

ТОВ «КАЛУШПАЙПТРЕЙД»



**Безнапінні трубопроводи та колодязі з поліетиленових труб типу «КОРСИС» та «СПИРОКОР» і поліпропіленових труб типу «КОРСИС ПРО»**

#### **Частина 4**

**ПРАВИЛА ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНИХ  
ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ БЕЗНАПІРНОЇ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВОЇ ТА  
ДОЩОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОЛОДЯЗІВ ІЗ ТРУБ ТИПУ  
«СПИРОКОР»**

Київ 2026

## **ПЕРЕДМОВА**

**РОЗРОБЛЕНО: ТОВ «КАЛУШПАЙПТРЕЙД»  
ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ**

Ці рекомендації розроблено згідно з умовами, установленими в національній стандартизації України і направлені на розвиток ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі. Основні положення проектування» зі Змінами №1 та ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 «Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб», а також інших діючих документів у будівництві на території України.

**УВЕДЕНО ВПЕРШЕ**

**Право власності на цей документ належить ТОВ «КАЛУШПАЙПТРЕЙД»**

**Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати задля розповсюдження, і розповсюджувати цей документ або його частини на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу.**

## З М І С Т

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Область застосування .....                                                          | 4  |
| 2. Нормативні посилання.....                                                           | 4  |
| 3. Терміни та визначення понять .....                                                  | 6  |
| 4. Область застосування та переваги колодязів із поліетилену.....                      | 7  |
| 5. Властивості матеріалу і експлуатаційні характеристики колодязів із поліетилену..... | 8  |
| 6. Класифікація та призначення колодязів .....                                         | 8  |
| 7. Номенклатура та конструкція зварних колодязів із труб «СПИРОКОР» .....              | 9  |
| 8. Встановлення колодязів.....                                                         | 13 |
| 9. Експлуатація колодязів.....                                                         | 21 |
| 10. Влаштування колодязів у просадних і пучинистих ґрунтах.....                        | 21 |
| 11. Ремонт колодязів .....                                                             | 22 |
| 12. Санація зношених колодязів за допомогою колодязів із поліетилену.....              | 22 |
| 13. Вимоги безпеки при транспортуванні, зберіганні, встановленні та експлуатації ..... | 23 |
| 14. Розрахунок ПЕ колодязів .....                                                      | 24 |
| 15. Охорона оточуючого середовища .....                                                | 29 |
| Додаток А (довідковий). Розрахункова маса 1 п.м. труби СПИРОКОР».....                  | 30 |

## 1. Область застосування

Спіральновиті поліетиленові труби з порожнистою стінкою закритого профілю «СПИРОКОР» виготовляються на Калушському трубному заводі згідно ТУ У 22.2-35615975-009:2023 «ТРУБИ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ СПІРАЛЬНОНАВИТІ ДЛЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА КАНАЛІЗАЦІЇ».

Труби виготовляють з поліетилену трубних марок ПЕ80, ПЕ100 або із вторинної сировини власного виробництва, склад та фізико-механічні властивості якої відомі. Діаметр труб СПИРОКОР від 300 мм до 2400 мм, що виготовлені методом спірального намотування профілю, що безперервно виготовляється, з одночасним зварюванням витків між собою шаром розплавленого поліетилену. Труби безнапірні, призначені для будівництва і ремонту підземних трубопроводів, які прокладаються безпосередньо в ґрунт на відповідну глибину, для водовідведення, захисту кабелів зв'язку, відведення стічних вод та інших рідких та газоподібних середовищ до яких поліетилен хімічно стійкий, при температурі від мінус 40 °С до плюс 40 °С.

Труба виготовляється двох типів:

- тип 1 – труба без додаткових шарів;
- тип 2 – труба з додатковим внутрішнім шаром.

Труби СПИРОКОР можуть використовуватися для:

- безтраншейного ремонту (санация) трубопроводів методом протягування труба в трубі;
- водопропускні труби, тунелі під дорогами, дамби, проїзди під проїжджою частиною;
- захисту кабелів зв'язку;
- спеціальних проектів, заснованих на властивостях труб СПИРОКОР;
- виготовлення резервуарів різного призначення (пожежні резервуари, каналізаційні насосні станції і т.і.);
- виготовлення колодязів різної конструкції і призначення (водопровідні та каналізаційні колодязі).

Дані рекомендації поширюються на проектування та будівництво підземних трубопроводних систем безнапірної господарсько-побутової та дощової каналізації із застосуванням колодязів (ємностей...) із поліетиленових труб типу «СПИРОКОР», що виготовляються на Калушському трубному заводі.

В рекомендаціях приведені: номенклатура колодязів, область їх застосування, вимоги до монтажу і засипки, розрахунки на міцність та спливання, проектування в особливих випадках експлуатації, задача в експлуатацію, вимоги до безпеки робіт.

При проектуванні, будівництві і задачі в експлуатацію каналізаційних мереж з використанням поліетиленових колодязів повинні враховуватися вимоги нормативних документів, приведених в розділі 2 даних рекомендацій.

## 2. Нормативні посилання

В цих правилах наведено посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів (ISO/IEC Directives Part 2:2011, NEQ)

ДСТУ Б А.1.1-91:2008 Вимоги до побудови, викладання, оформлення та видання будівельних норм

ДБН А.3.2-2:2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)

ДБН В.2.5-74:2013 ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗОВНІШНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ Основні положення проектування. Зміна №1

ДБН В.2.5-75:2013 КАНАЛІЗАЦІЯ ЗОВНІШНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ Основні положення проектування. Зміна №1

ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій

ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування

ДБН В.2.3-4:2015 Споруди транспорту. Автомобільні дороги Частина І. Проектування  
Частина ІІ. Будівництво  
ДБН В.2.3-22:2009 Мости і труби. Основні вимоги проектування  
ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека  
ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення  
ДСТУ Б В.2.1-12:2009 Грунти. Метод лабораторного определения максимальной плотности. Изменение № 1. (Грунти. Метод лабораторного визначення максимальної густини. Зміна №1)  
ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)  
ДСТУ Б В.2.5-32: 2007 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Труби безнапірні із поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації. Технічні умови  
ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації із пластикових труб  
ДСТУ Б В.2.1-9:2016 Грунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням  
ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зі Зміною № ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Класифікація  
ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування (На заміну СНиП 2.01.07-85)  
ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення (Заміна СНиП 2.02.01-83)  
ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості теплових мереж  
ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації  
ДСТУ EN 12201-2:2018 Системи трубопровідних систем для водопостачання, дренажу та каналізації під тиском. Поліетилен (ПЕ). Частина 2. Труби  
ДСТУ EN ISO 4589-1:2018 Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 1. Загальні вимоги  
ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація  
ДСТУ Б В.1.1-2-97 Матеріали будівельні. Метод випробування на займистість  
ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва  
СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы (Магістральні трубопроводи) (Діючий)  
СНиП 2.09.03-85 Споруди промислових підприємств. Зміна №1 (національна) (Діючий)  
ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень  
ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99) Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети и сооружения. Люки смотровых колодцев и дождеприемники ливнесточных колодцев. Технические условия (Інженерне обладнання будівель і споруд. Люки оглядових колодязів. Технічні умови)  
ГОСТ 30055-93 Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия. С изменением № 1. (Діючий)  
ДСТУ Б В.2.6-106:2010 Конструкції бетонні і залізобетонні для колодязів каналізаційних, водопровідних і газопровідних мереж. Технічні умови (ГОСТ 8020-90, MOD)  
ГОСТ 15150-69 Машины, прилади і інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання і транспортування в частині дії

кліматичних чинників зовнішнього середовища. Зі Змінами 1-III-78, 2-IV-83, 3-II-89, 4-ПІС8-2002 (Термін скасування перенесено згідно з наказом від 28.12.2018 № 539)

ДСТУ ГОСТ 24379.1:2008 Болти фундаментні. Конструкція і розміри

ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва (Заміна ГОСТ 12.1.005)

ДСТУ EN ISO 4589-1:2018 Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 1. Загальні вимоги (EN ISO 4589-1:2017, IDT; ISO 4589-1:2017, IDT), (Заміна ГОСТ 12.1.044)

ДСТУ EN ISO 4589-2:2018 Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 2. Випробування за температури навколишнього середовища (EN ISO 4589-2:2017, IDT; ISO 4589-2:2017, IDT) (Заміна ГОСТ 12.1.044)

ДСТУ EN ISO 4589-3:2018 Пластмаси. Визначення характеристик горіння за кисневим індексом. Частина 3. Випробування за підвищеної температури (EN ISO 4589-3:2017, IDT; ISO 4589-3:2017, IDT) (Заміна ГОСТ 12.1.044)

ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування (на заміну СНиП 2.05.03-84)

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов (Маркування вантажів)

СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб (Інструкція з проектування технологічних трубопроводів із пластмасових труб)

ISO/TR 10358 Хімічна стійкість Видання 1993-06-01

### **Примітка.**

Чинність стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, перевіряють згідно з офіційними виданнями національного органу стандартизації – каталогом національних нормативних документів і щомісячними інформаційними покажчиками національних стандартів.

Якщо стандарт, на який є посилання, замінено новим або до нього внесено зміни, треба застосовувати новий стандарт, охоплюючи всі внесені зміни до нього.

## **3. Терміни та визначення понять**

У цих правилах використано терміни з відповідними позначками, встановлені в ДСТУ Б В.2.7-73, ДСТУ Б EN 1555, ДСТУ Б В.2.5-32 номінальний зовнішній діаметр ( $d_e$ ), середній зовнішній діаметр ( $d_{em}$ ), максимальний середній зовнішній діаметр ( $d_{em,max}$ ), овальність, номінальна товщина стінки ( $e_n$ ), середня товщина стінки ( $e_m$ ), мінімальна товщина стінки, максимальна товщина стінки, лінійна щільність, номінальний тиск, номінальна кільцева жорсткість (SN).

Нижче подано терміни без позначки та терміни з відповідними позначками, додатково вжиті у цих ТУ, та визначення позначених ними понять:

**3.1 внутрішній діаметр  $d_i$ , мм** : Вимірний внутрішній діаметр у будь-якому поперечному перерізі труби, округлений у більшу сторону до 0,1 мм.

**3.2 номінальний внутрішній діаметр DN/ID (мм)** : середнє арифметичне як мінімум чотирьох вимірів внутрішнього діаметру, у мм, рівномірно розподілених довкола одного і того ж поперечного перерізу і округлене у менший бік до 0,1 мм (витяг із ДСТУ Б В.2.5-32:2007).

**3.3 вторинна сировина:** власний матеріал повторної обробки - матеріал у вигляді гранул, порошку або здрібнених частин ПЕ з відбракованих труб, фасонних виробів та технологічних залишків власного виробництва, який було очищено, подрібнено, перемелено або гранульовано за технологічною документацією виробника труб та фасонних виробів, затвердженою у встановленому порядку, хімічний склад якого відомий, і який відповідає характеристикам, наведеним у цих ТУ.

