

Зміст

Офіційна хроніка

Рішення Міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки і оборони України від 19 травня 2009 року «Проблеми науково-технологічного забезпечення та розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні як основи майбутньої енергетичної незалежності держави» _____ 3

Регіональні програми енергетичного спрямування

Причини каналізаційних катастроф
А. Кулічковскі,
Е. Кулічковска _____ 7

Комунальне господарство та енергозбереження

Причини вторинного забруднення води у водопровідній мережі
С. Білозор _____ 11

Безтраншейне прокладання колектора
А. Кулічковскі, А. Парка,
Д. Свьонтек _____ 13

Перевірки та обстеження

Експертна діяльність територіального управління експертизи в будівництві
А.В. Сосідко _____ 16

Поради, рекомендації та обмін досвідом

Що необхідно знати, купуючи вітроустановку?
М. Шихайлов,
В. Коханевич _____ 19

Наукові розробки та дослідження

Інвестування в нанотехнології: Україна і світ
О. Герасевич _____ 24

Нагрівальні елементи електричного підлогового опалення
Л.В. Пастернак _____ 29

Вітчизняні нагрівальні кабелі для електроопалення
Д.Й. Розинський, В.В. Оксан,
В.Д. Іоргачов, М.М. Меркулов,
Н.П. Тимченко _____ 32

Енергетична мозаїка

Інтелектуальний будинок для розумних людей
К. Тец _____ 39

Енергетичний практикум

Малозатратні та високоефективні заходи з енергозбереження
С. Купін _____ 43

Інформаційно-аналітичне забезпечення енергоефективності

Перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу заходу України
П. Омеляновський, В. Гарбузюк,
А. Заболотний, А. Акімов _____ 46

Юридичні консультації

Щодо технічного нагляду за транспортними засобами, використаними в галузі будівництва, житлово-комунального господарства та промисловості будівельних матеріалів
М.Д. Гінзбург, Л.Л. Овчаренко _____ 52

Розвиток суспільства і екологічні проблеми

Криза світової цивілізації на терезах наукового підходу
В. Данилов-Данильян, К. Лосєв,
І. Рейф _____ 59

Легенда і реалії Кіотського процесу
М. Хворов _____ 67

Етюди об енергії
В. Пономаренко _____ 70



др. габ. інж., проф. А. Кулічковскі,
мгр. інж. Е. Кулічковска,
Свєнтокшиска політехніка

ПРИЧИНИ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ КАТАСТРОФ

Каналізаційні катастрофи трапляються внаслідок западання (провалювання) ґрунту над колектором разом із вуличним покриттям, іноді разом з людьми або транспортом.

Каналізаційні катастрофи трапляються часто. Деякі каналізаційні катастрофи становлять реальну небезпеку для довкілля. Їх ліквідація потребує великих коштів.

Приклади каналізаційних катастроф

У Великій Британії щороку фіксується близько 5000 катастроф.

Найбільша у світі каналізаційна катастрофа сталася у Сіетлі (США) в 1957 році. Над мурованим колектором діаметром 2,0 м, прокладеним у глинистому ґрунті в 1909-1913 роках на великій глибині (приблизно 45 м під поверхнею ґрунту) утворилася гігантська повітряна порожнина внаслідок нещільності колектора та інфільтрації ґрунтових вод. Після провалу (рис. 1 і 2) виник «кратер» глибиною близько 45 м і розмірами на поверхні землі приблизно 30х40 м.

На рисунку 2 показано провал автобуса в зону великої повітряної порожнини, яка роками збільшувалася над нещільним колектором у столиці Португалії — Лісабоні. Провалля утворилося раптово у листопаді 2003 року під час руху автобуса.

Наступна велика катастрофа відбулася у серпні 2004 року в Мейкомб Кантрі (Macomb Country, США) поблизу Детройта на колекторі діаметром 3,5 м, заглибленого приблизно на 12 м під землю. Цей колектор споруджений у 60-х роках минулого століття. Додаткова витрата стічних вод цим колектором складає 115-320 тис. м³. Утворене провалля спочатку було довжиною 37 м і шириною 18 м.

