

ТОВ «Пайп технології»



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

Частина 5

**ДРЕНАЖНІ СИСТЕМИ З ДВОШАРОВИХ ТРУБ ТИПУ ПЕРФОКОР
ЗІ СТРУКТУРОВАНОЮ СТІНКОЮ
РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОЄКТУВАННЯ І БУДІВНИЦТВА**

Київ 2025

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: ТОВ «Пайп технолоджі»

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

3 Ці Рекомендації розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України і направлені на розвиток ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі. Основні положення проектування» зі Змінами №1, ДБН В.1.1-25-2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення» та ДБН В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди" а також інших діючих документів у будівництві на території України.

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

З М І С Т

Вступ	4
1 Область застосування.....	5
2 Нормативні посилання.....	6
3 Про пластмасові труби для водовідведення	8
3.1. Загальні відомості про безнапірні труби із структурованою стінкою	8
3.2. Двошарові дренажні труби виробництва Калушського трубного заводу	9
3.3. Номенклатура з'єднувальних деталей та монтаж труб ПЕРФОКОР	13
3.4. Транспортування, складування і зберігання труб ПЕРФОКОР	14
3.5. Номенклатура колодязів з поліетилену	14
3.6. Монтаж поліетиленових каналізаційних колодязів	15
4. Загальні відомості по влаштуванню дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР і поліетиленових колодязів	15
4.1. Основні поняття	15
4.2. Класифікація водостоків	17
4.3. Вихідні дані для проектування дренажу	17
4.4. Вибір системи водовідведення	18
4.5. Геотекстильні фільтрувальні матеріали	19
4.6. Монтаж водостоків	21
4.6.1. Прокладання дренажних труб ПЕРФОКОР в траншеї	21
4.6.2. Горизонтальний безтраншейний дренаж	23
4.6.3. Задача дренажу в експлуатацію	24
4.7. Вимоги до ґрунтів і будівельних матеріалів	24
4.8. Технічне обслуговування дренажних систем	25
5. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі залізничних і автомобільних доріг і відомості про влаштування дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР і поліетиленових колодязів	27
6. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі підземних гідротехнічних споруд	29
7. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі гірничих виробок	30
8. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі аеродромів	31
9. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі будівель і споруд	34
10. Застосування труб ПЕРФОКОР в меліоративних спорудах	37
11. Техніка безпеки і охорона довкілля	38
Додаток А (довідковий) Типові рішення для дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР	39
Додаток Б (довідковий) Терміни та визначення	44
Додаток В (довідковий) Таблиці для гідравлічного розрахунку дренажних труб ПЕРФОКОР	46
Додаток Г (Довідковий) Методика розрахунку дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР	76
Додаток Д (довідковий) Заміна стандартів	109

Вступ

Система дренажного водовідведення – це комплекс інженерних споруд і мереж, котрі забезпечують збір ґрунтових вод, що утворюються в межах населених пунктів і промислових підприємств, транспортування та утилізацію дренажних вод.

Активізація промислового і цивільного будівництва, прокладання в межах міст щільної мережі трубопроводів водопостачання, водовідведення та теплопостачання неминуче призводять до техногенного обводнювання земель.

Процеси підтоплення формують нові техногенні горизонти підземних вод, внаслідок чого затоплюються підвальні приміщення будівель і споруд, заболочуються низинні ділянки місцевості, руйнуються фундаменти споруд та виникають інші негативні наслідки.

Організований дренаж забудованих територій є одним із головних заходів захисту будинків і споруд від підтоплення та руйнування підземними водами.

Початок ХХІ століття у водовідведенні ознаменувався розвитком високих технологій виробництва нових матеріалів, виробів і обладнання. Змінилася структура використання водовідвідних труб і фасонних деталей з різних матеріалів: у всьому діапазоні діаметрів з'явилися ефективні пропозиції з полімерних матеріалів. На даний час будівництво водовідвідних мереж з непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ), поліетилену (ПЕ) та поліпропілену (ПП) домінує як на світовому, так і на українському ринку.

Основні переваги пластмасових водовідвідних трубопроводів – це висока хімічна стійкість до дії більшості видів стічних вод, мала гідравлічна шорсткість, висока абразивна стійкість, мала питома маса при достатній міцності.

Метою цих Рекомендацій є висвітлення питань проектування та будівництва мереж дренажного водовідведення з використанням двошарових пластикових труб зі структурованою стінкою. Цей клас труб добре себе зарекомендував для каналізаційних мереж. Порівняно зі одношаровими пластмасовими трубами ці труби мають значно меншу масу при збереженні високої кільцевої жорсткості, що досягається спеціальною структурою стінки труби. Менша матеріаломісткість та зручність монтажу, висока корозійна та абразивна стійкість цих труб роблять їх особливо конкурентноздатними для влаштування дренажних трубопроводів.

1 Область застосування

Рекомендації розроблені для спеціалізованих будівельних організацій та підприємств, які займаються проєктуванням і будівництвом систем дренажу.

Основною метою Рекомендацій є створення сучасної нормативної бази для проєктування та будівництва дренажних систем з поліетиленових труб з двошаровою профільованою стінкою ПЕРФОКОР, а також для ремонту та реконструкції з метою підтримки їх робочого стану. При розробці Рекомендацій було проаналізовано та враховано:

- законодавчу, правову та нормативну документацію з проєктування, будівництва, ремонту та реконструкції дренажних систем з поліетиленових труб з двошаровою профільованою стінкою;
- сучасний досвід у проєктуванні, будівництві, ремонті та експлуатації систем водовідведення;
- результати обстеження систем водовідведення різних промислових об'єктів;
- зарубіжні стандарти, матеріали та сайти компаній; - пропозиції підприємств, організацій та спеціалістів.

Пластмасові труби зі структурованою стінкою прекрасно себе зарекомендували для дренажу, в тому числі:

- в цивільному і промисловому будівництві;
- при будівництві полігонів;
- в дорожньому будівництві;
- при освоєнні земель сільськогосподарського призначення;
- в складних міських умовах;
- при будівництві аеродромів.

У даних Рекомендаціях зібрані основні нормативні положення та довідкові матеріали, які чинні на даний час і необхідні для проєктування дренажних систем з використанням двошарових пластмасових труб зі структурованою стінкою. Особлива увага приділена опису конструктивних особливостей та фізико-механічних характеристик дренажних пластмасових труб зі структурованою стінкою. Для зручності користування представлено таблиці для гідравлічного розрахунку цих трубопроводів, які охоплюють широкий діапазон діаметрів труб і ухилів ділянок.

Значна увага в Рекомендаціях приділена особливостям виконання будівельно-монтажних робіт при влаштуванні дренажних мереж із труб з двошаровою профільованою стінкою ПЕРФОКОР. Детально описані та представлені графічно основні способи з'єднання таких труб, а також різні варіанти влаштування дренажу при різних гідрогеологічних умовах.

Представлені в Рекомендаціях матеріали базуються на діючих в Україні нормативних документах, велика увага приділена наближенню до європейських норм у галузі водовідведення, особливо щодо трубопроводів із пластмасових труб.

Конструктивні особливості та сортамент двошарових дренажних поліетиленових труб зі структурованою стінкою, представлених у даних Рекомендаціях, відповідають трубам, що випускаються на Калушському трубному заводі (Україна).

Дані Рекомендації містять обов'язкові, рекомендаційні, довідкові та інформаційні положення із проєктування, монтажу, ремонту і експлуатації дренажних трубопроводів ПЕРФОКОР.

2. Нормативні посилання

1. ДСТУ Б В.2.5-32:2007 Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для каналізації та захисту кабелів зв'язку.
2. ДСТУ EN 13476-1:2022 Системи пластикових трубопроводів для безнапірного підземного дренажу та каналізації. Системи труб зі структурованими стінками з непластифікованого полі(вінілхлориду) (PVC-U), поліпропілену (PP) та поліетилену (PE). Частина 1. Загальні вимоги та робочі характеристики (EN 13476-1:2018, IDT).
3. ДСТУ EN 13476-2:2022 Системи пластикових трубопроводів для безнапірного підземного дренажу та каналізації. Системи труб зі структурованими стінками з непластифікованого полі(вінілхлориду) (PVC-U), поліпропілену (PP) та поліетилену (PE). — Частина 2: Технічні умови для труб і фітингів з гладкою внутрішньою та зовнішньою поверхнею та системи, Тип А.
4. ДСТУ EN 13476-3:2022 Системи пластикових трубопроводів для безнапірного підземного дренажу та каналізації. Системи труб зі структурованими стінками з непластифікованого полі(вінілхлориду) (PVC-U), поліпропілену (PP) та поліетилену (PE). — Частина 3: Технічні умови для труб і фітингів з гладкою внутрішньою та профільованою зовнішньою поверхнею та система, тип В.
5. ДБН В.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування,
6. ДБН В.1.1-25:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення,
7. ДБН В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди
8. ДБН В.2.5-75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" Зміна № 1.
9. ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації
10. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб.
11. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"
12. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD
13. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
14. ДБН А.31-3-94 "Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення". Зміна №3
15. 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)
16. DIN 4262-1:2024. Rohrleitungssysteme für die unterirdische Entwässerung von Ingenieurbauten. Teil 1: Kunststoffrohre. (Труби та фітинги для дренажу підгрунтя транспортних зон та підземних споруд. Частина 1. Труби, фітинги та їх з'єднання, виготовлені з PCV-U, PP та PE
17. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Зміна № 1
18. ДСТУ-Н Б В.2.3-41:2016 Настанова з проектування дренажних конструкцій мілкового закладання на автомобільних дорогах.
19. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. частина II. Будівництво

20. ДБН В.2.4-5:2012 Хвостосховища і шлаконакопичувачі. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво
21. ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу
22. ДСТУ Б EN 13598-2:2012 Системи пластмасових трубопроводів для безнапірного дренажу та каналізації. Непластифікований полівінілхлорид (PVCU), поліпропілен (PP) та поліетилен (PE). Частина 2. Технічні вимоги до оглядових колодязів і ревізійних камер в місцях руху транспорту і глибокому підземному проляганні (EN 13598-2:2009, IDT)
23. 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)
24. 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)
25. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт.
26. СНиП 2.06.14-85. Захист гірничих виробок від попадання підземних і поверхневих вод.
27. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення
28. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація (ГОСТ 25100-95)
29. ДСТУ Б В.2.1-21:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Визначення щільності ґрунтів методом заміщення об'єму. Зміна № 1
30. ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови
31. ВСН 045-72 Вказівки щодо проектування дренажу підземних гідротехнічних споруд
32. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" Зміна № 1
33. СНиП 2.09.03-85 Споруди промислових підприємств. Зміна № 1 (національна)
34. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування
35. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування
36. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування

3. Про пластмасові труби для водовідведення

3.1. Загальні відомості про безнапірні труби із структурованою стінкою

Водовідвідні пластмасові труби зі структурованою стінкою мають стінку не суцільну, а складної геометрії зі значним об'ємом порожнин. Це робить трубу менш матеріаломісткою з одночасним збереженням потрібних показників міцності за рахунок спеціально спроектованої структури стінок труби.

Відповідно до діючих нормативних документів [1-4], водовідвідні пластмасові труби зі структурованою стінкою за конструктивними особливостями поділяються на два типи: А і В. Внутрішня і зовнішня поверхні труб типу А1 гладкі, внутрішня і зовнішня стінки з'єднані між собою внутрішніми осьовими ребрами (рис. 3.1, а) або пористим чи непористим термопластом (рис. 3.1, б).



Рисунок 3.1.— Приклад повздовжнього та поперечного розрізу пластмасових стінок Тип А1 [3] (пояснення в тексті)

Труби типу А2 також мають гладку внутрішню і зовнішню поверхні, але стінки з'єднані внутрішніми спіральними чи радіальними ребрами (рис. 3.2).

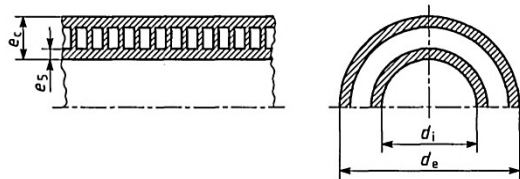


Рисунок 3.2.— Приклад повздовжнього та поперечного розрізу пластмасових стінок Тип А2 [3] (пояснення в тексті)

Труба або фітинг з гладкою внутрішньою поверхнею і профільованою зовнішньою поверхнею позначаються Тип В. Типові приклади конструкцій типу В наведені на рис. 3.3 та рис. 3.4.

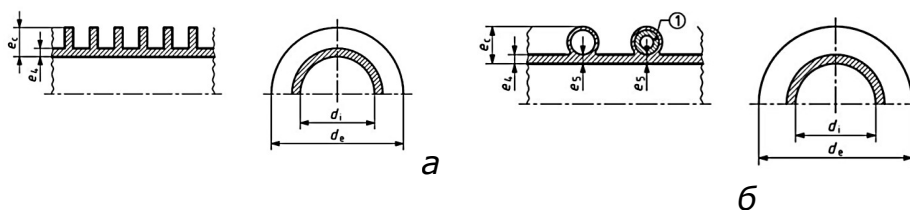


Рисунок 3.3. — Приклад повздовжнього та поперечного розрізу пластмасових стінок Тип В [4] (пояснення в тексті)

Труби типу В – це труби з гладкою внутрішньою поверхнею та ребристою зовнішньою (рис. 3.3, а) гладкою внутрішньою поверхнею та порожнистою спіральною чи кільцевою зовнішньою намотаною стінкою (рис. 3.3, б).

Найчастіше з ребристою зовнішньою поверхнею пластмасові труби виготовляють із непластифікованого полівінілхлориду, а труби з порожнистою спіральною чи кільцевою зовнішньою намотаною стінкою із поліетилену. Однак ці труби за своєю конструкцією не

підходять для нанесення прорізів на поверхню труби з метою використання їх для дренажу.

Більш вдаюю конструкцією пластмасових труб Тип В для використання для дренажних мереж є пластмасові труби з гладким внутрішнім шаром та гофрованим зовнішнім шаром (рис. 3.4).

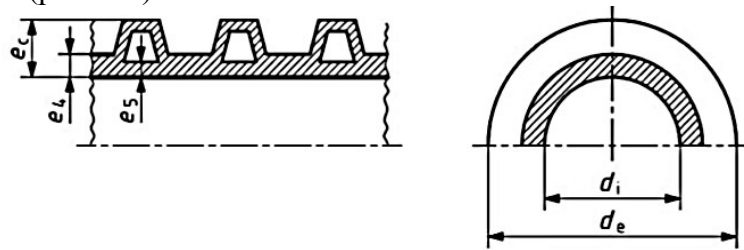


Рисунок 3.4. — Приклад повздовжнього та поперечного розрізу пластмасових стінок з гофрованою поверхнею Тип В [4] (пояснення в тексті)

За характерну зовнішню поверхню труби типу В їх ще називають «гофрованими», а наявність двох чітко виражених шарів зумовлює назви: «двошарова» труба або «труба з подвійною стінкою». На даний час саме труби типу В набувають найбільшого поширення в практиці влаштування водовідвідних мереж, віддають перевагу цим трубам і українські виробники пластмасових труб.

Внутрішній шар двошарової труби зі структурованою стінкою – це тонкостінна циліндрична оболонка, а зовнішній шар – гофрована хвиляста стінка. Обидві стінки виходять з екструдера одночасно, вони з'єднані так званим «гарячим» методом, і утворюють єдину цілісну конструкцію. Між внутрішнім і зовнішнім шарами утворюються порожнини, які значно зменшують масу конструкції, у той час як гофрований зовнішній шар забезпечує достатню кільцеву міцність труби.

Для виробництва двошарових дренажних пластмасових труб може використовуватися трубні марки поліетилену та блочний співполімер поліпропілену (ПП-Б) або ж непластифікований полівінілхлорид (НПВХ). Однак тонка стінка труб та підвищена крихкість поліпропілену та НПВХ при температурі нижче за 0°C роблять їх уразливими до руйнування при закладанні на малі глибини.

У готовій двошаровій трубі за допомогою спеціального устаткування прорізається потрібна кількість дренажних отворів, після чого труби можна використовувати як дренажні. При цьому кільцева жорсткість двошарових гофрованих труб не знижується.

Основні переваги двошарових пластмасових труб зі структурованими стінками при влаштуванні систем дренажу:

- висока кільцева жорсткість (як правило SN 8 і більше) при малій питомій масі;
- мала шорсткість внутрішньої поверхні труб, що забезпечує значно більшу пропускну здатність порівняно з іншими трубами, а також менші значення незамулювальних швидкостей;
- висока опірність до стирання абразивними частинками, що містяться у дренажних водах.

3.2. Двошарові дренажні труби виробництва Калушського трубного заводу

Калушський трубний завод випускає для будівництва дренажних трубопроводів двошарові гофровані поліетиленові труби під торгівельною назвою КОРСИС відповідно до ДСТУ Б В.2.5 32–2007 [1] з номінальними діаметрами від 110 до 630 мм, які після перфорації отримують торгівельну назву ПЕРФОКОР (табл. 3.1). Конструкція забезпечує низьку матеріаломісткість виробу (за рахунок малої товщини стінок), високу кільцеву жорсткість (за рахунок форми профілю), гладку внутрішню поверхню (за рахунок двошарової структури). Водозабірні прорізи виготовляються на заводі за різними схемами

для різних умов експлуатації водовідведення. Крім того труби марки поліетилену, з якого виготовляються труби ПЕРФОКОР мають високу абразивну стійкість.

Виготовлені поліетиленові труби ПЕРФОКОР, повинні відповідати вимогам наведеним у ДСТУ Б В.2.5 32–2007 [1] та у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вимоги до виробів - поліетиленових труб ПЕРФОКОР, з'єднувальних деталей і колодязів.

Найменування показника	Значення
Зовнішній вигляд поверхні	На внутрішній і зовнішній поверхнях труб не допускаються канавки, бульбашки, тріщини, раковини, сторонні вклучення, видимі без збільшувальних приладів. Кінці труб слід обрізати посередині западини гофри. Допускається наявність задирок, які не до кінця відділилися від контуру водозабірної отвору після його перфорації. Колір зовнішнього шару - чорний, внутрішнього шару - білий, відтінки не регламентуються. Зовнішній вигляд поверхні труб і торців повинен відповідати контрольному зразку. За погодженням зі споживачем кольори можуть бути змінені.
Кільцева жорсткість, кН/м ² , не менше назначеної	SN 4, SN 8,
Стійкість до удару ступінчастим методом, при температурі мінус 10 °С, середня висота руйнування Н ₅₀ , мм, не менше	Не допускається жодного руйнування при висоті падіння менше 500 мм

Двошарові гофровані труби виготовляються в різних класах кільцевої жорсткості в залежності від розрахункового навантаження на трубопровід: SN4 і SN8. Труби ПЕРФОКОР виготовляються з подальшою їх перфорацією (розміри водоприймачів наведені в таблиці 3.2, конструкція і схеми розміщення прорізів водозаборів наведені на рисунках 3.5 – 3.7, розрахункова площа водозаборів приведена в– у таблицях 3.3 і 3.4.

Таблиця 3.2. – Розміри труб ПЕРФОКОР (у мм)

Номінальний розмір трубопроводу/внутрішній діаметр, (DN/OD)/d _i	Зовнішній діаметр, d _{em}	Внутрішній діаметр, d _i	Водоприймальний отвір			
			Ширина			Довжина
110 OD (110/93)	110	93	1,5			8-15
160 OD (160/138)	160	138	1,5			8-15
200 OD (200/174)	200	174	2,8			45-60
250 ID (282/250)	282	250	2,5	3,7	4,0	55-90
300 ID (339/300)	339	300	2,5	3,7	4,0	70-110
400 ID (455/400)	455	400	3,7		4,0	90-140
500 ID (567/500)	567	500	3,7	4,0	6,0	95-140
600 ID (680/600)	680	600	4,0	6,0	7,0	100-150

Для захисту водопропускних отворів від замулення частинками ґрунту здійснюється обмотка геотекстилем Тураг SF-27. Даний геотекстиль відноситься до нетканого термоскріпленого поліпропілену.

Розріз стінки та геометричні характеристики профілю поліетиленових двошарових гофрованих труб, які випускаються Калушським трубним заводом, представлені на рис. 3.5 та в табл. 3.2.

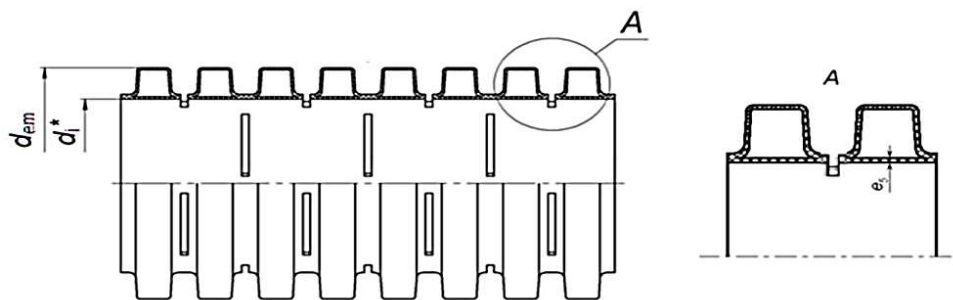


Рисунок 3.5. — Фрагмент розрізу стінки дренажної поліетиленової труби ПЕРФОКОР

Матеріал внутрішнього та зовнішнього шарів двошарової гофрованої труби виконується з поліетилену високої густини трубних марок.

Для влаштування дренажних систем використовуються такі ж гофровані труби, як і для систем зовнішнього безнапірного водовідведення, але з відповідною перфорацією. За допомогою спеціального устаткування між гофрами труб виконуються пропили (перфорація), які забезпечують надходження ґрунтових вод всередину труби. Розміри та кількість пропилів залежать від розрахункової величини секундної витрати притоку в дренажний трубопровід та від похилу, з яким прокладено ділянку трубопроводу. Разом з тим у стандартах [1-4] не вказуються величини перфорації (ширина і довжина пропилу) для конкретних діаметрів труб.

В стандарті [1] сказано наступне: «Шліци повинні бути виконані під прямим кутом до осі труби. Ширина шліца повинна знаходитися в діапазоні не менше 0,8 мм і не більше 1,4 мм. В трубах з номінальним діаметром більше 355 мм допускаються шліци шириною не більше 3,5 мм – за умови, що це враховується при обчисленні стабільності фільтра. Довжина шліців визначається з розрахунку мінімальної площі входу води крізь шліци.

Труби дренажні, згідно з цим стандартом, повинні мати мінімальну площу входу води $(50 \pm 5) \text{ см}^2/\text{м}$ незалежно від їх номінального діаметра».

Така інформація ускладнює проєктантам розрахунок площі водоприймальних отворів у виборі дренажних труб. В табл. 3.2 і табл. 3.3 приведені розрахункові площі водоприймальних отворів для труб ПЕРФОКОР на 1 метр погонний.

Дренажні двошарові поліетиленові труби Калушського трубного заводу поставляються відрізками довжиною 6 метрів з щільними прорізами між кожним рядом гофри за всіма варіантами, зображеними на рис. 3.6. Розрахункова маса труб ПЕРФОКОР приведена в табл. 3.5.

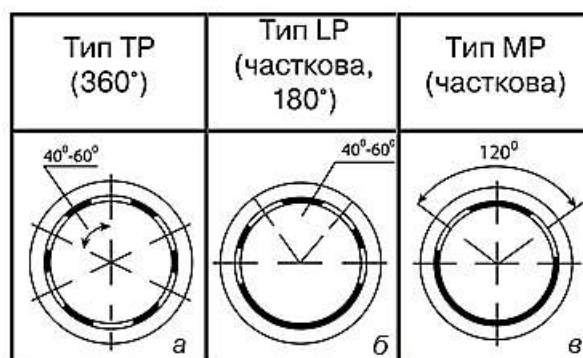


Рисунок 3.6. — Поперечні перерізи стінки дренажної поліетиленової двошарової гофрованої труби з різними варіантами перфорації.

Відповідно до класифікації DIN 4262-1:2024 [16] труба, зображена на рис. 3.6, а (тип ТР), є повно дренажною трубою, в якій отвори входу води розташовані рівномірно по

всьому околу. Труба, зображена на рис. 3.6, б згідно з DIN 4262-1:2024 [16] належить до частково дренажних труб (тип LP), в якій отвори входу води розміщені у верхній частині околу з центральним кутом розташування отворів біля 220°, а дно неперфороване. Труба, зображена на рис. 3.6, в, – це труба багатоцільового використання (тип MP), в якій отвори входу води розміщені на гребні кола з центральним кутом біля 120° і яка має водонепроникне з'єднання. Нижня частина труби багатоцільового використання служить транспортувальною трубою зібраної води.

Разом з тим для труб малих діаметрів 110-160 мм застосовують перфорацію труб приведених на рис. 3.7.

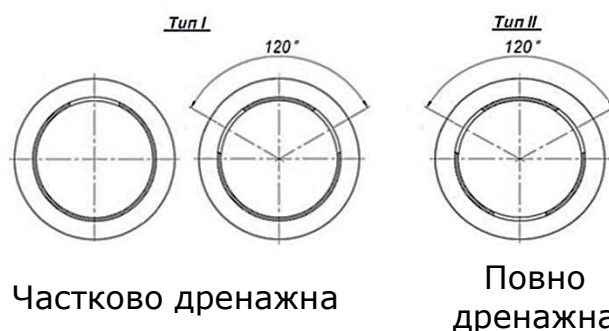


Рисунок 3.7. — Варіанти перфорації гофрованих труб діаметром 110-160 мм

Таблиця 3.3 – Розрахункова площа водоприймальних отворів для труб ПЕРФОКОР із номінальним зовнішнім діаметром труби DN/OD 110-160 мм

Номінальний зовнішній діаметр труби DN/OD, мм	Ширина водоприймального отвору, мм	Розрахункова площа водоприймальних отворів на один погонний метр труби, см ²	
		Тип перфорування	
		часткове	повне
110/93	1,5	14,3–26,8	28,6–53,6
160/138	1,5	14,3–26,8	28,6–53,6

Таблиця 3.4 – Розрахункова площа водоприймальних отворів для труб ПЕРФОКОР із номінальним зовнішнім діаметром труби DN/ID 200-630 мм

Номінальний зовнішній діаметр труби DN/ID, мм	Ширина водоприймального отвору, мм	Розрахункова площа водоприймальних отворів на один погонний метр труби, см ²				
		Кількість рядів водоприймальних отворів				
		два	три	чотири	шість	
		в кожній впадині гофра	в кожній впадині гофра	в кожній впадині гофра	в кожній впадині гофра	в кожній другій впадині гофра
200 OD 200/174	2,8	153-205	230-307	307-405	461-615	230-307
250 ID (282/250)	2,5	74-122	111-182	148-243	223-364	115-189
	3,7	110-180	165-269	220-360	330-540	171-280
	4,0	118-195	178-292	238-389	356-584	185-302
300 ID (339/300)	2,5	84-132	126-198	168-264	252-396	126-198
	3,7	125-196	186-293	249-391	373-586	185-293
	4,0	135-211	202-317	269-422	403-634	202-317
400 ID (455/400)	3,7	133-208	200-311	266-414	400-622	199-311
	4,0	144-224	216-336	288-448	432-672	216-336
500 ID (567/500)	3,7	119-176	179-264	239-352	358-528	189-280
	4,0	129-190	194-285	258-380	388-571	205-302
	6,0	194-286	291-429	388-572	581-857	308-454
600 ID (680/600)	4,0	104-156	156-234	208-312	312-468	168-252
	6,0	156-134	234-351	312-468	468-702	252-378
	7,0	182-273	273-410	364-546	546-819	294-441

Таблиця 3.5 Розрахункова маса 1м.п. труб «ПЕРФОКОР»

Номинальний розмір трубопроводу (DN/OD)/di, мм	Розрахункова маса 1м труб, кг для	
	SN 4	SN8
110 OD 110/91	0,79	0,95
160 OD 160/107	1,27	1,70
200 OD 200/174	1,75	2,21
250 ID (282/250)	2,90	3,25
300 ID (339/300)	4,70	4,51
400 ID (455/400)	5,80	8,00
500 ID (567/500)	9,20	12,38
600 ID (680/600)	14,6	17,87

3.3. Номенклатура з'єднувальних деталей та з'єднання труб ПЕРФОКОР

З'єднання труб ПЕРФОКОР проводиться за допомогою поліетиленових муфт виготовлених відповідно до стандарту ДСТУ Б В.2.5-32-2007 [1]:

- для труб однакового діаметру рисунок 3.8

- для ексцентрикових переходів (для з'єднання труб ПЕРФОКОР різного діаметру) рисунок 3.9.

Для монтажу труб ПЕРФОКОР допускається також використовувати інші поліетиленові муфти, наприклад, гладкі легкі муфти для труб малого діаметра 110 -160мм.

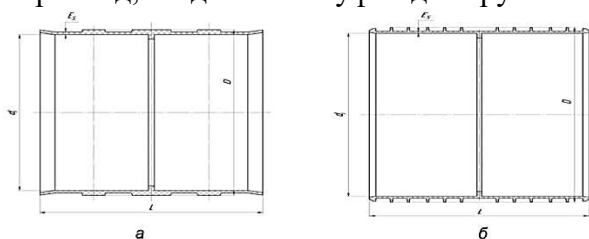


Рисунок 3.8 – Поліетиленова муфта для з'єднання труб ПЕРФОКОР рівного діаметру (а – 1-й тип та б – 2-й тип)

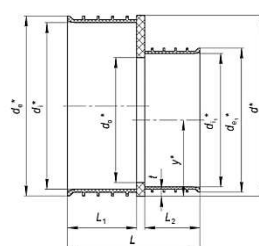


Рисунок 3.9 – Ексцентриковий перехід для з'єднання труб ПЕРФОКОР різного діаметру

З'єднання труб ПЕРФОКОР проводиться на дні траншеї, де труби з'єднуються за допомогою дворозтрубної муфти без ущільнювача (рис. 3.10). При необхідності труби розрізають між гофрами ножівкою по дереву чи металу.

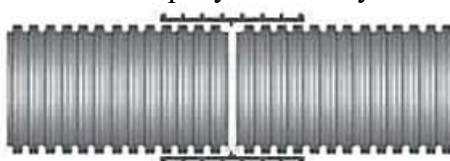


Рисунок 3.10 - З'єднання дренажних поліетиленових труб ПЕРФОКОР

3.4 Транспортування, складування і зберігання труб ПЕРФОКОР

Двошарові поліетиленові труби зі структурованою стінкою ПЕРФОКОР транспортують усіма видами транспорту відповідно до правил перевезення вантажів, які діють на даному виді транспорту.

Вантажно-розвантажувальні операції при транспортуванні та укладанні труб ПЕРФОКОР у траншею слід виконувати за технологією, що виключає їхнє механічне пошкодження. Транспортування труб ПЕРФОКОР рекомендується проводити в заводському упакуванні, що являє собою дерев'яний каркас або полімерну стрічку. Проте піднімати зв'язки труб за дерев'яний каркас чи за з'єднувальну стрічку категорично забороняється. Зв'язки труб у дерев'яних каркасах переміщують за допомогою автотранспорту чи підйомного крана із застосуванням строп достатньої ширини.

Транспортування, навантаження і розвантаження труб ПЕРФОКОР допускається при температурі зовнішнього середовища не нижче мінус 25° С.

Труби складають штабелем на рівну основу. Максимальна висота штабеля із врахуванням маси труб, але не більше 3,0 м. Для запобігання мимовільного скочування труб слід встановлювати бічні опори.

Труби допускається зберігати на відкритому повітрі за умови, що вони захищені від попадання на них прямого сонячного проміння, а також у приміщенні на відстані не менше 1,0 м від нагрівальних приладів терміном не більше 12 місяців.

Дренажні гофровані пластикові труби забороняється скидати з транспортних засобів, з краю траншеї, а також волокни.

3.5 Номенклатура колодязів з поліетилену

Оглядові колодязі при будівництві дренажних систем доцільно використовувати після розрахунків на міцність. Колодязі виконані на основі двошарової профільної труби КОРСИС або труби СПИРОКОР виробництва ТОВ КаТЗ. Колодязі виготовляються відповідно до ДСТУ Б EN 13598-2:2012 [22].

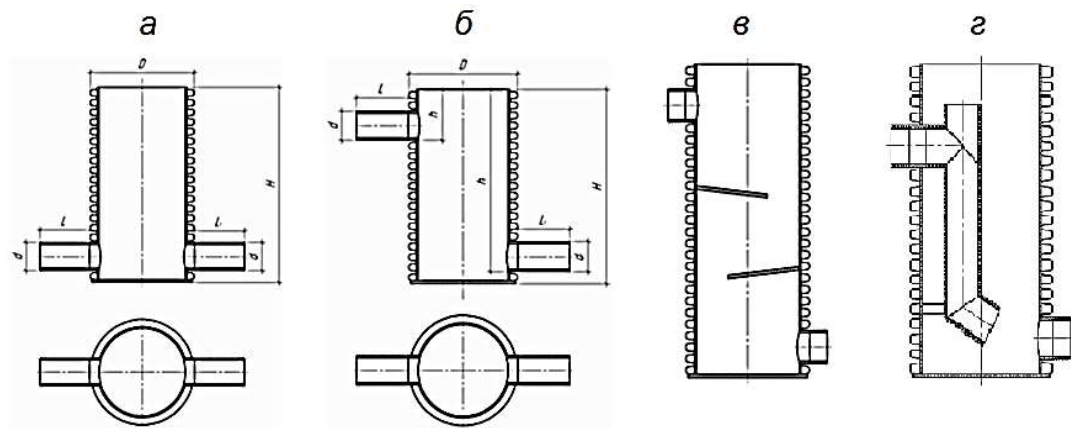
У дренажних системах рекомендується застосовувати інспекційні колодязі діаметром DN = 315 - 500 мм, зварні безкоритові колодязі (рисунк 3.11, а). Інспекційні колодязі дають можливість їх використання спеціального обладнання для діагностики та обслуговування дренажної системи. Також встановлюються обслуговуючі колодязі діаметром понад 1 м для вільного доступу персоналу. Зварні колодязі складаються з робочої камери (шахти) з труби КОРСИС або СПИРОКОР, до якої екструдером приварюється дно і патрубків меншого діаметра. Максимально допустима кількість патрубків, розташованих на одному рівні, в залежності від діаметрів шахти і труб, що поставляються, становить не більше 8.

З'єднання патрубків колодязя з трубами ПЕРФОКОР здійснюється за допомогою муфт (рис 3.8 - рис. 3.10).

У разі значної різниці висот підвідних і вихідних труб застосовують перепадні колодязі (рис. 3.11, б). Максимально допустима висота перепаду – 6 метрів. Перепадні колодязі на дренажі повинні мати водовідбійну частину або у вигляді стояка (рис. 3.11, в, г). Колодязі також можуть виготовлятися індивідуально під конкретні об'єкти за кресленнями замовника.

У разі необхідності встановлення насосного обладнання для відкачування дренажної води у конструкцію колодязів вводяться додаткові елементи для встановлення насосів (використовуються для місцевого осушення окремо розташованих будівель з невеликим припливом ґрунтових вод).

А насосну станцію з резервним насосом слід спорудити поблизу, або використовувати схему з бетонним резервуаром.



а - прямий безлотковий колодязь; б – перепадний колодязь (перепади висотою до 1 м); в – перепадний колодязь з водовідбивною частиною (перепади висотою до 3-4 м); г - перепадний колодязь у вигляді стояка (висота перепадів до 6 м)

Рисунок 3.11. - Різновиди поліетиленових зварних колодязів

Для запобігання спливання колодязів в разі її установки у водонасичених ґрунтах колодязі роблять зі спеціальною завантажувальною камерою, яка заливається бетоном безпосередньо в процесі монтажу. Діаметр труби для подачі бетону узгоджується із замовником. (рис. 3.12).

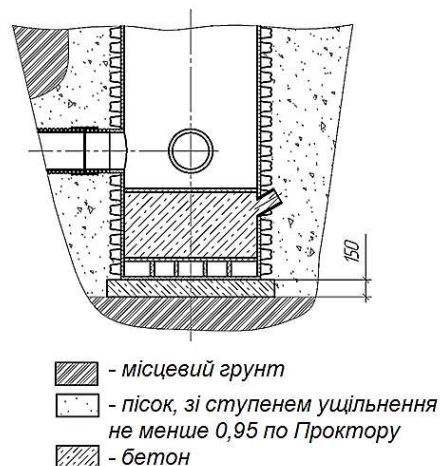


Рисунок 3.12. - Поліетиленовий колодязь з камерою для пригрузу колодязя у водонасичених ґрунтах

3.6 Монтаж поліетиленових каналізаційних колодязів

Проектування і монтаж колодязів повинно проводитися відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 [9] , 10. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 [10] та цих Рекомендацій.