**3.4 фітинг:** З'єднувальна деталь трубопроводу, що встановлюється у місцях його розгалуження, поворотів, переходів на інший діаметр, а також при необхідності часткового монтажу та демонтажу труб. Служать для герметичного з'єднання трубопроводу та в інших допоміжних цілях.

**3.5 муфта:** Тип фітингів, що утворюють з'єднання труб між собою, не змінюючи напрям трубопроводу, що монтується, або заміну несправних ділянок труби. Представляє собою деталь, що відповідає по конструкції та матеріалу трубам, які вона з'єднує. Служать для створення міцного і герметичного з'єднання труб.

**3.6 ущільнююче кільце:** Виріб із еластомеру (гуми), що створює герметизацію з'єднання.

**3.7 кільцева жорсткість труби:** Комплексний параметр труби з визначеною геометрією, що відображає взаємозв'язок зменшення діаметру і стискуючого навантаження, лінія дії якої проходить вздовж цього діаметру. Розрахункове значення кільцевої жорсткості труби для безнапірного підземного прокладання, у  $\text{кН/м}^2$ , при 3% деформації внутрішнього діаметра, яке відповідає граничному значенню питомого статичного навантаження ґрунту та транспортних засобів на поверхню труби при якому деформація має пружний характер, а труба зберігає свої функціональні властивості.

**3.8 номінальна кільцева жорсткість (SN):** Чисельне позначення мінімального значення показника кільцевої жорсткості труб безнапірних для підземного прокладання мереж каналізації та трубопроводів захисту кабелів зв'язку, у  $\text{кН/м}^2$  згідно з EN 1401, EN 1852

**3.9 партія:** Певна кількість труб, із яких може бути вибраний зразок для випробувань.

**3.10 овальність:** Відношення довжин вісі (максимальної до мінімальної) овалу в поперечному перерізі труби, що змінила свою кругову форму, зменшену на одиницю.

**3.11 підземна каналізація:** Система підземних трубопроводів, по яких транспортуються різні стоки.

**3.12 самотливна каналізація:** Система трубопроводів, по якій самотливом транспортуються фекальні (побутові) стоки.

**3.13 підземні водостоки (дощові):** Система трубопроводів, по яких транспортуються дощові і талі води (стоки).

**3.14 каналізаційний колодязь:** Споруда в системі підземної каналізації, що служить для під'єднання трубопроводів, які проходять у різних напрямках і використовуються при експлуатації для ревізії каналізаційних мереж при профілактичних заходах і для ліквідації забруднень.

**3.15 ревізійний колодязь:** Споруда в системі підземних водостоків, що служить для під'єднання трубопроводів, які проходять у різних напрямках і різних діаметрів, і використовуються при експлуатації для ревізії водостічних мереж при профілактичних заходах і ліквідації забруднень.

**3.16 водоприймальний колодязь:** Споруда на підземному водостоку, що служить для приймання стоків (дощової талої води) з поверхні землі через водоприймальну решітку і транспортування їх в самотливний трубопровід.

**3.17 траншея:** виїмка в ґрунті для розміщення трубопроводу.

**3.18 насип:** Ґрунтове підвищення над трубопроводом.

**3.19 технологія будівельного виробництва:** Сукупність технологічних процесів і методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми виробів або матеріалів, що створюють нову якість матеріального продукту відносно первинного стану ресурсів і матеріалів.

#### **4. Область застосування та переваги колодязів із поліетилену**

Поліетиленові колодязі використовуються в побутових, зливових і загальносплавних каналізаційних мережах, а також в технологічних каналах за умови стійкості матеріалу до робочої рідини, що транспортується. Переваги цих колодязів обумовлені матеріалом, з якого вони виготовлені, а саме поліетиленом, і конструктивними особливостями труб, з яких виготовлена шахта колодязя. Основні з них перераховані нижче:

Низька густина (у порівнянні із бетоном);

Низька теплопровідність;  
 Герметичність;  
 Стійкість до агресивних середовищ та стирання;  
 Морозостійкість;  
 Довговічність;  
 Легкість монтажу, складування і транспортування;  
 Висока ударна міцність;  
 Висока стійкість до зовнішніх механічних навантажень;  
 Стійкість до УФ випромінення;  
 Різновидність елементів конструкції;

## 5. Властивості матеріалу і експлуатаційні характеристики колодязів із поліетилену

Колодязі виготовляються із трубних марок поліетилену високої густини із наступними властивостями:

|                                                         |                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Густина, не менше                                       | 950 кг/м <sup>3</sup>                      |
| Показник текучості розплаву, не більше                  | 1,6 г/10 хв.                               |
| Термостабільність при 200 °С, не менше                  | 20 хв.                                     |
| Масова доля технічного вуглецю (сажі)                   | 2,0 - 2,5 %                                |
| Межа текучості про розтягу, не менше                    | 20 МПа                                     |
| Відносне видовження при розриві, не менше               | 600 %                                      |
| Модуль пружності, не менше                              | 800 МПа                                    |
| Температура крихкості, не вище                          | -70 °С                                     |
| Коефіцієнт теплового розширення, не більше              | $2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ |
| Експлуатаційні характеристики колодязів із поліетилену: |                                            |
| Температура монтажу                                     | -50 ... +50 °С                             |
| Глибина закладання, не більше                           | 6 м*                                       |
| Температура транспортуючої рідини, не більше            | 60 °С                                      |
| Хімічна стійкість**                                     |                                            |

\*Можливе збільшення глибини закладання до 12 м при підтвердженні відповідними розрахунками.

\*\* Поліетилен стійкий до речовин з показником рН в діапазон від 2 до 12. Більше інформації про хімічну стійкість ПЕ дивіться в СН 550-82 та Керівництво з проектування технологічних трубопроводів з пластмасових труб додаток для СН 550-82, а також в ISO TR 10358.

## 6. Класифікація та призначення колодязів

Поліетиленові колодязі класифікують за такими ознаками:

1) За можливістю доступу людини:

Обслуговуючі, з діаметром робочої частини шахти не менше 1 м, призначені для безпосереднього доступу людини до каналу з метою проведення в ньому експлуатаційних робіт;

Інспекційні (ревізійні) колодязі, діаметром робочої частини шахти менше 1 м, призначені для проведення експлуатаційних робіт з поверхні;

2) За виконуваними функціями та конструкцією:

Оглядові, застосовуються в загально сплавних, господарсько-побутових і зливових стоках для виконання експлуатаційних робіт;

Колодязі дощової каналізації – безлоткові колодязі призначені для прийому дощової води;

Колодязі господарсько-побутової каналізації – лоткові колодязі призначені для мереж побутової каналізації;

Перепадні колодязі, дозволяють з'єднувати трубопроводи на різних рівнях.

## 7. Номенклатура та конструкція зварних колодязів із спіральनावитих труб «СПИРОКОР»

Для виготовлення зварних колодязів із труб «СПИРОКОР» використовується метод зварювання ручним екструдером. Колодязь проварюється по всіх швах, як по зовнішній стороні так і по внутрішній стінці, що забезпечує необхідну міцність та герметичність. Приварка патрубків здійснюється на заводі в стаціонарних умовах. Патрубки можуть бути передбачені для з'єднання з будь-яким типом трубопроводу. Наприклад колодязь можна з'єднувати в каналізаційній мережі з гладкостінними або гофрованими трубами з поліетилену або поліпропілену, трубами з ПВХ. У системі водопостачання колодязь може з'єднуватися з трубами з поліетилену, сталі або чавуну. Найголовніше, що при з'єднаннях пластикового колодязя з трубою зберігається 100-відсоткова герметичність системи. Екструзійне зварювання колодязя дозволяє реалізувати технічні рішення будь-якої складності.

За типом лотка каналізаційні колодязі поділяються на:

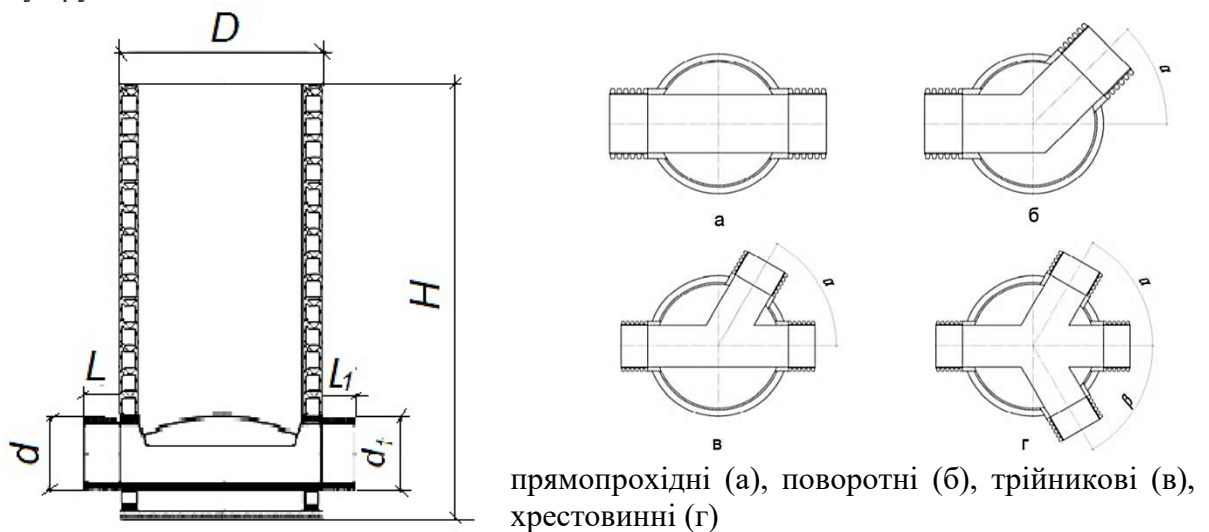
Прямопрохідні – облаштовують на прямолінійних ділянках мережі (рис. 1а).

Поворотні – передбачають на всіх точках зміни напрямку мережі в плані (на поворотах). Поворотний колодязь відрізняється від лінійного за формою лотка (рис. 1б).

Вузлові (трійники рис. 1в, хрестовинні рис. 1г) – облаштовують у місцях з'єднання декількох каналізаційних ліній. Вони мають вузол лотків, що з'єднують не більше трьох вхідних (підвідних) труб і одну, що виходить.

Основні розміри зварних колодязів представлені в таблицях 1 і 2.

За вимого замовника виготовляються колодязі із будь якими нестандартними кутами повороту труб.