З часом провалля збільшувалося. В результаті пошкодились лінії електропередачі та водогінна мережа міста. Мешканців, які проживали поблизу місця катастрофи, евакуювали на час

робіт із закріплення схилів. Для перепомпсування стічних вод із зони провалля довелося задіяти аж десять автомобілів. Після відпомпсування стічних вод спорудили новий колектор на ділянці довжиною 135 м. Сумарні витрати на усунення наслідків катастрофи склали 90 млн. доларів США.

У місті Таксон в Арізоні (США) 7 вересня 2002 року внаслідок каналізаційної катастрофи утворилося кілька провалів. Наслідок катастрофи — пошкодження різних підземних комунікацій: газових, водогінних, електричних, телефонних кабелів тощо (рис. 3). Перше з провалів, східне, утворилося вночі близько 1:30 год., друге, західне (рис. 4), — зранку о 9:00.

Пошкоджена санітарна каналізація продовжувала функціонувати. Колектор діаметром близько 1,1 м щодоби транспортував 120 960 м³ стічних вод, частина з яких заповнила провалля, певний обсяг з дощовою каналізацією потрапив у ріку Санта Круз, а решта надійшла на очисні споруди. Лише через десять днів, після отримання додаткових pomp із Каліфорнії, Техасу, Юти і Нової Мексики вдалося запобігти спливанню стічних вод у річку.

З річки довелося усувати величезні кількості забруднень — твердих стічних осадів з подальшою дезінфекцією води вапняним молоком. Стічні води просочилися і до підвальних приміщень деяких будинків. Безпосередньо після утворення провалля на очисні споруди надійшли тонни болота, гальки та піску, блокуючи роботу pomp і транспортних шляхів на очисних спорудах. Осушили провалля допіру 24 вересня, а колектор остаточно відремонтували лише 4 жовтня. Виконання інших ремонтних робіт, пов'язаних із цією катастрофою, зайняло ще багато часу. Вулиці з проваллями повернули в експлуатацію 25 листопада, тобто через 78 днів після катастрофи. Вартість виконаних за цей період ремонтних робіт склала 7,7 млн. доларів США.



Механізм виникнення каналізаційних катастроф

Каналізаційній катастрофі передуює переміщення ґрунту з-над конструкції колектора у його внутрішній простір. Коли ґрунт насичений водою і підземні води інфільтрують у колектор, розвиток катастрофи пришвидшується.



Рис. 1. Провалля, що утворилося внаслідок каналізаційної катастрофи у Сіетлі в 1957 році

Крім того, якщо колектор періодично підтоплюється і працює під тиском (напірний), ексфільтрація стічних вод із колектора у ґрунт ще більше пришвидшує катастрофічні процеси.

Якщо ґрунт сухий, то швидкість його проникання в колектор залежить від розмірів пошкоджень конструкції, які безпосередньо контактують з ґрунтом. Коли це невелика щілина, то процес протікає поволі, якщо ж, наприклад, відколовся значний фрагмент, то переміщення ґрунту суттєво пришвидшується. Якщо ґрунт мокрий, то інфільтрація у колектор пришвидшує процес вимивання ґрунту із зони навколо колектора усередину. Цей процес триває доти, доки над місцем нещільності не утвориться

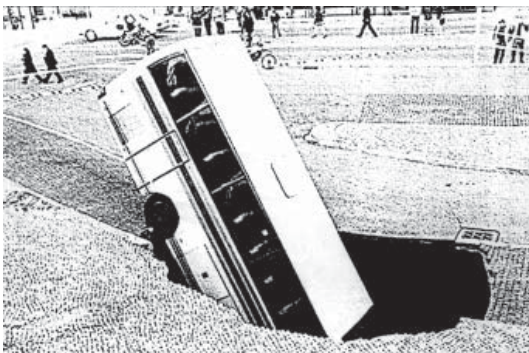


Рис. 2. Автобус, що провалився над нещільним колектором у Лісабоні

фільтр із решти ґрунту. Фільтр, утворений таким чином, пошкоджується внаслідок утворення підпору, зумовленого періодичною роботою колектора під тиском, спричиненим потоком понаднормативної кількості стічних вод.