З'єднання патрубків колодязя з трубами ПЕРФОКОР здійснюється за допомогою муфт.

4. Загальні відомості по влаштуванню дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР і поліетиленових колодязів

4.1 Основні поняття

Для захисту заглиблених частин будівель, внутрішньоквартальних і міських трубопроводів, інженерних споруд, комунікацій, сільськогосподарських територій від затоплення ґрунтовими та іншими водами повинні бути передбачені дренажні заходи, у тому числі будівництво дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР. Інші методи дренажу не розглядаються в цих Рекомендаціях.

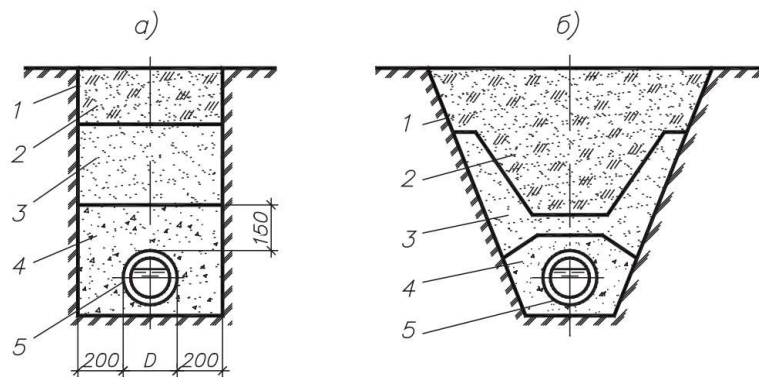
Дрена - це основний елемент дренажної системи, що представляє собою траншею, заповнену фільтруючим наповнювачем, по дну якої прокладений трубопровід з отворами для проходження води в трубу. Для запобігання замулювання фільтруючого покриття і труб ПЕРФОКОР рекомендується використовувати фільтруючі кожухи з геотекстилю.

Замість фільтруючої засипки в траншею можна встановити геосинтетичний дренажний мат і заповнити його місцевим ґрунтом.

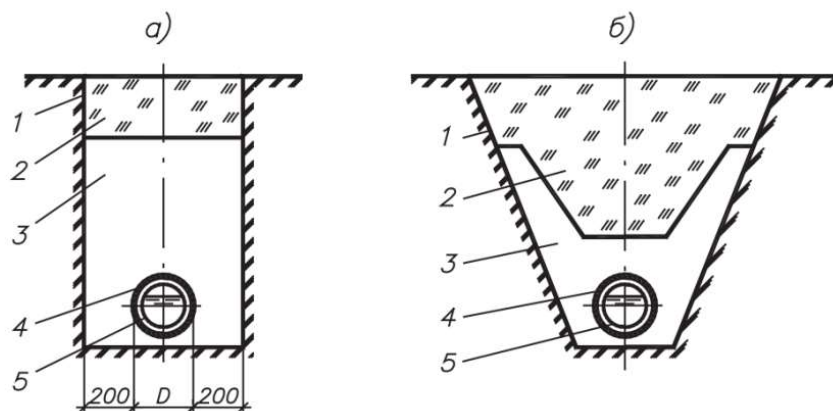
Основні конструктивні схеми дренажу з використанням труб ПЕРФОКОР наведені на рис. 4.1 та рис. 4.2. Кількість водопропускних труб визначається їх необхідною загальною площею на 1 погонний метр.

Основні схеми дренажу з використанням перфорованих гофрованих поліетиленових труб ПЕРФОКОР і поліетиленових колодязів не відрізняються від схем трубчастого дренажу з використанням інших видів труб, що є основою дренажної конструкції. Проектування дренажної системи здійснюється за допомогою труб ПЕРФОКОР, що містять водопропускні труби необхідного розміру і форми.

При розробці проектів інженерного захисту територій та окремих споруд від підтоплення підземними водами необхідно керуватися вимогами відповідних нормативних документів.



*а) в траншеї з вертикальними стінками; б) в трапецієподібній траншеї;
1 – стінка траншеї; 2 – місцевий ґрунт; 3 – засипка різнозернистим піском;
4 – одношарова обсыпка дрібним щебнем; 5 – дренажна труба ПЕРФОКОР*
Рисунок 4.1. Схема влаштування горизонтальних дренажів з використанням труб ПЕРФОКОР при одношаровій піщано-гравійній обсыпці.



*а) в траншеї з вертикальними стінками; б) в трапецієподібній траншеї;
1 – стінка траншеї; 2 – місцевий ґрунт; 3 – засипка різнозернистим піском;
4 – геотекстильний фільтрувальний матеріал; 5 – дренажна труба ПЕРФОКОР*
Рисунок 4.2. Схема влаштування горизонтальних дренажів з використанням труб ПЕРФОКОР при обгортанні труби геотекстильним матеріалом.

4.2 Класифікація водостоків

По закладці щодо водоносного шару і ступеня перетину фільтраційного потоку дренами у вертикальному напрямку дрени поділяються на:

- *дренаж досконалого типу*, коли стоки досягають водоносного шару, коли фільтраційний потік перетинає всю висоту (від поверхні западини до водоносного шару);
- *дренаж недосконалого типу*, коли стоки не досягають водоносного шару або доходять до водоносного шару, перетинаючи фільтраційний потік не по всій висоті.

При проєктуванні нових споруд на ділянках з високим рівнем ґрунтових вод повинна бути розроблена загальна схема дренажу.

Схема дренажу включає в себе дренажні системи, що забезпечують загальне зниження рівня ґрунтових вод на осушуваній ділянці, і локальні дренажі для захисту окремих споруд від затоплення ґрунтовими водами.

Труби дренажів недосконалого типу, тобто розташованих вище водоупору, вкладаються на фільтрувальну обсіпку. Труби дренажів досконалого типу, тобто розташованих на водоупорах, вкладаються на втрамбований у ґрунт основи дренажу щебінь, зверху на який насипається шар піску.

Дренажні обсіпки прямокутної конфігурації влаштовуються за допомогою спеціальних інвентарних щитків. Дренажні обсіпки трапецевидного профілю влаштовуються без використання щитків з відкосами 1:1. В однорідних ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації менше 5 м/добу зворотна засипка дренажної траншеї виконується на висоту $(0,6-0,7)H$ (де H – висота від низу дренажної обсіпки до незниженого рівня ґрунтових вод). При шаруватій структурі осушуваного ґрунту частина дренажної траншеї засипається піском на 0,3–0,5 м вище за незнижений рівень ґрунтових вод. Пісок для зворотної засипки траншей повинен мати коефіцієнт фільтрації не менший за 5 м/добу.

Дренажні труби ПЕРФОКОР використовуються для будівництва всіх видів дренажу.

4.3 Вихідні дані для проєктування дренажу

Для розробки проєкту дренажної системи необхідні наступні дані і матеріали:

- технічний висновок про гідрогеологічні умови будівництва;
- план території в масштабі 1:500 з існуючими та проєктованими будівлями та підземними спорудами;
- проєкт організації допомоги;
- плани і фасади поверхів підвалів і підлог будівель;
- плани, розрізи і розгортки фундаментів будівель;
- плани, поздовжні профілі і розрізи підземних каналів.

Технічний звіт про гідрогеологічні умови будівництва повинен містити характеристики підземних вод, геологічну та літологічну будову ділянки та фізико-механічні властивості ґрунтів.

У розділі характеристик підземних вод повинні бути вказані наступні:

- причини утворення підземних вод і джерела їх поповнення;
- режим ґрунтових вод і відмітки виниклого, усталений і розрахунковий рівні ґрунтових вод, а при необхідності і висоту зони капілярного зволоження ґрунту;
- дані хімічного аналізу і висновок про агресивність підземних вод по відношенню до бетонів і будівельних розчинів.

Геолого-літологічний розділ надає загальний опис структури ділянки.

У характеристиці фізико-механічних властивостей ґрунтів слід вказувати: - гранулометричний склад піщаних ґрунтів;

- коефіцієнти фільтрації піщаних ґрунтів і супісків; (таблиця 4.1)
- коефіцієнти пористості і водовтрат;
- кут природного ухилу і несуча здатність ґрунтів.

Висновок повинен супроводжуватися основними геологічними розрізами і «колонами» ґрунтів на бурових свердловинах, необхідних для підготовки геологічних розрізів по шляхах осушення.

У разі необхідності в складних гідрогеологічних умовах для проєктів осушення кварталів і мікрорайонів до технічного звіту повинна додаватися гідроізогіпсова карта і карта розподілу ґрунтів.

У разі виникнення особливих вимог до влаштування водовідведення, викликаних специфічними умовами експлуатації охоронюваних приміщень і споруд, ці вимоги встановлюються замовником як додаткові вихідні матеріали для проєктування водостоків.

Ефективність роботи дренажної системи з використанням труб ПЕРФОКОР залежить від повноти вихідних даних для проєктування та будівництва.

Таблиця 4.1 Значення коефіцієнта фільтрації деяких ґрунтів

Ґрунт	К, м/доба
Гравій, галька	400 і більше
Крупно обмолочені з піщаним заповнювачем	100 - 150
Крупнозерністі піски	80 - 100
Середньозерністі піски	5 - 30
Дрібнозерністі піски	1 - 8
Гравелисті піски	50 - 100
Дрібнозерністі пілуваті	0,2 – 1,0
<i>Супіски:</i>	
Легкі пілуваті	0,05 – 0,7
Важкі пілуваті	0,03 – 0,3
<i>Суглинки:</i>	
Легкі і середні пілуваті	0,1 – 0,2
Важкі пілуваті	0,01 – 0,1
<i>Лес (осадкова гірська порода):</i>	
Природний	0,3 – 0,4
Глинистий	0,004 – 0,02
Глина	0,005
Торф свіжий	0,5 0 1,0
Торф середнього віку	0,1 – 0,15
Торф старий	0,15 – 0,01

4.4 Вибір системи водовідведення

Система водовідведення вибирається в залежності від характеру об'єкта, що підлягає охороні, і гідрогеологічних умов. При виборі схеми дренажу слід керуватися відповідними нормативними та методичними документами.

Для захисту окремих споруд від затоплення ґрунтовими водами повинен використовуватися місцевий дренаж. При сприятливих умовах (в піщаних ґрунтах, а також в піщаних шарах з великою площею їх поширення) місцевий дренаж може одночасно сприяти загальному зниженню рівня ґрунтових вод.

На ділянках, де ґрунтові води знаходяться в глинистих, суглинних та інших ґрунтах з низьким водовіддачою, при необхідності влаштовують і місцевий дренаж. Місцевий дренаж слід влаштовувати для підземних споруд, прокладених на ділянках, де водоносний шар не повністю осушується загальною дренажною системою, а також в місцях, де може з'явитися верхня вода. Місцевий «профілактичний» дренаж повинен влаштовуватися і при відсутності спостережуваних ґрунтових вод для захисту підземних споруд, розташованих в глинистих і суглинних ґрунтах. На ділянках з шаруватою структурою водоносного шару слід влаштовувати як загальні дренажні системи, так і

локальні дренажні системи. Місцевий дренаж слід влаштовувати в населених пунктах, при будівництві окремих будівель і споруд, які потребують захисту від затоплення ґрунтовими водами.

При проектуванні та спорудженні даних водостоків необхідно враховувати їх вплив на сусідні існуючі споруди.

Для осушення зрошених піщаних пластів повинні бути влаштовані загальні дренажні системи. У цій системі можуть використовуватися і окремі локальні стоки, в яких радіус кривої депресії охоплює значну площу території. На ділянках, де ґрунтові води залягають в піщаних ґрунтах, слід застосовувати дренажні системи, що забезпечують загальне зниження рівня ґрунтових вод.

4.5 Геотекстильні фільтрувальні матеріали

Застосування геотекстильних матеріалів дозволяє зменшити об'єми фільтрувальних обсыпок, а в деяких випадках (наприклад, при укладанні дренажних труб у середньо- та крупнозернистих піщаних ґрунтах) – цілком замінити гравійно-щебеневий матеріал обсыпки на обгортку труби геотекстильним матеріалом.

На даний час найбільш поширеними видами геотекстилю в якості дренажних оболонок є склосітки та склополотна. Прошивні і повстеподібні матеріали з полімерних композитів найчастіше є менш стійкими до дії високомінералізованих вод, а також вод, що містять органічні розчинники, поверхнево-активні речовини і т.п. Крім того, синтетичні текстильні фільтрувальні матеріали на основі скріплення ниток фенолформальдегідними в'язучими недостатньо стійкі в умовах впливу вод з підвищеною температурою. Разом з тим, для дренажних систем, що виконують функції тимчасового водовідведення (наприклад, пристінні дренажі, дренажі полігонів побутових відходів та ін.) можуть застосовуватися і синтетичні геотекстильні матеріали типу «фібертекс» (Fibertex).

Фільтруючі властивості геотекстильних матеріалів визначаються розміром і кількістю пор. У геотехнічному будівництві використовуються неткані геотекстилі на основі поліпропіленових або поліефірних волокон без домішки органічних волокон, які мають наступні характеристики.

Технічні характеристики геотекстилю Турар

Вид геотекстилю	нетканый
Спосіб виготовлення	термоскріпленый
Матеріал	поліпропілен
Щільність	90 г/м ²
Ширина рулону	1,5 м
Довжина рулону	200 м
Товщина при навантаженні 2 кН/м ²	0,39 мм
Товщина при навантаженні 200 кН/м ²	0,31 мм
Граничне подовження, уздовж/поперек	40/40%
Міцність на розрив, уздовж/поперек	5/5 кН/м
Міцність при 5% подовженні	2,6 кН/м
Міцність на продавлювання (CBR)	750 Н
Конусне занурення	45 мм
Грейферна міцність	450 Н
Розмір пор 090w	175 мкм
Водопроникність при навантаженні 20 кН/м ²	4,7
Водопроникність при навантаженні 200 кН/м ²	3,1

Голкопробивні неткані геотекстилі можуть характеризуватися наступними показниками:

- поверхнева густина , г/м²250 - 400;
- довжина рулону, не менше, м 50;
- ширина рулону, не менше, м.....1,6 ;
- товщина при тиску 2 кПа полотна,2,0 – 4,0;
- розривне навантаження, не менше, кН/м6,0;
- видовження при розриві не менше, %80;
- коефіцієнт фільтрації при тиску 2 кПа, не менше, м/доба.....8.

Термоскріплені неткані геотекстилі можуть характеризуватися наступними показниками:

- поверхнева густина , г/м²90 - 200;
- довжина рулону, не менше, м 50;
- ширина рулону, не менше, м.....1,6 ;
- товщина при тиску 2 кПа полотна,0,8 – 2,0;
- розривне навантаження, не менше, кН/м10,0;
- видовження при розриві не менше, %40 - 80;
- коефіцієнт фільтрації при тиску 2 кПа, не менше, м/доба.....8.

Завдяки меншій товщині і конструкційним особливостям, термічно скріплений нетканый геотекстиль менш схильний до кольматації в порівнянні з голкопробивним, а значить, більш довговічний.

Геосинтетичний дренажний мат у вигляді тришарової плоскої структури випускається багатьма зарубіжними і вітчизняними компаніями, використовується разом з трубами ПЕРФОКОР в якості дренажного елемента в структурах водосховища і траншейного дренажу.

Дренажний мат з волокнистою серцевиною має наступні технічні характеристики:

- вихідна сировина: волокниста серцевина – поліамід; фільтри – поліефір, поліпропілен та їх суміші;
- поверхнева густина, г/м²900 - 1200;
- довжина рулону, не менше, м20 -150;
- ширина рулону, не менше, м.....1 -5,0;
- товщина полотна, мм10 – 20;
- розривне навантаження, кН/м1,5 - 20;
- об'єм води, що відводиться при $i = 1$, л/год×м300 - 2000.

Дренажний мат с жорсткою серцевиною має наступні технічні характеристики:

- вихідна сировина: жорстка серцевина – поліетилен; фільтри – поліефір, поліпропілен та їх суміші;
- поверхнева густина, г/м²500 - 1300;
- довжина рулону, не менше, м20 -150;
- ширина рулону, не менше, м.....1 -5,0;
- товщина полотна, мм4 – 8;
- розривне навантаження, кН/м6 - 30;
- об'єм води, що відводиться при $i = 1$, л/год×м300 - 2000.

Тип 1. Дренажний мат з волокнистою серцевиною складається з високопористої волокнистої серцевини і двох зовнішніх оболонок - нетканых геотекстильних фільтрів.

Тип 2. Геосинтетичний гідроізоляційний дренажний мат являє собою тришарову конструкцію, що складається з високопористої волокнистої серцевини і двох зовнішніх оболонок: з одного боку - нетканого геотекстильного фільтра, а з іншого боку замість

фільтра закріплена геомембрана. Такі мати виконують одночасно дві функції - дренаж і гідроізоляцію конструкційних шарів геотехнічних об'єктів.

Тип 3. Геосинтетичний дренажний мат на основі жорсткої плоскої екструзійної георешітки і двох зовнішніх оболонок - фільтрів з нетканого геотекстилю. Такий мат характеризується високою бічною жорсткістю і стійкістю до стискаючих навантажень.

Тип 4. Геосинтетичний гідроізоляційний дренажний мат являє собою тришарову конструкцію, що складається з високопористої серцевини на основі плоскої екструзійної георешітки і двох зовнішніх оболонок: з одного боку - нетканого геотекстильного фільтра, а з іншого боку замість фільтра закріплена геомембрана. Такі мати характеризуються високою жорсткістю в поперечному напрямку і виконують одночасно дві функції - дренаж і гідроізоляцію дорожніх конструкційних шарів.

У порівнянні з волокнистим дренажним матом, жорсткість дренажного мата з жорсткою серцевиною на порядок вищі і його можна використовувати при будівництві дренажів глибокого закладання.

4.6 Монтаж водостоків,

4.6.1 Прокладання дренажних труб ПЕРФОКОР в траншеї.

Дренажні труби ПЕРФОКОР укладаються в траншею, дно якої вирівнюється нівеліром для надання трубопроводу проектного ухилу відповідно до ДСТУ 8745:2017 [21], а будівництво колодязів завершено, при цьому повинні бути дотримані такі умови:

- ширина траншеї по дну залежить від глибини дренажу, діаметру трубопроводу, ширини ковша екскаватора і повинна бути не менше 40 см.

- в поперечному перерізі траншея може мати прямокутний або трапецієподібний контур. У першому випадку стінки траншеї зміцнюються за допомогою інвентарних щитів, у другому - з ухілами 1:1 (рис. 4.1).

- при попаданні поверхневих вод в дренажну траншею рекомендується передбачити тимчасові дренажні канали, лотки або використовувати відкачування води за допомогою насосів. При надходженні ґрунтових вод у траншею з витратою, що перевищує 1 л/с, їх необхідно осушувати за допомогою водоспускних або інших насосних установок (рис. 4.3).

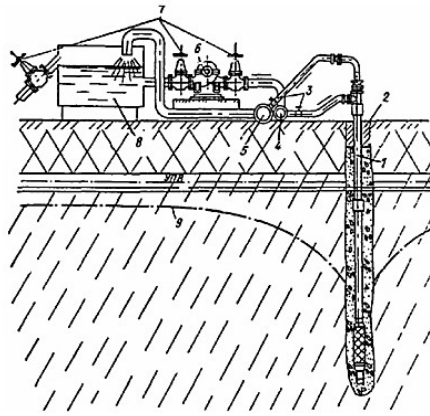
- монтаж траншейних дрен всіх типів рекомендується проводити в суху пору року. При наявності ґрунтів підвищеної вологості, перезволожених, а також в разі попадання поверхневих або ґрунтових вод в траншею рекомендується проводити роботи по влаштуванню дренажу в окремих захватах з попереднім повним або частковим дренажем.

- дно траншеї не повинно містити твердих включень (твердих грудок, цегли, каменю і т. д.), які можуть проштовхнути нижню стінку покладеної на них труби.

- перед монтажем на край траншеї викладають дренажні гофровані труби. Всі труби і комплектуючі проходять вхідний контроль якості.

- монтаж трубопроводу здійснюється на дні траншеї, де кожна труба ПЕРФОКОР, одна за одною, послідовно вставляється в розтруб попередньої, утвореної за рахунок дворозтрубної муфти.

При необхідності труби розрізають між гофрами за допомогою ножівки по дереву або металу. Монтаж з'єднання труб ПЕРФОКОР проводиться вручну проштовхуючи трубу ПЕРФОКОР в розтруб на $\frac{1}{2}$ довжини муфти до упору з попередньою трубою ПЕРФОКОР (рис. 3.10 та рис. 4.4), при необхідності можливе використання лому, лебідок, ковша екскаватора (рис. 4.5). Гумові кільця ущільнювачів не використовуються для установки муфт в дренажних системах.



1 - голчастий фільтр; 2 - глиняний тампон; 3 - пробкові клапани; 4 - розподільний напірний трубопровід; 5 - нагнітальний колектор; 6 – відцентровий насос; 7 - засувки; 8 - циркуляційний бак; 9 – низький рівень ґрунтових вод
Рисунок 4.3 – Блок голчастого фільтра

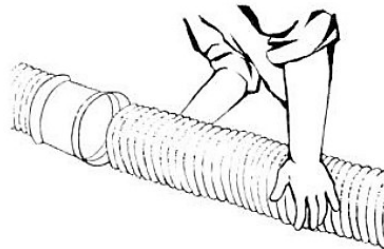
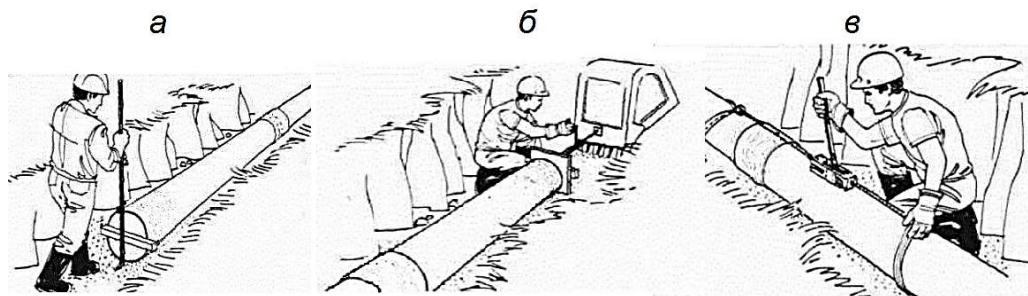


Рисунок 4.4. Технологічна операція монтажу труб ПЕРФОКОР.



а – лом; б – ківш екскаватора; в – хомут та ручна лебідка

Рисунок 4.5. Використання допоміжних пристроїв при монтажі труб із НПВХ:

- після закінчення монтажних робіт дренажний трубопровід посипається так званими дренажними посипаннями, які відповідно до складу дренажних ґрунтів можуть бути одношаровими і багатошаровими.
- для підвищення довговічності дренажної системи рекомендується влаштувати геотекстильну оболонку навколо дренажного присипання і самої труби ПЕРФОКОР (рис. 4.6).
- монтаж дренажів з труб ПЕРФОКОР проводиться при температурі зовнішнього повітря до мінус 60°C.
- при влаштуванні дренажів в окремих траншеях, розташованих поблизу будівель та інших споруд, повинна бути забезпечена стійкість фундаментів цих споруд від зсуву в бік дренажної траншеї.



1 - щебінь; 2 - геотекстиль; 3 – дренажна труба;

Рисунок 4.6 Варіант траншейного дренажу з фільтром із геотекстилю

При розташуванні дренажу в гравійних, крупнозернистих і середніх пісках із середнім діаметром частинок 0,3-0,4 мм і більше влаштовують одношарове обсіпання гравієм або щебнем; При знаходженні в пісках середнього розміру із середнім діаметром частинок менше 0,3-0,4 мм, а також в дрібних і пилюватих пісках, супісках і з шаруватою структурою водоносного шару влаштовують двошарові наповнювачі - внутрішній шар з щебню, а зовнішній шар - з піску. Фракції щебню повинні бути менше, ніж розмір порожнини гофри. Щебінь згідно ДСТУ Б В.2.7-75-98 [25] не повинен містити уламкових елементів з гострими краями.

При використанні дренажних труб ПЕРФОКОР в оболонці фільтра з геотекстилю може використовуватися одношарове посипання з гравію або щебню. Геосинтетичний дренажний мат може бути встановлений в місці засипки фільтра в траншеї і засипаний місцевим ґрунтом.

При влаштуванні водостоків рекомендується прокладати між колодязями тканинні тампони для швидкого очищення території в разі засмічення. Кінці джгута закріплюють в лунках. Інші способи очищення показані в 4.8 цих Рекомендацій.

4.6.2 Горизонтальний безтраншейний дренаж

Горизонтальний безтраншейний дренаж повинен розміщуватися біля підніжжя схилу виробки або окремих її ярусів, а також у верхній або нижній частині схилу (рис. 4.7).

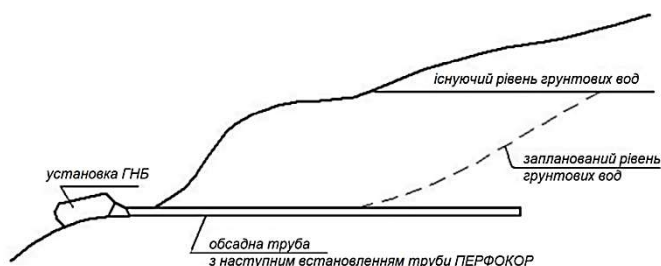


Рисунок 4.7 – Схема будівництва дренажу з допомогою горизонтального направлено буріння.

Технологія будівництва горизонтального безтраншейного дренажу включає в себе:

- підготовчі роботи, які полягають у вирівнюванні поверхні, облаштуванні тимчасових під'їзних шляхів, доставці труб ПЕРФОКОР та інших матеріалів;
- монтаж водозабірної колектора (рекомендується використовувати профільовані поліетиленові труби КОРСИС);

- буріння свердловин з установкою обсадних труб;
- введення в обсадні труби дрен з труб ПЕРФОКОР в оболонці фільтра з геотекстилю;

Розрахунок міцності обсадних труб в умовах гідравлічного і геологічного тиску наведено в СНиП 2.06.14-85 [26] та ДБН В.2.1-10:2018 [27] .

4.6.3 Здача дренажу в експлуатацію

Гідравлічні випробування дренажних труб не повинні проводитися. Якість монтажу контролюється в процесі складання трубопроводу. При цьому стежить за тим, щоб встановлений трубопровід відповідав проєкту: його прямолінійність досягається за допомогою посипального матеріалу, який служить фіксуючим матеріалом, а ухил контролюється рівнем.

Згідно ДБН В.2.5-75:2013 [8], прямолінійність ділянок, передбачених проєктом, повинна контролюватися переглядом «на світлі» за допомогою дзеркала до і після зворотної засипки траншеї. При розгляді круглого трубопроводу видима в дзеркалі окружність повинна мати правильну форму.

Допустиме значення відхилення від форми кола по горизонталі повинно становити не більше 1/4 діаметра трубопроводу, але не більше 50 мм в кожену сторону. Відхилення від правильної форми кола по вертикалі не допускаються.

Перед введенням дренажу в експлуатацію горизонтальний дренаж слід ретельно промити, оглядові колодязі звільнити від сторонніх предметів і ґрунту.

Горизонтальні труби ПЕРФОКОР промивають сильним потоком води, що подається з водопроводу або автоцистерни, для звільнення дренажних труб від внесених частинок ґрунту.

Дренажні системи, побудовані з використанням труб ПЕРФОКОР, розраховані на термін служби не менше 50 років з дотриманням вимог нормативних документів.

4.7 Вимоги до ґрунтів і будівельних матеріалів

До ґрунтів і будівельних матеріалів, що використовуються в дренажних спорудах разом з поліетиленовими трубами ПЕРФОКОР, не пред'являються спеціальні вимоги, що відрізняються від вимог відповідних ДСТУ і будівельних норм і правил. Земляні роботи при будівництві трубопроводів повинні проводитися з дотриманням вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 [12], ДБН В.2.5-75:2013 [8], ДБН А.3.2-2-2009 [15], ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 [10].

Ґрунти за ДСТУ Б В.2.7-32-95, [25], ДСТУ Б В.2.1-2-96[28], ДСТУ Б В.2.1-21:2009 [29] для будівництва споруд дренажної мережі за своїми фізико-механічними характеристиками повинні забезпечувати стійкість і виключати неприпустимі деформації об'єктів, що охороняються.

Фільтруюча начинка повинна бути водозахисною поряд з водозахоплюючою функцією, запобігаючи суфозії і замулюванню дренажних колекторів частинками водоносного ґрунту. Конструкційні форми фільтруючих наповнювачів і їх розміри залежать від способу виїмки траншей, в які закладаються стоки. Типові варіанти покриття фільтруючих труб ПЕРФОКОР наведені в додатку А (рисунки А.1 – А.11).

Для посипання труб ПЕРФОКОР без захисного фільтраційного матеріалу рекомендується використовувати гравій і щебінь згідно ДСТУ Б В.2.7-75-98 [25] магматичних порід (граніт, сієніт, діорит, габро, порфір, ліпарит, базальт, діабаз та ін.) з питомою вагою 2,3-2,7 т/м³ або особливо міцні різновиди осадових порід (кременисті вапняки і добре зцементовані, невивітрені пісковики) з питомою вагою 2,0-2,4 т/м³ з тимчасовим опором стисканню не менше 600 кг/см².

Матеріали покриття трубчастого фільтра ПЕРФОКОР без захисного фільтраційного матеріалу повинні відповідати наступним вимогам:

– мати водопроникність вище, ніж водопроникність матеріалу дренажного шару. У разі двошарового дощування водопроникність внутрішнього шару повинна бути більше, ніж водопроникність зовнішнього шару.

– частинки одного шару не повинні проникати через пори іншого шару з більшими частинками, що перевищують допустиму кількість;

– матеріали для дренажних наповнювачів не повинні містити частинок діаметром менше 0,1 мм;

– коефіцієнт неоднорідності посипання не повинен перевищувати 10;

– матеріал для посипання повинен бути морозостійким.

– матеріал не повинен містити включень з гострими краями, фракції повинні бути менше, ніж порожнини трубної гофри ПЕРФОКОР.

Для труб ПЕРФОКОР із захисним фільтром з геотекстилю рекомендується використовувати в якості посипання пісок згідно ДСТУ Б В.2.7-32-95 [30] з коефіцієнтом фільтрації $K_f \geq 3$ м/доба.

Система "дренаж - ґрунт - навколишнє середовище" повинна відповідати наступним вимогам:

- міцність фільтрації забезпечується при контакті дренажу з породою;

- порода стійка до механічного і хімічного суфозії;

- порода нестійка по відношенню до механічної або хімічної суфузії, але в період експлуатації споруди суфозія не може послабити породу до ступеня, небезпечного для роботи споруди;

- порода нестійка в плані механічної суфозії при відсутності зворотного фільтра в стоках, але при установці фільтра розмір суфозії в породі не становить небезпеки для збереження природних властивостей породи і роботи дренажу;

- відсутня небезпека механічного, хімічного та біологічного кольматування дренажних пристроїв;

- монтаж дренажу не призводить до значних втрат води з водойми;

- величина стоку в багатих водою породах практично прийнятна.

Стійкість породи щодо механічних і хімічних суфузій визначається при встановлених максимально можливих і тривало діючих градієнтах напору в безпосередній близькості від водостоків. Явища хімічної суфузії можуть виникати в тріщинуватих і пористих суфозійно-нестійких породах, коли в них фільтрується вода, що володіє здатністю розчиняти породи. Залежно від типу розчинних компонентів розрізняють важко-, середньо- і легкорозчинні породи. Прикладом середньо- і легкорозчинних порід є, відповідно, породи, що містять гіпс і кам'яну сіль.

При зміні температури і тиску в потоці явища хімічної суфузії можуть супроводжуватися хімічними кольматажними процесами, тобто осадженням солей і відкладенням їх в дренажних пристроях. Це явище може стати причиною підвищення тиску ґрунтових вод на дренажну систему.

4.8. Технічне обслуговування дренажних систем.

Технічне обслуговування і своєчасний ремонт дренажних трубопроводів ПЕРФОКОР сприяють їх ефективній експлуатації протягом проєктного терміну служби.

Експлуатацією водостоків займаються служби контролю та нагляду, в завдання яких входить.

- періодичний огляд дренажних систем;

- усунення дрібних несправностей;

-сертифікація;

- систематичний моніторинг положення рівня ґрунтових вод на осушуваній ділянці з метою встановлення ефективності дренажу;

- контроль якості дренажних вод - проведення планових профілактичних і поточних ремонтів і ліквідація аварій.

У процесі періодичних оглядів (не рідше чотирьох разів на рік) проводиться стан оглядових колодязів, дренажних труб ПЕРФОКОР, колекторів, а також контрольні заміри водовідведення, що проводяться в колодязях об'ємним методом.

Зниження витрати (в порівнянні з розрахунковим) свідчить про зниження пропускнуої здатності дренажних труб ПЕРФОКОР, причиною чого може бути:

- осідання труб ПЕРФОКОР на окремих ділянках;
- пошкодження труб ПЕРФОКОР;
- заростання ділянки труби ПЕРФОКОР через замулювання або засмічення;
- кольматація вирізаних отворів фільтра;
- засмічення фільтрів геотекстилю.

Оглядові колодязі повинні регулярно очищатися від бруду і осаду. Колодязі повинні закриватися постійно протягом усього терміну експлуатації дренажу.

Очищення каналізації проводиться наступними способами:

- промивання струменем води під високим тиском.

Виконується за допомогою сопел діаметром ~2,8 мм, тиском до 120 бар. При такій техніці значно збільшується вплив на засмічення і площа впливу, а також знижується ризик руйнування труби. Розмір сопла форсунки повинен відповідати характеристикам водопостачального обладнання. Тиску в 60 бар достатньо для видалення м'яких відкладень. Тиск від 80 до 120 бар може видалити більш значні тверді відкладення. Типи каналопромивних насадок приведені на рис.4.8.

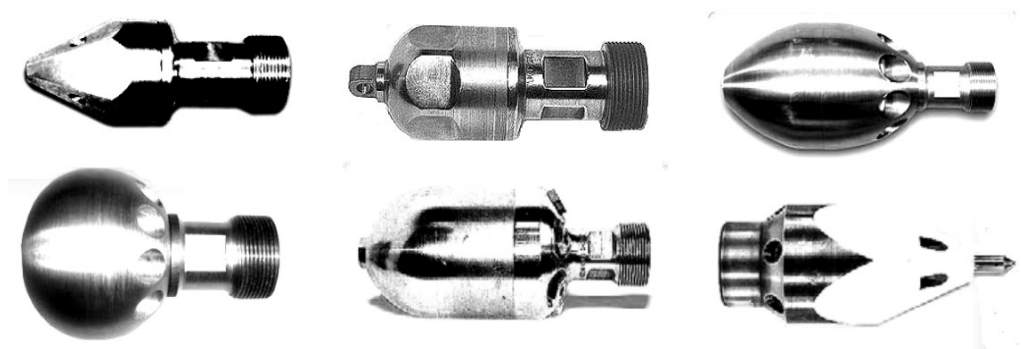


Рисунок 4.8 Типи каналопромивних насадок з соплами для промивання пластмасових труб.

- куля для чищення.

Через трубу протягається сферичне пристосування з соплами, менше внутрішнього діаметра каналізаційної труби.

- очищення за допомогою поліетиленового поршня.

Використовується відрізок поліетиленової труби згідно ДСТУ EN 12201-2:2018 [31] закріплений на тросі, який натягується всередині дренажної труби між сусідніми колодязями для видалення засмічень і відкладень. Зовнішній діаметр поршня повинен бути менше внутрішнього діаметра трубопроводу, що очищається.

Використання металевих скребків і щіток для чищення труб ПЕРФОКОР не допускається.

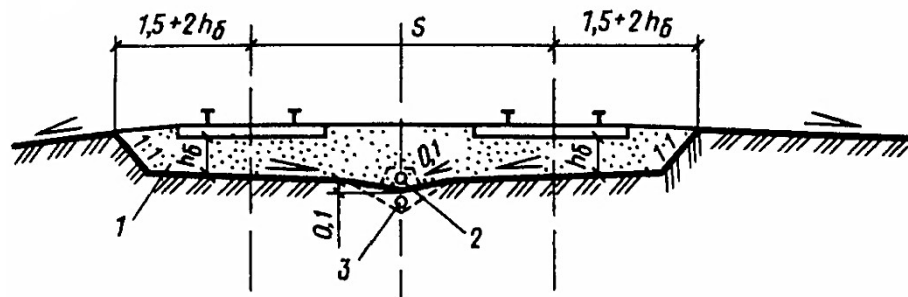
Якщо перераховані вище способи очищення не дають ефекту, проводиться повторне укладання магістралі або заміна фільтруючого покриття і фільтра з геотекстилю

5. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі залізничних і автомобільних доріг

При проектуванні дренажу доріг і залізничних шляхів на основі труби ПЕРФОКОР необхідно керуватися ДБН В.2.3-4:2015 [19], ДБН В.2.4-5:2012 [20], ДБН В.1.1-25-2009 [6].