Мал. 1. Лотковий колодязь

Таблиця 1 Геометричні розміри зварних колодязів

| Внутрішній діаметр шахти D, мм | Висота шахти H, м | Максимальні діаметри патрубків* d, d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , мм | Стандартні кути повороту α, β |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 400                            | (1 ... 6) ± 0,025 | 200                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 600                            | (1 ... 6) ± 0,025 | 400                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 800                            | (1 ... 6) ± 0,030 | 500                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 1000                           | (1 ... 6) ± 0,035 | 630                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 1200                           | (1 ... 6) ± 0,040 | 800                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |

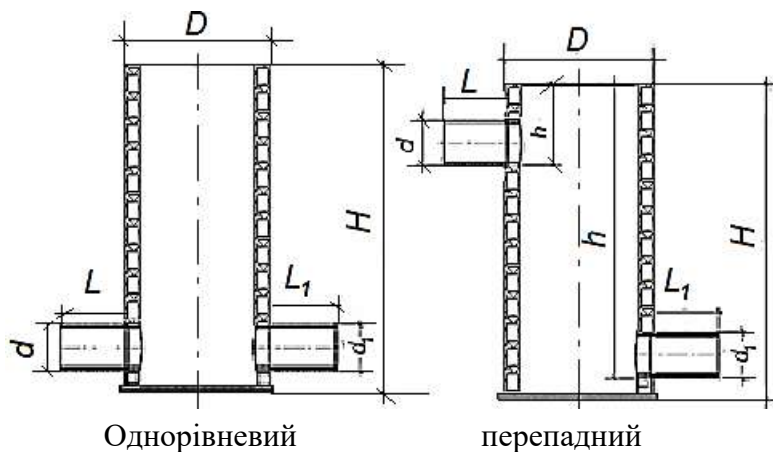
| Внутрішній діаметр шахти D, мм | Висота шахти H, м | Максимальні діаметри патрубків* d, d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , мм | Стандартні кути повороту α, β |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 400                            | (1 ... 6) ± 0,025 | 200                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 1400                           | (1 ... 6) ± 0,050 | 800                                                                     | 30°, 45°, 60°                 |
| 2000                           | (1 ... 6) ± 0,070 | 1200                                                                    | 30°, 45°, 60°                 |

\* В якості патрубків, які приварені до робочої камери, використовуються відрізки труб «Корсис» або гладкої напірної ПЕ труби відповідного діаметра

Безлоткові колодязі виготовляють двох типів:

Однорівневі та перепадні (мал. 2)

Однорівневі використовуються для прийому каналізаційних стоків на одному рівні, а перепадні - коли є значний перепад висот труб подачі і відведення. Максимально допустима висота перепаду - до 5 метрів. Максимально допустима кількість труб, розташованих на одному рівні, в залежності від діаметра шахти і труб, що поставляються, становить не більше 8.

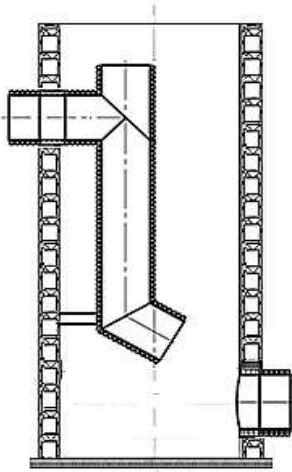


Мал. 2. Безлоткові колодязі

Таблиця 2 Довжина вільної частини відвідного патрубка у залежності від діаметра патрубка

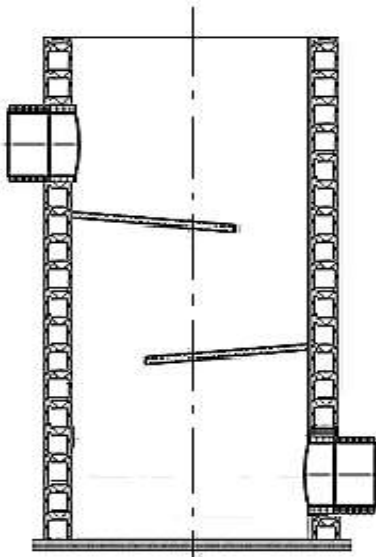
| Номинальний зовнішній діаметр відвідного патрубка d <sub>n</sub> , мм | Довжина вільної частини відвідного патрубка L, мм, не менше |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 110                                                                   | 125                                                         |
| 160                                                                   | 125                                                         |
| 200                                                                   | 165                                                         |
| 315                                                                   | 210                                                         |
| 400                                                                   | 210                                                         |
| 500                                                                   | 230                                                         |
| 630                                                                   | 295                                                         |
| 800                                                                   | 295                                                         |
| 1000                                                                  | 330                                                         |
| 1200                                                                  | 360                                                         |

У відповідності із ДБН В.2.5-75:2013 перепади висотою до 5 м на трубопроводах діаметром до 500 мм включно слід виконувати в колодязях у вигляді стояка із поперечним перерізом не менше перерізу підводного трубопроводу (рис. 3).

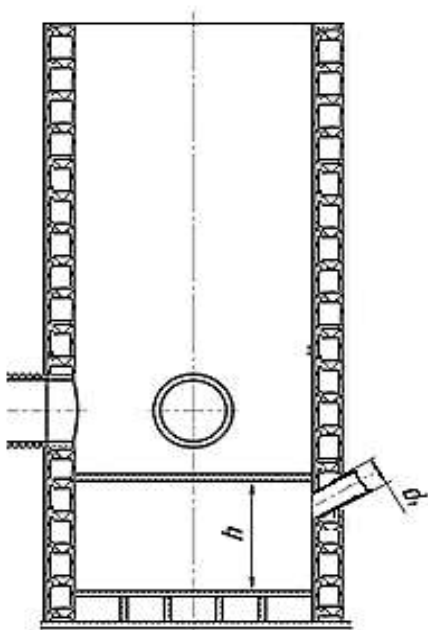


**Мал. 3** Конструкція колодязя перепадного.

На колекторах дощової каналізації при висоті перепадів до 1 м допускається передбачати колодязі водозливного типу, на висоті перепаду 1 - 3 м - водобійного типу з однією решіткою із водобійних балок (плит), на висоті перепаду 3 - 4 м - двома водобійними ґратами (рис. 4). Перепадні колодязі такої конструкції виготовляються за індивідуальними ескізами і кресленнями замовника



**Мал. 4** Конструкція колодязя при перепаді висот до 4 м



**Мал. 5**  
Конструкція колодязя з пригрузочною камерою

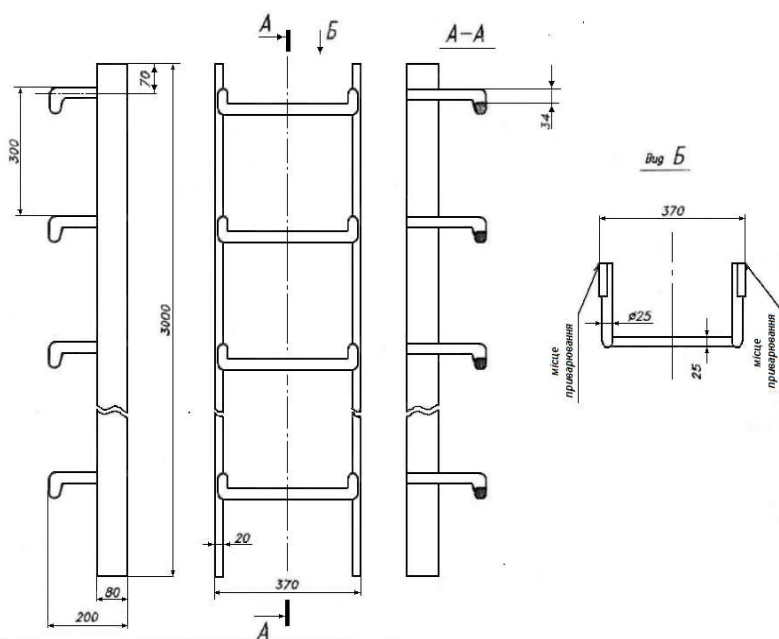
Для запобігання спливання колодязя в разі його установки в водонасичених ґрунтах роблять колодязі зі спеціальною завантажувальною камерою (рис. 5), яка заливається бетоном безпосередньо в процесі монтажу. Висота завантажувальної камери  $h$  визначається розрахунком, наведеним в розділі 15 цих технічних рекомендацій. Діаметр вхідного патрубка  $d_1$  узгоджується із замовником.

Для доступу до каналізаційних колекторів великого діаметру виготовляють колодязі з номінальними внутрішніми діаметрами 1800 - 2400 мм. Такі колодязі, як і колодязі меншого діаметра виготовляються лотковими і безлотковими (мал. 1, мал. 2).

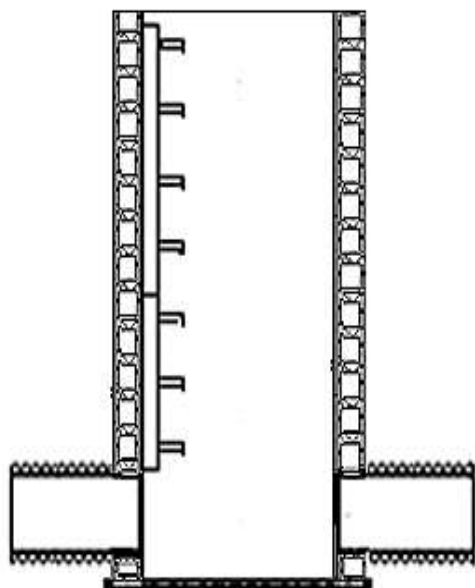
Враховуючи досвід експлуатації таких колодязів в країнах Європи, рекомендується для виготовлення таких колодязів застосовувати труби «СПИРОКОР» з класом кільцевої жорсткості SN8.

Всі колодязі, на вимогу замовника, комплектуються драбинами. Драбина поставляється секціями по 3 м (рис. 6). Приєднання драбини до шахти колодязя виконується методом ручного екструзійного зварювання.

На мал. 7 показано приклад встановлення драбини.



Мал. 6. Конструкція драбини.



Мал. 7. Приклад встановлення драбини.

## 8. Встановлення колодязів

### Загальні рекомендації з встановлення зварних колодязів

Поліетиленові колодязі слід встановлювати в районах з наступними природно-кліматичними даними:

Сейсмічність місцевості - не вище 7 балів

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря не нижче -50 °C

Ґрунти на будівельному майданчику:

а) сухі непучинисті ґрунти природної вологості з наступними стандартними характеристиками: стандартна щільність -  $\gamma^H = 1,8 \text{ т/м}^3$ , стандартний кут внутрішнього тертя -  $\varphi^H = 0,56 \text{ рад (32}^\circ\text{)}$ , стандартне зчеплення -  $C^H = 2 \text{ кПа (0,02 кгс/см}^2\text{)}$

б) мокрі (водонасичені) з наступними стандартними характеристиками: стандартна щільність -  $\gamma^H = 2,0 \text{ т/м}^3$ , стандартний кут внутрішнього тертя -  $\varphi^H = 0,40 \text{ рад (23}^\circ\text{)}$ , стандартна зчеплення -  $C^H = 1 \text{ кПа (0,01 кгс/см}^2\text{)}$ , коефіцієнт пористості  $\varepsilon = 0,65$ .

Поліетиленові колодязі рекомендується встановлювати на підготовлену піщану або бетонну основу при влаштуванні колодязів в сухих або водонасичених ґрунтах відповідно. Мінімальна товщина основи - 15 см.