Якщо ґрунт (глина, мул) щільний, то його потрапляння до колектора відбувається повільніше, крім випадків ексфільтрації стічних вод із колектора у ґрунт, оскільки тоді над місцем пошкодження колектора з часом виникають великі повітряні пустоти.

У щільних ґрунтах часто виявляють повітряні пустоти над відсутніми фрагментами конструкції колектора у його верхній частині. Вони іноді набувають надзвичайно великих розмірів, як у випадку катастрофи у Сіетлі.

Каналізаційні катастрофи у щільних ґрунтах – найбільш небезпечні для довкілля, у пухких – менш небезпечні. Частки пухкого ґрунту поступово опадають з насипки у напрямку



Рис. 3. Фрагмент провалля з пошкодженими підземними комунікаціями у Таксоні

колектора, спричиняючи осідання ґрунту, не ущільненого безпосередньо над місцем пошкодженого колектора, або зумовлюючи поступове плавне осідання вуличного покриття. Раптові й більш небезпечні провали можуть траплятися за значної жорсткості вуличного покриття, коли повітряні пустоти досягають великих розмірів.

Пошкодження колекторів у сухому ґрунті

Як зазначалося вище, ґрунт потрапляє у колектор, коли він безпосередньо контактує з



місяцями ушкодження, зокрема у випадках:

- переміщення труб у осьовому напрямку або розташування бетонних труб на певній віддалі між собою у варіанті без ущільнення, тобто «встик» або «внакладку»;
- поперечного переміщення труб;
- випадання гумового ущільнювача з частини обводу з'єднання, відсутності ущільнювача у з'єднанні;
- тріщин, викришування труб біля з'єднань, втрати фрагментів конструкції труб;
- дуже значних прогинів труб під навантаженням, що можуть спричинити втрату щільності з'єднань;
- нещільного приєднання випуску до колектора;
- локальних корозійних виразок у бетонних колекторах, які з часом призводять до проникнення ґрунту безпосередньо у колектор.

Інфільтрація ґрунтових вод у колектор – фактор пришвидшення каналізаційної катастрофи

У Німеччині відсоткова участь інфільтраційних вод у стічних водах складає у середньому 55%. Лише у 33% досліджених колекторів ця частка була меншою за 25%, натомість у 25% колекторів перевищувала 100%. Зафіксовано екстремальні випадки, коли середній об'єм інфільтраційних вод у нещільних колекторах становив 300-400% кількості стічних вод, що відводилися ними.

У більшості випадків інфільтрація виникає на розуцільнених з'єднаннях труб, прокладених багато років тому. На бетонних манжетах, які з'єднують бетонні труби встик або внакладку, з часом виникають тріщини, спричиняючи розгерметизацію з'єднань труб, а застосовува-

ний для ущільнення розтрубних бетонних або керамічних труб конопляний шнур, просякнутий бітумом, внаслідок старіння і крихкості бітуму та переміщення труб на з'єднаннях також спричиняє розгерметизацію з'єднань. Трапляється інфільтрація і на місцях подряпин, тріщин і сколів на трубах.

Разом з інфільтраційною водою у колектор потрапляє і ґрунт, дестабілізуючи зовнішнє ґрунтове оточення колектора і пришвидшуючи розвиток каналізаційної катастрофи.

Іноді інфільтрацію виявляють у новозбудованих колекторах ще до пуску їх в експлуатацію, так само як і неякісні з'єднання полімерних труб, що застосовуються для безтраншейного відновлення нещільних колекторів.