При проектуванні дренажів для зниження рівня ґрунтових вод під дорогами на ділянках промислових підприємств повинні враховуватися дренажні мережі, призначені для осушення ділянки в цілому або її частини, а також каналізаційної мережі, яка може використовуватися для скидання в нього води з дренажу.

Слід докласти зусиль для проектування дренажів таким чином, щоб їх можна було використовувати одночасно для зниження рівня ґрунтових вод під паралельними дорогами, залізницями та іншими спорудами (рис. 5.1).



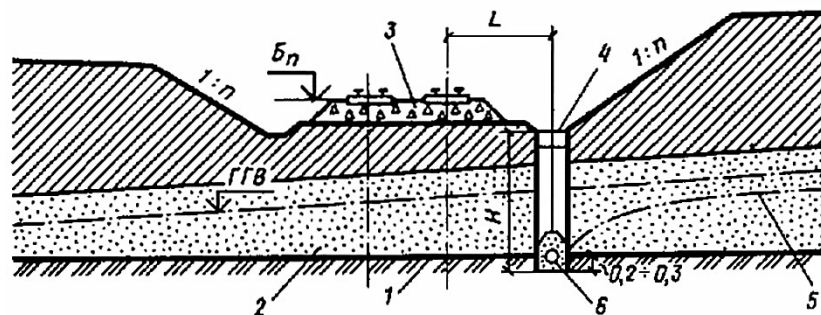
1 - баластна призма; 2 – труба ПЕРФОКОР; 3 - труба ПЕРФОКОР, в місці її виходу на поверхню; S - відстань між осями доріжок;

h_b – товщина баластного шару

Рисунок 5.1 – Схема дренажу паралельних залізничних колій

При відповідному обґрунтуванні пристрої глибинного дренажу можуть застосовуватися і для відведення поверхневих вод, що скидаються в дренажну трубу через колодязь з водозабірною сіткою.

У населених пунктах промислових майданчиків, а також при захисті доріг, що проектуються в межах промислових вузлів або міської забудови, як правило, застосовуються підканавні дренажі (рис. 5.2).



1 - водонепроникний шар; 2 - шар водоносного піску; 3 - баластний шар; 4 - дренаж; 5 - крива депресії; 6 – труба ПЕРФОКОР; H - глибина залягання дренажу; ГГВ - горизонт ґрунтових вод; L – відстань від осі дренажу до осі колії

Рисунок 5.2 – Дренаж під канавою дороги

Водостоки по відношенню до охоронюваного дорожнього полотна повинні проектуватися, як правило, однобічно. Застосування двоходових водостоків повинно бути обґрунтовано техніко-економічними розрахунками. Дренажі, як правило, розташовуються з боку притоку ґрунтових вод (рис. 5.2).

Поздовжні ухили підканавних і зворотно-канавних стоків приймаються рівними ухилу колії, при цьому оптимальний ухил становить 3 - 6 %; в складних рельєфних умовах - 2% і у виняткових випадках - 1%.

Водостоки із застосуванням труб ПЕРФОКОР повинні бути призначені для захисту дорожнього полотна під декількома коліями або паралельними дорогами з урахуванням єдиної дренажної мережі, призначеної для промислового майданчика в цілому або його частини, а також з існуючою каналізаційною мережею, яка може бути використана для скидання в нього води з дренажу (рис. 5.1).

Глибина траншеї визначається типом дренажу (досконалий, недосконалий) і необхідним значенням зниження рівня ґрунтових вод. При розташуванні водоносного шару на глибині до 3 - 4 м зазвичай влаштовується ідеальний підканавний односторонній дренаж.

Недосконалі водостоки влаштовуються однобічно по відношенню до дорожнього полотна. Проектування двостороннього неідеального дренажу повинно бути обґрунтовано техніко-економічними розрахунками.

У разі заглибленої баластної призми дренаж для осушення баластного шару влаштовується також у недренованих ґрунтах дорожнього полотна. При баластному шарі з середньозернистого або крупнозернистого піску в заглиблених канавах влаштовують неглибокий дренаж.

Неглибокий дренаж траншей і заглиблені споруди дренажу траншей показані в (рис. 5.3).

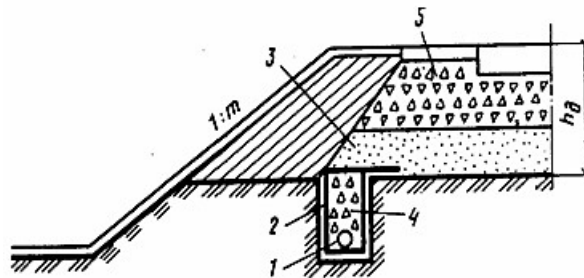
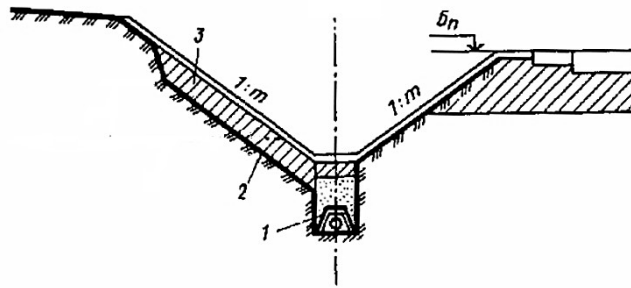


Рисунок 5.3 – Дорожній дренаж неглибокого закладання із застосуванням труб ПЕРФОКОР в геотекстильній оболонці

Спорудження водостоків із застосуванням геотекстилю та дренажних матів (п. 4.8) застосовується на автомобільних дорогах усіх категорій. Неглибокі дренажні споруди з використанням геотекстилю наведені на (рис. 5.3). Вони дозволяють знизити вимоги до якості пісків і використовувати дрібнодисперсні піски з коефіцієнтом фільтрації менше 2 м/доба.

Глибокі дренажні споруди з використанням геотекстилю дозволяють виключати фільтруючі засипки, застосовувати дрібнодисперсні піски з коефіцієнтом фільтрації менше 5 м/доба, запобігати замулюванню дренажних труб.

Укосові дренажні споруди з використанням труб ПЕРФОКОР в оболонці з геотекстилю (рис. 5.4) повністю виключають використання піщаних ґрунтів і спрощують технологію будівництва.



1 - геотекстильна оболонка; 2 - водонепроникний шар;
3 - насипний ґрунт; 5 - баластний шар

Рисунок 5.4 – Дренаж укосу дороги з використанням труб ПЕРФОКОР в оболонці з геотекстилю

Поверхнева щільність геотекстилю, що використовується в неглибоких і глибоких дренажах, повинна становити: нетканий голкопробивний 250-400 г/м², нетканий термоскріплений 90-200 г/м².

6. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі підземних гідротехнічних споруд

При проектуванні дренажу будівель і споруд з використанням труб ПЕРФОКОР слід керуватися ВСН 045-72 [31].

Дренаж в підземних гідротехнічних спорудах використовується для наступних цілей:

- для зниження (часткового або повністю) тиску ґрунтових вод на облицювання;
- підвищення довговічності конструкції за рахунок зменшення ухилів напору і витрати води, що фільтрується через футеровку;
- захист від втрати стійкості (викривлення) металевої обшивки напірних тунелів і валів при їх спорощенні;
- захист машинних залів, шино-монтажних і вантажних галерей, шахт ліфтів та інших споруд, в які потрапляння ґрунтових вод неприпустимо;
- полегшення проведення підземних будівельних робіт у багатих водою породах;
- скорочення часу спорощення напірних тунелів і шахт з футеровкою без гідроізоляції; зниження досягається за рахунок ослаблення порового тиску в облицювальному бетоні в двох напрямках: всередину тунелю і в сторону породи.

Дренаж із застосуванням труб ПЕРФОКОР також рекомендується застосовувати, коли в природних умовах відсутні ґрунтові води, але існує небезпека вимокання гірських порід з втратою їх міцності, вилугуванням або втратою стійкості зсувного схилу через фільтрацію води з тунелю в процесі експлуатації.

При осушенні підземних технічних споруд труби ПЕРФОКОР можуть відчувати підвищене навантаження з боку ґрунту і футеровки споруд. Якщо це обґрунтовано розрахунками на міцність, наведеними в Додатку Д ДСТУ-Н В.2.5-40:2009 [10], можливе застосування труби підвищеної кільцевої жорсткості ПЕРФОКОР

Допоміжні тунелі та шахти, що викопуються для будівництва основних підземних споруд, можуть бути (за умови з'єднання тунелів і шахт з хвостовою частиною після завершення будівництва):

- шляхи поповнення підземних вод;
- причина значного збільшення напорів ґрунтових вод і швидкостей фільтрації в місцях з'єднання допоміжних тунелів і шахт з дренажними спорудами, що повинно враховуватися при проектуванні дренажних і водонепроникних заходів.

Вся дренажна система, по можливості, повинна бути розділена на ізольовані один від одного ділянки (з урахуванням положення і ухилу п'єзометричної поверхні підземних

вод), з окремими виходами, за допомогою яких можна здійснювати промивку і регулювання напору самостійно в кожній секції.

Для будівництва скельних стрічкових дренажів використовуються гнучкі труби ПЕРФОКОР, покриті шлаковим килимом і притиснуті до породи сіткою, закріплені спеціальними анкерами зі спеціальними анкерами.

Конструкція дренажів повинна забезпечувати їх збереження від засмічення і витікання цементного розчину при проведенні бетонних і цементуючих робіт у разі спорудження дренажу до завершення цих робіт.

7. Застосування труб ПЕРФОКОР в осушенні гірничих виробок

При проектуванні дренажних систем для захисту гірничих виробок слід керуватися СНиП 2.06.14-85 [32].

Матеріали зйомки містити:

- гідрологічні та метеорологічні дані;
- топографічні плани площі родовища в масштабі, встановленому проектною організацією;
- характеристика геологічної будови, тектонічні порушення товщ, неотектоніка, сейсмічні умови та особливі умови (наявність вічної мерзлоти, карсту, зсувів тощо);
- геологічні розрізи і профілі;
- характеристика гідрогеологічних умов;
- інженерно-геологічні характеристики та відомості про фізико-механічні властивості гірських порід;
- відомості про водоносні горизонти, джерела і райони їх поповнення і скидання, співвідношення між ними і з поверхневими водами, їх хімічний склад, температури;
- дані про фільтраційні властивості порід, визначені за допомогою експериментального відкачування і з урахуванням схематизації гідрогеологічних умов.

При осушенні гірничих виробок на трубах ПЕРФОКОР може спостерігатися підвищене навантаження з боку ґрунту і футеровки споруд. Після обґрунтування розрахунками на міцність, наведеними в Додатку Г, можливе використання труби підвищеної кільцевої жорсткості ПЕРФОКОР.

Трубчастий дренаж із застосуванням труб ПЕРФОКОР повинен забезпечуватися лінією просочування ґрунтових вод, протягнутою вздовж передньої стінки котловану (кар'єру) до схилів у нестійких породах, що залягають вище водоносного горизонту.

Трубчастий дренаж з труб ПЕРФОКОР повинен бути врізаний у водонепроникні шари таким чином, щоб повністю перехопити потік ґрунтових вод вище водоносного горизонту.

Зниження рівня ґрунтових вод у характерних точках, час досягнення необхідного зниження, припливи підземних і поверхневих вод до водознижувальних пристроїв і гірничих виробок визначаються етапами розробки родовища.

При проектуванні багатоступеневої системи захисту відкритим способом (кар'єром) необхідно передбачити:

- перед початком будівництва кар'єру (кар'єру) – введення в експлуатацію зовнішніх споруд і пристроїв регулювання поверхневого стоку і дренажу, введення в експлуатацію споруд, пристроїв і виконання заходів, необхідних для захисту гірничих виробок від підземних вод на період, протягом якого можуть бути підготовлені споруди, пристрої і заходи наступного етапу. У цей же період при проектуванні системи захисту з зовнішніми водознижувальними або протифільтраційними засобами слід забезпечити перспективну розробку пристроїв зниження рівня ґрунтових вод або протифільтраційних засобів;
- в період будівництва кар'єру (розрізу) – послідовне введення в експлуатацію додаткових споруд і пристроїв і виконання необхідних заходів передбачених проектом.

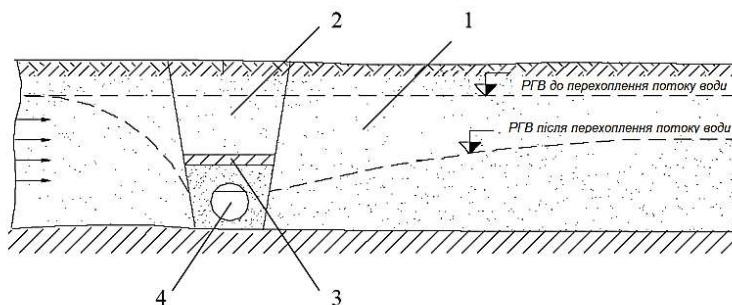
Необхідне значення зниження напору у водоносних горизонтах повинно визначатися з умови збереження стійкості порід, що оточують виробки, і запобігання прориву в них підземних вод.

8. Застосування ПЕРФОКОР труб в аеродромному дренажі

При проектуванні аеродромного дренажу необхідно керуватися, ДБН В.1.1-25-2009 [6].

Під час експлуатації території аеродрому можуть виникати підвищені навантаження на колеса на дренажні системи (пожежогасіння, транспортування обладнання, аварійні ситуації), тому для осушення аеродромів рекомендується використовувати труби ПЕРФОКОР з підвищеною кільцевою жорсткістю.

Для перехоплення і відведення ґрунтових вод, що надходять на аеродром з вище розташованої зони, влаштовуються уловлювачі з труб ПЕРФОКОР (рис. 8.1).



1 – місцевий ґрунт; 2 – ґрунт засипки;

3 – нетканий геотекстиль; 4 – труба ПЕРФОКОР.

Рисунок 8.1 – Влаштування уловлювача ґрунтових вод

Якщо береги сусіднього водного об'єкта складені добре фільтруючим ґрунтом на водоносному горизонті, необхідно передбачити влаштування берегових дренажів з труб ПЕРФОКОР (рис. 8.2).

Уловлювачі і берегові стоки повинні бути простежені за межами аеродрому з урахуванням напрямку потоку підземних вод. Глибина розташування цих дренажів визначається за умови забезпечення піднесення поверхні покритті над проєктним рівнем ґрунтових вод, але не менше значень, зазначених в табл. 8.1..

Таблиця 8.1. Підвищення поверхні покриття над розрахунковим рівнем підземних вод повинно бути не менше приведенного в таблиці

Ґрунт основи (насипу)	Мінімальне підвищення поверхні покриття, м, над рівнем підземних вод у дорожно- кліматичних зонах			
	II	III	IV	V
Пісок середньої крупності	1,1	0,9	0,8	0,7
Пісок дрібної крупності, супісок	1,6	1,2	1,1	1,0
Глина, суглинок, пісок і супісок пилуватий	2,3	1,8	1,5	1,3

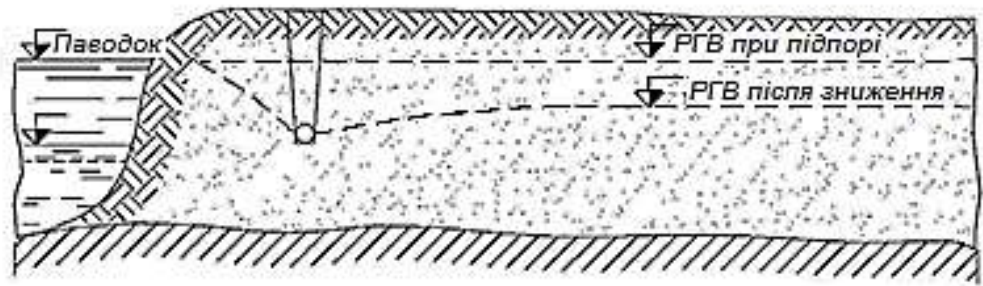
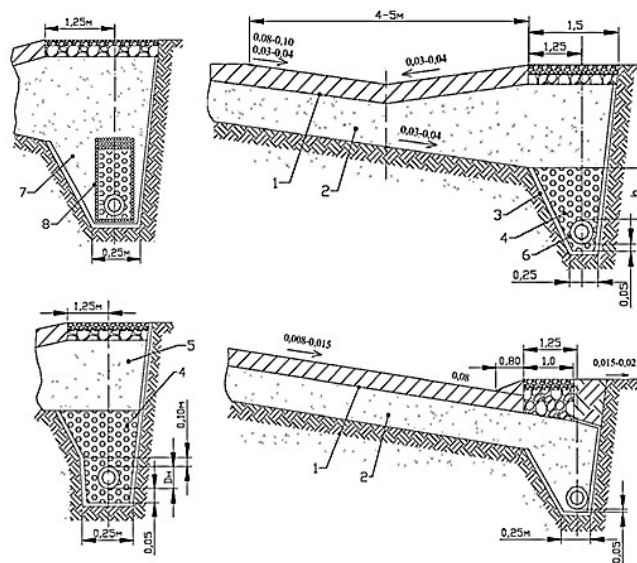


Рисунок 8.2 – Влаштування берегового дренажу

Для збору і відведення води з дренажних шарів підстав зі штучного покриття необхідно передбачити влаштування крайових дрен з труб ПЕРФОКОР, розташованих по осі покритті на відстані 1,0 - 1,5 м від краю дорожнього одягу (рис. 8.3).



1-бетонне покриття, 2-пісчана основа, 3-щебінь 2-3см, 4-крупнозернистий пісок, 6- труба ПЕРФОКОР, 7-пісок, 8-гравій

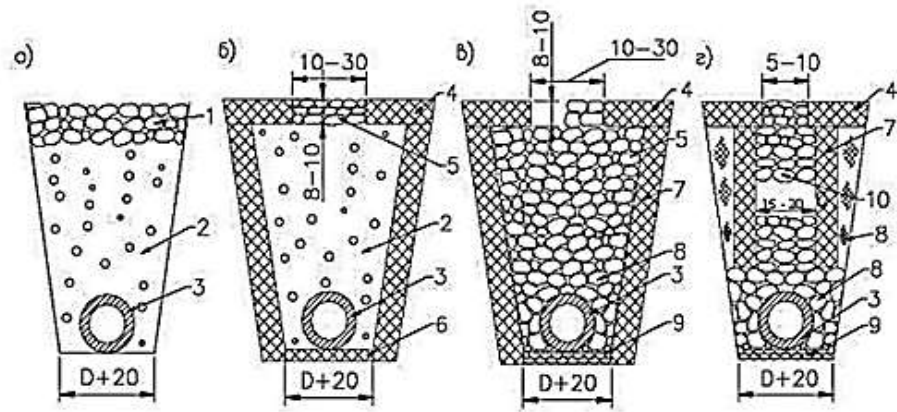
Рисунок 8.3 Варіанти влаштування крайових дрен ЗПС аеродрому

На окремих ділянках з ухилами поверхні менше 5%, що не забезпечують стік, в районах надмірного, змінного зволоження і при наявності слабо проникних (глинистих, пілуватих) ґрунтів, де неможливий збір поверхневих вод іншими пристроями, наприклад тальвеговими колодязями, повинна бути передбачена система, що складається з дренажів, колекторів. Осушувачі повітря виготовляються з труб ПЕРФОКОР. Вимоги до осушувачів аналогічні вимогам до крайових стоків, мінімальна глибина труб осушувачів становить 0,6 м. Конструктивні рішення осушувачів з використанням труб ПЕРФОКОР наведені на рис. 8.4.

Для зниження рівня ґрунтових вод при їх заляганні на глибині більше 0,8 м від поверхні необхідно передбачити систему глибокого дренажу з труб ПЕРФОКОР.

Роботи по влаштуванню крайових дрен починаються після влаштування крайніх рядів штучного покриття і повного завершення земляних робіт по їх поздовжніх краях.

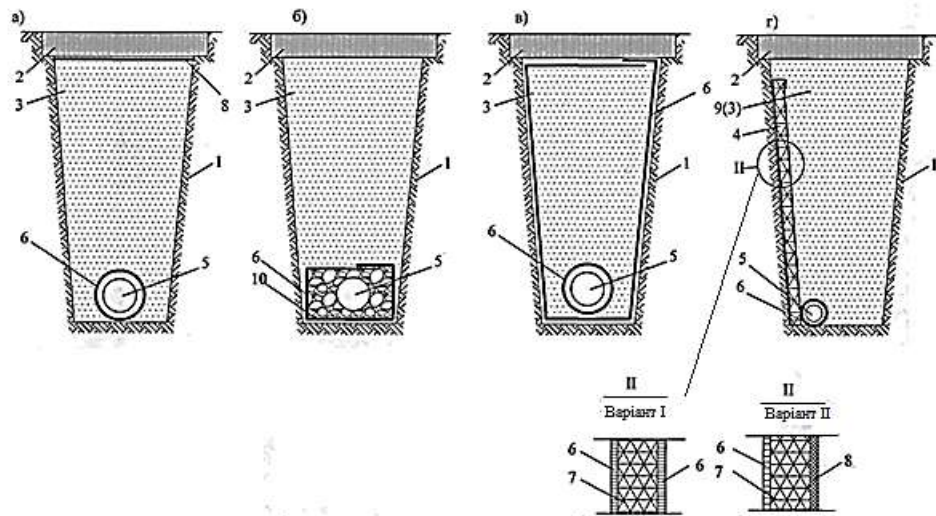
Елементи дренажної мережі ґрунтової частини аеродрому - дрени, колектори, обходи, тальвег-колодязі і ґрунтові жолоби - починають споруджуватися після завершення робіт з попереднього планування.



а- приймальна частина з гравію, б-приймальна частина у вигляді вузької щілини, заповнена піщано-гравійною сумішшю, в- така ж, заповнена гравієм, д- те ж, з обмеженою шириною гравійного заповнювача,

1-гравійна засипка, 2-ШГПС щебінь-гравійна піщана суміш, 3-труби ПЕРФОКОР, 4-геотекстиль, 5-шар щебню (гравію), 6-крупнозернистий пісок, 7-нетканий геотекстиль, 8-гравій або щебінь фракції 5-6 см, 9-приготування суміші 5-7 см з утрамбованого щебню, 10-гравій або щебінь фракції 2 см, 11-грунт

Рисунок 8.4 Конструкції осушувачів із застосуванням труб ПЕРФОКОР в оболонці із геотекстилю



1 – місцевий ґрунт; 2 – верхній шар дрени; 3 – пісок $K_f \geq 3$ м/доба; геосинтетичний дренажний мат; 5 – труба ПЕРФОКОР; 6 – фільтр із нетканого геотекстилю; 7 – високопориста пластмасова серцевина; 8 – геомембрана; 9 – зворотна засипка місцевим ґрунтом; 10 - щебінь фракція 20-40 мм.

Рисунок 8.5 – Поперечний переріз дренажів із застосуванням труб ПЕРФОКОР і сучасних геосинтетичних матеріалів

Для відведення води з дренажних шарів штучних покриттів встановлюються крайові водостоки з труб ПЕРФОКОР. Їх розташовують по краях покриттів на відстані 1-2 м. Для забезпечення контакту зливної стоку з фільтруючою засипкою крайового зливу підставу розширюють на 1-2 м і підводять до зовнішньої стінки зливу. У поперечному перерізі крайовий дренаж являє собою траншею трапецієподібного або прямокутного перерізу, на дні якої укладаються перфоровані труби ПЕРФОКОР.

Особливістю конструкції крайового зливу є тонка настройка фільтруючої заливки по висоті до дренажного шару основи покриття включно.

Перфоровану трубу ПЕРФОКОР і фільтруючу засипку рекомендується укласти в оболонку з нетканого геотекстилю або використовувати геосинтетичні дренажні мати. Воду з підстави рекомендується зливати через фільтруючу заливку в крайову зливну трубу через байпасну трубу КОРСИС ПРО підвищеної кільцевої жорсткості в колекторний колодязь.

Глибокі дрени влаштовуються для зниження рівня ґрунтових вод під штучними покриттями і розташовуються по їх краях. Висота фільтруючої засипки над рівнем труби становить 25-30 см. Для захисту фільтруючої засипки від замулювання її укладають в оболонку з нетканого геотекстилю або використовують геосинтетичні дренажні мати. У всіх випадках, з метою захисту труб від зсуву при замерзанні і відтаванні ґрунту, труби розташовують нижче рівня промерзання ґрунту в районі будівництва аеродрому.

Роботи по влаштуванню крайових і глибинних дренажів включають: риття траншеї, вирівнювання дна траншеї і влаштування дренажного шару, прокладку труб, захист стиків і водозаборів труб, зворотну засипку траншеї фільтруючим матеріалом.

9. Застосування труб ПЕРФОКОР в дренажі будівель і споруд

При проектуванні і спорудженні дренажу будівель і споруд необхідно керуватися ДБН В.2.1-10:2018 [27].

Трубчастий дренаж будівель і споруд на основі труб ПЕРФОКОР повинен забезпечуватися в ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації $K_f \geq 2$ м/добу. Допускається також застосування при $K_f < 2$ м/добу при будівельному зневодненні і в супутніх дренажах тунелів, каналів та інших комунікаційних пристроїв, якщо його ефективність була експериментально доведена.

Влаштування дренажу є обов'язковим у випадках, коли розташовані:

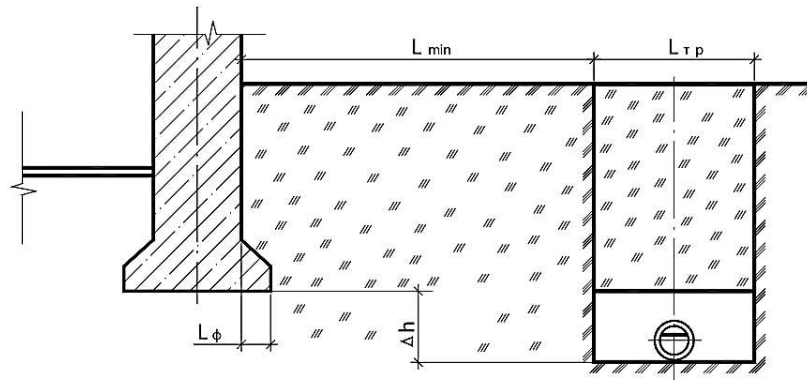
- цокольні поверхи, технічні підвали, внутрішньоблочні колектори, канали комунікації тощо, нижче проектного рівня ґрунтових вод або якщо перевищення перевищення поверхів над проектним рівнем ґрунтових вод становить менше 50 см;
- підлоги експлуатованих підвалів, внутрішньоблочні колектори, канали для комунікацій в глинистих і суглинних ґрунтах незалежно від наявності ґрунтових вод;
- цокольні поверхи, розташовані в зоні капілярного зволоження, коли в підвалі не допускається вогкість;
- підлоги технічних повзучих просторів у глинистих і суглинних ґрунтах при їх заглибленні більш ніж на 1,3 м від вирівнюючої поверхні ґрунту незалежно від наявності ґрунтових вод;
- підлоги технічних підводних просторів у глинистих і суглинних ґрунтах при їх заглибленні на менше 1,3 м від планувальної поверхні ґрунту при розташуванні підлоги на фундаментній плиті, а також у випадках, коли піщані лінзи підходять до будівлі з боку височини або тальвег розташований на височинній стороні будівлі.

У разі загального зниження рівня ґрунтових вод на території мікрорайону відмітки зниженого рівня ґрунтових вод повинні бути визначені на 0,5 м нижче поверхів підвальних приміщень, технічних підвалів, каналів для комунікацій та інших споруд.

При неможливості або недоцільності зниження рівня ґрунтових вод в цілому слід передбачити місцевий дренаж для окремих будівель і споруд (або груп будівель).

Місцевий дренаж, як правило, повинен влаштовуватися у випадках значного заглиблення підземних поверхів окремих будівель.

Для захисту підвалів і підвалів будівель, закладених у глинистих і суглинних ґрунтах, від ґрунтових вод слід влаштовувати пристінні дренажі (рисунок 9.1).



L_{ϕ} – розширення фундаменту; $L_{\min}$ – мінімальна віддаль від фундаменту;
 $L_{\text{тр}}$ – ширина траншеї; Δh – перевищення низу підлоги фундаменту над
 дном дренажної траншеї;

Рисунок 9.1 - Схема до розрахунку безпечної відстані від дренажної траншеї до фундаменту будівлі чи споруди

Пристінний "профілактичний" дренаж повинен влаштовуватися також при відсутності ґрунтових вод в районі підвальних приміщень і підвальних просторів, влаштованих в глинистих і суглинних ґрунтах. Пристінний дренаж укладається по контуру будівлі із зовнішнього боку. Відстань між дренажем і стіною будівлі визначається шириною фундаментів будівлі і розміщенням дренажних люків. Пристінний дренаж, як правило, слід укласти на височинах не нижче дна стрічкового фундаменту або підстави фундаментної плити. При великій глибині закладення фундаменту від рівня підлоги підвалу пристінний дренаж може бути прокладений вище дна фундаментів за умови вжиття заходів проти просідання дренажу. Монтаж пристінного дренажу з використанням труб ПЕРФОКОР і сучасних фільтруючих кожухів дозволяє здешевити будівництво за рахунок економії піску. Такі оболонки складаються з двошарової структури: лист спеціального профілю з полімерного матеріалу (поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид) і нетканого геотекстильного фільтруючого матеріалу, скріплені між собою за допомогою зварювання або водостійкого клею. Листи оболонки з'єднуються між собою внахлест. Технологія використання даного матеріалу вказана на рис. 9.2 та рис. 9.3.

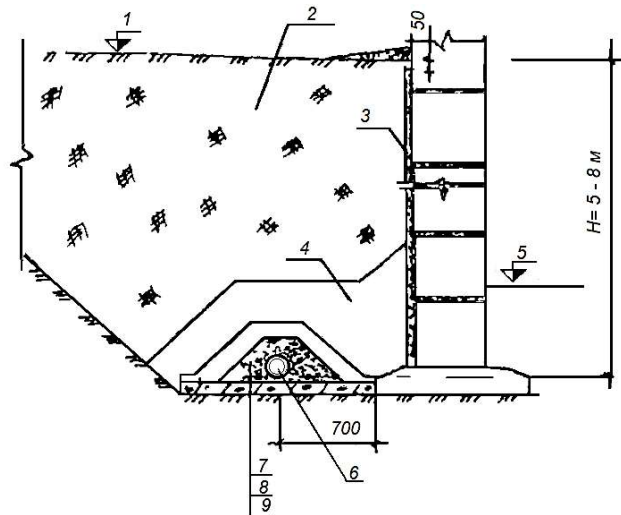
У разі шаруватої структури водоносного горизонту для захисту підвальних приміщень і підводних просторів будівель в залежності від місцевих умов повинен влаштовуватися пристінний або кільцевий дренаж.

Якщо окремі частини будівлі розташовані в районах з різними геологічними умовами, то на цих ділянках може застосовуватися як кільцевий, так і пристінний дренаж. При влаштуванні кільцевих дрен за допомогою труб ПЕРФОКОР фундамент будівлі можна закладати трохи вище дренажу. Перевищення площі фундаментів будівлі над дренажем і відстань дренажу від будівлі повинні перевірятися з урахуванням кута внутрішнього тертя ґрунту.

Осушення ям і заглиблених частин підвальних приміщень з використанням труб ПЕРФОКОР повинно вирішуватися в кожному конкретному випадку в залежності від місцевих гідрогеологічних умов і прийнятих будівельних конструкцій.

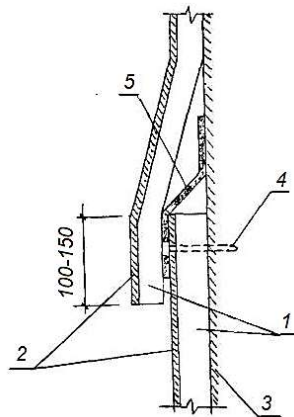
Для цієї мети можна порекомендувати такі рішення:

- поглиблення нижньої ділянки дренажу, коли в його нижній частині розташовуються заглиблені приміщення і ями, рахуючи по ходу стоку води в дренажі;
- загальне заглиблення при укладанні дренажу і захищеної споруди в піщаних ґрунтах;
- поділ загального дренажу на окремі частини з незалежними виходами; влаштування додаткових локальних водостоків.



1. – планована відмітка; 2 – місцевий ґрунт; 3 – оболонка Дренізу; 4 – пісок з коефіцієнтом фільтрації 5м/доба; 5 – підлога підвалу; 6 - труба ПЕРФОКОР; 7 – щебінь = 3-15 мм; 8 – пісок = 0,3-1,5 мм; 9 - бетон марки 100

Рисунок 9.2. – Конструкція пристінного дренажу глибиною закладання від 5 до 8 м



- 1 – профільований полімерний лист; 2 - фільтруючий геотекстильний матеріал; 3 - стіна будівлі; 4 - дюбель; 5 - полоса із наплавленого гідростеклоізоли

Рисунок 9.3. – Схема монтажу оболонки "Дренізу":

При осушенні окремих ям і заглиблених приміщень необхідно приділяти особливу увагу заходам проти видалення ґрунту з-під фундаментів будівлі.

При закладанні дренажу нижче фундаменту будівель з метою виключення суфозії ґрунту особливу увагу слід приділити правильному підбору і облаштуванню дренажних наповнювачів, якості герметизації швів і отворів в колодязях, а також заходам щодо виключення видалення ґрунту при ритті дренажних траншей. У разі великого значення зниження горизонту ґрунтових вод під фундаментами (існуючими і прогнозованими) необхідно провести розрахунок осідання ґрунту. При облаштуванні крапель на дренажі в межах зони впливу нижнього стоку слід передбачити також перераховані вище заходи.

Траси кругового, пристінного та пов'язаного з ними дренажу визначаються з прив'язкою до споруди, що охороняється. Траси напору і систематичного дренажу визначаються відповідно до гідрогеологічних умов і будівельних умов.

Глибина закладення головних, кільцевих і систематичних дренажів визначається гідравлічним розрахунком і поглибленням охоронюваних будівель і споруд. Глибина закладення стіни і супутнього дренажу визначається відповідно до глибини залягання охоронюваних конструкцій.

10. Використання труб ПЕРФОКОР в меліоративних спорудах

При проєктуванні дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР на зрошуваних землях необхідно керуватися ДБН В.2.4-1-99 [7].

Дренаж на зрошуваних землях повинен забезпечувати видалення надлишкових солей з кореневого шару ґрунтів, а також підтримувати рівень ґрунтових вод, що виключає можливість вторинного засолення і заболочування ґрунтів.

Необхідність осушення повинна встановлюватися на підставі аналізу водно-сольового режиму ґрунтів об'єкта меліорації та прилеглої території в існуючих та проєктних умовах з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур та вимог охорони навколишнього природного середовища. При складанні прогнозів водно-сольового режиму слід використовувати аналітичні методи розрахунку, аналогове і математичне моделювання.

Дренаж із застосуванням труб ПЕРФОКОР у поєднанні з меліоративними та меліоративними заходами повинен забезпечувати рівень рухливих солей у кореневмісному шарі засолених ґрунтів на рівні, що не перевищує верхню межу допустимого вмісту солей, наведених у рекомендованому Додатку Т (стор. 106) до ДБН В.2.4-1-99 [7].

Допустима глибина залягання підземних вод, що забезпечує оптимальний водно-сольовий режим ґрунтів, повинна встановлюватися для кожної природно-кліматичної зони на підставі спеціальних досліджень, наявного досвіду експлуатації меліоративних систем та прогнозу водно-сольового режиму ґрунтів.

У районах нового зрошення введення земель у сільськогосподарську розробку повинно забезпечуватися після завершення будівництва постійного дренажу, якщо за прогнозом водно-сольового режиму потреба в осушенні виникає в період до 10 років від початку освоєння. Якщо період підйому ґрунтових вод становить більше 10 років, то освоєння земельної ділянки повинно випереджати будівництво дренажу.

При проєктуванні дренажу з використанням труб ПЕРФОКОР необхідно передбачити використання дренажної води для зрошення, промивання та інших потреб. Неможливість або недоцільність їх використання повинна бути обґрунтована. Для байпасу дренажної води рекомендується використовувати профільовані труби КОРСИС.

Залежно від природних умов на підставі техніко-економічних розрахунків у місцевості, яка потребує дренажу, необхідно передбачити водовідведення:

- систематичне – на зрошуваних землях дренажі або колодязі вертикального дренажу розташовані рівномірно;
- селективні – дрени або колодязі приурочені до окремих ділянок зрошуваних земель з незадовільним меліоративним станом;
- лінійні – дрени або колодязі розташовуються уздовж фронту підземного водопостачання.