Ґрунти з розрахунковим опором понад 0,1 МПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>), визначені за формулою (7) ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення «Фундаменти будівель і споруд», придатні для зведення піщаної основи. При цьому величина розрахункового опору повинна перевищувати середнє значення тиску на підшву від дії стандартних навантажень. Піщану основу необхідно ущільнити, утрамбовуючи до рівня ущільнення по Проктору не менше 95%.

Для зведення бетонної основи рекомендується використовувати бетон марки В 7,5.

Рекомендована максимальна глибина дна колодязя - 6 м.

Зворотня засипка повинна проводитися піском або дрібним гравієм з розміром фракції, що не перевищує ширину порожнини гофри труби шахти. У цьому випадку необхідно використовувати метод шарового ущільнення. Ущільнення слід проводити рівномірно по периметру шарами товщиною не більше 20 см. Рекомендовані рівні ущільнення по Проктору для різних умов монтажу:

- для зон зелених насаджень та пішохідних зон – не менше 90%
- для доріг з поміркованим транспортним навантаженням – не менше 95%
- для доріг з великим транспортним навантаженням – не менше 98%

Якщо рівень ґрунтових вод знаходиться вище дна колодязя, рекомендується ущільнити насипний ґрунт до 98% по Проктору, а також спорудити бетонний «якір» або використовувати колодязь з пригрузочною камерою (мал. 5), щоб колодязь не спливав. Вага «якоря» (пригрузочної камери) визначається розрахунком, наведеним у розділі 15 цих технічних рекомендацій. Для спорудження «анкера» слід використовувати прямокутну або круглого перерізу опалубку.

### Послідовність монтажу колодязів

1. На дні ями спорудити піщану основу товщиною не менше 15 см.
2. У разі влаштування колодязя у водонасичених ґрунтах на дно котловану слід залити бетонну основу товщиною не менше 15 см або укласти бетонну плиту.
3. Встановити колодязь на підготовлену основу і з'єднати труби.
4. При влаштуванні колодязя в водонасичених ґрунтах рекомендується залити бетонний «якір», щоб запобігти його спливанню, вага якого повинна визначатися розрахунком. При відсутності проектних даних бетон слід залити до рівня 10 см вище верху труб, що з'єднуються. Рекомендується використовувати **бетон марки В15**. При влаштуванні колодязя з пригрузочною камерою її слід заповнити бетоном доверху через спеціальну зварену трубу (мал. 8). Розміри камери визначаються розрахунком, представленим в розділі 15 даних технічних рекомендацій.

5. Яму навколо колодязя рекомендується засипати піском, використовуючи метод шарового ущільнення. Товщина кожного шару - не більше 20 см. Ступінь ущільнення кожного шару становить не менше 95% по Проктору, а в разі транспортного вантажу - не менше 95 - 98% по Проктору, в залежності від величини вантажу.

6. У разі транспортного навантаження подальші роботи слід виконувати відповідно до мал. 9 (див. нижче):

Навколо верхньої частини шахти спорудити опалубку у вигляді кільця товщиною і висотою не менше 300 мм, щоб верхня частина шахти входила в неї не більше ніж на 150 мм; При цьому зазор між майбутньою внутрішньою поверхнею бетонного кільця і шахтою колодязя повинен бути не більше 25 мм по всьому колу.

Залити опалубку бетоном.

Площу навколо опалубки засипати піском до рівня її горизонтальної поверхні і ущільнити до 95-98% по Проктору. Піщана площадка повинна бути не менше площі і розмірів дорожньої плити.

Поверх бетонного розвантажувального кільця покласти дорожню плиту по ГОСТ 8020-90, попередньо змастивши шар пороізолу холодною мастикою.

Встановити чавунний люк ДСТУ Б В.2.5-26:2005.

Укласти дорожнє покриття згідно з проектом.

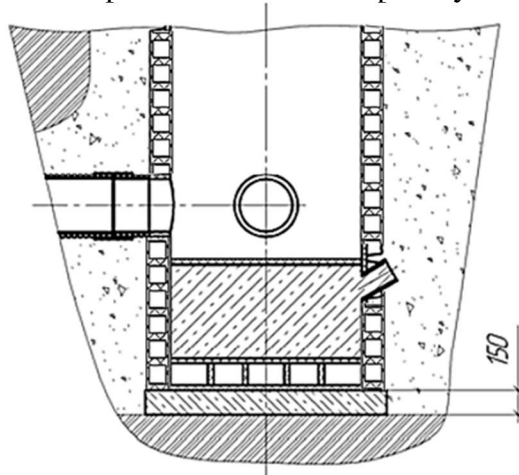
7. Якщо колодязь встановлюється в пішохідній зоні, подальші роботи слід проводити відповідно до мал. 10 (див. нижче):

Навколо верхньої частини шахти спорудити опалубку у вигляді кільця товщиною і висотою не менше 300 мм, щоб верхня частина шахти входила в неї не більше ніж на 100 мм; При цьому зазор між майбутньою внутрішньою поверхнею бетонного кільця і шахтою колодязя повинен бути не більше 25 мм по всій довжині кола. Замість опалубки можна використовувати поліетиленову форму для бетонування горловини. При цьому циліндричну поверхню по її внутрішньому діаметру слід обклеїти клейкою стрічкою.

Залите опалубку бетоном.

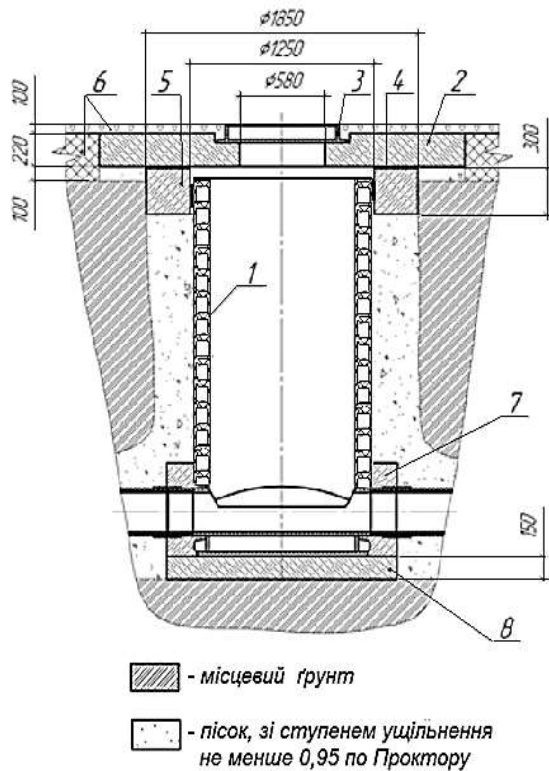
Встановити чавунний (полімерпіщаний ...) люк.

Покласти дорожнє полотно по проекту.



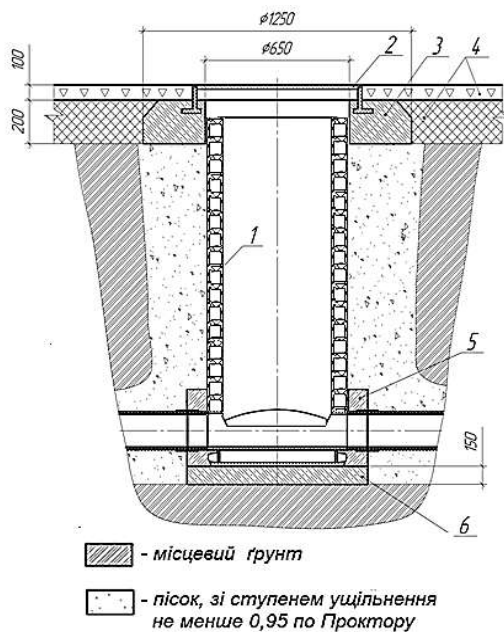
-  - місцевий ґрунт
-  - пісок, зі ступенем ущільнення не менше 0,95 по Проктору
-  - бетон

**Мал. 8. Встановлення колодязя з пригрузочною камерою на основу.**



**Мал. 9.** Розміщення розвантажувальних плит над горловиною колодязя при транспортному навантаженні

1 – колодязь Спирокор; 2 - плита дорожня ПД-6 (ПД-6а); 3 - люк чавунний; 4 - пороізол; 5 - бетонне розвантажувальне кільце; 6 - дорожнє покриття; 7 - бетонний «якір», 8 - бетонна основа



**Мал 10.** Розміщення розвантажувальних плит над горловиною колодязя у пішохідній зоні.

1 - колодязь Спирокор; 2 - чавунний люк, 3 - бетонне розвантажувальне кільце; 4 - дорожнє покриття згідно проекту; 5 - бетонний «якір», 6 - бетонна основа.

## Конструктивні рішення при встановленні колодязів

### Вибір та встановлення люків та залізобетонних плит

Люки для оглядових колодязів та дощоприймачів повинні відповідати ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (EN 124-1994). Тип люка вибирається в залежності від місця його установки і відповідного навантаження. Види, основні параметри і розміри люків, місця їх установки вказані в таблиці 3.

**Таблиця 3** Основні параметри люків та їх місце встановлення (ДСТУ Б В-1.2.5-26:2005)

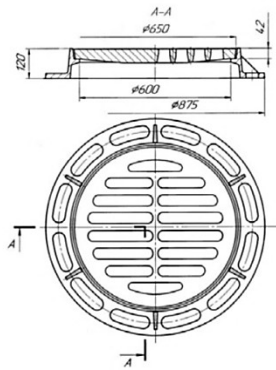
| Тип<br>(позначення згідно EN 124) | Найменування                    | Навантаження<br>номінальне,<br>кН | Повне<br>відкриття D, не<br>менше,<br>мм | Глибина<br>встановлення кришки в<br>корпусі, h, не<br>менше, см | Маса<br>загальна,<br>кг | Рекомендоване місце<br>встановлення                                                                                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛМ* (A15)                         | Легкий<br>малогабаритний<br>люк | 15                                | 450                                      | 20                                                              | 45                      | Зона<br>зелених<br>насаджень,<br>пішохідна<br>зона                                                                                                    |
| Л (A15)                           | Легкий люк                      |                                   | 550                                      |                                                                 | 60                      |                                                                                                                                                       |
| С (B125)                          | Середній люк                    | 125                               | 550                                      | 25                                                              | 95                      | Автостоянки,<br>тротуари та<br>проїзна<br>частина<br>міських<br>парків                                                                                |
| Т (C250)                          | Важкий люк                      | 250                               | 550                                      | 35                                                              | 120                     | Міські<br>автомобільні<br>дороги з<br>інтенсивним<br>рухом                                                                                            |
| ТМ (Д400)                         | Важкий<br>магістральний<br>люк  | 400                               | 550                                      | 50                                                              | 140                     | Магістральні<br>дороги                                                                                                                                |
| СТ (E600)                         | Надважкий люк                   | 600                               | 550                                      | 60                                                              | 155                     | Зони<br>високих<br>навантажень<br>(аеродроми,<br>доки)                                                                                                |
| Р                                 | Ремонтна<br>вставка             | 125                               | 550                                      | 25                                                              | 35                      | Корпуси<br>люків типів<br>С (B125) і Т<br>(C250) при<br>ремонтних<br>роботах на<br>дорогах<br>(при<br>нарощуванні<br>висоти<br>дорожнього<br>полотна) |
|                                   |                                 | 250                               |                                          | 35                                                              |                         |                                                                                                                                                       |

Для підземних комунікацій з глибиною каналу до 600 мм від зовнішньої поверхні кришки люка.