Ексфільтрація стічних вод із колектора у ґрунт – фактор пришвидшення каналізаційних катастроф

Ексфільтрація стічних вод із нещільних колекторів у ґрунт – поширене явище, яке, тим не менш, складно виявити. Якщо колектор прокладений вище від рівня ґрунтових вод, його пошкодження як чинник ексфільтрації стічних вод у ґрунт можна безпроблемно виявити випробуванням на щільність. Дослідження колекторів за допомогою відеотехніки у більшості випадків не в змозі зареєструвати це явище. Автори статті мають лише одну зйомку технічного стану такого колектора. Зафіксувати це явище вдалося тільки тому, що колектор мав транзитний характер – відводив стічні води з одного промислового підприємства і по його трасі не було додаткових випусків.

На початковій ділянці цього колектора, безпосередньо за підприємством, висота наповнення його стічними водами становила приблизно



Рис. 4. Вигляд східної частини провалля в Таксоні



10% його діаметра, а в міру пересування відеокамери висота наповнення зменшувалася, аж доки у певний момент камера почала реєструвати цілком сухе дно.

У деяких країнах ведуться дослідження з метою визначення кількості ексфільтраційних стічних вод. Наприклад, у ФРН у середині 80-х років минулого століття щороку ексфільтрувалось у ґрунт понад 300 млн. м³ стічних вод, тобто у середньому близько 15 м³ на одного мешканця щодобово.

Нещільності колекторів, що є причиною ексфільтрації стічних вод у ґрунт, часом виявляють випадково під час обстеження колектора відеотехнікою.

Біологічний фактор – загроза для конструкції колекторів

Серйозну небезпеку для каналізаційних колекторів становлять корені дерев і кущів, які часом проростають у внутрішній простір конструкції колектора. Там коріння дуже швидко розростається, особливо у санітарних колекторах, де завжди є велика кількість органічних субстанцій. Розросле коріння спричиняє розкришення матеріалу труби і збільшення розмірів місць, крізь які воно «просочилося» всередину колектора. Коріння висихає після вирубки дерев і кущів, і тоді через нещільності у колектор потрапляє ґрунт, ініціюючи каналізаційну катастрофу.

Ще одним чинником, що загрожує герметичності колектора, є біологічна корозія. За період, коли колектор вже збудований, але ще не зданий в експлуатацію, у ньому можна зауважити появу і розвиток колекторної флори (навіть жаб), однак вона не створює істотних побічних наслідків для безпеки колектора. Однак якщо там з'являються щурі, особливо у центральних частинах міст поблизу розташованих там барів, ресторанів і готелів, — це вже небезпечно.

Щурі часто переміщаються із колекторів до підвалів будинків, проникаючи крізь конструкційні нещільності у колекторах, передусім через нещільні з'єднання труб. При заповненні цементним розчином вільного простору між новим і старим колектором методом релайнінгу

в процесі відновлюваних робіт у центральних частинах міст часто трапляється, що кількість витраченого розчину набагато перевищує об'єм розрахункового вільного простору між трубами. Додаткові кількості розчину потрапляють крізь нещільності у порожнечу навколо колектора, і щурі тікають у підвали та на сходові клітки сусідніх будинків. У зв'язку зі стабільно «тепличними» умовами у колекторі можуть знаходити притулок й інші нетипові мешканці. Наприклад, у місті Орlando (США) в одному з колекторів виявили алігатора довжиною 5,54 м, в іншому колекторі — аж 87 гримучих змій.



Рис. 5. Фото алігатора довжиною 5,54 м, знайденого в колекторі, розташованому неподалік міжнародного аеропорту

Висновки

Каналізаційні катастрофи дуже небезпечні. Вони є чинником вкрай серйозних пошкоджень не лише каналізаційної мережі, але й життєво важливих систем: газотранспортної, водогінної, електричної, телекомунікаційних тощо. Під час таких катастроф нерідко у порожнечу над колектором провалюються транспортні засоби з людьми, або люди, які на той час перебували над проваллям.

Ліквідація подібних катастроф потребує величезних коштів: на перепомповування стічних вод із зони провалу, відновлення конструкції пошкодженого колектора, а часто й інших мереж, виготовлення байпасів на період відновлюваних робіт, на засипання і укріплення ґрунту в зоні провалля, на відновлення вуличного покриття, залучення дуже багатьох фахівців, використання різноманітної техніки тощо.