Тип дренажу на зрошуваних землях (горизонтальний, вертикальний або комбінований) вибирається виходячи з природно-економічних умов, на основі техніко-економічного порівняння варіантів. Основним видом є горизонтальний дренаж, вертикальний дренаж слід застосовувати при осушенні ґрунтів з провідністю понад 100 м²/доба і при підстилці погано проникних ґрунтів шарами з напірною водою.

Комбінований дренаж повинен забезпечуватися, як правило, у разі двошарової або багатошарової структури водоносного горизонту, коли верхній мало проникний шар товщиною до 15 м підстиляється водонапірним шаром товщиною не більше 15 м.

Дренаж на зрошуваних землях на весь період експлуатації повинен проєктуватися на постійній основі. При капітальному промиванні постійний дренаж, при необхідності, може бути доповнений тимчасовим відкритим дренажем. Для підвищення ефективності дренажу при вилуговуванні на малопрониклих ґрунтах необхідно передбачити їх глибоке розпушування і внесення меліорантів для структурування ґрунту.

Глибина закладення дренажів з урахуванням технології робіт, як правило, не повинна перевищувати 4 м. Довжину водостоків слід приймати рівною 400-1000 м. При пропуску максимальної витрати не допускається рух води в стоках під тиском.

11. Техніка безпеки і охорона довкілля

При будівництві дренажів слід дотримуватися загальних вимог техніки безпеки згідно зі ДБН А.3.2-2-2009 [15].

До монтажу трубопроводів допускаються особи віком не менше 18 років, котрі пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, вступний інструктаж з техніки безпеки та інструктаж на робочому місці.

При піднесенні до відкритого вогню поліетиленові труби загоряються без вибуху і горять кіптявим полум'ям. Труби належать до групи горючих згідно з ДСТУ EN ISO 4589-1:2018 [24], температура займання – близько 300°C, температура самозаймання – близько 350° С.

Із засобів пожежогасіння слід застосовувати воду, пінні та кислотні вогнегасники.

Труби з поліетилену в умовах транспортування, збереження і монтажу не виділяють у навколишнє середовище токсичні речовини. При безпосередньому контакті зі шкірою матеріал труб не впливає на організм людини. Робота з поліетиленовими трубами не вимагає особливих запобіжних заходів.

Додаток А

(довідниковий)

Типові рішення для дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР

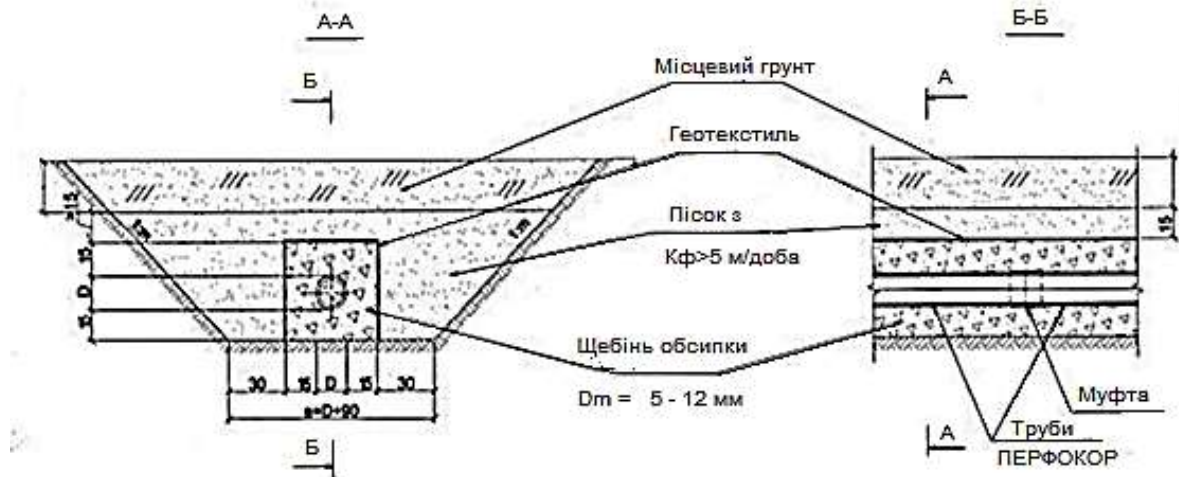


Рисунок А.1 – Варіант неідеального типу дренажу в траншеї з відкосами прямокутної форми і обсіпанням труби ПЕРФОКОРґ щебенем

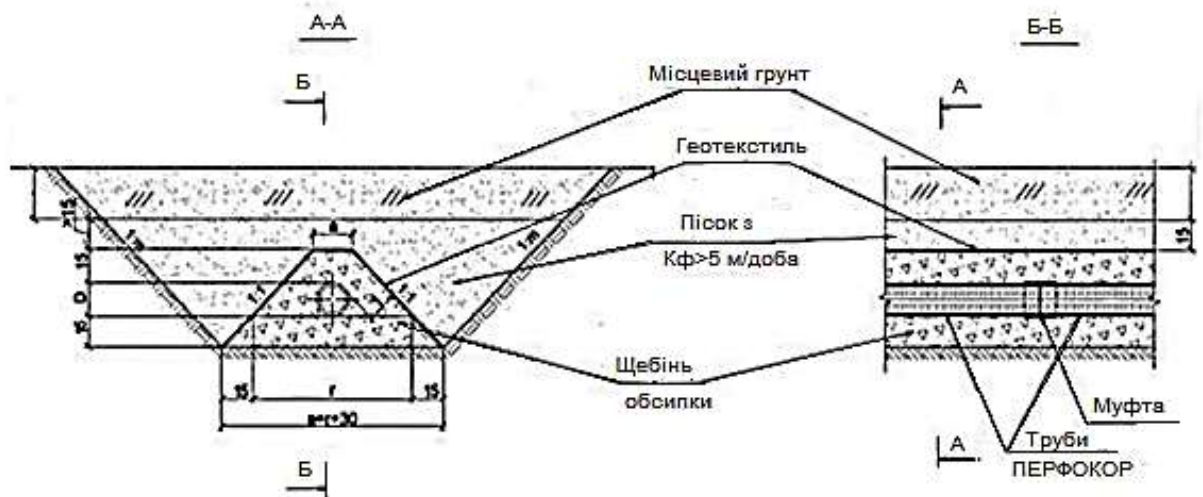


Рисунок А.2 – Варіант неідеального типу дренажу в траншеї з відкосами трапецевидної форми і обсіпанням труби ПЕРФОКОРґ щебенем

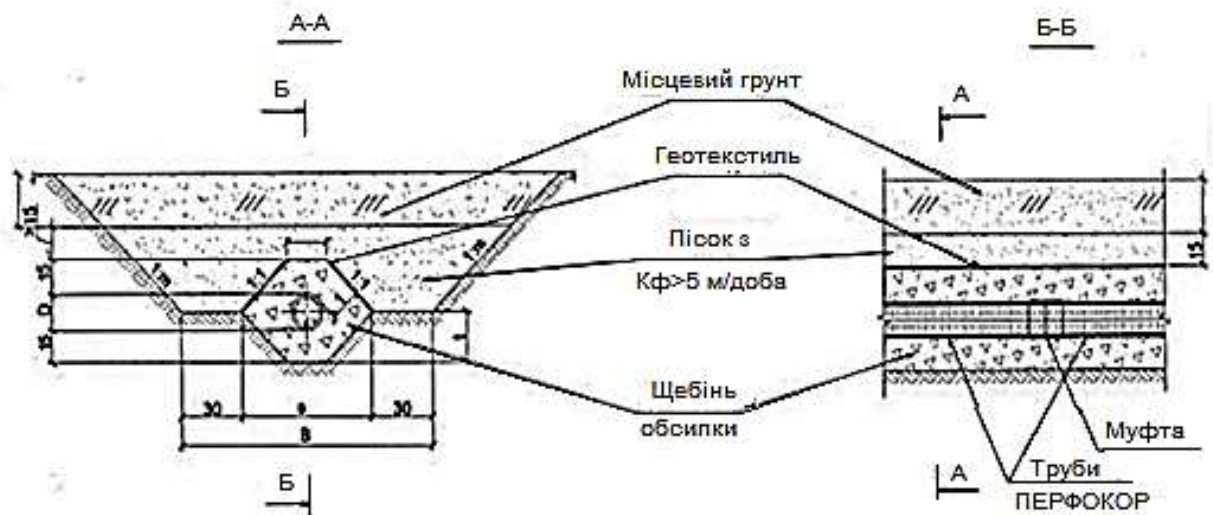


Рисунок А.3 – Варіант неідеального типу дренажу в траншеї з відкосами шестикутної форми і обсіпанням труби ПЕРФОКОРґ щебенем

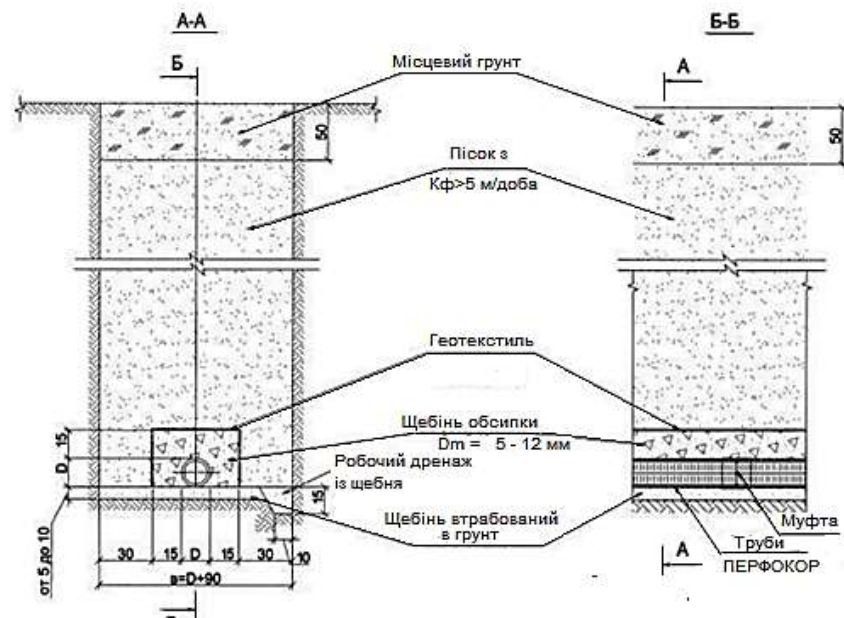


Рисунок А.4 – Досконалий варіант дренажу з прямокутними стінками траншеї і обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем

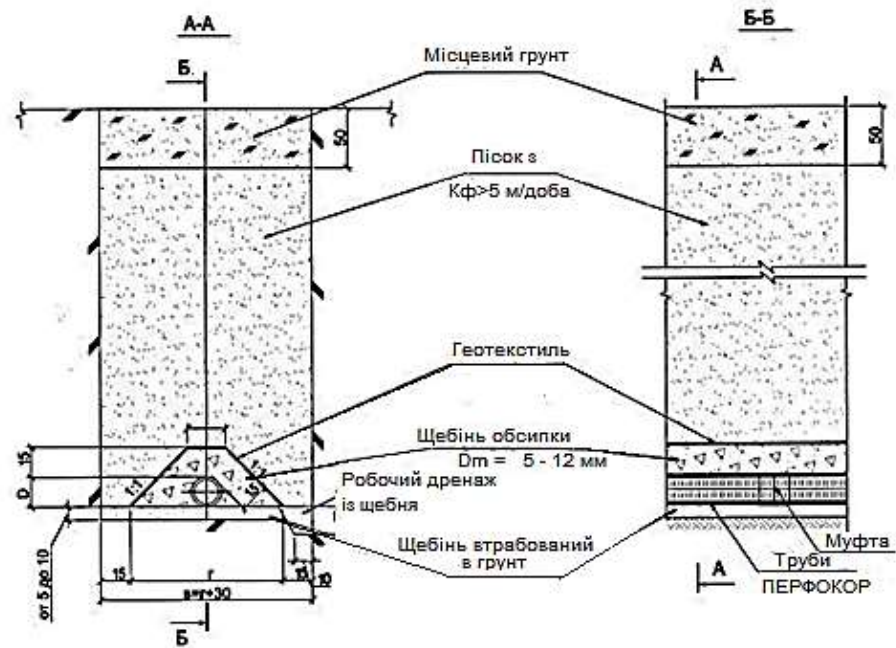


Рисунок А.5 – Недосконалий варіант дренажу трапецевидної форми з обсыпанням труби ПЕРФОКОР щебнем

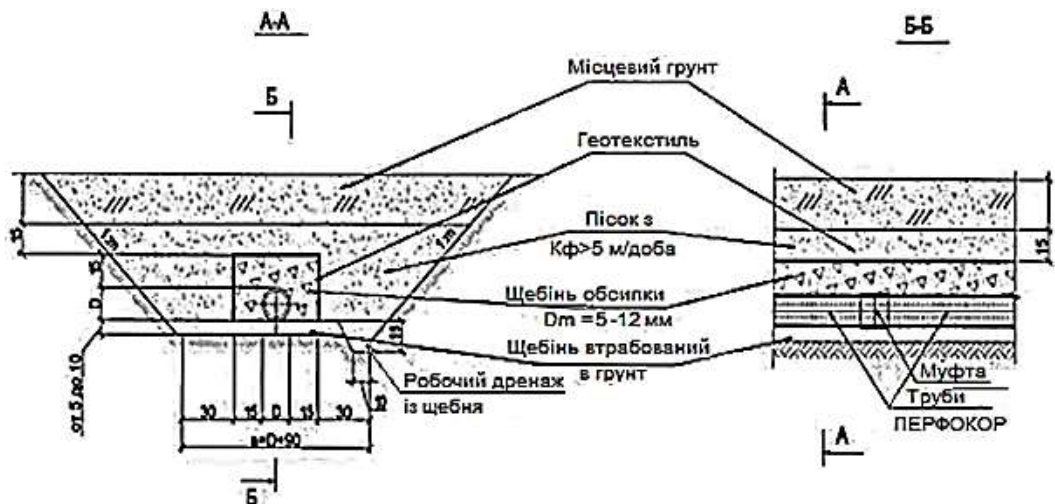


Рисунок А.6 – Недосконалий варіант дренажу прямокутної форми з обсыпанням труби ПЕРФОКОР щебнем

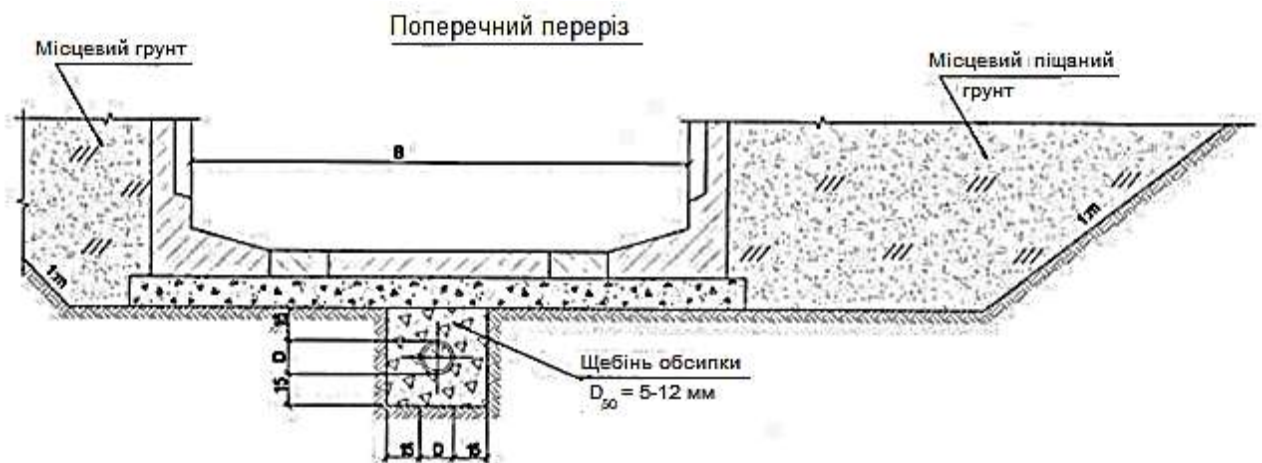


Рисунок А.7 – Варіант дренажу колектора недосконалого типу прямокутної форми з обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем



Рисунок А.8 – Варіант дренажу колектора недосконалого типу трапецевидної форми з обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем

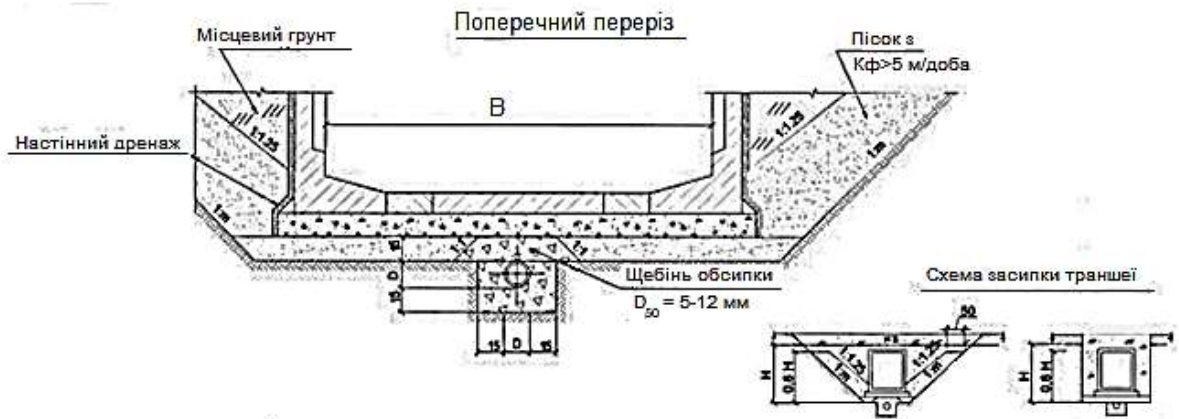


Рисунок А.9 – Варіант дренажу колектора недосконалого типу прямокутної форми з обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем



Рисунок А.10 – Варіант дренажу колектора недосконалого типу трапецевидної форми з обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем

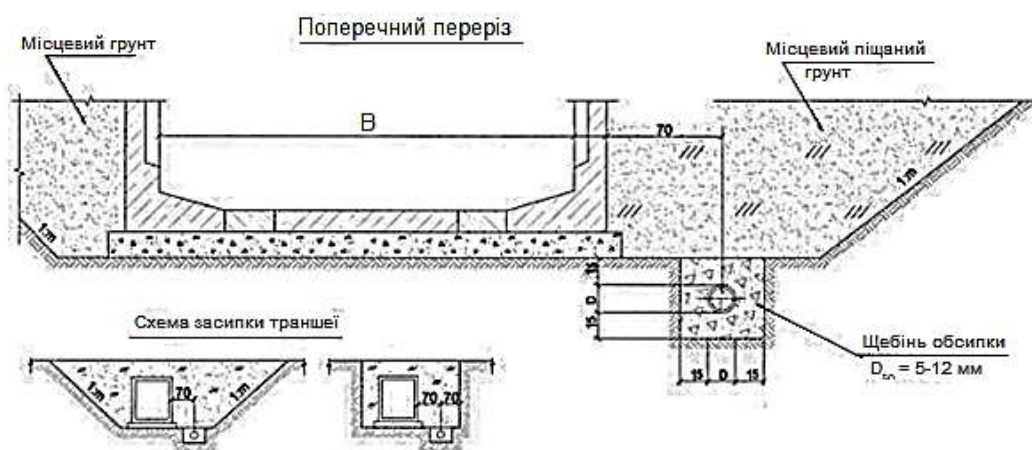


Рисунок А.11 – Варіант дренажу колектора недосконалого типу прямокутної форми з обсіпанням труби ПЕРФОКОР щебенем

Додаток Б (довідковий)

Терміни та визначення

В даному стандарті організації застосовуються наступні терміни з відповідними визначеннями:

номінальний діаметр DN: числове значення розміру елемента трубопроводу, без різьбових з'єднань, приблизно дорівнює виробничим розмірам в мм;

номінальний діаметр DN/OD: номінальний діаметр по відношенню до зовнішнього діаметра;

номінальний діаметр DN/ID: номінальний діаметр на основі внутрішнього діаметра;

номінальний діаметр d_n : заданий діаметр у міліметрах, встановлений як номінальний діаметр (DN/OD або DN/ID);

зовнішній діаметр d_e , мм - величина вимірюваного зовнішнього діаметра в будь-якій точці поперечного перерізу труби або наконечником частини труби, округлена до 0,1 мм;

середній зовнішній діаметр d_{em} , мм: виміряне значення зовнішнього периметра труби в будь-якому поперечному перерізі, поділене на π , округлене у більшу сторону до 0,1 мм;

внутрішній діаметр d_i , мм: виміряний внутрішній діаметр в будь-якому поперечному перерізі труби, округлений до 0,1 мм;

товщина стінки гофри e_s , мм - товщина стінки зовнішнього шару труби в будь-якій точці;

висота гофри e_s , мм: радіальна відстань між верхньою частиною гофри і внутрішньою поверхнею стінки;

товщина стінки e_4 , мм - товщина стінки в будь-якій точці між трубами гофри;

товщина стінки внутрішнього шару під порожнистим перетином e_s , мм: товщина внутрішньої стінки в будь-якій точці порожнистого перетину труби;

номінальна жорсткість кільця SN; кН/м^2 - цифрове позначення кільцевої жорсткості труби або сполучної частини, що є округленою мінімально допустимою кільцевою жорсткістю труби;

поліетилен: полімер, отриманий з етилену, в якому водень діє як радикал у своїй структурній формулі;

дренажна труба: труба з отворами на бічній поверхні в різних формах і місцях для прийому і відведення ґрунтових вод;

злив: канава, заповнена фільтруючим наповнювачем, на дні якої знаходиться трубопровід з отворами для проходу води в трубу;

дренажний колодязь: споруда поверх дренажної системи, яка використовується для підключення дренажів різного діаметру, зміни їх напрямку і для роботи дренажної системи;

канава — лінійна щілина (виділення) в ґрунті для місця стоку;

дренажна система: система інженерних споруд, призначених для зниження рівня ґрунтових вод і їх відведення з метою забезпечення необхідної стійкості надр і шарів інженерно-геологічного об'єкта при поглинанні навантажень під час виконання плану..

колектор - підземний трубопровід, що відводить воду з дощових водозабірних і талвегських колодязів, а також дренажів (або колекторів) за межами інженерно-геологічного об'єкта;

колодязь для дощової води: колодязь, влаштований в піддонах даху для забору води;

талвегський колодязь - колодязь, споруджений в місцях закритих западин на наземній частині аеродрому для прийому поверхневих вод і подальшого їх відведення за межі аеродрому;

переливна труба: підземний трубопровід, що з'єднує колодязь для дощової води або тальвегу з колектором;

дренаж: основний елемент дренажної системи, що представляє собою траншею, заповнену фільтруючою засипкою, на дні якої прокладається трубопровід з отворами для проходу води в трубу;

крайовий дренаж - дренаж, прокладений по краю поверхні аеродрому, який служить для збору і відведення води з дренажного шару штучного покриття;

глибокий дренаж: дренаж, призначений для зниження рівня ґрунтових вод і може використовуватися для відведення води з дренажних шарів фундаментів;

екрануючий дренаж: стік, призначений для збору і відведення ґрунтових вод або води з ділянок, прилеглих до покриття по краях інженерно-геологічного об'єкта;

сифонний дренаж - дренаж, який використовується для перехоплення і відведення ґрунтових вод з ділянки, розташованої вище за течією, до інженерно-геологічного об'єкта;

береговий дренаж: стік, який служить для перехоплення і відводу підземних вод, що поступають до гідротехнічного об'єкта з вище розміщеної території;

осушувач : підземний трубопровід, призначений для прийому поверхневих вод і відведення їх до колекторів;

збирач: підземний трубопровід, призначений для транспортування води від сушарок до колекторів;

геосинтетичні матеріали (геосинтетика): клас штучних будівельних матеріалів, виготовлених переважно або частково з синтетичної сировини і використовуваних при будівництві інженерно-геологічних споруд;

рулонний геосинтетичний матеріал: являє собою двовимірний матеріал у вигляді гнучкого полотна з синтетичної сировини, призначений для роботи в ґрунтовому середовищі в геотехнічних спорудах;

геотекстиль: це рулонний геосинтетичний матеріал у вигляді гнучких тканин, отриманий за допомогою методів, що використовуються в текстильній промисловості і розроблений для використання в ґрунтовому середовищі;

тканий геотекстиль: це рулонний геосинтетичний матеріал, який складається з двох переплетених між собою систем волокон (ниток), які розташовані перпендикулярно один одному і утворюють осередки, розмір яких менше 5 мм.

нетканий геотекстиль: це рулонний геосинтетичний матеріал, що складається з хаотично розташованих в площині полотна ниток (волокон), з'єднаних між собою механічним способом (голкопробивним) - голкопробивного геотекстилю, або термічно - термічно скріпленого геотекстилю;

геосинтетичні вироби: вироби різного типу і призначення, виготовлені з однієї або декількох геосинтетик, в тому числі з використанням ґрунту і будівельних матеріалів;

геомати: це одно-, дво-, тришарові геосинтетичні вироби, виготовлені шляхом комбінування геотекстилю, георешіток, плоских георешіток в різних комбінаціях в різних комбінаціях;

геодренажі (дренажні мати): Це геомати, призначені для роботи в складі дренажних споруд.

Додаток В
(Довідковий)

Таблиці для гідравлічного розрахунку дренажних труб ПЕРФОКОР

DN/OD 110 мм

Наповнен ня h/D	Ухил, 0,001 i													
	10		12		14		16		18		20		25	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,0 3	0,2 7	0,0 4	0,3 0	0,0 4	0,3 2	0,0 4	0,3 4	0,0 4	0,3 6	0,0 5	0,3 8	0,05	0,4 3
0,10	0,1 4	0,4 1	0,1 5	0,4 5	0,1 6	0,4 9	0,1 8	0,5 2	0,1 9	0,5 5	0,2 0	0,5 8	0,22	0,6 5
0,15	0,3 2	0,5 2	0,3 5	0,5 7	0,3 8	0,6 1	0,4 0	0,6 6	0,4 3	0,7 0	0,4 5	0,7 3	0,50	0,8 2
0,20	0,5 6	0,6 1	0,6 2	0,6 7	0,6 7	0,7 2	0,7 1	0,7 7	0,7 6	0,8 2	0,8 0	0,8 6	0,89	0,9 6
0,25	0,8 8	0,6 9	0,9 6	0,7 5	1,0 4	0,8 1	1,1 1	0,8 7	1,1 7	0,9 2	1,2 4	0,9 7	1,38	1,0 9
0,30	1,2 4	0,7 6	1,3 6	0,8 3	1,4 7	0,9 0	1,5 7	0,9 6	1,6 7	1,0 2	1,7 6	1,0 7	1,96	1,2 0
0,35	1,6 6	0,8 2	1,8 2	0,9 0	1,9 6	0,9 7	2,1 0	1,0 3	2,2 2	1,1 0	2,3 5	1,1 6	2,62	1,2 9
0,40	2,1 2	0,8 7	2,3 2	0,9 5	2,5 0	1,0 3	2,6 8	1,1 0	2,8 4	1,1 7	2,9 9	1,2 3	3,34	1,3 8
0,45	2,6 0	0,9 2	2,8 5	1,0 1	3,0 8	1,0 9	3,2 9	1,1 6	3,4 9	1,2 3	3,6 8	1,3 0	4,12	1,4 5
0,50	3,1 2	0,9 6	3,4 1	1,0 5	3,6 9	1,1 3	3,9 4	1,2 1	4,1 8	1,2 9	4,4 1	1,3 6	4,93	1,5 2
0,55	3,6 4	0,9 9	3,9 9	1,0 9	4,3 1	1,1 8	4,6 0	1,2 6	4,8 8	1,3 3	5,1 5	1,4 0	5,75	1,5 7
0,60	4,1 7	1,0 2	4,5 6	1,1 2	4,9 3	1,2 1	5,2 7	1,2 9	5,5 9	1,3 7	5,8 9	1,4 5	6,59	1,6 2
0,65	4,6 8	1,0 5	5,1 3	1,1 5	5,5 4	1,2 4	5,9 2	1,3 2	6,2 8	1,4 0	6,6 2	1,4 8	7,40	1,6 5
0,70	5,1 8	1,0 6	5,6 7	1,1 7	6,1 2	1,2 6	6,5 5	1,3 5	6,9 4	1,4 3	7,3 2	1,5 1	8,18	1,6 8
0,75	5,6 3	1,0 8	6,1 7	1,1 8	6,6 6	1,2 7	7,1 2	1,3 6	7,5 6	1,4 4	7,9 6	1,5 2	8,90	1,7 0
0,80	6,0 3	1,0 8	6,6 1	1,1 9	7,1 4	1,2 8	7,6 3	1,3 7	8,1 0	1,4 5	8,5 3	1,5 3	9,54	1,7 1
0,85	6,3 6	1,0 8	6,9 7	1,1 8	7,5 3	1,2 8	8,0 5	1,3 7	8,5 4	1,4 5	9,0 0	1,5 3	10,0	1,7 1
0,90	6,5 9	1,0 7	7,2 1	1,1 7	7,7 9	1,2 6	8,3 3	1,3 5	8,8 4	1,4 3	9,3 1	1,5 1	10,4	1,6 9
0,95	6,6 5	1,0 4	7,2 9	1,1 4	7,8 7	1,2 3	8,4 1	1,3 2	8,9 3	1,4 0	9,4 1	1,4 7	10,5	1,6 5
1,00	6,2 3	0,9 6	6,8 3	1,0 5	7,3 7	1,1 3	7,8 8	1,2 1	8,3 6	1,2 9	8,8 1	1,3 6	9,85	1,5 2

DN/OD 110 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	30		35		40		45		50		100		150	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,06	0,47	0,06	0,51	0,07	0,54	0,07	0,57	0,07	0,61	0,10	0,86	0,13	1,05
0,10	0,24	0,71	0,26	0,77	0,28	0,82	0,29	0,87	0,31	0,92	0,44	1,30	0,54	1,59
0,15	0,55	0,90	0,59	0,97	0,63	1,04	0,67	1,11	0,71	1,18	1,00	1,64	1,23	2,01
0,20	0,98	1,06	1,06	1,14	1,13	1,22	1,20	1,29	1,26	1,35	1,79	1,93	2,19	2,36
0,25	1,52	1,19	1,64	1,29	1,75	1,38	1,86	1,46	1,96	1,54	2,77	2,18	3,39	2,67
0,30	2,15	1,31	2,32	1,46	2,48	1,59	2,63	1,68	2,78	1,77	3,93	2,33	4,81	2,93
0,35	2,87	1,42	3,10	1,57	3,32	1,68	3,52	1,77	3,71	1,86	5,24	2,54	6,42	3,17
0,40	3,66	1,53	3,96	1,68	4,23	1,79	4,49	1,88	4,73	1,97	6,69	2,74	8,19	3,37
0,45	4,51	1,64	4,87	1,79	5,21	1,89	5,52	1,98	5,82	2,07	8,23	2,94	10,08	3,55
0,50	5,40	1,75	5,83	1,89	6,23	1,99	6,61	2,08	6,97	2,17	9,85	3,04	12,07	3,71
0,55	6,30	1,86	6,81	1,99	7,28	2,09	7,72	2,18	8,14	2,27	11,51	3,14	14,10	3,85
0,60	7,21	1,97	7,79	2,09	8,33	2,19	8,84	2,28	9,31	2,37	13,17	3,24	16,13	3,96
0,65	8,11	2,08	8,76	2,19	9,36	2,29	9,93	2,38	10,47	2,47	14,80	3,34	18,13	4,05
0,70	8,96	2,19	9,68	2,29	10,35	2,39	10,98	2,48	11,57	2,57	16,37	3,44	20,04	4,12
0,75	9,75	2,30	10,54	2,40	11,26	2,49	11,95	2,58	12,59	2,67	17,81	3,54	21,81	4,17
0,80	10,45	2,41	11,29	2,50	12,07	2,59	12,80	2,68	13,49	2,77	19,08	3,64	23,37	4,19
0,85	11,02	2,52	11,90	2,60	12,72	2,69	13,50	2,78	14,23	2,87	20,12	3,74	24,64	4,18
0,90	11,41	2,63	12,32	2,70	13,17	2,79	13,97	2,88	14,73	2,97	20,83	3,84	25,51	4,14
0,95	11,52	2,74	12,45	2,81	13,30	2,90	14,11	2,99	14,87	3,08	21,04	3,94	25,76	4,04
1,00	10,79	2,85	11,66	2,91	12,46	3,00	13,22	3,09	13,93	3,18	19,70	4,04	24,13	3,71

DN/OD 160 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	6		7		8		9		10		11		12	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	0,08	0,27	0,08	0,29	0,09	0,32	0,10	0,33	0,10	0,35	0,11	0,37	0,11	0,39
0,10	0,33	0,41	0,35	0,45	0,38	0,48	0,40	0,51	0,42	0,53	0,44	0,56	0,46	0,58
0,15	0,75	0,52	0,81	0,56	0,86	0,60	0,91	0,64	0,96	0,67	1,01	0,71	1,05	0,74
0,20	1,33	0,61	1,43	0,66	1,53	0,71	1,63	0,75	1,71	0,79	1,80	0,83	1,88	0,87
0,25	2,06	0,69	2,22	0,75	2,37	0,80	2,52	0,85	2,66	0,90	2,78	0,95	2,91	0,99
0,30	2,92	0,76	3,15	0,82	3,37	0,88	3,58	0,93	3,77	0,98	3,95	1,03	4,13	1,08
0,35	3,90	0,82	4,21	0,88	4,50	0,94	4,77	1,00	5,03	1,06	5,28	1,11	5,51	1,16
0,40	4,97	0,88	5,37	0,94	5,74	1,00	6,09	1,06	6,42	1,11	6,73	1,16	7,03	1,21
0,45	6,12	0,94	6,61	1,00	7,07	1,06	7,49	1,11	7,90	1,16	8,29	1,21	8,65	1,26
0,50	7,32	0,99	7,91	1,06	8,45	1,11	8,97	1,16	9,45	1,21	9,91	1,26	10,35	1,31
0,55	8,55	1,05	9,24	1,11	9,88	1,16	10,48	1,21	11,06	1,26	11,59	1,31	12,11	1,36
0,60	9,79	1,10	10,57	1,16	11,33	1,21	11,99	1,26	12,64	1,31	13,28	1,36	13,89	1,41
0,65	11,00	1,15	11,88	1,21	12,73	1,26	13,46	1,31	14,21	1,36	14,94	1,41	15,55	1,46
0,70	12,16	1,20	13,14	1,26	14,09	1,31	14,99	1,36	15,77	1,41	16,47	1,46	17,22	1,51
0,75	13,24	1,25	14,33	1,31	15,28	1,36	16,22	1,41	17,09	1,46	17,94	1,51	18,77	1,56
0,80	14,18	1,30	15,33	1,36	16,33	1,41	17,33	1,46	18,31	1,51	19,27	1,56	20,09	1,61
0,85	14,95	1,35	16,15	1,41	17,27	1,46	18,33	1,51	19,37	1,56	20,29	1,61	21,19	1,66
0,90	15,48	1,40	16,72	1,46	17,87	1,51	18,99	1,56	19,99	1,61	20,99	1,66	21,89	1,71
0,95	15,63	1,45	16,89	1,51	18,05	1,56	19,19	1,61	20,19	1,66	21,19	1,71	22,19	1,76
1,00	14,64	0,97	15,82	1,03	16,99	1,09	17,99	1,15	18,99	1,21	19,89	1,27	20,79	1,33