Тип дощоприймача вибирається в залежності від місця його установки.

Види, основні параметри дощоприймачів, місця їх установки наведені в таблиці 4.

При будівництві мереж зливної каналізації з використанням ПЕ колодязів рекомендується використовувати дощоприймачі, приблизна конструкція яких показана на мал. 11.

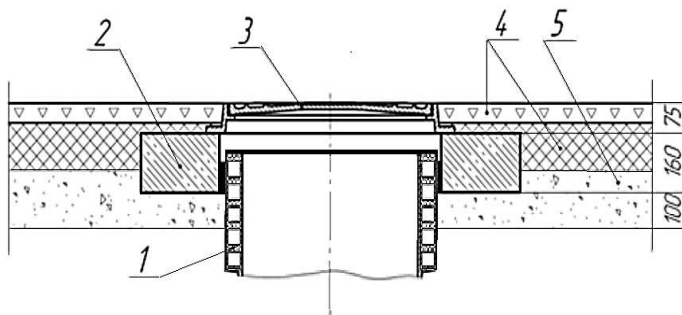


**Мал 11.** Приблизна конструкція дощоприймального люка.

**Таблиця 4.** Основні параметри дощоприймачів та їх місце встановлення (ДСТУ Б В-1.2.5-26:2005)

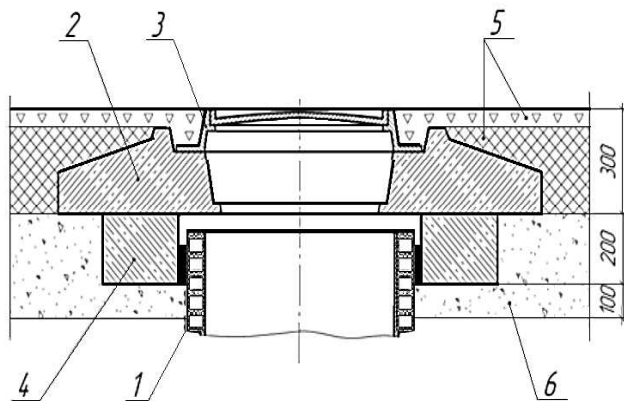
| Тип<br>(згідно EN 124)                                                                                                                          | Найменування              | Навантаження мінімальне, кН | Площа живого перерізу S, не менше, м | Глибина встановлення решітки корпусі h, не менше, мм | Маса, кг | Рекомендоване місце встановлення                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------|
| Д (А15)                                                                                                                                         | Дощоприймач малий         | 15                          | 0,05                                 | 20                                                   | 30       | Пішохідна зона                                       |
| ДБ1*                                                                                                                                            | Дощоприймач великий       | 125                         | 0,075                                | 35                                                   | 50       | Автостоянки і проїзна частина міських автодоріг      |
| ДБ2**(В12 5)                                                                                                                                    |                           |                             | 0,15                                 |                                                      | 85       |                                                      |
| ДМ1                                                                                                                                             | Дощоприймач магістральний | 250                         | 0,075                                | 35                                                   | 60       | Магістральні автомобільні дороги з інтенсивним рухом |
| ДМ2 (С250)                                                                                                                                      |                           |                             | 0,15                                 |                                                      | 100      |                                                      |
| ДС1                                                                                                                                             | Дощоприймач надважкий     | 400                         | 0,075                                | 50                                                   | 80       | Зони високих навантажень (аеродроми, доки)           |
| Р                                                                                                                                               |                           |                             | 0,15                                 |                                                      | 130      |                                                      |
| <div>* На дорогах (аеродромах) при повздовжніх ухилах:<br/>* ДБ1 - <math>i_0 &lt; 0,005</math>;<br/>** ДБ2 - <math>i_0 &gt; 0,005</math>.</div> |                           |                             |                                      |                                                      |          |                                                      |

Плити перекриття, опорні плити і кільця повинні відповідати ДСТУ Б В.2.6-106:2010 Конструкції бетонні і залізобетонні для колодязів каналізаційних, водопровідних і газопровідних мереж. Технічні умови (ГОСТ 8020-90, MOD). Нижче приведені зразкові конструкції з використанням стандартних залізобетонних виробів і чавунних люків.



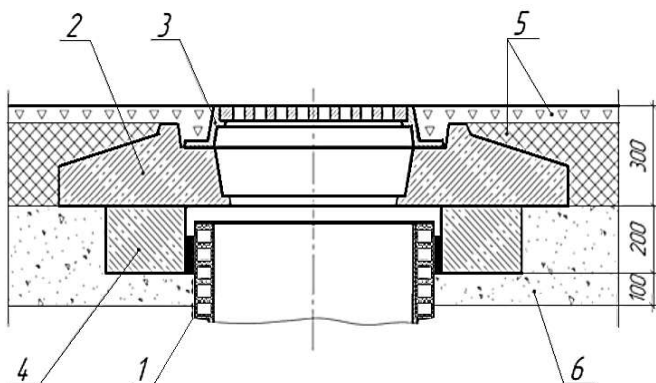
**Мал. 12.** Конструкція розвантажувальних плит над горловиною колодязя в зоні автостоянок, тротуарів, проїжджої частини міських парків

1 - колодязь Спирокор, 2 – кільце опірне, 3 - люк, 4 - бетонне розвантажувальне кільце, 5 – дорожнє покриття.



**Мал. 13.** Конструкція розвантажувальних плит над горловиною колодязя при транспортному навантаженні

1 - колодязь Спирокор, 2 - плита дорожня, 3 - люк, 4 - бетонне розвантажувальне кільце, 5 - дорожнє покриття, 6 – пісок ущільнений



**Мал. 14.** Конструкція розвантажувальних плит над горловиною колодязя при інтенсивному транспортному навантаженні з використанням дощоприймача

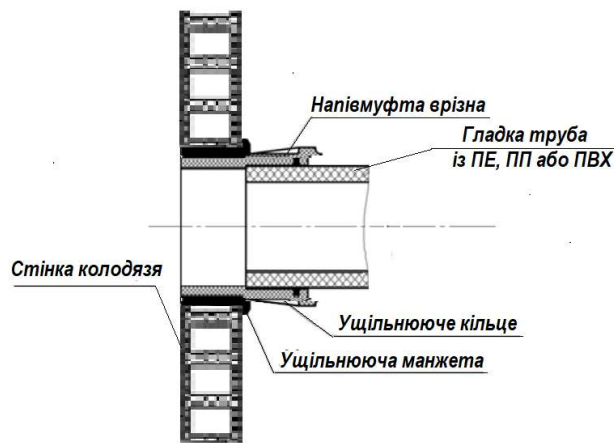
1 - колодязь СПИРОКОР, 2 - плита дорожня, 3 – дощоприймач ДМ-2 чавунний, 4 - бетонне розвантажувальне кільце, 5 - дорожнє покриття, 6 – пісок ущільнений.

### Врізка додаткових підключень в стінку колодязя

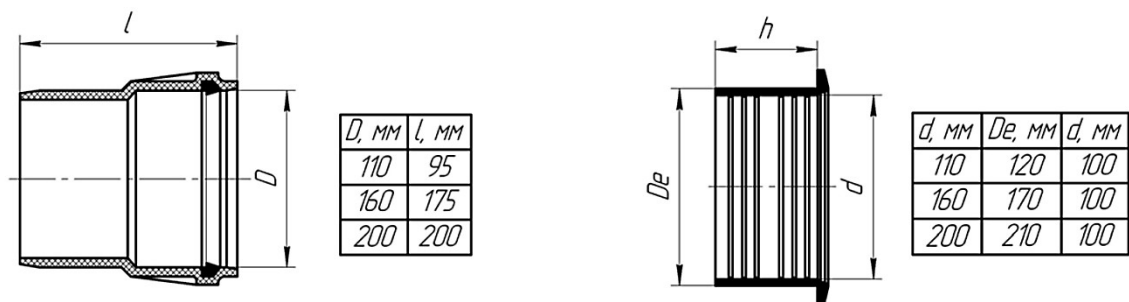
У деяких випадках необхідно зробити додаткове з'єднання труби з конструкцією на будівельному майданчику. Для вирішення цієї проблеми рекомендується використовувати врізні напівмуфти в комплекті з гумовим ущільнювачем.



**Мал 17.** Під'єднання труби «Корсис»



**Мал. 18.** Під'єднання труб з гладким кінцем



**Мал. 19.** Напіємуфта врізна та ущільнююча манжета.

Монтаж такого з'єднання виконується наступним чином:

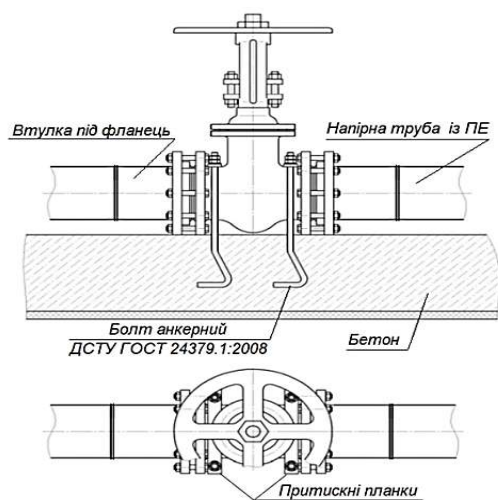
- спеціальним коронною фрезою вирізається отвір необхідного діаметра;
- в отвір вставляється ущільнювальна манжета;
- внутрішня поверхня манжети і зовнішня поверхня напіємуфти змащуються герметичним мастилом;
- напіємуфта вставляється в манжету.

Після цих операцій труба Корсис з'єднується зі колодязем через гумове кільце ущільнювача (рис. 17). Крім труб Корсис, через врізну напіємуфту з'єднують гладкі труби з ПЕ, ПП і ПВХ (рис. 18).

Таке рішення особливо ефективно при будівництві дренажних систем.

### Установка запірної арматури.

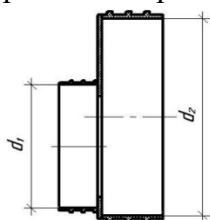
У водопровідних і напірних каналізаційних мережах колодязі найчастіше використовуються для установки запірної арматури (засувки, кульові крани і т.д.). При цьому необхідно надійно закріпити запірну арматуру на дні колодязя, щоб уникнути можливих поломок в результаті різких стрибків тиску в мережі або інших факторів, які можуть привести до аварії. Приклад установки засувки в ПЕ колодязь показаний нижче на рис.20.



**Мал 20.** Конструкція установки засувки в ПЕ колодязь

### Ексцентричний перехід

Часто проект передбачає різні діаметри труб, що підводяться і виводяться з каналізаційного колодязя. При виробництві зварних колодязів такого типу вкрай складно виготовити лоток з необхідним профілем. Для вирішення цього завдання пропонується використовувати ексцентриковий перехід від одного діаметра труби до іншого (рис. 21).

