експериментально доведено високу водонепроникність ґрунтоцементу [4, 5]. Зразки-циліндри висотою та діаметром 150 мм випробовувалися стандартним методом «мочної плями» (МП) [6]. Перед випробуванням вони витримувалися у приміщенні лабораторії протягом доби. Після встановлення зразків у гнізда установки до них прикладали тиск водою. Тиск води підвищували ступенями по 0,2 МПа й витримували на кожному ступені протягом 24 годин. Водонепроникність серії зразків оцінювалася максимальним тиском води, за якого на чотирьох із шести зразків не спостерігалось просочування води.

Дослідження ґрунтоцементу на водонепроникність проводили на двох групах по шість зразків із додаванням портландцементу в кількості 20% від маси сухого ґрунту. У першій групі цемент додавали до лесового суглинку, а в другій до кварцового піску середньої крупності. Результати досліджень зведено у табл. 1.

**Таблиця 1**

Результати визначення водонепроникності ґрунтоцементу

№ з/п	Ґрунт	Кількість зразків	Марка ґрунтоцементу за водонепроникністю W	
			Марка	Коеф. кореляції
1	суглинок лесовий	6	W12	0,16
2	пісок середньої крупності	6	W6	0,12

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 амбарів-накопичувачів.

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 незамерзеної 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. 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 [2].

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.

**Висновки.** Виконання гідроізоляції з ґрунтоцементу – це економічний 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, стійкість до агресивних складових води (корозійна стійкість), низька собівартість робіт, екологічна безпека цього матеріалу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 48471 Україна, МПК 6 E21B 33/00. Спосіб виконання гідроізоляції амбарів-накопичувачів та захоронення відходів буріння при будівництві та експлуатації свердловин на нафту і газ / Зеленський І.І. Любченко В.Ф.; заявник і власник Товариство з обмеженою

відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Імпульс-с» – № 2001085956, заяв. 27.08.2001; публік. 15.08.2002, Бюл. № 8.

2. Токин, А. Н. Фундаменты из цементогрунта / А. Н. Токин – М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.

3. 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.

4. Виленкина, Н. М. Цементно-грунтовые камни / Н. М. Виленкина. – М.: Госстройиздат, 1961. – 84 с.

5. Дослідження водонепроникності ґрунтоцементу / [М.Л. Зоценко, О.І. Наливайко, І.І. Ларцева, О.М. Панько] // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2010. – Вип. 32.– С. 43 – 48.

6. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 38 с.

УДК 624.95:622.17.241

### **СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ АМБАРОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ОТХОДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

©Тимофеева Е.А.

Представлено применение ґрунтоцемента в качестве противофильтрационного экрана амбаров-накопителей отходов бурения и эксплуатации нефтегазовых скважин.

**Ключевые слова:** ґрунтоцемент, противофильтрационный экран, скважина, амбар-накопитель, отходы бурения.

UDC 624.95:622.17.241

### **THE TECHNIQUE WATERPROOFING OF SLUDGE WAREHOUSES FOR WASTE DRILLING AND WORK OIL AND GAS WELLS**

© Tymofaiava K.A.

Submitted the application a soilcement as waterproofing screen a sludge warehouses for waste and work drilling oil and gas wells.

**Keywords:** soilcement, waterproof screen, well, sludge warehouse, waste drilling.