DN/OD 160 мм

Наповерх- ня h/D	Уклон, 0,001 i													
	13		14		15		16		17		18		19	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,11	0,4	0,12	0,4	0,12	0,4	0,13	0,4	0,13	0,4	0,13	0,4	0,14	0,4
	0		2		3		5		6		7		9	
0,10	0,48	0,6	0,50	0,6	0,52	0,6	0,53	0,6	0,55	0,7	0,56	0,7	0,58	0,7
	1		3		5		7		0		2		3	
0,15	1,10	0,7	1,14	0,8	1,18	0,8	1,22	0,8	1,26	0,8	1,29	0,9	1,33	0,9
	7		0		3		5		8		1		3	
0,20	1,95	0,9	2,03	0,9	2,10	0,9	2,17	1,0	2,23	1,0	2,30	1,0	2,36	1,0
	0		4		7		0		3		6		9	
0,25	3,03	1,0	3,14	1,0	3,25	1,1	3,36	1,1	3,46	1,1	3,56	1,2	3,66	1,2
	2		6		0		3		7		0		3	
0,30	4,30	1,1	4,46	1,1	4,62	1,2	4,77	1,2	4,91	1,2	5,06	1,3	5,19	1,3
	2		6		1		5		8		2		6	
0,35	5,74	1,2	5,95	1,2	6,16	1,3	6,36	1,3	6,56	1,3	6,75	1,4	6,93	1,4
	1		6		0		4		9		3		7	
0,40	7,32	1,2	7,59	1,3	7,86	1,3	8,12	1,4	8,37	1,4	8,61	1,5	8,84	1,5
	9		4		9		3		8		2		6	
0,45	9,01	1,3	9,35	1,4	9,67	1,4	9,99	1,5	10,3	1,5	10,6	1,6	10,8	1,6
	6		1		6		1		0		0		9	
0,50	10,7	1,4	11,1	1,4	11,5	1,5	11,9	1,5	12,3	1,6	12,6	1,6	13,0	1,7
	8		8		8		6		2		8		3	
0,55	12,5	1,4	13,0	1,5	13,5	1,5	13,9	1,6	14,4	1,6	14,8	1,7	15,2	1,7
	9		6		2		7		0		1		2	
0,60	14,4	1,5	14,9	1,5	15,4	1,6	15,9	1,6	16,4	1,7	16,9	1,7	17,4	1,8
	1		5		8		9		8		6		2	
0,65	16,1	1,5	16,8	1,6	17,4	1,6	17,9	1,7	18,5	1,7	19,0	1,8	19,5	1,8
	9		1		0		7		2		6		8	
0,70	17,9	1,5	18,5	1,6	19,2	1,7	19,8	1,7	20,4	1,8	21,0	1,8	21,6	1,9
	0		8		3		6		7		0		4	
0,75	19,4	1,6	20,2	1,6	20,9	1,7	21,6	1,7	22,2	1,8	22,9	1,8	23,5	1,9
	8		2		3		1		8		2		5	
0,80	20,8	1,6	21,6	1,6	22,4	1,7	23,1	1,7	23,8	1,8	24,5	1,8	25,2	1,9
	7		6		2		6		7		6		4	
0,85	22,0	1,6	22,8	1,6	23,6	1,7	24,4	1,7	25,1	1,8	25,9	1,8	26,6	1,9
	1		4		4		2		7		0		1	
0,90	22,7	1,5	23,6	1,6	24,4	1,7	25,2	1,7	26,0	1,8	26,8	1,8	27,5	1,9
	8		4		7		8		5		1		4	
0,95	23,0	1,5	23,8	1,6	24,7	1,6	25,5	1,7	26,3	1,7	27,0	1,8	27,8	1,8
	1		8		2		3		1		8		2	
1,00	21,5	1,4	22,3	1,4	23,1	1,5	23,9	1,5	24,6	1,6	25,3	1,6	26,0	1,7
	5		7		5		1		5		6		6	

DN/OD 160 mm

Напо̀внен ня h/D	У̀хлп, 0,001 i													
	20		25		30		40		50		60		70	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,14 0	0,5 0	0,16 6	0,5 6	0,17 1	0,6 1	0,20 0	0,7 0	0,22 9	0,7 9	0,25 6	0,8 6	0,26 3	0,9 3
0,10	0,60 5	0,7 5	0,67 4	0,8 4	0,73 2	0,9 2	0,84 7	1,0 7	0,94 9	1,1 9	1,03 1	1,3 1	1,11 1	1,4 1
0,15	1,36 5	0,9 5	1,52 7	1,0 7	1,67 7	1,1 7	1,93 5	1,3 5	2,15 1	1,5 1	2,36 5	1,6 5	2,55 8	1,7 8
0,20	2,42 2	1,1 2	2,71 5	1,2 5	2,97 7	1,3 7	3,43 9	1,5 9	3,83 7	1,7 7	4,20 4	1,9 4	4,53 0	2,1 0
0,25	3,75 7	1,2 7	4,20 2	1,4 2	4,60 5	1,5 5	5,31 9	1,7 9	5,94 0	2,0 0	6,50 9	2,1 9	7,02 7	2,3 7
0,30	5,33 9	1,3 9	5,96 6	1,5 6	6,53 0	1,7 0	7,54 7	1,9 7	8,43 0	2,2 0	9,23 1	2,4 1	9,97 0	2,6 0
0,35	7,11 0	1,5 0	7,95 8	1,6 8	8,71 4	1,8 4	10,0 6	2,1 3	11,2 5	2,3 8	12,3 2	2,6 0	13,3 1	2,8 1
0,40	9,07 0	1,6 0	10,1 4	1,7 9	11,1 1	1,9 6	12,8 3	2,2 6	14,3 5	2,5 3	15,7 2	2,7 7	16,9 8	3,0 0
0,45	11,1 7	1,6 9	12,4 9	1,8 9	13,6 8	2,0 7	15,8 0	2,3 9	17,6 6	2,6 7	19,3 5	2,9 2	20,9 0	3,1 6
0,50	13,3 7	1,7 6	14,9 4	1,9 7	16,3 7	2,1 6	18,9 0	2,4 9	21,1 3	2,7 9	23,1 5	3,0 5	25,0 1	3,3 0
0,55	15,6 2	1,8 3	17,4 6	2,0 4	19,1 2	2,2 4	22,0 8	2,5 8	24,6 9	2,8 9	27,0 5	3,1 6	29,2 1	3,4 2
0,60	17,8 7	1,8 8	19,9 8	2,1 0	21,8 9	2,3 0	25,2 7	2,6 6	28,2 6	2,9 7	30,9 6	3,2 6	33,4 4	3,5 2
0,65	20,0 9	1,9 2	22,4 6	2,1 5	24,6 0	2,3 6	28,4 1	2,7 2	31,7 6	3,0 4	34,7 9	3,3 3	37,5 8	3,6 0
0,70	22,2 0	1,9 6	24,8 3	2,1 9	27,2 0	2,4 0	31,4 0	2,7 7	35,1 1	3,0 9	38,4 6	3,3 9	41,5 4	3,6 6
0,75	24,1 6	1,9 8	27,0 2	2,2 1	29,5 9	2,4 2	34,1 7	2,8 0	38,2 1	3,1 3	41,8 5	3,4 3	45,2 1	3,7 0
0,80	25,8 9	1,9 9	28,9 5	2,2 2	31,7 1	2,4 4	36,6 2	2,8 1	40,9 4	3,1 5	44,8 5	3,4 5	48,4 4	3,7 2
0,85	27,3 0	1,9 9	30,5 2	2,2 2	33,4 3	2,4 3	38,6 1	2,8 1	43,1 6	3,1 4	47,2 8	3,4 4	51,0 7	3,7 2
0,90	28,2 6	1,9 6	31,5 9	2,2 0	34,6 1	2,4 1	39,9 6	2,7 8	44,6 8	3,1 1	48,9 4	3,4 0	52,8 7	3,6 8
0,95	28,5 4	1,9 2	31,9 1	2,1 4	34,9 6	2,3 5	40,3 6	2,7 1	45,1 3	3,0 3	49,4 4	3,3 2	53,4 0	3,5 9
1,00	26,7 3	1,7 6	29,8 9	1,9 7	32,7 4	2,1 6	37,8 0	2,4 9	42,2 7	2,7 9	46,3 0	3,0 5	50,0 1	3,3 0

DN/OD 160 мм

Напо̀внен ня h/D	Ухлп, 0,001 i													
	80		90		100		110		120		140		150	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,28	1,0	0,30	1,0	0,32	1,1	0,33	1,1	0,35	1,2	0,37	1,3	0,39	1,3
0,10	1,19	1,5	1,26	1,6	1,33	1,6	1,40	1,7	1,46	1,8	1,57	1,9	1,63	2,0
0,15	2,72	1,9	2,89	2,0	3,04	2,1	3,19	2,2	3,33	2,3	3,60	2,5	3,73	2,6
0,20	4,84	2,2	5,14	2,3	5,42	2,5	5,68	2,6	5,93	2,7	6,41	2,9	6,63	3,0
0,25	7,51	2,5	7,96	2,6	8,39	2,8	8,80	2,9	9,20	3,1	9,93	3,3	10,2	3,4
0,30	10,6	2,7	11,3	2,9	11,9	3,1	12,5	3,2	13,0	3,4	14,1	3,6	14,5	3,8
0,35	14,2	3,0	15,0	3,1	15,9	3,3	16,6	3,5	17,4	3,6	18,8	3,9	19,4	4,1
0,40	18,1	3,2	19,2	3,4	20,2	3,5	21,2	3,7	22,2	3,9	24,0	4,2	24,8	4,3
0,45	22,3	3,3	23,7	3,5	24,9	3,7	26,2	3,9	27,3	4,1	29,5	4,4	30,5	4,6
0,50	26,7	3,5	28,3	3,7	29,8	3,9	31,3	4,1	32,7	4,3	35,3	4,6	36,6	4,8
0,55	31,2	3,6	33,1	3,8	34,9	4,0	36,6	4,2	38,2	4,4	41,3	4,8	42,7	5,0
0,60	35,7	3,7	37,9	3,9	39,9	4,2	41,9	4,4	43,7	4,6	47,2	4,9	48,9	5,1
0,65	40,1	3,8	42,6	4,0	44,9	4,3	47,1	4,5	49,2	4,7	53,1	5,0	55,0	5,2
0,70	44,4	3,9	47,1	4,1	49,6	4,3	52,0	4,5	54,3	4,7	58,7	5,1	60,8	5,3
0,75	48,3	3,9	51,2	4,2	54,0	4,4	56,6	4,6	59,1	4,8	63,9	5,2	66,1	5,4
0,80	51,7	3,9	54,9	4,2	57,8	4,4	60,7	4,6	63,4	4,8	68,5	5,2	70,9	5,4
0,85	54,6	3,9	57,9	4,2	61,0	4,4	64,0	4,6	66,8	4,8	72,2	5,2	74,7	5,4
0,90	56,5	3,9	59,9	4,1	63,1	4,3	66,2	4,6	69,2	4,8	74,7	5,2	77,3	5,3
0,95	57,0	3,8	60,5	4,0	63,8	4,2	66,9	4,5	69,9	4,7	75,5	5,0	78,1	5,2
1,00	53,4	3,5	56,7	3,7	59,7	3,9	62,6	4,1	65,4	4,3	70,7	4,6	73,2	4,8

DN/OD 200 мм

Наповерхности h/D	Углы, 0,001 i													
	4		5		6		7		8		9		10	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,12	0,26	0,13	0,29	0,14	0,3	0,16	0,34	0,17	0,38	0,18	0,4	0,19	0,44
0,10	0,49	0,9	0,55	0,4	0,61	0,48	0,65	0,52	0,70	0,55	0,74	0,59	0,78	0,62
0,15	1,13	0,49	1,26	0,55	1,38	0,61	1,49	0,65	1,60	0,7	1,69	0,74	1,79	0,78
0,20	2,01	0,58	2,25	0,6	2,46	0,71	2,66	0,77	2,84	0,82	3,02	0,87	3,18	0,92
0,25	3,12	0,66	3,48	0,73	3,82	0,8	4,12	0,87	4,41	0,93	4,67	0,99	4,93	1,04
0,30	4,42	0,72	4,95	0,8	5,42	0,88	5,85	0,95	6,25	1,0	6,63	1,06	6,99	1,12
0,35	5,90	0,78	6,60	0,88	7,23	0,95	7,81	1,0	8,35	1,1	8,86	1,16	9,34	1,22
0,40	7,53	0,83	8,42	0,9	9,22	1,0	9,96	1,1	10,6	1,1	11,3	1,2	11,9	1,3
0,45	9,27	0,87	10,3	0,9	11,3	1,0	12,2	1,1	13,1	1,2	13,9	1,3	14,6	1,3
0,50	11,0	0,9	12,4	1,0	13,5	1,1	14,6	1,2	15,6	1,2	16,6	1,3	17,5	1,4
0,55	12,9	0,9	14,4	1,0	15,8	1,1	17,1	1,2	18,3	1,3	19,4	1,4	20,4	1,5
0,60	14,8	0,9	16,5	1,0	18,1	1,1	19,6	1,2	20,9	1,3	22,2	1,4	23,4	1,5
0,65	16,6	1,0	18,6	1,1	20,4	1,2	22,0	1,3	23,5	1,4	25,0	1,4	26,3	1,5
0,70	18,4	1,0	20,6	1,1	22,5	1,2	24,3	1,3	26,0	1,4	27,6	1,5	29,1	1,6
0,75	20,0	1,0	22,4	1,1	24,5	1,2	26,5	1,3	28,3	1,4	30,0	1,5	31,7	1,6
0,80	21,4	1,0	24,0	1,1	26,3	1,2	28,4	1,3	30,3	1,4	32,2	1,5	33,9	1,6
0,85	22,6	1,0	25,3	1,1	27,7	1,2	29,9	1,3	32,0	1,4	33,9	1,5	35,8	1,6
0,90	23,4	1,0	26,2	1,1	28,7	1,2	31,0	1,3	33,1	1,4	35,1	1,5	37,0	1,6
0,95	23,6	0,9	26,4	1,1	29,0	1,2	31,3	1,3	33,5	1,4	35,5	1,4	37,4	1,5
1,00	22,1	0,9	24,8	1,0	27,1	1,1	29,3	1,2	31,3	1,2	33,2	1,3	35,0	1,4

DN/OD 200 мм

Назначение h/D	Уклон, 0,001 i													
	11		12		13		14		15		16		17	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,19	0,43	0,20	0,45	0,21	0,46	0,22	0,47	0,23	0,50	0,23	0,51	0,24	0,53
0,10	0,82	0,65	0,86	0,68	0,89	0,70	0,92	0,73	0,96	0,76	0,99	0,81	1,02	0,84
0,15	1,87	0,82	1,96	0,86	2,04	0,89	2,11	0,92	2,19	0,96	2,26	0,99	2,33	1,02
0,20	3,33	0,96	3,48	1,01	3,62	1,05	3,76	1,09	3,89	1,13	4,02	1,17	4,14	1,21
0,25	5,17	1,09	5,40	1,14	5,62	1,18	5,83	1,22	6,03	1,26	6,23	1,30	6,42	1,34
0,30	7,33	1,22	7,66	1,27	7,97	1,31	8,27	1,35	8,56	1,39	8,85	1,43	9,12	1,47
0,35	9,79	1,27	10,23	1,32	10,64	1,37	11,05	1,41	11,46	1,46	11,87	1,50	12,17	1,55
0,40	12,49	1,31	13,04	1,36	13,58	1,41	14,09	1,45	14,59	1,50	15,09	1,54	15,59	1,59
0,45	15,38	1,45	16,01	1,50	16,71	1,55	17,33	1,60	17,95	1,64	18,57	1,69	19,19	1,73
0,50	18,40	1,50	19,21	1,55	20,00	1,60	20,77	1,65	21,48	1,70	22,19	1,75	22,89	1,80
0,55	21,49	1,55	22,41	1,60	23,33	1,65	24,25	1,70	25,17	1,75	25,99	1,80	26,79	1,85
0,60	24,60	1,60	25,61	1,65	26,71	1,70	27,73	1,75	28,75	1,80	29,67	1,85	30,59	1,90
0,65	27,65	1,65	28,81	1,70	30,00	1,75	31,11	1,80	32,23	1,85	33,35	1,90	34,37	1,95
0,70	30,56	1,68	31,91	1,73	33,22	1,78	34,44	1,83	35,66	1,88	36,88	1,93	37,99	1,98
0,75	33,26	1,73	34,71	1,78	36,11	1,83	37,53	1,88	38,85	1,93	40,17	1,98	41,39	2,03
0,80	35,64	1,78	37,21	1,83	38,71	1,88	40,23	1,93	41,65	1,98	42,97	2,03	44,39	2,08
0,85	37,57	1,83	39,21	1,88	40,81	1,93	42,33	1,98	43,85	2,03	45,37	2,08	46,79	2,13
0,90	38,89	1,88	40,61	1,93	42,21	1,98	43,83	2,03	45,45	2,08	46,97	2,13	48,39	2,18
0,95	39,28	1,93	41,01	1,98	42,71	2,03	44,33	2,08	45,85	2,13	47,37	2,18	48,89	2,23
1,00	36,79	1,98	38,41	2,03	40,01	2,08	41,53	2,13	42,95	2,18	44,37	2,23	45,79	2,28

DN/OD 200 мм

Напо̀внен ня И/D	У̀хлн, 0,001 i													
	18		19		20		25		30		40		50	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,25	0,5 5	0,26	0,5 6	0,26	0,5 8	0,29	0,6 4	0,32	0,7 1	0,37	0,8 2	0,41	0,9 1
0,10	1,05	0,8 3	1,08	0,8 5	1,10	0,8 7	1,23	0,9 8	1,35	1,0 7	1,56	1,2 3	1,75	1,3 8
0,15	2,40	1,0 5	2,46	1,0 8	2,53	1,1 0	2,82	1,2 3	3,09	1,3 5	3,57	1,5 6	3,99	1,7 5
0,20	4,26	1,2 3	4,38	1,2 7	4,50	1,3 0	5,03	1,4 5	5,51	1,5 9	6,36	1,8 4	7,11	2,0 5
0,25	6,61	1,3 9	6,79	1,4 3	6,97	1,4 7	7,79	1,6 4	8,53	1,7 9	9,85	2,0 7	11,0 2	2,3 2
0,30	9,38	1,5 3	9,64	1,5 7	9,89	1,6 1	11,0 6	1,8 0	12,1 1	1,9 7	13,9 9	2,2 8	15,6 4	2,5 5
0,35	12,5 2	1,6 5	12,8 7	1,7 0	13,2 0	1,7 4	14,7 6	1,9 5	16,1 7	2,1 3	18,6 7	2,4 6	20,8 7	2,7 5
0,40	15,9 8	1,7 6	16,4 1	1,8 1	16,8 4	1,8 5	18,8 3	2,0 7	20,6 2	2,2 7	23,8 1	2,6 2	26,6 3	2,9 3
0,45	19,6 7	1,8 5	20,2 1	1,9 0	20,7 3	1,9 5	23,1 8	2,1 8	25,3 9	2,3 9	29,3 2	2,7 6	32,7 8	3,0 9
0,50	23,5 3	1,9 4	24,1 8	1,9 9	24,8 1	2,0 4	27,7 3	2,2 8	30,3 8	2,5 0	35,0 8	2,8 8	39,2 2	3,2 2
0,55	27,4 9	2,0 1	28,2 5	2,0 6	28,9 8	2,1 1	32,4 0	2,3 6	35,4 9	2,5 9	40,9 8	2,9 9	45,8 2	3,3 4
0,60	31,4 7	2,0 7	32,3 3	2,1 2	33,1 7	2,1 8	37,0 8	2,4 3	40,6 2	2,6 7	46,9 1	3,0 8	52,4 4	3,4 4
0,65	35,3 7	2,1 1	36,3 3	2,1 7	37,2 8	2,2 3	41,6 8	2,4 9	45,6 6	2,7 3	52,7 2	3,1 5	58,9 4	3,5 2
0,70	39,0 9	2,1 5	40,1 6	2,2 1	41,2 1	2,2 7	46,0 7	2,5 3	50,4 7	2,7 8	58,2 8	3,2 0	65,1 6	3,5 8
0,75	42,5 4	2,1 7	43,7 1	2,2 3	44,8 4	2,2 9	50,1 4	2,5 6	54,9 2	2,8 1	63,4 2	3,2 4	70,9 0	3,6 2
0,80	45,5 9	2,1 9	46,8 3	2,2 5	48,0 5	2,3 0	53,7 2	2,5 8	58,8 5	2,8 2	67,9 5	3,2 6	75,9 7	3,6 4
0,85	48,0 6	2,1 8	49,3 8	2,2 4	50,6 6	2,3 0	56,6 4	2,5 7	62,0 5	2,8 2	71,6 5	3,2 5	80,1 0	3,6 3
0,90	49,7 5	2,1 6	51,1 2	2,2 2	52,4 4	2,2 7	58,6 3	2,5 4	64,2 3	2,7 9	74,1 7	3,2 2	82,9 2	3,6 0
0,95	50,2 5	2,1 1	51,6 3	2,1 6	52,9 7	2,2 2	59,2 2	2,4 8	64,8 7	2,7 2	74,9 1	3,1 4	83,7 5	3,5 1
1,00	47,0 6	1,9 4	48,3 5	1,9 9	49,6 1	2,0 4	55,4 7	2,2 8	60,7 6	2,5 0	70,1 6	2,8 8	78,4 4	3,2 2

DN/OD 200 мм

Назначение н/д	Уклон, 0,001 i													
	60		70		80		90		100		110		120	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,45	1,0 0	0,49	1,0 8	0,52	1,1 5	0,56	1,2 2	0,59	1,2 9	0,61	1,3 5	0,64	1,4 1
0,10	1,91	1,5 1	2,07	1,6 3	2,21	1,7 4	2,34	1,8 5	2,47	1,9 5	2,59	2,0 5	2,71	2,1 4
0,15	4,37	1,9 1	4,73	2,0 7	5,05	2,2 1	5,36	2,3 4	5,65	2,4 7	5,92	2,5 9	6,19	2,7 0
0,20	7,79	2,2 5	8,41	2,4 3	8,99	2,6 0	9,54	2,7 5	10,0	2,9 0	10,5	3,0 4	11,0	3,1 8
0,25	12,0 7	2,5 4	13,0 3	2,7 4	13,9 3	2,9 3	14,7 8	3,1 1	15,5 8	3,2 8	16,3 4	3,4 4	17,0 7	3,5 9
0,30	17,1 3	2,7 9	18,5 0	3,0 1	19,7 8	3,2 2	20,9 8	3,4 2	22,1 1	3,6 0	23,1 9	3,7 8	24,2 2	3,9 5
0,35	22,8 7	3,0 1	24,7 0	3,2 6	26,4 0	3,4 8	28,0 0	3,6 9	29,5 2	3,8 9	30,9 6	4,0 8	32,3 4	4,2 6
0,40	29,1 7	3,2 1	31,5 0	3,4 7	33,6 8	3,7 1	35,7 2	3,9 3	37,6 5	4,1 4	39,4 9	4,3 5	41,2 5	4,5 4
0,45	35,9 1	3,3 8	38,7 9	3,6 5	41,4 6	3,9 1	43,9 8	4,1 4	46,3 6	4,3 7	48,6 2	4,5 8	50,7 8	4,7 8
0,50	42,9 6	3,5 3	46,4 1	3,8 2	49,6 1	4,0 8	52,6 2	4,3 3	55,4 7	4,5 6	58,1 7	4,7 8	60,7 6	5,0 0
0,55	50,1 9	3,6 6	54,2 2	3,9 5	57,9 6	4,2 3	61,4 7	4,4 8	64,8 0	4,7 3	67,9 6	4,9 6	70,9 8	5,1 8
0,60	57,4 5	3,7 7	62,0 5	4,0 7	66,3 4	4,3 5	70,3 6	4,6 2	74,1 7	4,8 7	77,7 8	5,1 0	81,2 4	5,3 3
0,65	64,5 7	3,8 6	69,7 4	4,1 7	74,5 6	4,4 5	79,0 8	4,7 2	83,3 6	4,9 8	87,4 2	5,2 2	91,3 1	5,4 6
0,70	71,3 7	3,9 2	77,0 9	4,2 4	82,4 2	4,5 3	87,4 2	4,8 1	92,1 4	5,0 7	96,6 4	5,3 1	100, 94	5,5 5
0,75	77,6 7	3,9 7	83,8 9	4,2 9	89,6 9	4,5 8	95,1 3	4,8 6	100, 27	5,1 2	105, 17	5,3 7	109, 84	5,6 1
0,80	83,2 3	3,9 9	89,8 9	4,3 1	96,1 0	4,6 1	101, 93	4,8 9	107, 44	5,1 5	112, 69	5,4 0	117, 70	5,6 4
0,85	87,7 5	3,9 8	94,7 8	4,3 0	101, 32	4,6 0	107, 47	4,8 8	113, 28	5,1 4	118, 81	5,3 9	124, 10	5,6 3
0,90	90,8 3	3,9 4	98,1 1	4,2 5	104, 89	4,5 5	111, 25	4,8 2	117, 27	5,0 9	122, 99	5,3 3	128, 46	5,5 7
0,95	91,7 5	3,8 4	99,1 0	4,1 5	105, 94	4,4 4	112, 37	4,7 1	118, 44	4,9 6	124, 22	5,2 0	129, 75	5,4 4
1,00	85,9 3	3,5 3	92,8 1	3,8 2	99,2 2	4,0 8	105, 24	4,3 3	110, 93	4,5 6	116, 35	4,7 8	121, 52	5,0 0

DN/OD 250 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	3		3,5		4		4,5		5		5,5		6	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,17	0,25	0,19	0,27	0,20	0,29	0,21	0,31	0,22	0,33	0,24	0,34	0,25	0,36
0,10	0,73	0,38	0,79	0,41	0,84	0,44	0,90	0,47	0,94	0,50	0,99	0,52	1,03	0,54
0,15	1,67	0,49	1,81	0,52	1,93	0,56	2,05	0,59	2,16	0,63	2,27	0,66	2,37	0,69
0,20	2,98	0,57	3,22	0,62	3,44	0,66	3,65	0,70	3,84	0,74	4,03	0,77	4,21	0,81
0,25	4,61	0,64	4,98	0,70	5,33	0,74	5,65	0,79	5,96	0,83	6,25	0,87	6,53	0,91
0,30	6,55	0,71	7,08	0,77	7,56	0,82	8,02	0,87	8,46	0,92	8,87	0,96	9,26	1,00
0,35	8,74	0,77	9,44	0,83	10,10	0,88	10,71	0,94	11,29	0,99	11,84	1,04	12,37	1,08
0,40	11,15	0,82	12,05	0,88	12,88	0,94	13,66	1,00	14,40	1,05	15,10	1,10	15,77	1,15
0,45	13,73	0,86	14,83	0,93	15,86	0,99	16,82	1,05	17,73	1,11	18,59	1,16	19,42	1,21
0,50	16,43	0,90	17,75	0,99	18,97	1,06	20,12	1,12	21,21	1,18	22,25	1,24	23,23	1,29
0,55	19,19	0,93	20,73	1,00	22,16	1,07	23,51	1,14	24,78	1,20	25,99	1,26	27,14	1,32
0,60	21,97	0,96	23,73	1,03	25,37	1,10	26,91	1,17	28,36	1,23	29,74	1,29	31,07	1,35
0,65	24,69	0,99	26,67	1,06	28,51	1,13	30,24	1,20	31,88	1,26	33,43	1,32	34,92	1,38
0,70	27,29	1,02	29,48	1,09	31,52	1,16	33,43	1,23	35,24	1,29	36,96	1,35	38,60	1,41
0,75	29,70	1,05	32,08	1,12	34,30	1,19	36,38	1,26	38,34	1,32	40,22	1,38	42,00	1,44
0,80	31,83	1,08	34,38	1,15	36,75	1,22	38,98	1,29	41,09	1,35	43,09	1,41	45,01	1,47
0,85	33,55	1,11	36,24	1,18	38,75	1,25	41,10	1,32	43,32	1,38	45,43	1,44	47,45	1,50
0,90	34,73	1,14	37,52	1,21	40,11	1,28	42,54	1,35	44,84	1,41	47,03	1,47	49,12	1,53
0,95	35,08	1,17	37,89	1,24	40,51	1,31	42,97	1,38	45,29	1,44	47,50	1,50	49,62	1,56
1,00	32,86	1,20	35,49	1,27	37,94	1,34	40,24	1,41	42,42	1,47	44,49	1,53	46,47	1,59

DN/OD 250 мм

Напо̀внен ня h/D	Ухлпн, 0,001 i													
	6,5		7		8		9		10		11		12	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,26	0,3 7	0,27	0,3 9	0,28	0,4 1	0,30	0,4 4	0,32	0,4 6	0,33	0,4 9	0,35	0,5 1
0,10	1,08	0,5 6	1,12	0,5 9	1,19	0,6 3	1,27	0,6 6	1,34	0,7 0	1,40	0,7 3	1,46	0,7 7
0,15	2,46	0,7 1	2,56	0,7 4	2,73	0,7 9	2,90	0,8 4	3,05	0,8 9	3,20	0,9 3	3,35	0,9 7
0,20	4,38	0,8 4	4,55	0,8 7	4,86	0,9 3	5,16	0,9 9	5,44	1,0 4	5,70	1,0 9	5,95	1,1 4
0,25	6,79	0,9 5	7,05	0,9 8	7,54	1,0 5	7,99	1,1 2	8,43	1,1 8	8,84	1,2 3	9,23	1,2 9
0,30	9,64	1,0 4	10,0	1,0 8	10,7	1,1 6	11,3	1,2 5	11,9	1,2 6	12,5	1,3 4	13,1	1,4 0
0,35	12,8	1,1 3	13,3	1,1 7	14,2	1,2 8	15,1	1,3 4	15,9	1,4 6	16,7	1,4 7	17,4	1,5 9
0,40	16,4	1,2 0	17,0	1,2 5	18,2	1,3 1	19,3	1,4 2	20,3	1,4 6	21,3	1,5 6	22,3	1,6 1
0,45	20,2	1,2 6	20,9	1,3 1	22,4	1,4 0	23,7	1,4 8	25,0	1,5 7	26,2	1,6 4	27,4	1,7 6
0,50	24,1	1,3 2	25,1	1,3 7	26,8	1,4 3	28,4	1,5 6	30,0	1,6 0	31,4	1,7 2	32,8	1,7 9
0,55	28,2	1,3 7	29,3	1,4 2	31,3	1,5 4	33,2	1,6 1	35,0	1,7 4	36,7	1,7 5	38,3	1,8 9
0,60	32,3	1,4 1	33,5	1,4 6	35,8	1,5 7	38,0	1,6 5	40,1	1,7 1	42,0	1,8 7	43,9	1,9 4
0,65	36,3	1,4 4	37,7	1,5 0	40,3	1,6 2	42,7	1,7 0	45,0	1,7 8	47,2	1,8 8	49,3	1,9 8
0,70	40,1	1,4 7	41,6	1,5 2	44,5	1,6 7	47,2	1,7 3	49,8	1,8 3	52,2	1,9 6	54,5	1,9 9
0,75	43,7	1,4 8	45,3	1,5 4	48,5	1,6 0	51,4	1,7 4	54,2	1,8 3	56,8	1,9 7	59,4	2,0 0
0,80	46,8	1,4 9	48,6	1,5 5	51,9	1,6 7	55,1	1,7 5	58,1	1,8 0	60,9	1,9 4	63,6	2,0 5
0,85	49,3	1,4 9	51,2	1,5 6	54,7	1,6 9	58,1	1,7 5	61,2	1,8 6	64,2	1,9 5	67,1	2,0 1
0,90	51,1	1,4 3	53,0	1,5 6	56,7	1,6 2	60,1	1,7 6	63,4	1,8 2	66,5	1,9 1	69,4	2,0 7
0,95	51,6	1,4 4	53,5	1,4 9	57,2	1,5 9	60,7	1,6 7	64,0	1,7 5	67,1	1,8 8	70,1	1,9 7
1,00	48,3	1,3 2	50,1	1,3 9	53,6	1,4 6	56,9	1,5 1	59,9	1,6 9	62,9	1,7 2	65,7	1,7 2

DN/OD 250 мм

Назначение h/D	Уклон, 0,001 i													
	13		14		15		16		17		18		19	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,36	0,5 3	0,38	0,5 5	0,39	0,5 7	0,40	0,5 9	0,41	0,6 0	0,43	0,6 2	0,44	0,6 4
0,10	1,52	0,8 0	1,58	0,8 3	1,64	0,8 6	1,69	0,8 9	1,74	0,9 1	1,79	0,9 4	1,84	0,9 7
0,15	3,48	1,0 1	3,61	1,0 5	3,74	1,0 9	3,86	1,1 2	3,98	1,1 6	4,10	1,1 9	4,21	1,2 2
0,20	6,20	1,1 9	6,43	1,2 3	6,66	1,2 8	6,88	1,3 2	7,09	1,3 6	7,29	1,4 0	7,49	1,4 4
0,25	9,61	1,3 4	9,97	1,3 9	10,3 2	1,4 4	10,6 6	1,4 9	10,9 9	1,5 3	11,3 0	1,5 8	11,6 1	1,6 2
0,30	13,6 4	1,4 8	14,1 5	1,5 3	14,6 5	1,5 8	15,1 3	1,6 4	15,5 9	1,6 9	16,0 4	1,7 4	16,4 8	1,7 8
0,35	18,2 0	1,5 9	18,8 9	1,6 5	19,5 5	1,7 1	20,1 9	1,7 7	20,8 1	1,8 2	21,4 2	1,8 7	22,0 0	1,9 3
0,40	23,2 2	1,7 0	24,0 9	1,7 6	24,9 4	1,8 2	25,7 6	1,8 8	26,5 5	1,9 4	27,3 2	2,0 0	28,0 7	2,0 5
0,45	28,5 8	1,7 9	29,6 6	1,8 6	30,7 0	1,9 2	31,7 1	1,9 8	32,6 9	2,0 4	33,6 3	2,1 0	34,5 6	2,1 6
0,50	34,2 0	1,8 7	35,4 9	1,9 4	36,7 4	2,0 1	37,9 4	2,0 7	39,1 1	2,1 4	40,2 4	2,2 0	41,3 5	2,2 6
0,55	39,9 5	1,9 4	41,4 6	2,0 1	42,9 2	2,0 8	44,3 3	2,1 5	45,6 9	2,2 1	47,0 1	2,2 8	48,3 0	2,3 4
0,60	45,7 3	1,9 9	47,4 6	2,0 7	49,1 2	2,1 4	50,7 3	2,2 1	52,2 9	2,2 8	53,8 1	2,3 4	55,2 8	2,4 1
0,65	51,4 0	2,0 4	53,3 4	2,1 2	55,2 1	2,1 9	57,0 2	2,2 6	58,7 7	2,3 3	60,4 8	2,4 0	62,1 4	2,4 6
0,70	56,8 2	2,0 7	58,9 6	2,1 5	61,0 3	2,2 3	63,0 3	2,3 0	64,9 7	2,3 7	66,8 5	2,4 4	68,6 9	2,5 1
0,75	61,8 3	2,1 0	64,1 6	2,1 8	66,4 1	2,2 5	68,5 9	2,3 3	70,7 0	2,4 0	72,7 5	2,4 7	74,7 5	2,5 4
0,80	66,2 5	2,1 1	68,7 5	2,1 9	71,1 6	2,2 6	73,5 0	2,3 4	75,7 6	2,4 1	77,9 6	2,4 8	80,0 9	2,5 5
0,85	69,8 5	2,1 0	72,4 9	2,1 8	75,0 3	2,2 6	77,4 9	2,3 3	79,8 8	2,4 1	82,1 9	2,4 8	84,4 4	2,5 4
0,90	72,3 1	2,0 8	75,0 3	2,1 6	77,6 7	2,2 4	80,2 2	2,3 1	82,6 8	2,3 8	85,0 8	2,4 5	87,4 1	2,5 2
0,95	73,0 3	2,0 3	75,7 9	2,1 1	78,4 5	2,1 8	81,0 2	2,2 5	83,5 1	2,3 2	85,9 4	2,3 9	88,2 9	2,4 6
1,00	68,4 0	1,8 7	70,9 8	1,9 4	73,4 7	2,0 1	75,8 8	2,0 7	78,2 2	2,1 4	80,4 9	2,2 0	82,6 9	2,2 6