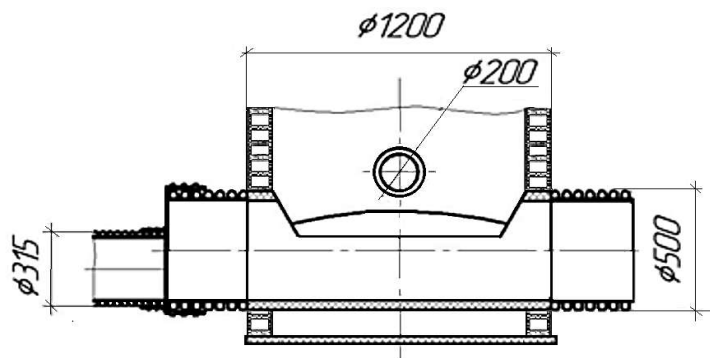


**Мал. 21.** Переходи ексцентричні з одного діаметра труб на інший.

Можливі співвідношення діаметрів з'єднань наведені в таблиці 5. Приклад використання ексцентрикового з'єднання наведено на мал. 22.

**Таблиця 5**

| $d_1$ , мм | $d_2$ , мм | $d_1$ , мм | $d_2$ , мм | $d_1$ , мм  | $d_2$ , мм |
|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| <b>110</b> | 160        | <b>160</b> | 200        | <b>200</b>  | 250        |
|            | 200        |            | 250        |             | 315        |
|            | 250        |            | 315        |             | 400        |
|            | 315        |            | 400        |             | 500        |
|            | 400        |            | 500        |             | 630        |
| <b>250</b> | 315        | <b>315</b> | 400        | <b>400</b>  | 500        |
|            | 400        |            | 500        |             | 630        |
|            | 500        |            | 630        |             | 800        |
|            | 630        |            | 800        |             | 1000       |
| <b>500</b> | 630        | <b>630</b> | 800        | <b>800</b>  | 1000       |
|            | 800        |            | 1000       |             | 1200       |
|            | 1000       |            | 1200       | <b>1000</b> | 1200       |



Мал. 22. Приклад використання ексцентрикового з'єднання

## 9. Експлуатація колодязів

Завдяки використанню сучасних технологій з'явилася можливість проводити такі оперативні роботи, як очищення водою під тиском і телевізійний моніторинг. Ці роботи проводяться з поверхні за допомогою спеціального обладнання, що виключає спуск людини в колодязь. В даний час, відповідно до вимог європейських нормативних документів, рекомендується, щоб всі роботи, що проводяться в каналізаційних мережах, з урахуванням безпеки обслуговуючого персоналу проводилися з поверхні землі, навіть якщо колодязь передбачає можливість спуску в нього людини.

В даний час для очищення трубопроводів, в залежності від ступеня заростання поперечного перерізу, застосовують такі способи очищення:

- водяні або гідромеханічні - для труб діаметром до 100 мм при наявності неущільнених горбистих відкладень;
- водо-повітряні - для трубопроводів діаметром до 200 мм при наявності неущільнених горбистих відкладень по довжині ділянки до 2000 м;
- очищення із застосуванням апаратів високого тиску з поворотними головками - для трубопроводів діаметром до 300 мм на ділянці довжиною до 1000 м, а також для очищення трубопроводів діаметром до 750 мм від коренів дерев і чагарників.

Також можна використовувати способи очищення за допомогою гумових корків або відрізу поліетиленової труби.

## 10. Влаштування колодязів у просадочних і пучинистих ґрунтах.

При влаштуванні ПЕ колодязів в просадочних і пучинистих ґрунтах необхідно дотримуватися вимог ДБН В.2.1-10:2018 ДБН В.2.5-75:2013 (п.20.2) та ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Розрізняють 2 типи ґрунтових умов за просіданням:

I тип - ґрунтові умови, при яких в основному можливе просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження, а просідання ґрунтів від власної ваги відсутнє або не перевищує 5 см;

II тип - ґрунтові умови, при яких, крім просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження, можливе просідання від власної ваги і його розмір перевищує 5 см.

Влаштування колодязів в ґрунтових умовах I типу проводиться без урахування просідання.

Для зменшення величини можливого просідання біля основи колодязів в ґрунтових умовах II типу в умовах просідання, необхідно проводити такі заходи:

Ущільнення ґрунту слід проводити на глибину 1,0 м. Ущільнення ґрунту повинно відбуватись до щільності скелета ґрунту не менше 1,65 тс/м<sup>3</sup>, відповідно до вимог та інструкцій розділу 3 ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013.

На ущільненій основі влаштовують бетонну заготовку товщиною не менше 15 см з бетону марки не нижче В 7,5.

Зворотну засипку слід проводити талим глинистим ґрунтом оптимальної вологості, визначеної згідно ДСТУ Б В.2.1-12:2009, з пошаровим ущільненням рівномірно по периметру шарами товщиною не більше 20 см до ступеня ущільнення по Проктору не менше 98%.

Не допускається зворотна засипка піщаними, крупнозернистими та іншими дренажними ґрунтами, а також перезволоженим ґрунтом.

Поверхня землі навколо люків колодязів повинна плануватися з ухилом 0,03 м від колодязя і на 0,3 м ширше пазах. На запланованій поверхні влаштовується відмостка.

При проектуванні каналізаційних і дренажних мереж, прокладених в вспучених ґрунтах, необхідно враховувати можливість:

- спучування цих ґрунтів внаслідок підвищення рівня ґрунтових вод або інфільтрації – зволоження ґрунтів промисловими або поверхневими водами;
- спучування внаслідок скупчення вологи під конструкціями в обмеженій зоні глибини внаслідок порушення природних умов випаровування при будівництві та асфальтуванні території (поверхнєве екранування);
- спучування і усадка ґрунту у верхній частині зони аерації - через зміни водного і теплового режиму (сезонних кліматичних факторів);
- усадка внаслідок висихання за рахунок джерел тепла.

У цьому випадку відповідно до вказівок ДБН В.2.1-10:2018 передбачаються наступні заходи:

- водоохоронні заходи;
- попереднє замочування основи в межах всієї або частини товщі набухаючого ґрунту;
- використання компенсуючих піщаних подушок;
- повна або часткова заміна пучинистого шару ґрунту на непучинистий;
- повне або часткове прорізання фундаментами пучинистого шару ґрунту.

## **11. Ремонт колодязів.**

Пошкодження ПЕ колодязів може статися з ряду причин:

- невідповідність при виготовленні;
- порушення умов зберігання відповідно до ГОСТ 15150;
- неправильний вибір матеріалу колодязя для конкретних умов будівництва, що відповідають фактичним зовнішнім і внутрішнім навантаженням, що діють на колодязь в процесі експлуатації;
- недотримання технології проведення робіт по монтажу колодязя і монтажу обладнання;
- порушення технології проведення робіт в колодязях.

Ремонт поліетиленового колодязя проводиться шляхом заміни деяких або всіх його деталей. При незначних пошкодженнях допускається ремонт колодязя за допомогою ручного екструдера.

## **12. Санація зношених колодязів за допомогою колодязів із поліетилену.**

Каналізаційні бетонні колодязі часто є найбільшим джерелом протікання в каналізаційній мережі. Тому санацію бетонних або цегляних колодязів поліетиленовими колодязями доцільно проводити одночасно з реконструкцією каналізаційної мережі.

Відновлений таким чином колодязь набуває повну герметичність і кращі гідравлічні властивості. Зазвичай для монтажу нового колодязя не потрібно копати або руйнувати старий бетонний або цегляний колодязь, за винятком тих випадків, коли він знаходиться в такому зношеному стані, що установка нового неможлива без ризику для життя і здоров'я монтажників.  
**Технологія та послідовність ведення робіт.**

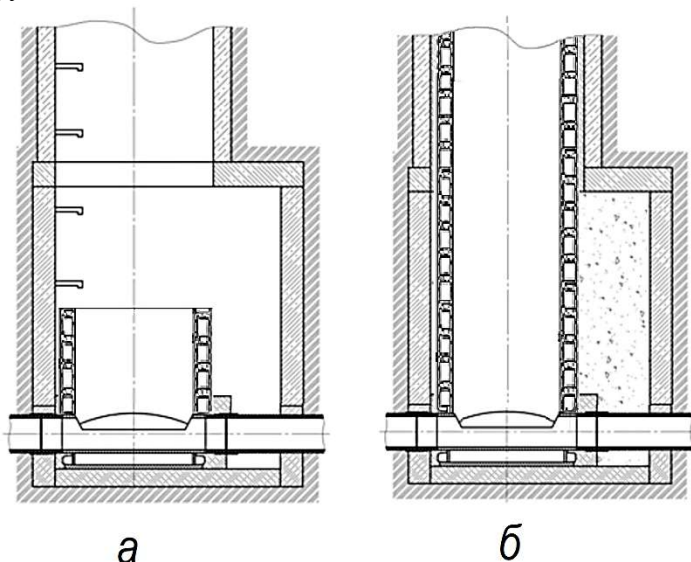
При необхідності дно старого колодязя руйнують і поглиблюють. На дні споруджують бетонну основу товщиною не менше 15 см, а на підготовлену основу встановлюють зварний ПЕ колодязь. Під'єднуються трубопроводи. Потім лоткова частина бетонується до рівня 10 см вище верхньої частини трубопроводів, що з'єднуються. Для бетонування рекомендується використовувати бетон з класом твердості К30.

Далі споруджується перекриття колодязя.

У разі, коли для реставрації колодязя використовується ПЕ-колодязь аналогічного діаметра (різниця між внутрішнім діаметром бетонного колодязя і зовнішнім діаметром ПЕ-колодязя не більше 150 мм), зазор між камерами рекомендується заповнити бетоном по всьому периметру. При цьому перед відновленням необхідно провести прочистку зношеного колодязя струменем води під тиском.

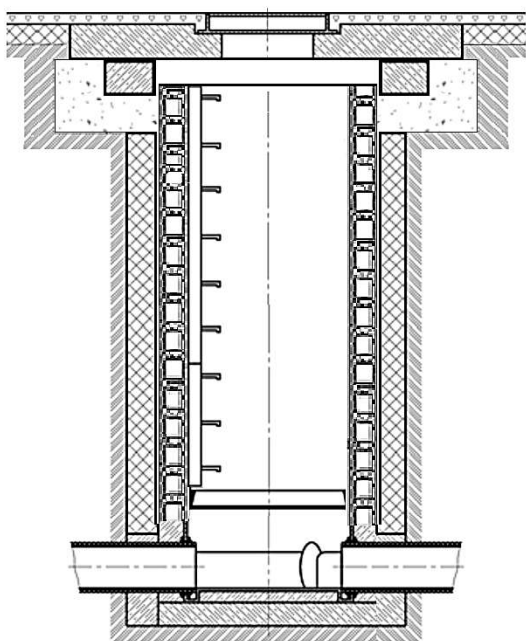
#### Приблизні схеми відновлення зношених колодязів

На рисунках 23 та 24 приведені можливі варіанти відновлення зношених бетонних та цегляних колодязів використовуючи поліетиленові колодязі, що виготовлені з спіральновитих труб «СПИРОКОР».