DN/OD 250 мм

Наполнен ня h/D	УХИЛН, 0,001 i													
	20		30		40		50		60		70		80	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,45	0,6 5	0,55	0,8 0	0,63	0,9 3	0,71	1,0 3	0,78	1,1 3	0,84	1,2 2	0,90	1,3 1
0,10	1,89	0,9 9	2,31	1,2 1	2,67	1,4 0	2,99	1,5 7	3,27	1,7 2	3,53	1,8 5	3,78	1,9 8
0,15	4,32	1,2 5	5,29	1,5 4	6,11	1,7 7	6,83	1,9 8	7,48	2,1 7	8,08	2,3 4	8,64	2,5 1
0,20	7,69	1,4 7	9,41	1,8 0	10,8 7	2,0 8	12,1 5	2,3 3	13,3 1	2,5 5	14,3 8	2,7 6	15,3 7	2,9 5
0,25	11,9 1	1,6 6	14,5 9	2,0 4	16,8 5	2,3 5	18,8 4	2,6 3	20,6 4	2,8 8	22,2 9	3,1 1	23,8 3	3,3 3
0,30	16,9 1	1,8 3	20,7 1	2,2 4	23,9 2	2,5 9	26,7 4	2,8 9	29,2 9	3,1 7	31,6 4	3,4 2	33,8 2	3,6 6
0,35	22,5 8	1,9 8	27,6 5	2,4 2	31,9 3	2,7 9	35,7 0	3,1 2	39,1 0	3,4 2	42,2 4	3,7 0	45,1 5	3,9 5
0,40	28,8 0	2,1 0	35,2 7	2,5 8	40,7 2	2,9 8	45,5 3	3,3 3	49,8 8	3,6 4	53,8 7	3,9 4	57,5 9	4,2 1
0,45	35,4 5	2,2 2	43,4 2	2,7 2	50,1 4	3,1 4	56,0 6	3,5 1	61,4 1	3,8 4	66,3 3	4,1 5	70,9 1	4,4 3
0,50	42,4 2	2,3 2	51,9 5	2,8 4	59,9 9	3,2 7	67,0 7	3,6 6	73,4 7	4,0 1	79,3 6	4,3 3	84,8 4	4,6 3
0,55	49,5 6	2,4 0	60,7 0	2,9 4	70,0 9	3,3 9	78,3 6	3,7 9	85,8 4	4,1 6	92,7 1	4,4 9	99,1 2	4,8 0
0,60	56,7 2	2,4 7	69,4 7	3,0 3	80,2 1	3,4 9	89,6 8	3,9 1	98,2 4	4,2 8	106, 11	4,6 2	113, 44	4,9 4
0,65	63,7 5	2,5 3	78,0 8	3,1 0	90,1 6	3,5 8	100, 80	4,0 0	110, 42	4,3 8	119, 26	4,7 3	127, 50	5,0 6
0,70	70,4 7	2,5 7	86,3 1	3,1 5	99,6 6	3,6 4	111, 42	4,0 7	122, 06	4,4 6	131, 84	4,8 1	140, 94	5,1 4
0,75	76,6 9	2,6 0	93,9 2	3,1 9	108, 45	3,6 8	121, 25	4,1 1	132, 83	4,5 1	143, 47	4,8 7	153, 38	5,2 0
0,80	82,1 7	2,6 2	100, 64	3,2 0	116, 21	3,7 0	129, 93	4,1 3	142, 33	4,5 3	153, 73	4,8 9	164, 34	5,2 3
0,85	86,6 4	2,6 1	106, 11	3,2 0	122, 52	3,6 9	136, 99	4,1 3	150, 06	4,5 2	162, 08	4,8 8	173, 28	5,2 2
0,90	89,6 8	2,5 8	109, 84	3,1 6	126, 83	3,6 5	141, 80	4,0 8	155, 34	4,4 7	167, 78	4,8 3	179, 37	5,1 6
0,95	90,5 8	2,5 2	110, 94	3,0 9	128, 11	3,5 6	143, 23	3,9 8	156, 90	4,3 6	169, 47	4,7 1	181, 17	5,0 4
1,00	84,8 4	2,3 2	103, 91	2,8 4	119, 98	3,2 7	134, 14	3,6 6	146, 95	4,0 1	158, 72	4,3 3	169, 68	4,6 3

DN/OD 315 мм

Напо̀внен ня h/D	Ухлпн, 0,001 i													
	2,5		3		3,5		4		4,5		5		5,5	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,29	0,27	0,31	0,29	0,34	0,32	0,36	0,34	0,39	0,36	0,41	0,38	0,43	0,40
0,10	1,21	0,40	1,33	0,44	1,43	0,48	1,53	0,51	1,62	0,54	1,71	0,57	1,79	0,60
0,15	2,77	0,51	3,03	0,56	3,27	0,61	3,50	0,66	3,71	0,71	3,91	0,76	4,10	0,79
0,20	4,92	0,60	5,39	0,66	5,83	0,71	6,23	0,76	6,61	0,81	6,96	0,86	7,30	0,89
0,25	7,63	0,68	8,36	0,74	9,03	0,80	9,65	0,86	10,2	0,91	10,7	0,96	11,3	1,00
0,30	10,83	0,74	11,87	0,80	12,82	0,86	13,70	0,91	14,53	0,96	15,3	1,00	16,07	1,10
0,35	14,46	0,80	15,84	0,86	17,11	0,91	18,29	1,00	19,4	1,08	20,45	1,14	21,45	1,19
0,40	18,45	0,86	20,21	0,91	21,83	1,00	23,33	1,08	24,75	1,14	26,09	1,20	27,36	1,27
0,45	22,71	0,90	24,88	0,96	26,87	1,00	28,73	1,11	30,47	1,20	32,12	1,28	33,69	1,34
0,50	27,17	0,94	29,77	1,00	32,15	1,11	34,37	1,19	36,46	1,28	38,43	1,34	40,30	1,40
0,55	31,75	0,98	34,78	1,04	37,56	1,11	40,15	1,28	42,59	1,34	44,89	1,39	47,09	1,45
0,60	36,33	1,00	39,80	1,10	42,99	1,11	45,96	1,28	48,75	1,34	51,38	1,40	53,89	1,45
0,65	40,84	1,00	44,73	1,10	48,32	1,20	51,65	1,30	54,79	1,34	57,75	1,40	60,57	1,50
0,70	45,14	1,00	49,45	1,10	53,41	1,20	57,10	1,30	60,56	1,40	63,84	1,40	66,96	1,50
0,75	49,12	1,00	53,81	1,10	58,12	1,20	62,14	1,30	65,91	1,40	69,47	1,50	72,86	1,50
0,80	52,64	1,00	57,66	1,10	62,28	1,20	66,58	1,30	70,62	1,40	74,44	1,50	78,07	1,50
0,85	55,50	1,00	60,79	1,10	65,67	1,20	70,20	1,30	74,46	1,40	78,49	1,50	82,32	1,50
0,90	57,45	1,00	62,93	1,10	67,97	1,20	72,67	1,30	77,08	1,40	81,24	1,40	85,21	1,50
0,95	58,03	1,00	63,56	1,10	68,61	1,20	73,40	1,30	77,85	1,30	82,06	1,40	86,07	1,50
1,00	54,35	0,94	59,53	1,00	64,30	1,10	68,74	1,10	72,91	1,20	76,86	1,30	80,61	1,40

DN/OD 315 мм

Наповерх н/Д	Ухлп, 0,001 i													
	6		7		8		9		10		11		12	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,45	0,4 1	0,48	0,4 5	0,51	0,4 8	0,55	0,5 1	0,57	0,5 3	0,60	0,5 6	0,63	0,5 8
0,10	1,87	0,6 2	2,02	0,6 7	2,16	0,7 2	2,30	0,7 6	2,42	0,8 1	2,54	0,8 5	2,65	0,8 8
0,15	4,29	0,7 9	4,63	0,8 5	4,95	0,9 1	5,25	0,9 7	5,53	1,0 2	5,80	1,0 7	6,06	1,1 2
0,20	7,63	0,9 3	8,24	1,0 0	8,81	1,0 7	9,34	1,1 4	9,85	1,2 0	10,3	1,2 6	10,7	1,3 1
0,25	11,8 2	1,0 5	12,7 7	1,1 3	13,6 5	1,2 1	14,4 8	1,2 8	15,2 6	1,3 5	16,0 1	1,4 2	16,7 2	1,4 8
0,30	16,7 8	1,1 5	18,1 3	1,2 5	19,3 8	1,3 3	20,5 5	1,4 1	21,6 7	1,4 9	22,7 2	1,5 6	23,7 3	1,6 3
0,35	22,4 0	1,2 5	24,2 0	1,3 5	25,8 7	1,4 4	27,4 4	1,5 3	28,9 2	1,6 1	30,3 4	1,6 9	31,6 8	1,7 6
0,40	28,5 8	1,3 3	30,8 7	1,4 3	33,0 0	1,5 3	35,0 0	1,6 2	36,8 9	1,7 1	38,6 9	1,8 0	40,4 1	1,8 8
0,45	35,1 8	1,4 0	38,0 0	1,5 1	40,6 3	1,6 1	43,0 9	1,7 1	45,4 2	1,8 0	47,6 4	1,8 9	49,7 6	1,9 8
0,50	42,1 0	1,4 6	45,4 7	1,5 8	48,6 1	1,6 9	51,5 6	1,7 9	54,3 5	1,8 8	57,0 0	1,9 8	59,5 3	2,0 6
0,55	49,1 8	1,5 1	53,1 2	1,6 3	56,7 9	1,7 5	60,2 3	1,8 5	63,4 9	1,9 5	66,5 9	2,0 5	69,5 5	2,1 4
0,60	56,2 9	1,5 6	60,8 0	1,6 8	65,0 0	1,8 0	68,9 4	1,9 1	72,6 7	2,0 1	76,2 1	2,1 1	79,6 0	2,2 0
0,65	63,2 6	1,5 9	68,3 3	1,7 2	73,0 5	1,8 4	77,4 8	1,9 5	81,6 7	2,0 6	85,6 6	2,1 6	89,4 7	2,2 5
0,70	69,9 3	1,6 2	75,5 4	1,7 5	80,7 5	1,8 7	85,6 5	1,9 9	90,2 8	2,0 9	94,6 9	2,2 0	98,9 0	2,2 9
0,75	76,1 0	1,6 4	82,2 0	1,7 7	87,8 8	1,8 9	93,2 1	2,0 1	98,2 5	2,1 2	103, 04	2,2 2	107, 62	2,3 2
0,80	81,5 4	1,6 5	88,0 8	1,7 8	94,1 6	1,9 0	99,8 7	2,0 2	105, 27	2,1 3	110, 41	2,2 3	115, 32	2,3 3
0,85	85,9 8	1,6 5	92,8 6	1,7 8	99,2 8	1,9 0	105, 30	2,0 2	110, 99	2,1 2	116, 41	2,2 3	121, 59	2,3 3
0,90	89,0 0	1,6 3	96,1 3	1,7 6	102, 77	1,8 8	109, 00	1,9 9	114, 90	2,1 0	120, 50	2,2 0	125, 86	2,3 0
0,95	89,8 9	1,5 9	97,1 0	1,7 2	103, 80	1,8 3	110, 10	1,9 5	116, 05	2,0 5	121, 72	2,1 5	127, 13	2,2 5
1,00	84,1 9	1,4 6	90,9 4	1,5 8	97,2 2	1,6 9	103, 11	1,7 9	108, 69	1,8 8	114, 00	1,9 8	119, 07	2,0 6

DN/OD 315 мм

Назначение н/д	Условн., 0,001 i													
	13		14		15		16		17		18		19	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,66	0,6 1	0,68	0,6 3	0,70	0,6 5	0,73	0,6 7	0,75	0,6 9	0,77	0,7 1	0,79	0,7 3
0,10	2,76	0,9 2	2,86	0,9 5	2,96	0,9 9	3,06	1,0 2	3,15	1,0 5	3,25	1,0 8	3,33	1,1 1
0,15	6,31	1,1 6	6,55	1,2 1	6,78	1,2 5	7,00	1,2 9	7,21	1,3 3	7,42	1,3 7	7,63	1,4 1
0,20	11,2 3	1,3 7	11,6 5	1,4 2	12,0 6	1,4 7	12,4 6	1,5 2	12,8 4	1,5 6	13,2 1	1,6 1	13,5 7	1,6 5
0,25	17,4 0	1,5 4	18,0 6	1,6 0	18,7 0	1,6 6	19,3 1	1,7 1	19,9 0	1,7 7	20,4 8	1,8 2	21,0 4	1,8 7
0,30	24,7 0	1,7 0	25,6 4	1,7 6	26,5 4	1,8 2	27,4 1	1,8 8	28,2 5	1,9 4	29,0 7	2,0 0	29,8 7	2,0 5
0,35	32,9 8	1,8 3	34,2 2	1,9 0	35,4 2	1,9 7	36,5 9	2,0 3	37,7 1	2,1 0	38,8 0	2,1 6	39,8 7	2,2 2
0,40	42,0 6	1,9 5	43,6 5	2,0 3	45,1 8	2,1 0	46,6 7	2,1 7	48,1 0	2,2 3	49,5 0	2,3 0	50,8 5	2,3 6
0,45	51,7 9	2,0 6	53,7 4	2,1 4	55,6 3	2,2 1	57,4 5	2,2 8	59,2 2	2,3 5	60,9 4	2,4 2	62,6 1	2,4 9
0,50	61,9 6	2,1 5	64,3 0	2,2 3	66,5 6	2,3 1	68,7 4	2,3 8	70,8 6	2,4 6	72,9 1	2,5 3	74,9 1	2,6 0
0,55	72,3 9	2,2 3	75,1 2	2,3 1	77,7 6	2,3 9	80,3 1	2,4 7	82,7 8	2,5 5	85,1 8	2,6 2	87,5 2	2,6 9
0,60	82,8 5	2,2 9	85,9 8	2,3 8	89,0 0	2,4 6	91,9 2	2,5 4	94,7 5	2,6 2	97,4 9	2,7 0	100, 16	2,7 7
0,65	93,1 2	2,3 5	96,6 4	2,4 4	100, 03	2,5 2	103, 31	2,6 0	106, 49	2,6 8	109, 57	2,7 6	112, 58	2,8 4
0,70	102, 94	2,3 9	106, 82	2,4 8	110, 57	2,5 6	114, 20	2,6 5	117, 71	2,7 3	121, 13	2,8 1	124, 45	2,8 9
0,75	112, 02	2,4 1	116, 25	2,5 1	120, 33	2,5 9	124, 27	2,6 8	128, 10	2,7 6	131, 81	2,8 4	135, 42	2,9 2
0,80	120, 03	2,4 3	124, 56	2,5 2	128, 93	2,6 1	133, 16	2,6 9	137, 26	2,7 8	141, 24	2,8 6	145, 11	2,9 3
0,85	126, 55	2,4 2	131, 33	2,5 1	135, 94	2,6 0	140, 40	2,6 9	144, 72	2,7 7	148, 91	2,8 5	153, 00	2,9 3
0,90	131, 00	2,4 0	135, 95	2,4 9	140, 72	2,5 7	145, 33	2,6 6	149, 81	2,7 4	154, 15	2,8 2	158, 37	2,9 0
0,95	132, 32	2,3 4	137, 31	2,4 3	142, 13	2,5 1	146, 79	2,5 9	151, 31	2,6 7	155, 70	2,7 5	159, 96	2,8 3
1,00	123, 93	2,1 5	128, 61	2,2 3	133, 12	2,3 1	137, 48	2,3 8	141, 72	2,4 6	145, 82	2,5 3	149, 82	2,6 0

DN/OD 315 мм

Напо̀внен ня h/D	Ухилни, 0,001 i													
	20		25		30		40		50		60		70	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	0,81	0,7 5	0,91	0,8 4	0,99	0,9 2	1,15	1,0 7	1,28	1,1 9	1,41	1,3 0	1,52	1,4 1
0,10	3,42	1,1 4	3,83	1,2 7	4,19	1,4 0	4,84	1,6 1	5,41	1,8 0	5,93	1,9 7	6,40	2,1 3
0,15	7,83	1,4 4	8,75	1,6 1	9,58	1,7 7	11,0	2,0 4	12,3	2,2 8	13,5	2,5 0	14,6	2,7 0
0,20	13,9 3	1,7 0	15,5 7	1,9 0	17,0 6	2,0 8	19,7 0	2,4 0	22,0 2	2,6 8	24,1 2	2,9 4	26,0 5	3,1 7
0,25	21,5 9	1,9 1	24,1 4	2,1 4	26,4 4	2,3 5	30,5 3	2,7 1	34,1 3	3,0 3	37,3 9	3,3 2	40,3 9	3,5 8
0,30	30,6 4	2,1 1	34,2 6	2,3 5	37,5 3	2,5 8	43,3 3	2,9 8	48,4 5	3,3 3	53,0 7	3,6 5	57,3 2	3,9 4
0,35	40,9 0	2,2 7	45,7 3	2,5 4	50,1 0	2,7 8	57,8 5	3,2 2	64,6 7	3,6 0	70,8 5	3,9 4	76,5 2	4,2 5
0,40	52,1 7	2,4 2	58,3 3	2,7 1	63,9 0	2,9 7	73,7 9	3,4 3	82,4 9	3,8 3	90,3 7	4,1 9	97,6 1	4,5 3
0,45	64,2 4	2,5 5	71,8 2	2,8 5	78,6 7	3,1 3	90,8 4	3,6 1	101, 57	4,0 3	111, 26	4,4 2	120, 17	4,7 7
0,50	76,8 6	2,6 7	85,9 3	2,9 8	94,1 3	3,2 6	108, 69	3,7 7	121, 52	4,2 1	133, 12	4,6 2	143, 78	4,9 9
0,55	89,7 9	2,7 6	100, 39	3,0 9	109, 97	3,3 8	126, 98	3,9 1	141, 97	4,3 7	155, 52	4,7 8	167, 98	5,1 7
0,60	102, 77	2,8 4	114, 90	3,1 8	125, 86	3,4 8	145, 33	4,0 2	162, 49	4,5 0	178, 00	4,9 3	192, 26	5,3 2
0,65	115, 50	2,9 1	129, 13	3,2 5	141, 46	3,5 6	163, 34	4,1 2	182, 62	4,6 0	200, 05	5,0 4	216, 08	5,4 4
0,70	127, 68	2,9 6	142, 75	3,3 1	156, 37	3,6 3	180, 56	4,1 9	201, 88	4,6 8	221, 15	5,1 3	238, 86	5,5 4
0,75	138, 94	2,9 9	155, 34	3,3 5	170, 17	3,6 7	196, 49	4,2 3	219, 69	4,7 3	240, 66	5,1 9	259, 94	5,6 0
0,80	148, 88	3,0 1	166, 45	3,3 7	182, 34	3,6 9	210, 55	4,2 6	235, 40	4,7 6	257, 87	5,2 1	278, 53	5,6 3
0,85	156, 97	3,0 0	175, 50	3,3 6	192, 25	3,6 8	221, 99	4,2 5	248, 19	4,7 5	271, 88	5,2 0	293, 66	5,6 2
0,90	162, 49	2,9 7	181, 67	3,3 2	199, 01	3,6 4	229, 79	4,2 0	256, 92	4,7 0	281, 44	5,1 5	303, 99	5,5 6
0,95	164, 12	2,9 0	183, 49	3,2 4	201, 01	3,5 5	232, 10	4,1 0	259, 50	4,5 9	284, 26	5,0 2	307, 04	5,4 3
1,00	153, 71	2,6 7	171, 86	2,9 8	188, 26	3,2 6	217, 38	3,7 7	243, 04	4,2 1	266, 24	4,6 2	287, 57	4,9 9

DN/OD 400 мм

Напо̀внен ня h/D	У̀хлн, 0,001 i													
	2		2,5		3		3,5		4		4,5		5	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	0,48	0,28	0,53	0,31	0,58	0,34	0,63	0,37	0,67	0,39	0,71	0,41	0,75	0,44
0,10	2,01	0,42	2,24	0,47	2,46	0,51	2,65	0,55	2,84	0,59	3,01	0,63	3,17	0,66
0,15	4,59	0,53	5,13	0,59	5,62	0,65	6,07	0,70	6,49	0,75	6,88	0,80	7,25	0,84
0,20	8,17	0,64	9,13	0,69	10,0	0,74	10,8	0,80	11,5	0,85	12,2	0,90	12,9	0,94
0,25	12,6	0,75	14,1	0,79	15,5	0,84	16,7	0,90	17,9	0,95	18,9	1,00	20,0	1,04
0,30	17,9	0,86	20,0	0,89	22,0	0,94	23,7	1,00	25,4	1,05	26,9	1,10	28,4	1,14
0,35	23,9	0,97	26,8	0,99	29,3	1,04	31,7	1,10	33,9	1,15	35,9	1,20	37,9	1,24
0,40	30,5	1,08	34,2	1,09	37,4	1,14	40,4	1,19	43,2	1,25	45,8	1,30	48,3	1,34
0,45	37,6	1,19	42,1	1,20	46,1	1,24	49,8	1,29	53,2	1,35	56,4	1,40	59,5	1,44
0,50	45,0	1,30	50,3	1,31	55,1	1,34	59,6	1,39	63,7	1,45	67,5	1,50	71,2	1,54
0,55	52,6	1,41	58,8	1,42	64,4	1,44	69,6	1,49	74,4	1,55	78,9	1,60	83,2	1,64
0,60	60,2	1,52	67,3	1,53	73,7	1,54	79,7	1,59	85,2	1,65	90,3	1,70	95,2	1,74
0,65	67,7	1,63	75,7	1,64	82,9	1,65	89,5	1,70	95,7	1,75	101,5	1,80	107,0	1,84
0,70	74,8	1,74	83,6	1,75	91,6	1,76	99,0	1,81	105,3	1,85	112,2	1,90	118,3	1,94
0,75	81,4	1,85	91,0	1,86	99,7	1,87	107,7	1,91	115,2	1,95	122,1	2,00	128,7	2,04
0,80	87,2	1,96	97,5	1,97	106,9	1,98	115,4	2,02	123,6	2,05	130,9	2,10	138,0	2,14
0,85	92,0	2,07	102,8	2,08	112,7	2,09	121,5	2,13	130,4	2,15	138,6	2,20	145,5	2,24
0,90	95,2	2,18	106,5	2,19	116,6	2,20	126,0	2,23	134,7	2,25	142,8	2,30	150,6	2,34
0,95	96,2	2,29	107,5	2,30	117,8	2,31	127,0	2,34	136,0	2,35	144,3	2,40	152,1	2,44
1,00	90,1	2,40	100,7	2,41	110,9	2,42	119,9	2,45	127,4	2,46	135,6	2,50	142,9	2,54

DN/OD 400 мм

Наполнен ня h/D	Ухлбл, 0,001 i													
	5,5		6		7		8		9		10		11	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	0,79	0,46	0,82	0,48	0,89	0,52	0,95	0,55	1,01	0,59	1,06	0,62	1,12	0,65
0,10	3,33	0,69	3,47	0,72	3,75	0,78	4,01	0,83	4,26	0,89	4,49	0,93	4,70	0,98
0,15	7,61	0,88	7,95	0,91	8,58	0,99	9,18	1,06	9,73	1,12	10,26	1,18	10,76	1,24
0,20	13,54	1,03	14,14	1,08	15,28	1,16	16,33	1,24	17,32	1,32	18,26	1,39	19,15	1,46
0,25	20,99	1,16	21,92	1,21	23,68	1,31	25,31	1,40	26,85	1,49	28,30	1,57	29,68	1,64
0,30	29,79	1,28	31,11	1,34	33,61	1,44	35,93	1,53	38,11	1,63	40,17	1,72	42,13	1,81
0,35	39,77	1,38	41,53	1,44	44,86	1,56	47,96	1,66	50,87	1,77	53,62	1,88	56,24	1,98
0,40	50,72	1,47	52,98	1,54	57,22	1,68	61,18	1,79	64,89	1,89	68,40	1,99	71,73	2,08
0,45	62,45	1,55	65,23	1,62	70,45	1,79	75,32	1,89	79,89	1,99	84,21	2,09	88,32	2,19
0,50	74,72	1,62	78,04	1,69	84,30	1,88	90,12	1,99	95,58	2,09	100,75	2,19	105,67	2,29
0,55	87,29	1,68	91,17	1,76	98,48	1,98	105,28	2,09	111,67	2,19	117,71	2,29	123,45	2,39
0,60	99,91	1,73	104,35	1,81	112,71	1,99	120,50	2,09	127,80	2,20	134,72	2,30	141,29	2,40
0,65	112,29	1,77	117,28	1,86	126,68	1,99	135,43	2,11	143,64	2,22	151,41	2,33	158,80	2,50
0,70	124,13	1,80	129,65	1,89	140,04	2,00	149,71	2,11	158,79	2,23	167,38	2,34	175,55	2,54
0,75	135,08	1,82	141,09	1,91	152,39	2,00	162,91	2,11	172,80	2,23	182,14	2,35	191,03	2,57
0,80	144,74	1,83	151,18	1,93	163,29	2,00	174,56	2,22	185,15	2,34	195,17	2,46	204,69	2,58
0,85	152,61	1,84	159,39	1,95	172,16	2,00	184,05	2,22	195,22	2,34	205,77	2,46	215,82	2,58
0,90	157,97	1,84	165,00	1,96	178,22	2,00	190,52	2,21	202,08	2,33	213,01	2,44	223,41	2,55
0,95	159,56	1,77	166,65	1,84	180,01	1,99	192,43	2,21	204,11	2,25	215,15	2,37	225,65	2,49
1,00	149,44	1,62	156,08	1,69	168,59	1,88	180,23	1,99	191,16	2,07	201,50	2,18	211,34	2,29

DN/OD 400 мм

Напо́внен ня h/D	Ухил, 0,001 i													
	12		13		14		15		16		17		18	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	1,17 8	0,6	1,21 0	0,7	1,26 3	0,7	1,30 6	0,7	1,35 8	0,7	1,39 0	0,8	1,43 3	0,8
0,10	4,91 2	1,0	5,11 6	1,0	5,31 0	1,1	5,49 4	1,1	5,67 8	1,1	5,85 2	1,2	6,02 5	1,2
0,15	11,2 4	1,2	11,7 0	1,3	12,1 4	1,4	12,5 6	1,4	12,9 8	1,4	13,3 9	1,5	13,7 6	1,5
0,20	20,0 0	1,5	20,8 2	1,5	21,6 0	1,6	22,3 4	1,7	23,0 9	1,7	23,8 6	1,8	24,4 9	1,8
0,25	31,0 0	1,7	32,2 7	1,7	33,4 8	1,8	34,6 5	1,9	35,8 0	1,9	36,9 8	2,0	37,9 4	2,1
0,30	44,0 0	1,8	45,8 0	1,9	47,5 3	2,0	49,1 4	2,1	50,8 1	2,1	52,3 8	2,2	53,8 7	2,3
0,35	58,7 4	2,0	61,1 4	2,1	63,4 5	2,2	65,6 0	2,2	67,8 7	2,3	69,9 3	2,4	71,9 5	2,5
0,40	74,9 2	2,1	77,9 8	2,2	80,9 3	2,3	83,7 5	2,4	86,5 7	2,5	89,1 1	2,5	91,7 8	2,6
0,45	92,2 4	2,2	96,0 1	2,3	99,6 4	2,4	103, 7	2,5	106, 13	2,6	109, 52	2,7	112, 79	2,8
0,50	110, 37	2,3	114, 88	2,4	119, 21	2,5	123, 8	2,6	127, 40	2,7	131, 7	2,8	135, 44	2,9
0,55	128, 94	2,4	134, 20	2,5	139, 27	2,6	144, 8	2,7	148, 16	2,8	153, 7	2,9	157, 89	3,0
0,60	147, 58	2,5	153, 60	2,6	159, 40	2,7	164, 5	2,8	170, 99	2,9	175, 5	3,0	180, 41	3,1
0,65	165, 86	2,6	172, 64	2,7	179, 15	2,8	185, 2	2,9	191, 44	3,0	197, 2	3,1	203, 52	3,2
0,70	183, 35	2,6	190, 84	2,7	198, 04	2,8	204, 7	2,9	211, 99	3,0	218, 72	3,1	224, 6	3,2
0,75	199, 53	2,6	207, 67	2,7	215, 51	2,9	223, 0	3,0	230, 08	3,1	237, 39	3,2	244, 0	3,2
0,80	213, 80	2,7	222, 53	2,8	230, 93	2,9	239, 1	3,0	246, 03	3,1	254, 2	3,2	261, 87	3,3
0,85	225, 42	2,6	234, 62	2,8	243, 48	2,9	252, 1	3,0	260, 02	3,1	268, 1	3,2	276, 29	3,3
0,90	233, 34	2,6	242, 87	2,7	252, 03	2,8	260, 8	2,9	269, 88	3,0	277, 44	3,1	285, 8	3,2
0,95	235, 68	2,6	245, 31	2,7	254, 57	2,8	263, 1	2,9	272, 50	3,0	280, 14	3,0	288, 52	3,1
1,00	220, 74	2,3	229, 75	2,4	238, 42	2,5	246, 8	2,6	254, 79	2,7	262, 88	2,8	270, 73	2,9

DN/OD 400 мм

Назначение h/D	Уклон, 0,001 i													
	19		20		25		30		40		50		60	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	1,47 5	0,8	1,51 7	0,8	1,68 7	0,9	1,84 7	1,0	2,13 3	1,2	2,38 8	1,3	2,61 1	1,5
0,10	6,18 9	1,2	6,34 2	1,3	7,09 8	1,4	7,77 2	1,6	8,97 7	1,8	10,0 3	2,0	10,9 9	2,2
0,15	14,1 4	1,6	14,5 1	1,6	16,2 2	1,8	17,7 7	2,0	20,5 2	2,3	22,9 4	2,6	25,1 3	2,8
0,20	25,1 7	1,9	25,8 2	1,9	28,8 7	2,1	31,6 2	2,4	36,5 1	2,7	40,8 2	3,1	44,7 2	3,4
0,25	39,0 1	2,1	40,0 2	2,2	44,7 4	2,4	49,0 1	2,7	56,6 0	3,1	63,2 8	3,5	69,3 2	3,8
0,30	55,3 7	2,3	56,8 1	2,4	63,5 1	2,7	69,5 7	2,9	80,3 3	3,4	89,8 2	3,8	98,3 9	4,2
0,35	73,9 1	2,5	75,8 3	2,6	84,7 8	2,9	92,8 7	3,2	107, 24	3,7	119, 90	4,1	131, 34	4,5
0,40	94,2 8	2,7	96,7 3	2,8	108, 14	3,1	118, 46	3,4	136, 79	3,9	152, 94	4,4	167, 53	4,8
0,45	116, 07	2,8	119, 09	2,9	133, 14	3,3	145, 85	3,6	168, 41	4,1	188, 29	4,6	206, 27	5,1
0,50	138, 88	3,0	142, 49	3,0	159, 30	3,4	174, 51	3,7	201, 50	4,3	225, 29	4,8	246, 79	5,3
0,55	162, 25	3,1	166, 46	3,2	186, 11	3,5	203, 87	3,9	235, 41	4,5	263, 20	5,0	288, 32	5,5
0,60	185, 70	3,2	190, 52	3,2	213, 01	3,6	233, 34	4,0	269, 44	4,6	301, 24	5,2	329, 99	5,7
0,65	208, 71	3,2	214, 13	3,3	239, 40	3,7	262, 25	4,1	302, 83	4,7	338, 57	5,3	370, 88	5,8
0,70	230, 71	3,3	236, 71	3,4	264, 65	3,8	289, 90	4,2	334, 75	4,8	374, 26	5,4	409, 99	5,9
0,75	251, 07	3,3	257, 59	3,4	287, 99	3,8	315, 48	4,2	364, 29	4,9	407, 28	5,4	446, 16	6,0
0,80	269, 02	3,4	276, 01	3,4	308, 59	3,8	338, 04	4,2	390, 34	4,9	436, 41	5,5	478, 06	6,0
0,85	283, 64	3,3	291, 01	3,4	325, 36	3,8	356, 41	4,2	411, 55	4,9	460, 13	5,5	504, 04	6,0
0,90	293, 61	3,3	301, 24	3,4	336, 80	3,8	368, 94	4,2	426, 02	4,8	476, 30	5,4	521, 76	5,9
0,95	296, 56	3,2	304, 27	3,3	340, 18	3,7	372, 65	4,1	430, 30	4,7	481, 09	5,3	527, 00	5,8
1,00	277, 75	3,0	284, 97	3,0	318, 61	3,4	349, 02	3,7	403, 01	4,3	450, 58	4,8	493, 58	5,3

DN/OD 500 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	1,5		1,6		1,8		2		2,5		3		3,5	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	0,61	0,25	0,63	0,26	0,66	0,28	0,70	0,29	0,78	0,33	0,86	0,36	0,93	0,39
0,10	2,54	0,38	2,62	0,39	2,78	0,42	2,93	0,44	3,28	0,49	3,59	0,54	3,88	0,58
0,15	5,79	0,48	5,98	0,50	6,34	0,53	6,68	0,56	7,47	0,62	8,18	0,68	8,84	0,74
0,20	10,27	0,57	10,61	0,58	11,25	0,62	11,86	0,65	13,26	0,73	14,53	0,80	15,69	0,86
0,25	15,90	0,64	16,42	0,66	17,42	0,70	18,36	0,74	20,53	0,82	22,49	0,90	24,29	0,97
0,30	22,54	0,70	23,28	0,72	24,70	0,77	26,03	0,81	29,10	0,90	31,88	0,99	34,44	1,07
0,35	30,07	0,76	31,06	0,78	32,94	0,83	34,72	0,87	38,82	0,97	42,53	1,07	45,94	1,15
0,40	38,34	0,80	39,59	0,83	42,00	0,88	44,27	0,93	49,49	1,04	54,22	1,15	58,56	1,23
0,45	47,18	0,85	48,73	0,87	51,69	0,93	54,48	0,98	60,91	1,10	66,73	1,22	72,07	1,30
0,50	56,44	0,88	58,29	0,91	61,82	0,97	65,17	1,03	72,86	1,16	79,81	1,29	86,21	1,38
0,55	65,92	0,92	68,08	0,95	72,21	1,02	76,12	1,08	85,10	1,23	93,23	1,38	100,70	1,48
0,60	75,44	0,96	77,91	0,99	82,64	1,06	87,11	1,13	97,39	1,30	106,69	1,46	115,24	1,56
0,65	84,78	0,99	87,56	1,02	92,87	1,10	97,90	1,17	109,45	1,38	119,90	1,55	129,51	1,66
0,70	93,72	0,99	96,79	1,02	102,66	1,10	108,21	1,17	120,99	1,40	132,53	1,58	143,15	1,69
0,75	101,98	0,99	105,33	1,02	111,71	1,10	117,76	1,17	131,66	1,43	144,22	1,62	155,78	1,73
0,80	109,27	1,00	112,86	1,03	119,70	1,12	126,18	1,19	141,07	1,47	154,53	1,67	166,92	1,79
0,85	115,21	1,00	118,99	1,03	126,21	1,13	133,03	1,20	148,74	1,51	162,93	1,72	175,99	1,83
0,90	119,26	0,99	123,18	1,02	130,65	1,12	137,71	1,19	153,97	1,51	168,67	1,72	182,18	1,83
0,95	120,47	0,96	124,42	0,99	131,97	1,09	139,11	1,16	155,53	1,44	170,37	1,65	184,02	1,76
1,00	112,87	0,88	116,58	0,91	123,65	0,97	130,34	1,03	145,72	1,16	159,63	1,38	172,42	1,50

DN/OD 500 мм

Напо́внен ня h/D	Ухил, 0,001 i													
	4		4,5		5		6		7		8		9	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	1,2	0,4	1,3	0,5	1,3	0,5	1,5	0,5	1,6	0,6	1,7	0,6	1,8	0,7
0,10	5,0	0,7	5,3	0,7	5,6	0,8	6,2	0,8	6,7	0,9	7,1	1,0	7,6	1,0
0,15	11,5	0,9	12,2	0,9	12,9	1,0	14,1	1,0	15,2	1,1	16,3	1,2	17,3	1,3
0,20	20,5	1,0	21,7	1,1	22,9	1,1	25,1	1,2	27,1	1,3	29,0	1,4	30,7	1,5
0,25	31,8	1,1	33,7	1,2	35,5	1,3	38,9	1,4	42,0	1,5	44,9	1,6	47,7	1,7
0,30	45,1	1,2	47,8	1,3	50,4	1,4	55,2	1,5	59,7	1,7	63,8	1,8	67,6	1,9
0,35	60,2	1,3	63,9	1,4	67,3	1,5	73,7	1,7	79,6	1,8	85,1	1,9	90,3	2,0
0,40	76,8	1,4	81,4	1,5	85,9	1,6	94,0	1,8	101,6	1,9	108,6	2,0	115,2	2,2
0,45	94,5	1,5	100,3	1,6	105,7	1,7	115,8	1,9	125,1	2,0	133,7	2,1	141,8	2,3
0,50	113,1	1,6	120,0	1,7	126,5	1,8	138,5	1,9	149,6	2,1	160,0	2,2	169,7	2,4
0,55	132,2	1,6	140,2	1,7	147,8	1,8	161,9	2,0	174,8	2,2	186,9	2,3	198,2	2,5
0,60	151,3	1,7	160,4	1,8	169,1	1,9	185,2	2,1	200,1	2,2	213,9	2,4	226,9	2,5
0,65	170,0	1,7	180,3	1,8	190,1	1,9	208,2	2,1	224,9	2,3	240,4	2,4	255,0	2,6
0,70	187,9	1,8	199,3	1,9	210,1	2,0	230,2	2,2	248,6	2,3	265,8	2,5	281,9	2,6
0,75	204,5	1,8	216,9	1,9	228,6	2,0	250,5	2,2	270,5	2,3	289,2	2,5	306,7	2,7
0,80	219,1	1,8	232,4	1,9	245,0	2,0	268,4	2,2	289,9	2,4	309,9	2,5	328,7	2,7
0,85	231,0	1,8	245,0	1,9	258,3	2,0	283,0	2,2	305,6	2,4	326,7	2,5	346,5	2,7
0,90	239,2	1,8	253,7	1,9	267,4	2,0	292,9	2,2	316,4	2,3	338,2	2,5	358,7	2,6
0,95	241,6	1,7	256,2	1,8	270,1	1,9	295,8	2,1	319,5	2,3	341,6	2,4	362,3	2,6
1,00	226,2	1,6	240,0	1,7	252,9	1,8	277,1	1,9	299,3	2,1	319,9	2,2	339,4	2,4