**Рисунок 23.** Відновлені бетонні колодязі.

а – оглядовий бетонний колодязь, б – інспекційний бетонний колодязь (робоча камера заповнена піском, який ущільнений до > 95% по Проктору)



**Мал. 24.** Відновлений цегляний колодязь.

### 13. Вимоги безпеки при транспортуванні, зберіганні, встановленні і експлуатації колодязів із поліетилену

Труби, що використовуються для виготовлення колодязів, виготовляються з поліетилену 4-го класу безпеки згідно ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Поліетилен є горючим матеріалом згідно ДСТУ EN ISO 4589-1:2018, ДСТУ EN ISO 4589-2:2018, ДСТУ EN ISO 4589-3:2018 температура займання поліетиленового аерозолі не нижче 300 °С, температура самозаймання не нижче 380 °С, поліетиленові колодязі вибухозахищені. Гасіння палаючих колодязів проводять розпиленою

водою, вогнегасними складами (засобами), вуглекислим газом, піною. Порошок, пісок, кошмою. Гасити пожежу необхідно в протигазах марки В.

При зберіганні і експлуатації колодязі не виділяють токсичних речовин в навколишнє середовище і не впливають на організм людини при безпосередньому контакті, робота з ними не вимагає особливих запобіжних заходів.

При нагріванні поліетилену вище 140 °С летючі продукти термоокиснювального руйнування, що містять органічні кислоти, карбонільні сполуки, в тому числі формальдегід, ацетальдегід, чадний газ, гранично допустимі концентрації яких в повітрі робочої зони виробничих приміщень і клас небезпеки згідно ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 наведені в таблиці 14 нижче.

Колодязі стійкі до руйнування в атмосферних умовах при дотриманні умов експлуатації та зберігання.

При нагріванні полімерних матеріалів в процесі виробництва труб в повітря робочої зони можуть потрапляти шкідливі речовини, перелік яких наведений в таблиці 5 і концентрація яких не повинна перевищувати гранично допустиму (ГДК) згідно «Гігієнічного регламенту хімічних речовин у повітрі робочої зони», затверджені наказом МОЗ України 14.07.2020 № 159618.

**Таблиця 5**

| Назва шкідливої речовини                            | ГДК, мг/м <sup>3</sup> | Клас небезпечності | Дія на організм людини               |
|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Формальдегід                                        | 0,5                    | 2                  | Виражена подразнююча, сенсibiliзуюча |
| Ацетальдегід                                        | 5,0                    | 3                  | Загальнотоксична                     |
| Вуглецю оксид                                       | 20,0                   | 4                  | Загальнотоксична                     |
| Органічні кислоти (в перерахунку на оцтову кислоту) | 5,0                    | 3                  | Загальнотоксична                     |
| Аерозоль поліетилену                                | 10,0                   | 4                  | Загальнотоксична                     |

Перевезення ПЕ колодязів, виготовлених з труб «СПИРОКОР» здійснюється усіма видами транспорту відповідно до правил перевезення вантажів, чинних для даного виду транспорту. Для транспортування колодязі слід укладати усією довжиною на рівну поверхню платформи транспортного засобу.

Під час транспортування колодязі необхідно укладати на рівну поверхню транспортних засобів, захищену від механічних пошкоджень (ударів подряпин, деформації тощо). Скидання колодязів з автотранспорту не допускається.

Поліетиленові колодязі слід зберігати на відкритих складських майданчиках або під накриттям. повинні зберігатися відповідно до вимог ГОСТ 15150, секція 10, в умовах 5 (ОЖ 4 - покрівельні роботи в макрокліматичних районах з помірним і холодним кліматом) і захищати від попадання прямих сонячних променів. Умови зберігання повинні виключати можливість механічних пошкоджень або деформації виробів і забруднення їх поверхні.

Допускається зберігання поліетиленових колодязів у приміщеннях, що опалюються, на відстані не менше одного метра від нагрівальних приладів

#### **14. Розрахунок ПЕ колодязів.**

Колодязі з ПЕ повинні бути розраховані на міцність і стійкість до зовнішніх навантажень. Розрахунки на міцність повинні проводитися для найважчих умов експлуатації колодязя: - вплив транспортного навантаження НК-80

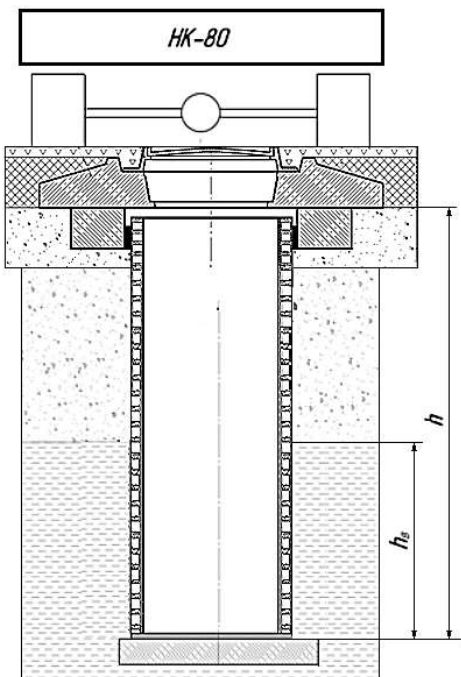
- рівень ґрунтових вод - до верху траншеї

Крім того, завдяки властивості плавучості поліетилену, коли рівень ґрунтових вод знаходиться вище дна колодязя, необхідно провести розрахунок на запобігання спливання колодязя. Тобто необхідно розрахувати масу бетонного «якоря», необхідного для запобігання спливання.

### Методика розрахунку колодязів із «СПИРОКОР» на міцність та стійкість до зовнішніх навантажень.

Розрахунки виконуються у відповідності з вимогами СНиП 2.09.03-85, ДБН В.2.3-14:2006, ДБН В.2.1-10:2018 та ДСТУ Б В.1.2-3:2006.

Розрахункова схема:



**Мал. 25.** Транспортне навантаження на колодязь із «СПИРОКОР»

Запишемо умови міцності::

$$\sigma \leq [\sigma]; \quad (13.1.1)$$

Напруження в стінці шахти колодязя від дії зовнішніх навантажень:

$$\sigma = \sum p_h \times \frac{R}{s}, [\text{МПа}], \text{ де: } (13.1.2)$$

$R$  - радіус шахти колодязя, [м];

$s$  - товщина стінки шахти колодязя, [м];

Сумарний тиск від дії зовнішнього навантаження:

$$\sum p_h = k_s^n \times p_{hy} + k_w^n \times p_{hw} + k_g \times p_{hg}, [\text{МПа}], \text{ де: } (13.1.3)$$

$k_s^n = 1,2$  - коефіцієнт запасу по навантаженню від маси ґрунту;

$k_w^n = 1,1$  - коефіцієнт запасу по навантаженню від тиску ґрунтових вод;

$k_g = 1$  - коефіцієнт запасу по навантаженню від транспорту;

Підставим всі отримані вирази в нерівність (13.1.1).

Тепер умови міцності приймають кінцевий вигляд:

$$(k_s^n \times p_{hy} + k_w^n \times p_{hw} + k_g \times p_{hg}) \times \frac{R}{s} \leq m \times \sigma_T \quad (13.1.4)$$

Активний горизонтальний тиск ґрунту:

$$p_{hy} = \gamma_{gp} \times h \times \tau_n, [\text{МПа}], \text{ де: } (13.1.5)$$

$$\gamma_{gp} = \frac{\gamma_s^n + \gamma_w^n}{1+e} \text{ об'ємна маса ґрунту, } [\text{кН/м}^3]; \quad (13.1.6)$$

$\gamma_s^n, \gamma_w^n$  - питома маса відповідно скелету ґрунту і води;

$e = 0,68$  - коефіцієнт пористості ґрунту;

Для піщаних ґрунтів середньої крупності  $\gamma_{тр} = 19 \text{ кН/м}^3$ .

$h$  - глибина закладання колодязя [м];

Коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту:

$$\tau_n = \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \text{ де: (13.1.7)}$$

$\varphi$  - кут внутрішнього тертя ґрунту. Для піщаних ґрунтів середньої крупності  $\varphi = 0,82 \cdot \varphi_n = 0,82 \times 38 = 30^\circ$ .

Тиск від транспорту:

В якості транспортного навантаження при розрахунку слід брати стандартне навантаження на колеса НК-80 (навантаження від чотиривісного колісного транспорту, що створює зусилля 785 кН).

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \times b} \times \tau_n, [\text{МПа}], \text{ де: (13.1.8)}$$

$a = 3,8 + 2 \cdot \delta$ , [м] - довжина площі дії транспортного навантаження на глибині  $h$ ; (13.1.9)

$b = 3,5 + 2 \cdot \delta$ , [м] - ширина площі дії транспортного навантаження на глибині  $h$ ; (13.1.10)

$\delta = h \cdot \text{tg } \theta$ , [м], де: (13.1.11)

$h$  - глибина закладання колодязя, [м];

$\theta = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} = 30^\circ$  - кут нахилу площини ковзання ґрунту до вертикалі;

Тиск ґрунтових вод:

$$p_{hw} = \gamma_w \times h_w, [\text{МПа}], \text{ де: (13.1.12)}$$

$\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$  - об'ємна маса води;

$h_w$  - висота стовпа води;

Максимальні допустимі напруження в стінці шахти колодязя:

$$[\sigma] = m \times \sigma_T, [\text{МПа}], \text{ де: (13.1.13)}$$

$m = 0,8$  - коефіцієнт умов роботи колодязя;

$\sigma_T = 20 \text{ МПа}$  - межа текучості на розтяг-стиск для ПЕ.

Підставляємо всі отримані значення в нерівність (13.1.4) і перевіряємо її справедливість.

Цей розрахунок слід виконувати для двох небезпечних ділянок колодязної шахти:

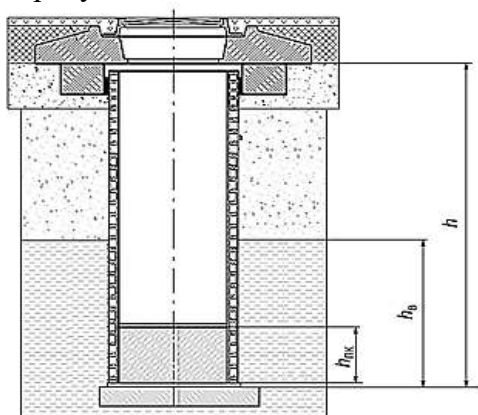
- верхня частина шахти з найбільшою концентрацією напружень від транспортного навантаження

- днище шахти з найбільшою концентрацією навантажень від навантаження на ґрунт Крім того, рекомендується проектувати хоча б один перетин довільної висоти.