DN/OD 500 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	10		11		12		13		14		15		16	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	1,89	0,71	1,98	0,74	2,07	0,77	2,15	0,81	2,24	0,84	2,31	0,86	2,39	0,89
0,10	7,96	1,07	8,35	1,12	8,72	1,17	9,08	1,22	9,42	1,26	9,75	1,31	10,07	1,35
0,15	18,21	1,35	19,10	1,42	19,95	1,48	20,76	1,54	21,55	1,60	22,30	1,66	23,04	1,71
0,20	32,41	1,59	33,99	1,67	35,50	1,74	36,95	1,81	38,35	1,88	39,69	1,95	41,00	2,01
0,25	50,24	1,79	52,69	1,88	55,03	1,97	57,28	2,05	59,44	2,12	61,53	2,20	63,54	2,27
0,30	71,31	1,97	74,79	2,07	78,11	2,16	81,30	2,25	84,37	2,33	87,33	2,42	90,19	2,50
0,35	95,19	2,13	99,83	2,24	104,27	2,33	108,53	2,43	112,63	2,52	116,58	2,61	120,41	2,70
0,40	121,42	2,27	127,34	2,38	133,01	2,49	138,44	2,59	143,66	2,69	148,70	2,78	153,58	2,87
0,45	149,49	2,39	156,78	2,51	163,75	2,62	170,44	2,73	176,87	2,83	183,08	2,93	189,09	3,03
0,50	178,86	2,50	187,59	2,62	195,93	2,74	203,93	2,85	211,63	2,96	219,05	3,06	226,24	3,16
0,55	208,95	2,59	219,15	2,72	228,90	2,84	238,24	2,95	247,23	3,06	255,91	3,17	264,31	3,28
0,60	239,15	2,67	250,83	2,80	261,98	2,92	272,68	3,03	282,97	3,14	292,90	3,25	302,51	3,36
0,65	268,79	2,73	281,91	2,86	294,44	2,98	306,47	3,10	318,04	3,21	329,20	3,32	340,00	3,43
0,70	297,13	2,78	311,63	2,91	325,49	3,03	338,78	3,15	351,57	3,26	363,91	3,37	375,84	3,48
0,75	323,34	2,81	339,12	2,94	354,20	3,06	368,67	3,18	382,58	3,29	396,01	3,40	409,00	3,51
0,80	346,47	2,83	363,38	2,97	379,53	3,09	395,03	3,21	409,94	3,32	424,33	3,42	438,25	3,53
0,85	365,29	2,85	383,12	2,99	400,16	3,11	416,50	3,23	432,22	3,34	447,39	3,44	462,06	3,55
0,90	378,13	2,79	396,59	2,93	414,23	3,05	431,14	3,17	447,42	3,28	463,12	3,38	478,31	3,49
0,95	381,93	2,71	400,58	2,85	418,39	2,97	435,47	3,09	451,91	3,20	467,77	3,30	483,11	3,41
1,00	357,71	2,50	375,17	2,62	391,85	2,74	407,86	2,85	423,25	2,96	438,11	3,06	452,47	3,16

DN/OD 500 мм

Назначение н/д	Ухлп, 0,001 i													
	17		18		19		20		25		30		40	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	2,46	0,9 2	2,54	0,9 5	2,60	0,9 7	2,67	1,0 0	2,99	1,1 2	3,27	1,2 2	3,78	1,4 1
0,10	10,3 8	1,3 9	10,6 8	1,4 3	10,9 7	1,4 7	11,2 6	1,5 1	12,5 9	1,6 9	13,7 9	1,8 5	15,9 2	2,1 4
0,15	23,7 4	1,7 6	24,4 3	1,8 1	25,1 0	1,8 6	25,7 5	1,9 1	28,7 9	2,1 4	31,5 4	2,3 4	36,4 2	2,7 0
0,20	42,2 6	2,0 7	43,4 8	2,1 3	44,6 7	2,1 9	45,8 3	2,2 5	51,2 4	2,5 1	56,1 4	2,7 5	64,8 2	3,1 8
0,25	65,5 0	2,3 4	67,4 0	2,4 1	69,2 5	2,4 7	71,0 4	2,5 4	79,4 3	2,8 4	87,0 1	3,1 1	100, 47	3,5 9
0,30	92,9 7	2,5 7	95,6 7	2,6 5	98,2 9	2,7 2	100, 84	2,7 9	112, 74	3,1 2	123, 50	3,4 2	142, 61	3,9 5
0,35	124, 11	2,7 8	127, 71	2,8 6	131, 21	2,9 4	134, 62	3,0 1	150, 51	3,3 7	164, 87	3,6 9	190, 38	4,2 6
0,40	158, 31	2,9 6	162, 90	3,0 5	167, 36	3,1 3	171, 71	3,2 1	191, 98	3,5 9	210, 30	3,9 3	242, 83	4,5 4
0,45	194, 91	3,1 2	200, 56	3,2 1	206, 05	3,3 0	211, 41	3,3 8	236, 36	3,7 8	258, 92	4,1 4	298, 97	4,7 8
0,50	233, 20	3,2 6	239, 96	3,3 5	246, 54	3,4 4	252, 94	3,5 3	282, 80	3,9 5	309, 79	4,3 3	357, 71	5,0 0
0,55	272, 44	3,3 8	280, 34	3,4 7	288, 02	3,5 7	295, 50	3,6 6	330, 38	4,0 9	361, 91	4,4 9	417, 90	5,1 8
0,60	311, 82	3,4 8	320, 86	3,5 8	329, 65	3,6 8	338, 21	3,7 7	378, 13	4,2 2	414, 22	4,6 2	478, 30	5,3 3
0,65	350, 46	3,5 6	360, 62	3,6 6	370, 50	3,7 6	380, 13	3,8 6	424, 99	4,3 1	465, 56	4,7 3	537, 58	5,4 6
0,70	387, 41	3,6 2	398, 64	3,7 2	409, 56	3,8 3	420, 20	3,9 3	469, 80	4,3 9	514, 64	4,8 1	594, 26	5,5 5
0,75	421, 59	3,6 6	433, 81	3,7 7	445, 70	3,8 7	457, 27	3,9 7	511, 25	4,4 4	560, 04	4,8 6	646, 68	5,6 1
0,80	451, 74	3,6 8	464, 83	3,7 9	477, 57	3,8 9	489, 98	3,9 9	547, 81	4,4 6	600, 10	4,8 9	692, 93	5,6 4
0,85	476, 28	3,6 7	490, 09	3,7 8	503, 52	3,8 8	516, 60	3,9 8	577, 58	4,4 5	632, 71	4,8 8	730, 59	5,6 3
0,90	493, 03	3,6 3	507, 32	3,7 4	521, 22	3,8 4	534, 76	3,9 4	597, 88	4,4 0	654, 95	4,8 3	756, 27	5,5 7
0,95	497, 98	3,5 4	512, 42	3,6 5	526, 46	3,7 5	540, 14	3,8 4	603, 89	4,3 0	661, 53	4,7 1	763, 87	5,4 4
1,00	466, 40	3,2 6	479, 92	3,3 5	493, 07	3,4 4	505, 88	3,5 3	565, 59	3,9 5	619, 58	4,3 3	715, 42	5,0 0

DN/OD 630 мм

Наповнен ня h/D	Ухили, 0,001 i													
	1,2		1,3		1,4		1,5		1,6		1,7		1,8	
	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g	q	g
0,05	1,18	0,2 8	1,23	0,2 9	1,28	0,3 0	1,32	0,3 1	1,36	0,3 3	1,41	0,3 4	1,45	0,3 4
0,10	4,98	0,4 3	5,18	0,4 4	5,38	0,4 6	5,57	0,4 8	5,75	0,4 9	5,93	0,5 1	6,10	0,5 2
0,15	11,3 9	0,5 4	11,8 5	0,5 6	12,3 0	0,5 8	12,7 3	0,6 0	13,1 5	0,6 2	13,5 6	0,6 4	13,9 5	0,6 6
0,20	20,2 7	0,6 3	21,1 0	0,6 6	21,8 9	0,6 8	22,6 6	0,7 1	23,4 0	0,7 3	24,1 3	0,7 5	24,8 2	0,7 8
0,25	31,4 2	0,7 2	32,7 0	0,7 4	33,9 3	0,7 7	35,1 3	0,8 0	36,2 8	0,8 3	37,3 9	0,8 5	38,4 8	0,8 8
0,30	44,5 9	0,7 9	46,4 2	0,8 2	48,1 7	0,8 5	49,8 6	0,8 8	51,4 9	0,9 1	53,0 8	0,9 4	54,6 2	0,9 6
0,35	59,5 3	0,8 5	61,9 6	0,8 8	64,3 0	0,9 2	66,5 6	0,9 5	68,7 4	0,9 8	70,8 6	1,0 1	72,9 1	1,0 4
0,40	75,9 3	0,9 0	79,0 3	0,9 4	82,0 2	0,9 8	84,9 0	1,0 1	87,6 8	1,0 4	90,3 8	1,0 8	93,0 0	1,1 1
0,45	93,4 9	0,9 5	97,3 1	0,9 9	100, 98	1,0 3	104, 52	1,0 7	107, 95	1,1 0	111, 27	1,1 3	114, 50	1,1 7
0,50	111, 86	1,0 0	116, 42	1,0 4	120, 82	1,0 8	125, 06	1,1 1	129, 16	1,1 5	133, 14	1,1 8	137, 00	1,2 2
0,55	130, 68	1,0 3	136, 01	1,0 7	141, 15	1,1 1	146, 10	1,1 5	150, 89	1,1 9	155, 54	1,2 3	160, 05	1,2 6
0,60	149, 57	1,0 6	155, 67	1,1 1	161, 55	1,1 5	167, 22	1,1 9	172, 70	1,2 3	178, 02	1,2 6	183, 18	1,3 0
0,65	168, 10	1,0 9	174, 96	1,1 3	181, 57	1,1 7	187, 94	1,2 2	194, 11	1,2 6	200, 08	1,2 9	205, 88	1,3 3
0,70	185, 82	1,1 1	193, 41	1,1 5	200, 71	1,1 9	207, 76	1,2 4	214, 57	1,2 8	221, 17	1,3 2	227, 59	1,3 5
0,75	202, 22	1,1 2	210, 47	1,1 6	218, 42	1,2 1	226, 09	1,2 5	233, 50	1,2 9	240, 69	1,3 3	247, 66	1,3 7
0,80	216, 68	1,1 2	225, 53	1,1 7	234, 04	1,2 1	242, 25	1,2 6	250, 20	1,3 0	257, 90	1,3 4	265, 38	1,3 8
0,85	228, 45	1,1 2	237, 78	1,1 7	246, 76	1,2 1	255, 42	1,2 5	263, 80	1,3 0	271, 91	1,3 4	279, 80	1,3 7
0,90	236, 49	1,1 1	246, 14	1,1 6	255, 43	1,2 0	264, 40	1,2 4	273, 07	1,2 8	281, 47	1,3 2	289, 63	1,3 6
0,95	238, 86	1,0 8	248, 61	1,1 3	258, 00	1,1 7	267, 05	1,2 1	275, 81	1,2 5	284, 30	1,2 9	292, 54	1,3 3
1,00	223, 71	1,0 0	232, 85	1,0 4	241, 64	1,0 8	250, 12	1,1 1	258, 32	1,1 5	266, 27	1,1 8	273, 99	1,2 2

DN/OD 630 мм

Напо̀внен ня h/D	У̀хилъ, 0,001 i													
	1,9		2		2,5		3		3,5		4		4,5	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	1,49	0,35	1,53	0,36	1,71	0,41	1,87	0,45	2,02	0,48	2,16	0,51	2,29	0,54
0,10	6,27	0,54	6,43	0,55	7,19	0,61	7,87	0,66	8,50	0,71	9,09	0,75	9,64	0,80
0,15	14,33	0,68	14,70	0,70	16,44	0,74	18,01	0,80	19,45	0,84	20,79	0,88	22,05	1,04
0,20	25,50	0,80	26,17	0,82	29,26	0,91	32,05	1,00	34,62	1,08	37,01	1,16	39,25	1,23
0,25	39,53	0,90	40,56	0,92	45,35	1,03	49,68	1,11	53,66	1,20	57,36	1,28	60,84	1,36
0,30	56,11	0,99	57,57	1,01	64,37	1,13	70,51	1,24	76,16	1,33	81,42	1,41	86,36	1,50
0,35	74,91	1,07	76,85	1,10	85,93	1,25	94,13	1,37	101,67	1,46	108,69	1,54	115,28	1,63
0,40	95,55	1,14	98,03	1,17	109,60	1,33	120,06	1,44	129,68	1,55	138,64	1,65	147,05	1,75
0,45	117,64	1,20	120,69	1,23	134,94	1,38	147,82	1,51	159,66	1,63	170,69	1,74	181,04	1,85
0,50	140,75	1,25	144,41	1,28	161,45	1,44	176,86	1,57	191,03	1,70	204,22	1,82	216,61	1,94
0,55	164,43	1,30	168,70	1,33	188,62	1,49	206,62	1,63	223,18	1,76	238,58	1,88	253,06	2,00
0,60	188,20	1,35	193,09	1,38	215,88	1,55	236,48	1,69	255,43	1,81	273,07	1,93	289,63	2,06
0,65	211,52	1,39	217,02	1,42	242,63	1,59	265,79	1,74	287,09	1,87	306,91	1,98	325,53	2,10
0,70	233,82	1,43	239,90	1,45	268,21	1,63	293,81	1,79	317,35	1,91	339,27	2,02	359,85	2,14
0,75	254,45	1,47	261,06	1,48	291,88	1,67	319,73	1,83	345,35	1,95	369,20	2,04	391,59	2,17
0,80	272,65	1,49	279,73	1,50	312,75	1,69	342,60	1,86	370,05	1,97	395,60	2,06	419,60	2,19
0,85	287,47	1,51	294,93	1,52	329,75	1,71	361,22	1,89	390,16	1,99	417,10	2,08	442,40	2,21
0,90	297,57	1,53	305,30	1,54	341,34	1,73	373,92	1,91	403,87	2,01	431,76	2,10	457,95	2,23
0,95	300,56	1,54	308,37	1,55	344,77	1,74	377,67	1,92	407,93	2,02	436,10	2,11	462,55	2,24
1,00	281,50	1,55	288,81	1,56	322,90	1,75	353,72	1,93	382,06	2,03	408,44	2,12	433,22	2,25

DN/OD 630 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	5		5,5		6		7		8		9		10	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	2,41 7	0,5 7	2,53 0	0,6 0	2,64 3	0,6 3	2,85 8	0,6 8	3,05 3	0,7 3	3,24 7	0,7 7	3,41 1	0,8 1
0,10	10,1 6	0,8 7	10,6 6	0,9 1	11,1 3	0,9 5	12,0 3	1,0 3	12,8 6	1,1 0	13,6 4	1,1 7	14,3 7	1,2 3
0,15	23,2 5	1,1 0	24,3 8	1,1 5	25,4 7	1,2 0	27,5 1	1,3 0	29,4 1	1,3 9	31,1 9	1,4 8	32,8 8	1,5 6
0,20	41,3 7	1,2 9	43,3 9	1,3 6	45,3 2	1,4 2	48,9 5	1,5 3	52,3 3	1,6 4	55,5 1	1,7 3	58,5 1	1,8 3
0,25	64,1 3	1,4 6	67,2 6	1,5 3	70,2 5	1,6 0	75,8 8	1,7 3	81,1 2	1,8 5	86,0 4	1,9 6	90,6 9	2,0 6
0,30	91,0 3	1,6 1	95,4 7	1,6 8	99,7 2	1,7 6	107, 71	1,9 0	115, 14	2,0 3	122, 13	2,1 5	128, 73	2,2 7
0,35	121, 52	1,7 3	127, 45	1,8 2	133, 11	1,9 0	143, 78	2,0 5	153, 71	2,1 9	163, 03	2,3 3	171, 85	2,4 5
0,40	155, 00	1,8 5	162, 56	1,9 4	169, 79	2,0 2	183, 40	2,1 8	196, 06	2,3 4	207, 95	2,4 8	219, 20	2,6 1
0,45	190, 83	1,9 5	200, 15	2,0 4	209, 05	2,1 3	225, 80	2,3 0	241, 39	2,4 6	256, 03	2,6 1	269, 88	2,7 5
0,50	228, 33	2,0 3	239, 47	2,1 3	250, 12	2,2 3	270, 16	2,4 0	288, 81	2,5 7	306, 33	2,7 3	322, 90	2,8 7
0,55	266, 75	2,1 1	279, 76	2,2 1	292, 20	2,3 1	315, 62	2,4 9	337, 41	2,6 6	357, 88	2,8 3	377, 23	2,9 8
0,60	305, 30	2,1 7	320, 20	2,2 7	334, 44	2,3 8	361, 23	2,5 7	386, 18	2,7 4	409, 60	2,9 1	431, 76	3,0 7
0,65	343, 13	2,2 2	359, 88	2,3 3	375, 88	2,4 3	406, 00	2,6 3	434, 03	2,8 1	460, 36	2,9 8	485, 26	3,1 4
0,70	379, 31	2,2 6	397, 82	2,3 7	415, 51	2,4 7	448, 81	2,6 7	479, 79	2,8 6	508, 90	3,0 3	536, 43	3,1 9
0,75	412, 77	2,2 8	432, 92	2,3 9	452, 17	2,5 0	488, 40	2,7 0	522, 12	2,8 9	553, 80	3,0 6	583, 75	3,2 3
0,80	442, 29	2,2 9	463, 88	2,4 1	484, 51	2,5 1	523, 33	2,7 1	559, 46	2,9 0	593, 40	3,0 8	625, 50	3,2 4
0,85	466, 33	2,2 9	489, 09	2,4 0	510, 84	2,5 1	551, 77	2,7 1	589, 87	2,9 0	625, 65	3,0 7	659, 49	3,2 4
0,90	482, 72	2,2 7	506, 28	2,3 8	528, 80	2,4 8	571, 16	2,6 8	610, 60	2,8 7	647, 64	3,0 4	682, 67	3,2 0
0,95	487, 57	2,2 1	511, 37	2,3 2	534, 11	2,4 2	576, 90	2,6 2	616, 74	2,8 0	654, 15	2,9 7	689, 53	3,1 3
1,00	456, 65	2,0 3	478, 94	2,1 3	500, 24	2,2 3	540, 32	2,4 0	577, 62	2,5 7	612, 66	2,7 3	645, 80	2,8 7

DN/OD 630 мм

Наповерхности h/D	Уклон, 0,001 i													
	11		12		13		14		15		20		25	
	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ	q	θ
0,05	3,58	0,85	3,74	0,89	3,89	0,93	4,04	0,96	4,18	0,99	4,82	1,15	5,39	1,28
0,10	15,08	1,29	15,75	1,35	16,39	1,40	17,01	1,45	17,60	1,50	20,33	1,74	22,73	1,94
0,15	34,48	1,63	36,02	1,70	37,49	1,77	38,90	1,84	40,27	1,90	46,50	2,20	51,98	2,46
0,20	61,37	1,92	64,10	2,00	66,71	2,08	69,23	2,16	71,66	2,24	82,75	2,59	92,51	2,89
0,25	95,12	2,16	99,35	2,24	103,41	2,31	107,31	2,39	111,08	2,47	128,26	2,92	143,40	3,26
0,30	135,02	2,38	141,02	2,46	146,78	2,54	152,32	2,62	157,66	2,70	182,05	3,21	203,54	3,59
0,35	180,24	2,57	188,25	2,65	195,94	2,73	203,34	2,81	210,47	2,90	243,03	3,47	271,72	3,88
0,40	229,90	2,74	240,12	2,82	249,93	2,90	259,36	2,98	268,47	3,07	310,00	3,69	346,59	4,13
0,45	283,05	2,89	295,64	3,01	307,71	3,14	319,32	3,26	330,53	3,37	381,66	3,89	426,71	4,35
0,50	338,66	3,01	353,72	3,13	368,16	3,25	382,06	3,37	395,47	3,49	456,65	4,06	510,55	4,54
0,55	395,65	3,12	413,24	3,25	430,11	3,37	446,35	3,49	462,02	3,61	533,49	4,21	596,46	4,71
0,60	452,83	3,22	472,97	3,35	492,28	3,47	510,86	3,59	528,79	3,71	610,60	4,34	682,67	4,85
0,65	508,95	3,29	531,58	3,41	553,29	3,53	574,17	3,65	594,32	3,77	686,27	4,44	767,27	4,96
0,70	562,61	3,35	587,62	3,50	611,62	3,64	634,71	3,76	656,98	3,88	758,62	4,51	848,16	5,05
0,75	612,24	3,39	639,47	3,54	665,58	3,68	690,70	3,80	714,95	3,92	825,55	4,57	922,99	5,10
0,80	656,03	3,40	685,20	3,55	713,18	3,70	740,10	3,82	766,07	3,94	884,59	4,59	989,00	5,13
0,85	691,68	3,40	722,43	3,55	751,93	3,69	780,32	3,81	807,71	3,93	932,66	4,58	1042,7	5,12
0,90	715,99	3,36	747,83	3,51	778,37	3,65	807,75	3,77	836,10	3,89	965,44	4,53	1079,4	5,07
0,95	723,19	3,28	755,34	3,42	786,19	3,56	815,86	3,68	844,50	3,80	975,14	4,42	1090,2	4,94
1,00	677,32	3,01	707,44	3,15	736,33	3,28	764,12	3,40	790,94	3,52	913,30	4,06	1021,1	4,54

Додаток Г (довідковий)

Методика розрахунку дренажних систем з використанням труб ПЕРФОКОР

Г.1 Загальні рекомендації по розрахунках

Розрахунок систем дренажу і водозабору з використанням труб ПЕРФОКОР принципово не відрізняється від розрахунків для інших типів дренажних труб. Розрахунки залежать від характеру і ступеня неоднорідності дренажних порід. За характером і ступенем неоднорідності гірських порід по відношенню до водопроникності можна виділити наступні:

- однорідні по водопроникності товщі гірських порід або масиви;
 - неоднорідні - шаруваті в профілі товщі гірських порід з незначно відрізняються один від одного коефіцієнтами фільтрації, які можуть бути зведені до однорідного за водопроникністю шару породи;
 - неоднорідні - шаруваті в профілі шарів гірських порід, які сильно відрізняються коефіцієнтами фільтрації окремих шарів, які не можуть бути зведені до однорідного шару;
- При цьому розрахунок можна зробити приблизно за формулами напірного руху ґрунтових вод, нехтуючи їх рухом в малопрониклих товщах, і з урахуванням дренажу кожного шару в цілому, незалежного від дренажу пластів.

При розрахунку необхідно користуватися рекомендаціями і методиками, представленими в наступних документах:

- а) ДБН В.2.1-10:2018 [27] (розрахунок потенційного підтоплення території)
- б) ВСН 045-72 [31] (характеристика граничних умов для різних схем дренажу, розрахунок поздовжнього трубчастого дренажу, розрахунок поперечного трубчастого дренажу)
- в) СНиП 2.06.14-85 [26] (визначення притоку ґрунтових вод при стаціонарному стані фільтрації для всіх схем дренажу, визначення припливу ґрунтових вод при нестаціонарному режимі фільтрації для всіх схем дренажу, розрахунок припливу ґрунтових вод до кільцевого дренажу при прийнятій глибині закладення)
- г) Довідник для ДБН В.2.5-74:2013 [32] (розрахунок підрусового водозабору в одношаровому водоносному горизонті, розрахунок горизонтального забору прибережних вод в одношаровому водоносному горизонті при наявності побутового потоку підземних вод, розрахунок горизонтального водозабору в двошаровому водоносному горизонті в міжрічковому масиві, розрахунок горизонтального водозабору в одношаровому водоносному горизонті в міжрічковому масиві, розрахунок горизонтального водозабору в двошаровому напівзакритому водоносному горизонті, розрахунок горизонтального водозабору в одношаровому напівобмеженому водоносному горизонті).

При розрахунку дренажів на основі труб ПЕРФОКОР і поліетиленових колодязів необхідно враховувати наступні фактори:

- труби ПЕРФОКОР мають стандартну перфорацію, виготовлену в заводських умовах, тому необхідно співвідносити розрахунки припливу ґрунтових вод для необхідного спуску з пропускною здатністю в проектній дренажній ділянці. Методика розрахунку другого припливу ґрунтових вод в трубу ПЕРФОКОР показана в пункті Г.2;
- гідравлічний розрахунок труб ПЕРФОКОР проводиться за величиною другого проектного припливу ґрунтових вод. Методика показана в пункті Г.2. При гідравлічному розрахунку необхідно враховувати гладку внутрішню поверхню труб (таблиці для гідравлічного розрахунку наведені в додатку Д);
- дренажні труби ПЕРФОКОР піддаються тиску ґрунту, транспорту і т.д., тому необхідний розрахунок на міцність. Труби ПЕРФОКОР розраховані на міцність за методикою для поліетиленових двошарових гофрованих труб, так як дослідним шляхом встановлено, що перфорація гофрованих труб практично не впливає на кільцеву жорсткість. При підборі коефіцієнтів при розрахунках слід враховувати, що труба

розташовується в зливі з низьким ступенем ущільнення в наповненні фільтра. Методика розрахунку викладена в пункті Г.3.

- колодязі з поліетилену слід розраховувати по міцності, для найбільш несприятливих зовнішніх навантажень. Методика розрахунку показана в розділі Г.4.

- поліетиленові колодязі (щільність поліетилену $\sim 0,965 \text{ г/см}^3$) схильні до дії виштовхувальної сили Архімеда, тому при наявності ґрунтових вод необхідно проводити розрахунок колодязів на спливання. Методика розрахунку показана в розділі Г.4.

- розрахунок глибини дренажу досконалого і недосконалого типу наведено в розділі Г.5.

Г.2 Гідрологічний розрахунок

Гідрологічний розрахунок повинен визначати витрату води в дренажі і ординати кривих депресій в осушуваній зоні.

Розрахунок повинен проводитися виходячи з гідрогеологічних умов будівельного майданчика і фактичного проектного положення водовідливу, його системи (місцева, загальна) і типу (досконала, недосконала).

Коефіцієнт фільтрації (К) ґрунтів, що підлягають осушенню, слід приймати за таблицею Г.1, якщо останні неоднорідні, то середньозважене значення (K_{cp}) слід розраховувати за формулою (Г.2.1):

$$K_{cp} = \frac{K_1 m_1 + K_2 m_2 + \dots + K_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad (\text{Г.2.1})$$

де $K_1 + K_2 + \dots + K_n$ - коефіцієнт фільтрації окремих шарів ґрунту, що осушуються, м/доба.; $m_1 + m_2 + \dots + m_n$ - потужність відповідних шарів, м., які приймають на основі вихідних даних і розрахункової схеми дренажу.

Область використання формули (2) обмежена неоднорідністю розрізу геологічних шарів площадки будівництва, що характеризується співвідношенням (Г.2.2):

$$K_n : K_{n+1} < 20 \quad (\text{Г.2.2})$$

Інтенсивність просочування атмосферних осадів (W, м/доба) визначають з урахуванням характеру ґрунту, кількості осадів, що випали і ступені упорядкованості ділянки забудови. Орієнтовно (при відсутності дослідних даних) згідно таблиць Г.2, рис.Г.1 та Г.2.

Таблиця Г.1 Значення коефіцієнта фільтрації деяких ґрунтів

Ґрунт	К, м/доба
Гравій, галька	400 і більше
Крупнообмолочений з піщаним наповнювачем	100-150
Піски:	
Крупнозернистий	80-100
Середньозернистий	5-30
Дрібнозернистий	1-8
Гравелистий пісок	50-100
Дрібнозернистий пілуватий	0,2-1
Супіски:	
Легкі пілуваті	0,05-0,7
Важкі пілуваті	0,03-0,3
Суглинки:	
Легкі і середні пілуваті	0,1-0,2
Важкі пілуваті	0,01-0,1
Лес:	
Природний	0,3-0,4
Глинистий	0,004-0,02
Глина	0,005
Торф свіжий	0,5-1,0
Торф середнього віку	1,0-0,15
Торф старий	0,15-0,01

Г.2.1 Умовні позначення

В формулах гідрологічних розрахунків і приведених нижче схемах прийняті наступні символи:

H – висота непониженого РГВ (*рівня ґрунтових вод*) над водоопором, м;

h – глибина занурення дрени під непонижений РГВ, м;

T – перевищення недосконалої дрени над водоопором, м;

H_x – перевищення пониженого РГВ над рівнем води в недосконалій і досконалій дрени, відповідно на віддалі « x » від неї, м;

h_y – перевищення пониженого РГВ над рівнем води в дрени в центрі контурного дренажу, м;

$H_{\max}$ – максимальна висота пониженого РГВ над водоопором в між дреновому просторі систематичного дренажу, м;

$h_{\text{вис}}$ – висота височування – розриву між рівнем води в дрени і на контакті дренажної обсыпки з ґрунтом, м;

R – радіус депресії, м;

r_0 – приведений радіус контура, м;

r_g – радіус дрени, м;

a – половина віддалі меж дренами систематичного дренажу, м;

Q – розрахунковий розхід, м³/доба;

Q_0 – питомий розхід, м³/доба на 1 п.м.

W – інтенсивність просочування осаdів, м/доба

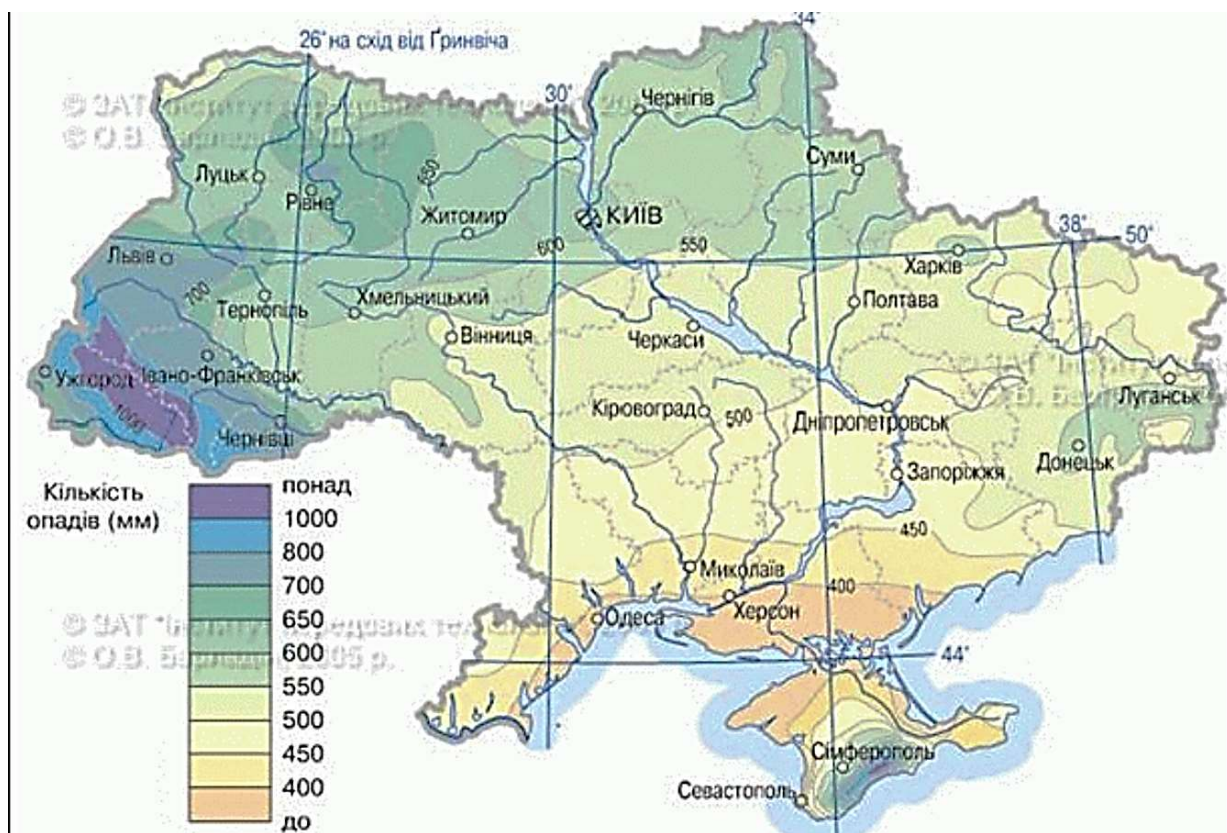


Рисунок Г 1 Карта осадів в Україні

Г.2.2 Однолінійний дренаж

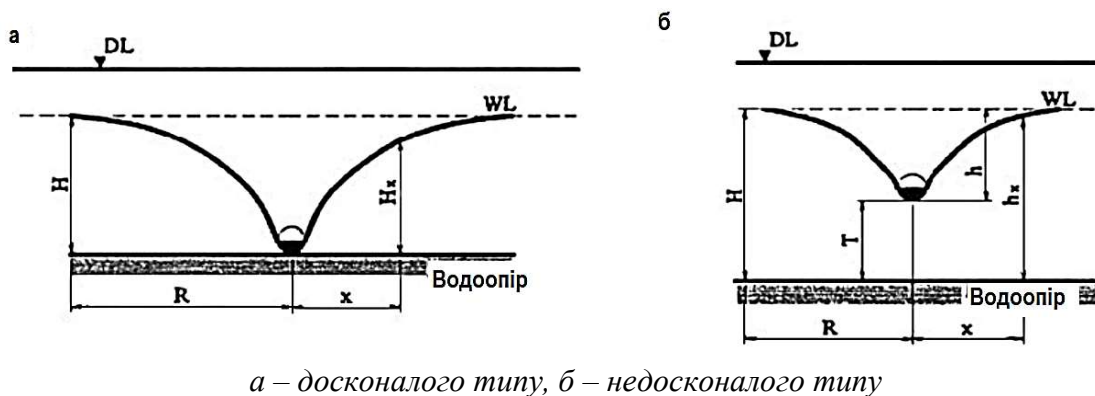


Рисунок Г.2 – Розрахункові схеми однолінійного дренажу

Розхід дренажних вод і криві депресій однолінійного (головного, прибережного) водовідведення (місцевого і загального) розраховують за такими формулами.

Для досконалого дренажу питомий розхід визначається за формулою (Г.2.3) при двосторонньому припливі ґрунтових вод і за формулою (Г.2.4) для одностороннього припливу:

$$Q_o = \frac{K \cdot H^2}{R} \quad (\text{Г.2.3})$$

$$Q_o = \frac{K \cdot H^2}{2 \cdot R} \quad (\text{Г.2.4}),$$

де R – радіус депресії дренажу, м, який розраховують за формулою (Г.2.5):

$$R = h \sqrt{\frac{K}{2 \cdot W}} \quad (\text{Г.2.5})$$

Таблиця Г.2 Інтенсивність інфільтрації ґрунтів, W

Середньорічна кількість опадів	Інтенсивність інфільтрації W ґрунтів, м/доба		
	глинистих	суглинистих і супіщаних	піщаних
До 600 мм	0,0027	0,0037	0,0049
600-700	0,0029	0,0041	0,0054
700-800	0,0032	0,0044	0,0059
800-900	0,0035	0,0047	0,0063

Таблиця Г.3 Норми осушення

Види ґрунту	Мінімальне підвищення по кліматичним зонам, м			
	II	III	IV	V
Пісок:				
середньої крупності	0,8	0,7	0,6	0,5
дрібний і супісок	1,3	0,9	0,9	0,8
Пісок, супісок і суглинок пілуватий	2,0	1,6	1,5	1,4
Суглинок важкий, глини	2,0	1,5	1,2	1,1

Розхід дренажних вод для дренажної лінії загальною довжиною L визначається за формулою:

$$Q = Q_o \cdot L \quad (\Gamma.2.6)$$

Депресивну криву будують, використовуючи для розрахунків її ординат формулу:

де приведений радіус r_o – визначають за формулою (13), а радіус депресії (R) із рівняння (14):

$$H_x = H \sqrt{\frac{x}{R}} \quad (\Gamma.2.7)$$

Питомий розхід однолінійного дренажу (рис.Г.3, б) недосконалого типу визначають за формулою (Г.2.8):

$$Q_o = K \cdot h \cdot \left[\frac{h}{R} + \frac{\pi}{\ln\left(\frac{T}{\pi \cdot r_g}\right) + \frac{\pi \cdot R}{2T}} \right] \quad (\Gamma.2.8),$$

$$r_g = 0,5 \cdot b \quad (\Gamma.2.9)$$

де b – ширина траншеї дренажу, м

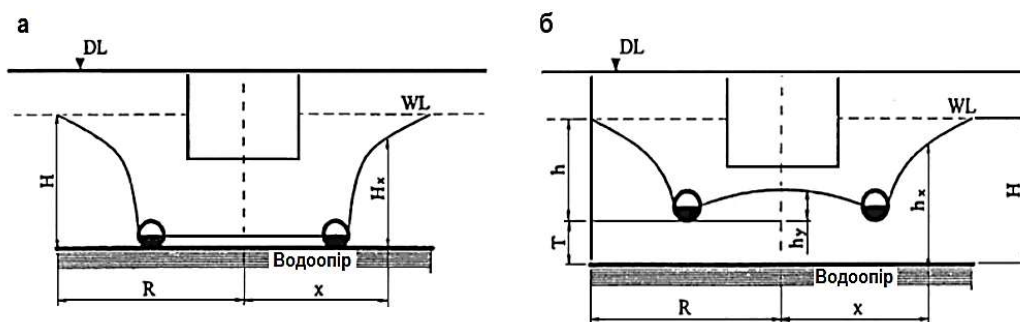
Радіус депресії R розраховують за формулою (Г.2.5)

Криву депресії розраховують за формулою:

$$h_x = \frac{Q_o}{K} \cdot \left[\frac{\ln\left(1 - e^{-\frac{\pi \cdot x}{H}}\right)}{\pi} - \frac{(R - x)}{2H} \right] + H \quad (\Gamma.2.10)$$

Розхід дренажних вод для дренажної лінії загальною довжиною L розраховують за вище приведеною формулою (Г.2.6).