#### Методика розрахунку ПЕ колодязів на спливання.

На колодязь діють такі сили: виштовхувальна сила  $F_A$ , сила тертя стінки свердловини об ґрунт  $F_{тр}$ , а також власна вага колодязя, вага бетонного анкера, вага фундаментної плити, якщо така є.

Розрахункова схема:



Мал. 26. Дія сил виштовхування ґрунтових вод на колодязь із «СПИРОКОР»

Передбачається, що колодязь рухається рівномірно без прискорень при підйомі, а значить, сума всіх сил, що діють на неї, дорівнює нулю:

$$\overline{F_A} + \overline{F_{тр}} + \overline{G_K} + \overline{G_A} + \overline{G_П} = 0 \quad (13.2.1)$$

В проекції на вісь ОУ:

$$F_A - F_{TP} - G_K - G_J - G_{II} = 0 \quad (13.2.2)$$

Звідси теоретична сила тертя:

$$F_{TP}^T = F_A - G_K - G_J - G_{II} \quad (13.2.3)$$

Сила виштовхування:

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot V_K \quad (13.2.3)$$

Об'єм колодязя, зануреного у воду:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \quad (13.2.4)$$

Завершально напишемо:

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \quad (13.2.5)$$

Сила тертя, що є перешкодою спливанню колодязя:

$$F_{TP} = \mu \times p_{hy} \times S \quad (13.2.6)$$

Коефіцієнт тертя:

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi \quad (13.2.7)$$

Активний горизонтальний тиск ґрунту:

$$p_{hy} = \gamma_{гр} \times h \times \tau_n \quad (13.2.8)$$

Значення об'ємної ваги ґрунту  $\gamma_{гр}$  слід приймати з умовою його зваженого у воді стану. Для піщаних ґрунтів середньої крупності  $\gamma_{гр} = 12 \text{ кН/м}^3$ .

Коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту:

$$\tau_n = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (13.2.9)$$

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя ґрунту. Для піщаних ґрунтів середньої крупності  $\varphi = 0,82$ ;  $\varphi_n = 0,82 \times 38 = 30^\circ$ .

Площа дії сили тертя:

$$S = \pi \times D \times h \quad (13.2.10)$$

Завершально напишемо :

$$F_{TP} = \gamma_{зп} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (13.2.11)$$

Вага колодязя:

$$G_K = m_K \cdot g \quad (13.2.12)$$

Вага бетонного «якоря»:

$$G_J = m_J \cdot g \quad (13.2.13)$$

Вага опорної плити:

$$G_{II} = m_{II} \cdot g \quad (13.2.14)$$

Введемо поняття коефіцієнта запасу міцності з точки зору стійкості підйому. Вона дорівнює відношенню значень розрахункової сили тертя до теоретичної:

$$n = \frac{F_{TP}^P}{F_{TP}^T} = \frac{F_{TP}}{F_A - G_K - G_J - G_{II}} = \frac{\gamma_{зп} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h - m_K \cdot g - m_J \cdot g - m_{II} \cdot g}$$

Для запобігання спливання колодязя  $n = 1,2 \dots 1,5$ .

При розрахунках можна прийняти середнє значення  $n = 1,35$ .

Тепер визначимо масу бетонного анкера, необхідного для запобігання спливання колодязя:

$$m_J = \frac{(\gamma_{зп} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \operatorname{tg} \varphi)}{1,35 \cdot g} - \rho_B \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h - m_K - m_{II}$$

### Приклад розрахунку ПЕ колодязів.

Для розрахунку був обраний зварний колодязь з висотою шахти 6 м, виготовлений з труби «СПИРОКОР» номінальним зовнішнім діаметром 1350 мм з кільцевим класом жорсткості SN8. Колодязь встановлюється під дорогою. Стандартне транспортне навантаження - НК-80. Матеріалом обсыпки колодязя є пісок. Рівень ґрунтових вод – до дорожнього покриття.

### Розрахунок на міцність.

Схема розрахунку:

Запишемо умову міцності:

$$(k_s^n \times p_{hy} + k_w^n \times p_{hw} + k_g \times p_{hg}) \times \frac{R}{s} \leq m \times \sigma_T;$$

1) Розрахунок для нижньої частини шахти ( $h = 6,7$  м):

Активний горизонтальний тиск ґрунту:

$$p_{hy} = \gamma_{gr} \times h \times \tau_n = 19 \times 6,7 \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 42,391 \text{ кН/м}^2 = 0,042 \text{ МПа}$$

Тиск від транспорту:

Запишемо умови міцності:

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \times b} \times \tau_n = \frac{0,785}{11,532 \times 11,232} \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,002 \text{ МПа}$$

$$a = 3,8 + 2 \times \delta = 3,8 + 2 \times 6,7 \times \operatorname{tg} 30^\circ = 11,532 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 \times \delta = 3,5 + 2 \times 6,7 \times \operatorname{tg} 30^\circ = 11,232 \text{ м}$$

Тиск ґрунтових вод:

$$p_{hw} = \gamma_b \times h_b = 10 \times 6,7 = 67 \text{ кН/м}^2 = 0,067 \text{ МПа}$$

Підставим отримані значення в умову міцності:

$$(1,2 \times 0,042 + 1,1 \times 0,002 + 1 \times 0,067) \times \frac{0,6}{0,008} \leq 0,8 \times 20$$

$$8,34 < 16$$

Відповідно, умови міцності виконуються.

2) Розрахунок для верху труби шахти ( $h = 0,7$  м):

Активний горизонтальний тиск ґрунту:

$$p_{hy} = \gamma_{gr} \times h \times \tau_n = 19 \times 0,7 \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 4,429 \text{ кН/м}^2 = 0,0045 \text{ МПа}$$

Тиск від транспорту:

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \times b} \times \tau_n = \frac{0,785}{4,608 \times 4,308} \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,013 \text{ МПа}$$

$$a = 3,8 + 2 \cdot \delta = 3,8 + 2 \cdot 0,7 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 4,608 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 \cdot \delta = 3,5 + 2 \cdot 0,7 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 4,308 \text{ м}$$

Тиск ґрунтових вод:

$$p_{hw} = \gamma_b \times h_b = 10 \times 0,7 = 7 \text{ кН/м}^2 = 0,007 \text{ МПа}$$

Підставимо отримані значення в умову міцності:

$$(1,2 \times 0,0045 + 1,1 \times 0,013 + 1 \times 0,007) \times \frac{0,6}{0,008} \leq 0,8 \times 20$$

$$5,978 < 16$$

Відповідно, умови міцності виконуються.

3) Розрахунок для довільного перерізу шахти колодязя ( $h = 3,7$  м):

Активний горизонтальний тиск ґрунту:

$$p_{hy} = \gamma_{gr} \times h \times \tau_n = 19 \times 3,7 \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 23,401 \text{ кН/м}^2 = 0,023 \text{ МПа}$$

Тиск від транспорту:

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \times b} \times \tau_n = \frac{0,785}{8,07 \times 7,77} \times \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,004 \text{ МПа}$$

$$a = 3,8 + 2 \cdot \delta = 3,8 + 2 \cdot 3,7 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 8,07 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 \cdot \delta = 3,5 + 2 \cdot 3,7 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 7,77 \text{ м}$$

Тиск ґрунтових вод:

$$p_{hw} = \gamma_b \times h_b = 10 \times 3 = 30 \text{ кН/м}^2 = 0,03 \text{ МПа}$$

Підставимо отримані значення в умову міцності:

$$(1,2 \times 0,023 + 1,1 \times 0,004 + 1 \times 0,03) \times \frac{0,6}{0,008} \leq 0,8 \times 20$$

$$4,65 < 16$$

Відповідно, умови міцності виконуються.

## **Висновки:**

Зварний колодязь із ПЕ з висотою шахти 6 м номінальним зовнішнім діаметром 1200 мм з класом кільцевої жорсткості SN8 придатний для застосування при вибраних умовах його встановлення і здатний витримувати діючі на нього зовнішні навантаження.

## **15. Охорона навколишнього середовища**

Заходи з охорони оточуючого середовища при виконанні робіт, пов'язаних із прокладанням трубопроводів СПИРОКОР повинні відповідати вимогам ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012 та даного розділу Рекомендацій.

Без узгодження із відповідною організацією не допускається проводити риття траншей (котлованів) для наступного укладання в них колодязів виготовлених із труб «СПИРОКОР», на віддалі менше 3 м від стволів дерев і 2 м від корчів. Забороняється переміщення вантажів кранами на віддалі ближче 1 м від крон або стволів дерев.

Не допускається складування колодязів виготовлених із труб «СПИРОКОР» та інших виробів на віддалі менше 2 м від стволів дерев без тимчасових огорожуючих або захисних влаштувань навколо них.

Територія по завершенню будівництва трубопровідної мережі із використанням колодязів виготовлених із труб «СПИРОКОР», повинна бути очищена і відновлена у відповідності із проектом.

Відходи поліетиленових труб слід вивозити на заводи для переробки або на захоронення в узгоджені місця утилізації відходів.

Непридатні для вторинної переробки відходи труб СПИРОКОР підлягають знищенню у відповідності із санітарними правилами та нормами, що передбачають порядок накопичення, транспортування, обеззараження і захоронення промислових відходів.

**Примітка** – Стосовно охорони оточуючого середовища при транспортуванні, зберіганню і монтажі поліетиленових труб СПИРОКОР спеціальні вимоги до охорони оточуючого середовища застосовувати не потрібно. В умовах зберігання і експлуатації труби та колодязі із поліетилену не виділяються в оточуюче середовище токсичні речовини і не мають при безпосередньому контакті шкідливої дії на організм людини, робота з ним не вимагає застосування спеціальних засобів індивідуального захисту.

**Додаток А**  
**(довідковий)**

**РОЗРАХУНКОВА МАСА 1 П.М ТРУБ «СПИРОКОР»**

| Внутрішній діаметр, мм | SN2   | SN4   | SN8   |
|------------------------|-------|-------|-------|
| 300                    | -     | 7,0   | 8,4   |
| 400                    | 10,1  | 13,3  | 14,5  |
| 500                    | 15,8  | 18,3  | 22,1  |
| 600                    | 16,0  | 25,8  | 30,3  |
| 700                    | 23,6  | 35,1  | 44,0  |
| 800                    | 29,0  | 44,0  | 55,2  |
| 900                    | 42,3  | 67,4  | 80,3  |
| 1000                   | 46,2  | 75,6  | 90,1  |
| 1100                   | 55,4  | 105,0 | 109,0 |
| 1200                   | 68,0  | 120,6 | 128,5 |
| 1300                   | 84,3  | 125,0 | 139,6 |
| 1400                   | 105,5 | 135,0 | 154,2 |
| 1500                   | 115,0 | 157,0 | 180,2 |
| 1600                   | 125,2 | 172,1 | 211,8 |
| 1800                   | 145,6 | 240,2 | 275,3 |
| 2000                   | 178,5 | 282,0 | 308,2 |
| 2200                   | 191,4 | 344,3 | 420,3 |
| 2400                   | 310,4 | 395,4 | 516,9 |