Г.2.3 Дволінійний дренаж



а – досконалого типу, б – недосконалого типу

Рисунок Г.3 – Розрахункові схеми контурного дренажу

Розхід дренажних вод для контурних систем дренажу (кільцевого, при фундаментного) досконалого типу визначають за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot K \cdot H^2}{\ln \frac{R}{r_o}} \quad (\Gamma.2.11)$$

$$r_o = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (\Gamma.2.12)$$

де F – площа обмежена контуром, м²

$$R \sqrt{\lg R - \lg r_o - 0,217} = 0,66 \sqrt{\frac{K \cdot h^2}{W} - 0,5 r_o} \quad (\Gamma.2.13)$$

Рівень води в середині контура приблизно рівний рівню води в дренаї. По за контуром визначають за формулою:

$$H_x = \sqrt{\frac{Q \cdot \ln \frac{x}{r_o}}{\pi \cdot K}} \quad (\Gamma.2.14)$$

Розхід дренажних вод для контурного дренажу недосконалого типу визначають за формулою:

$$Q = \pi \cdot K \cdot h \left[\frac{h}{\ln \frac{R}{r_o}} + \frac{2\pi \cdot T \cdot r_o}{T \cdot \ln \frac{8r_o}{r_g} + 2r_o \cdot \varphi} \right] \quad (\Gamma.2.15),$$

де $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, значення φ_1 і φ_2 визначають за графіком [Рис.Г.3];

r_g – розраховують за формулою (Г.2.9);

r_o - розраховують за формулою (Г.2.12);

R - визначають із рівняння (Г.2.13);

Депресійну криву по за контуром розраховують за формулою (Г.2.16), у середині контура (в центрі) за формулою (Г.2.18):

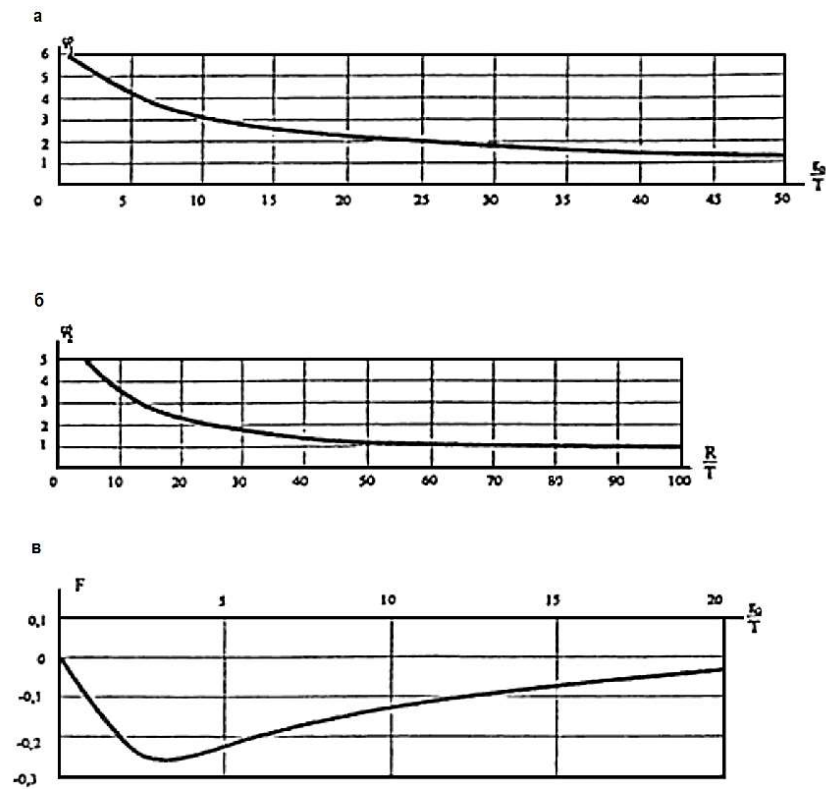


Рисунок Г.4 – Графік визначення розрахункових функцій а- φ_1 , б- φ_2 , в- F

$$h_x = h_{\text{выс}} + \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot K}} \ln \frac{x}{r_o} \quad (\text{Г.2.16}),$$

де

$$h_{\text{выс}} = \frac{0,22Q_o}{K} \quad (\text{Г.2.17})$$

$$h_o = h \cdot \frac{\ln \frac{8r_o}{r_g} - \pi + \frac{2r_o \cdot F}{T}}{\ln \frac{8r_o}{r_g} + \frac{2r_o \cdot \varphi}{T}} \quad (\text{Г.2.18})$$

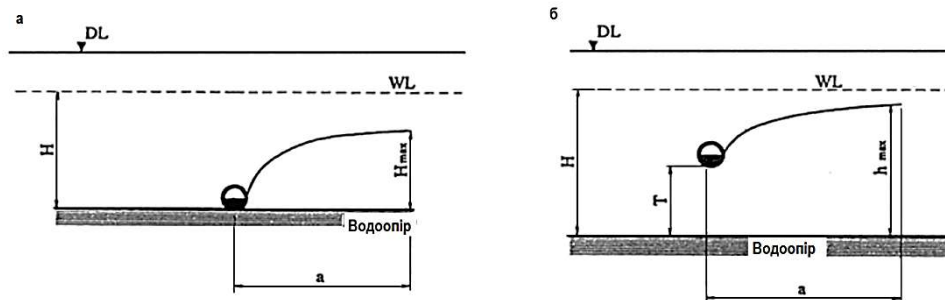
де F , φ знаходять за графіками [рис. Г.4]. Розхід дренажних вод систематичного дренажу досконалого типу розраховують за формулою:

$$Q = 2W \cdot a \cdot L \quad (\text{Г.2.19}),$$

де L – довжина дрени, м;

a – половина віддалі між дренами, м;

$$2a = 2H_{\text{max}} \sqrt{\frac{K}{W}} \quad (\text{Г.2.20})$$



а – досконалого типу, б – ненедосконалого типу

Рисунок Г.5 – Розрахункові схеми систематичного дренажу

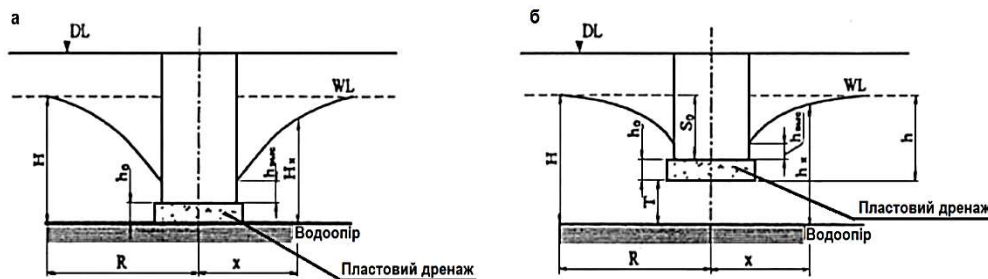
Розхід дренажних вод систематичного дренажу недосконалого типу розраховують за формулою (Г.2.19), визначаючи віддаль між дренами за формулою :

$$2a = T \left[\sqrt{\frac{8 \cdot K \cdot h_{\max}}{W \cdot T} \cdot \left(\frac{1 + h_{\max}}{2 \cdot T} \right)} + B_1^2 - B_1 \right] \quad (\text{Г.2.21}),$$

де

$$B_1 = 2,94 \cdot \lg \frac{1}{\sin \left(\frac{\pi \cdot r_g}{2T} \right)} \quad (\text{Г.2.22})$$

Г.2.4 Пластовий дренаж



а – досконалого типу, б – ненедосконалого типу

Рисунок Г.6 – Розрахункова схема пластового дренажу

Розхід пластового площинного дренажу досконалого типу, розраховують за формулою (Г.2.11), депресивну криву за формулою (Г.2.13).

Розхід пластового площинного дренажу недосконалого типу при співвідношенні $r_0/T \geq 0,5$ розраховують за формулою:

$$Q = \pi \cdot K \cdot S_0 \cdot \left[\frac{S_0}{\ln \frac{R}{r_0}} + \frac{2r_0}{f_{\text{пл.др.}}} \right] \quad (\text{Г.2.23}),$$

де $f_{\text{пл.др}}$ знаходять за графіком (рис.Г.7);

R визначають за формулою (Г.2.13);

r_0 визначають за формулою (Г.2.12)

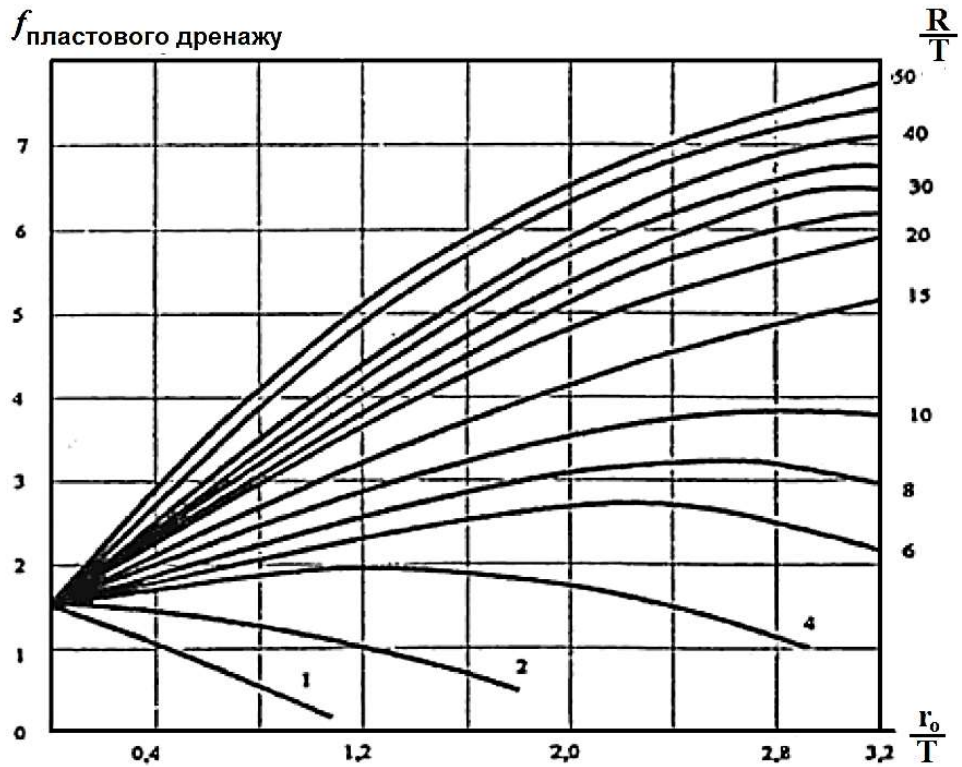


Рисунок Г.7 – Графік визначення гідравлічного опору пластового дренажу

Якщо співвідношення $r_0/T < 0,5$ розхід площинного дренажу визначають за формулою (Г.2.24):

$$Q = \pi \cdot K \cdot S_0 \cdot \left[\frac{S_0}{\ln \frac{R}{r_0}} + \frac{2r_0}{\frac{\pi}{2} + 2 \arcsin \frac{r_0}{T + \sqrt{T^2 + r_0^2}} + 0,515 \frac{r_0}{T} \cdot \ln \frac{R}{4T}} \right] \quad (\text{Г.2.24})$$

Депресивну криву розраховують за формулою:

$$h_x = T + h \sqrt{1 - \frac{\ln R/x}{\ln R/r_0}} \quad (\text{Г.2.25}),$$

при $x \leq h + r$ в формулу (Г.2.25) слід ввести поправку на величину:

$$h_{\text{выс}} = \frac{\sqrt{Q/K}}{3,58 \sqrt{\frac{S_0}{H}} - 0,96} - T - h_0 \quad (\text{Г.2.26}),$$

де h_0 - шар води в пластовому дренажі, м;

S_0 - зниження РГВ в дренажі (віддаль від нерухомого РГВ до рівня води в пластовому дренажі), м;

Розхід лінійного пластового дренажу, розраховують за формулами (Г.2.3, Г.2.4, Г.2.8) відповідно для досконалих і недосконалих дрен. При цьому радіус впливу (R) визначають за формулою:

$$R = 2S\sqrt{H \cdot K} \quad (\text{Г.2.27})$$

де S – величина зниження рівня ґрунтових вод, м.

Г.3 Гідравлічний розрахунок дренажних трубопроводів

Г.3.1 Секундний розрахунковий притік ґрунтових вод на розрахункову ділянку дренажного трубопроводу визначається як сумарний притік води через все пропили на трубопроводі по всій його розрахунковій довжині:

$$q_p = S_n \cdot q_{пр} \quad (\text{Г.3.1})$$

де q_p - розрахунковий притік ґрунтових вод, л/с;

S_n - кількість пропилів по всій розрахунковій довжині трубопроводу;

$q_{пр}$ - пропускна здатність однієї щілини отвору (секундний притік ґрунтових вод через один пропи́л), л/с.

Г.3.2 Пропускна здатність одного щілинного отвору визначається розрахунком, оснований на тому, що при витіканні води із фільтрувальної обсіпки через земляну фільтруючу обсіпку і отвір у внутрішню порожнину трубопроводу втрати напору h_0 не повинні перевищувати 0,5 - 1 см.

Г.3.3 Пропускна здатність одного горизонтального щілинного отвору (тобто . розміщеного вздовж утвореної дренажної труби) рівна:

$$q_{пр.г} = m_r \cdot w_{щ} \cdot \sqrt{2gh_0} \quad (\text{Г.3.2})$$

де m_r - коефіцієнт витрати горизонтального щілинного отвору;

$w_{щ}$ - площа однієї щілини, м²;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

h_0 – втрати напору при витіканні із отвору, м.

Г.3.4 Коефіцієнт витрати m_r залежить від числа Рейнольдса (Re) і відношення d_{17}/t_0 ; де t_0 - ширина горизонтальної щілини; d_{17} - діаметр частинок шару обсіпки, що відповідає 17%-му їх вмісту в гранулометричному складі зерен обсіпки. В розрахунковий склад обсіпки включаються фракції обсіпки крупніше 0,4 t_0 .

Г.3.5 Число Рейнольдса визначається згідно формули:

$$Re_r = (t_0 \cdot \sqrt{2gh_0})/n \quad (\text{Г.3.3})$$

де n - коефіцієнт кінематичної в'язкості води, що фільтрується. Приймається рівною

$$n = 1,31 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}^2.$$

Г.3.6 Значення коефіцієнта витрати m_r визначається згідно таблиці Г.4.

Таблиця Г.4 Значення $m_r = f(Re_r, d_{17}/t_0)$

Re_r	d_{17}/t_0							
	0,4	0,65	1,0	1,5	2	3	4	5
10^4	0,33	0,27	0,21	0,33	0,4	0,48	0,51	0,55
10^5	0,31	0,25	0,20	0,33	0,4	0,48	0,51	0,55
5×10^3	0,28	0,24	0,19	0,32	0,4	0,48	0,50	0,55
2×10^3	0,22	0,20	0,17	0,29	0,36	0,45	0,48	0,53

Г.3.7 Пропускна здатність одного вертикального щілинного отвору (тобто розміщеного перпендикулярно створеної дренажної труби) рівна:

$$q_{\text{пр}} = m_e \cdot d_n \cdot t_0 \cdot H_{\text{щ}} \cdot \sqrt{2gH_A}, \quad (\text{Г.3.4})$$

де d_n - коефіцієнт підтоплення, рівний:

$$d_n = \left(1 - \frac{H_I}{H_A}\right) \left(1 + \frac{H_I}{H_A}\right); \quad (\text{Г.3.5})$$

де H_I и H_A - превыщення рівня води над порогом щілини відповідно у середині труби і на зовнішньому її контурі, м.

Г.3.8 Значення коефіцієнта витрати у вертикальній щілині залежить від відношення d_{25}/t_0 і числа Рейнольдса (Re):

$$Re_B = \frac{d_n t_0 \cdot \sqrt{2gh_0}}{n} \quad (\text{Г.3.6})$$

Параметр d_{25} є характерним показником пористої структури матеріалу фільтруючої обсыпки поблизу вертикальної щілини і визначається із розрахункового складу обсыпки, яка включає фракції крупніше $0,6t_0$. Значення коефіцієнта витрати вертикальної щілини визначається згідно таблиці Г.5.

Таблиця Г.5 Значення $m_e = f(Re_B, d_{25}/t_0)$

Re_r	d_{25}/t_0							
	0,6	1,0	1,5	2	3	4	5	6
10^4	0,13	0,11	0,18	0,22	0,29	0,34	0,40	0,42
10^5	0,12	0,10	0,18	0,22	0,29	0,34	0,40	0,42
5×10^3	0,11	0,10	0,17	0,21	0,29	0,34	0,40	0,42
2×10^3	0,07	0,06	0,12	0,17	0,24	0,28	0,34	0,36

Г.3.9 Діаметр дренажної труби, здатної пропустити потрібний об'єм вод, визначають з врахуванням наповнюваності труби, рівної 0,5 діаметра згідно формули:

$$D = (2 \cdot Q_{\text{ф}} / (24 \cdot (i)^{0.5}))^{0.375} \quad (\text{Г.3.7})$$

Г.3.10 Швидкість спливання води в трубопроводі прораховується за емпіричною формулою:

$$\Theta = 30,4 \cdot D^{2/3} i^{1/2} \quad (\text{Г.3.8})$$

Для запобігання замулювання швидкість потоку повинна бути не менше 0,7м/с.

Г.4 Розрахунок на міцність дренажних труб «ПЕРФОКОР»

Г.4.1 Схема діючих тисків

Дренаж з пластмасових труб працює в комплексі з навколишнім ґрунтом. Ґрунт створює власне дренажне навантаження і передає навантаження з поверхні, наприклад, переміщаючись або стоячи над нею (рис. Г.8).

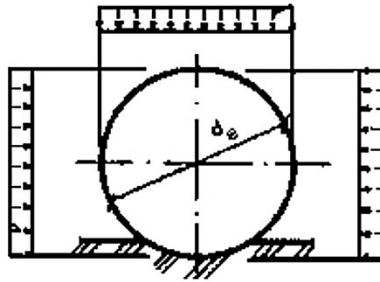


Рисунок Г.8 – Схема навантажень на трубопровід від тиску ґрунту і навантажень, що передаються через ґрунт

Дія вертикального навантаження призводить до деформації труби, що викликає горизонтальний опір ґрунту. Зі збільшенням деформації горизонтальна складова тиску ґрунту зростає, поступово переходячи від пасивної форми до активної. Для пластикових труб зворотна засипка ґрунту є важливим фактором забезпечення довгострокової стабільності форми круглої труби.

Розрахунок на міцність дренажних труб «ПЕРФОКОР» проводиться згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 «Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб» ДОДАТОК Д (обов'язковий) «Методика розрахунку на міцність трубопроводів із полімерних матеріалів при підземному прокладанні» (Загальні принципи) з врахуванням гранично допустимої ступені овальності труб згідно СН 550-82 .

Г.4.2 Статичний розрахунок на міцність згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009

Розрахунок на міцність для дренажних систем зводиться до виконання нерівності (умови міцності)

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0 \quad (\text{Г.4.1})$$

де ε_p – максимальне значення деформації розтягу матеріалу в стінці труби через овальність поперечного перерізу під дією ґрунтових і транспортних навантажень;
 ε_c – ступінь стискання матеріалу стінки труби від дії зовнішніх навантажень;
 ε_{pp} – межа допустимих значень деформації розтягу матеріалу в стінці труби, що відбувається в умовах релаксації напружень;
 ε_{pn} – максимально допустима деформація розтягу матеріалу в стінці труби в умовах повзучості.

Перфорація профільних труб при виробництві труб «ПЕРФОКОР» не впливає на їх кільцеву жорсткість.

Значення ε_p визначається за формулою

$$\varepsilon_p = 4,27 \cdot K_\sigma \cdot \frac{S}{D} \cdot \psi \cdot K_{з\psi} \quad (\text{Г.4.2})$$

де

K_σ – коефіцієнт постелі ґрунту для згинаючих напружень, що враховує якість ущільнення, для дренажних систем слід приймати 1,5 (враховує наявність фільтруючої обсыпки з неконтролюючим ступенем ущільнення);

$K_{з\psi}$ – коефіцієнт запасу на овальність поперечного перерізу труби; приймається рівним 2 для дренажних трубопроводів;

ψ – відносне вкорочення вертикального діаметра труби:

$$\psi = \psi_{ГР} + \psi_T + \psi_M \quad (Г.4.3)$$

де $\psi_{ГР}$ – відносне вкорочення вертикального діаметра труби під дією навантаження ґрунтом;

ψ_T – теж, під дією транспортних навантажень;

ψ_M – теж, що утворилося в процесі складування, транспортування і монтажу; можна наближено приймати згідно таблиці Г.6.

Для труб із полімерних матеріалів значення ψ не повинно перевищувати 0,05 (або 5%).

$$\psi_{ГР} = K_{OK} \cdot \frac{K_{\tau} \cdot K_w \cdot q_{ГР}}{K_{ж} \cdot G_0 + K_{ГР} \cdot E_{ГР}} \quad (Г.4.4)$$

Таблиця Г.6 – Значення відносного вкорочення вертикального діаметру труби в залежності від кільцевої жорсткості і ступені ущільнення ґрунту.

Кільцева жорсткість G_0 оболонки труби, МПа	ψ_M при ступені ущільнення ґрунту		
	<0,85	0,85-0,95	>0,95
<0,276	0,06	0,04	0,03
0,276-0,290	0,04	0,03	0,02
>0,290	0,02	0,02	0,01

де K_{OK} - коефіцієнт, що враховує процес округлення овальної труби під впливом внутрішнього тиску в трубопроводі. Для безнапірних трубопроводів $K_{OK} = 1$

K_{τ} – коефіцієнт, який враховує затримку овальної овальності поперечного перерізу труби в часі і залежить від типу ґрунту, ступеня його ущільнення, гідрогеологічних умов, геометрії траншеї; може приймати значення від 1 до 1,5. При розрахунках можна взяти середнє значення, рівне 1,25;

K_w – коефіцієнт прогину, що враховує якість підготовки ложа і ущільнення, для стоків беруть 0,13;

$K_{ж}$ – коефіцієнт, що враховує вплив кільцевої жорсткості оболонки труби на овальність поперечного перерізу. Його можна прийняти рівним 0,15;

$K_{ГР}$ – коефіцієнт, що враховує вплив ґрунту засипки на овальність поперечного перерізу. Можна вважати, що він дорівнює 0,06;

$E_{ГР}$ – є модуль деформації засипного ґрунту в пазах траншеї, МПа. Він визначається відповідними випробуваннями і, у разі відсутності таких випробувань, повинна проводитися відповідно до таблиці Г.6.

$q_{ГР}$ – навантаження від ґрунту, МПа;

$$q_{ГР} = \gamma \cdot H_{ГР} \quad (Г.4.5)$$

де γ – питома вага ґрунту, кН/м³; визначається гідрогеологічними дослідженнями на об'єкті, при відсутності таких даних слід приймати згідно таблиці Г.7;

$H_{ГР}$ – глибина траншеї, рахуючи від поверхні землі до рівня горизонтального діаметру (до осі) труби, м

G_0 – короткотермінова кільцева жорсткість оболонки труби, МПа

$$G_0 = 53,7 \cdot \frac{E_0 \cdot I}{(1 - \mu^2)(D - s)^3} \quad (Г.4.6)$$

де E_0 – короткотерміновий модуль пружності при розтязі матеріалу, МПа;

I – момент інерції перерізу стінки труби на одиницю довжини, $\text{см}^4/\text{см}$. Для профільованих труб «ПЕРФОКОР» момент інерції визначається із геометричних розмірів профілю, експериментально або згідно таблиці Г.8;

Таблиця Г.7 – Залежність модуля деформації ґрунту від його категорії і ступеня ущільнення

Категорія ґрунту	Найменування ґрунту	Питома вага ґрунту $\gamma_{\text{гр}}$, кН/м^3	Модуль деформації ґрунту засипки $E_{\text{тр}}$, МПа при ступені ущільнення			
			0,85	0,92	0,95	0,98
Г - I	Піски гравелисті, крупні і середньої крупності	17	5	8	16	26
Г - II	Піски дрібні	17,5	3,5	6	12	18
Г - III	Піски пилюваті, супіски	18	2,5	5	7,5	10
Г - IV	Суглинки напівтверді, тугом'які, текучопластичні	18	2	3,5	5,5	8
Г - V	Супіски і суглинки тверді	18,5	1,5	2,5	5	7,5
Г - VI	Глини	19	0,9	1,2	2,5	3,5

Таблиця Г.8 – Значення моментів інерції профільованої стінки труб «ПЕРФОКОР»

Номинальний розмір труби DN/OD, мм	Зовнішній діаметр $D_{\text{н}}$, см	Внутрішній діаметр $D_{\text{в}}$, см	Момент інерції I , $(\text{м}^4/\text{м}) \times 10^{-6}$
110	11	9,1	0,019
125	12,5	10,7	0,024
160	16	13,9	0,033
200	20	17,6	0,063
250	25	21,6	0,082
315	31,5	27,1	0,237
400	40	34,3	0,444
500	50	42,7	0,888
630	63	53,5	1,911

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу труби; приводиться в нормативній документації;
 s – товщина стінки труби, см.

Для профільованих труб «ПЕРФОКОР» слід використовувати еквівалентну товщину

стінки, в яку необхідно підставити значення моменту інерції профілю стінки труби

$$s = \sqrt[3]{12 \cdot I} \quad (\text{Г.4.7})$$

D – зовнішній діаметр труби, см;

Для профільованих труб «ПЕРФОКОР» в розрахунках слід використовувати розрахунковий діаметр з врахуванням координати центру тяжіння профілю стінки труби

$$D = D_{\text{вн}} + 2 \cdot y + s \quad (\text{Г.4.8})$$

де $D_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр профільованої труби, см;

y – координата центра тяжіння профілю стінки труби, розраховується при визначенні моменту інерції профілю стінки труби.

Відносне вкорочення вертикального діаметру труби під дією транспортного навантаження

$$\psi_T = K_{ок} \cdot \frac{K_y \cdot q_T}{K_{жс} \cdot G_0 + K_{зр} \cdot n \cdot E_{зр}} \quad (\Gamma.4.9)$$

де

K_y – коефіцієнт ущільнення ґрунту в пазах траншеї; в загальному випадку слід приймати не менше 0,92; при прокладці трубопроводу під проїжджою частиною доріг, а також в обводнених ґрунтах – не менше 0,95;

q_T – транспортне навантаження, МПа; визначається для нормативних навантажень Н-18, Н-30, НГ-60 і НК-80 по номограмах, приведених в Посібнику до СН 550-82 (рисунок Г.8, Г.9 або згідно таблиці Г.9).

Таблиця Г.9 – Значення нормативних транспортних навантажень

Тип транспортного навантаження	Вага транспорту G, кН	Довжина транспорту а, м	Ширина транспорту, b, м
Н-30	294	7,6	3
НГ-60	589	5	3,3
НК-80	785	3,8	3,5

Транспортне навантаження також розраховується за формулою

$$q_T = \frac{G}{F}, \quad (\Gamma.4.10)$$

де G – нормативна вага транспорту, кН (таблиця Г.9);

F – площа дії розподіленого транспортного навантаження на глибині h, м² рівна F A × B ,

де A = a + 1,15 × h - довжина площі дії, м;

B = b + 1,15 × h - ширина площі дії, м

a і b – нормативні довжина і ширина транспорту, м (табл. Г.8, рис. Г.9)

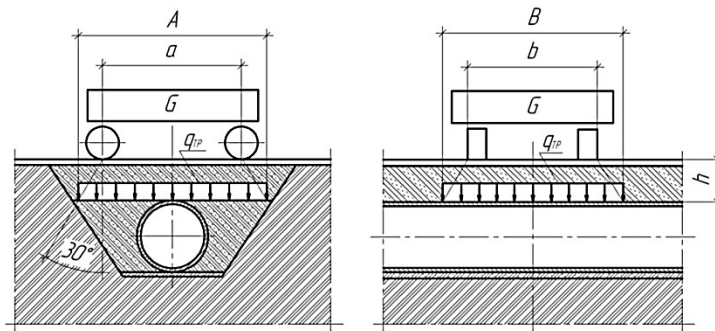


Рисунок Г.9 – Схема навантаження трубопроводу транспортом

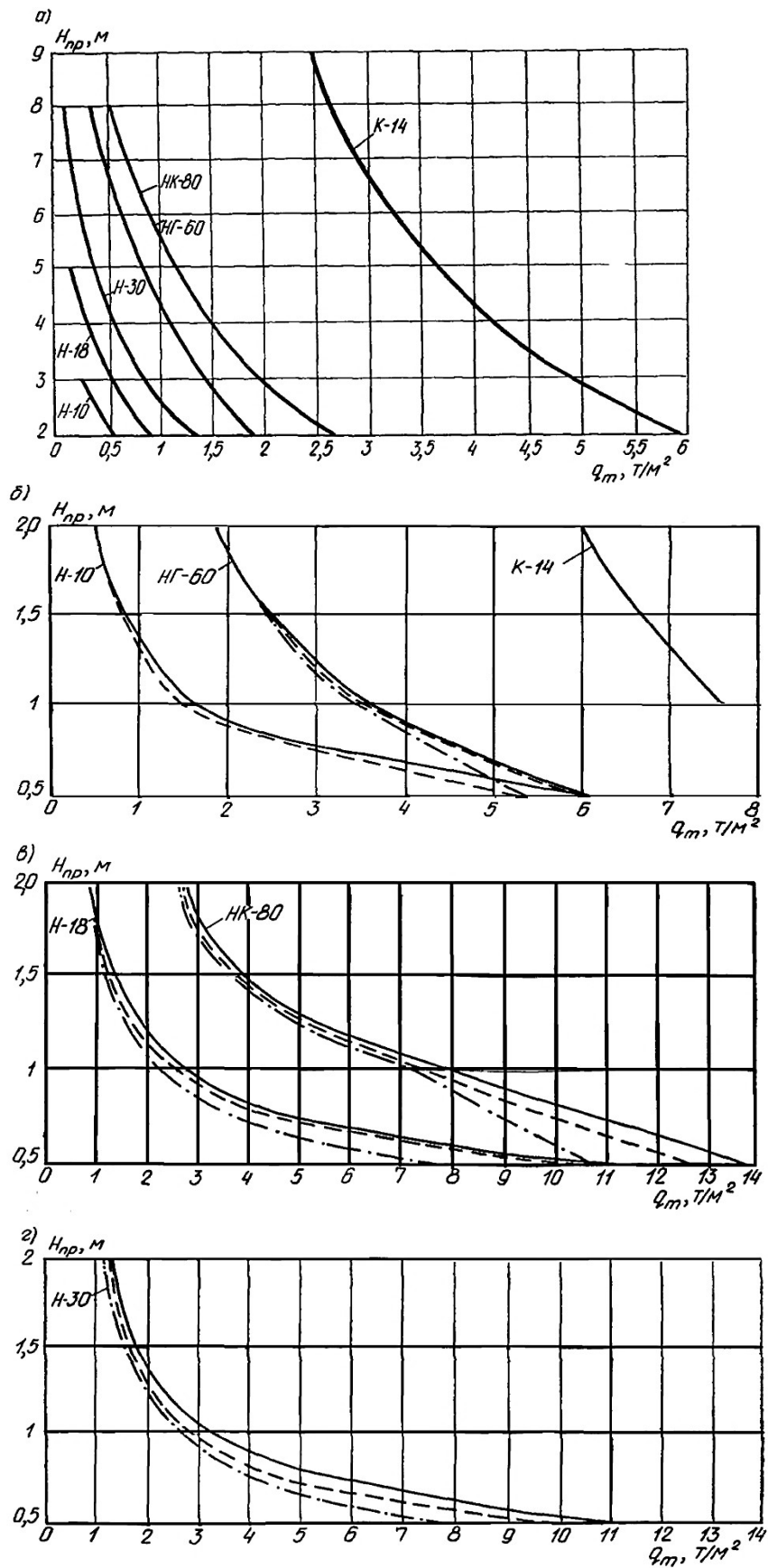
Сумарне зовнішнє навантаження на трубопровід

$$q_C = q_{ГР} + q_T + q_{ГВ}, \text{ МПа} \quad (\Gamma.4.11)$$

де $q_{ГВ} = \gamma_{ГВ} \times H_{ГВ}$ – навантаження від ґрунтових вод, МПа;

$\gamma_{ГВ}$ – питома вага ґрунтових вод, можна приймати рівною 10 кН/м³

$H_{ГВ}$ – висота ґрунтових вод над верхом труби, м.



При діаметрі труб 110 мм - суцільні лінії;
при діаметрі труб 500 мм - пунктирні лінії;
при діаметрі труб 1200 мм - штрих пунктирні лінії.

Рисунок Г.10 – Залежність нормативного тиску від транспорту q_t , від глибини закладання трубопроводу $H_{пр}$

Ступінь стискання матеріалу стінки труби від дії зовнішніх навантажень на трубопровід

$$\varepsilon_c = \frac{q_c}{2 \cdot E_0} \cdot \frac{D}{s} \quad (\text{Г.4.12})$$

Гранично допустиме значення деформації розтягу матеріалу в стінці труби, що виникає в умовах релаксації напружень:

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_r \cdot K_3} \quad (\text{Г.4.13})$$

Гранично допустима деформація розтягу матеріалу в стінці труби в умовах повзучості:

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 \cdot K_3} \quad (\text{Г.4.14})$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, рівний 1,25;

E_0 і E_r – Короткострокові і довгострокові значення модуля пружності трубного матеріалу ПЕ80 або ПЕ100, МПа;

Після цього перевіряють стійкість оболонки труби до дії сумарного зовнішнього навантаження.

Умови стійкості

$$\frac{K_{yz} \cdot K_{oe} \cdot \sqrt{n \cdot E_{cp} \cdot G_r}}{K_{zy}} \geq q_c \quad (\text{Г.4.15})$$

K_{zy} - коефіцієнт запасу на стійкість оболонки на дію зовнішніх навантажень, можна прийняти рівним 3;

Якщо обидві умови виконуються, то труба придатна для використання при вибраних умовах прокладки.

Г.4.3 Розрахунок на міцність труб «ПЕРФОКОР» по граничним деформаціям.

В країнах Європи розрахунок на міцність пластмасових трубопроводів проводять по гранично допустимій деформації перерізу труби.

Для розрахунку вертикальної деформації труби, укладених в ґрунті, використовують

Наступні рівняння

$$\frac{f}{D_m} = \frac{1,25 \cdot 0,11q}{8SN + 0,06E'_s} \quad (\text{Г.4.18})$$

де q - інтенсивність вертикального навантаження, МПа;

SN - кільцева жорсткість труби, МПа;

$$SN = \frac{EI}{D^3} = \frac{E}{12 \cdot SDR^3}$$

D_m - зовнішній діаметр труби, мм;

E'_s - секущий модуль (модуль деформації) ґрунту, МПа (таблиця Г.10).

Таблиця Г.10 – Визначення значення E'_s (МПа) в залежності від типу ґрунту і ступені ущільнення

Група ґрунту	Тип ґрунту	Не ущільнений	Ущільнений під контролем
1	Дрібний конгломерат гірських порід	0,7	2,0-5,0
2	Суміш піску	0,6	1,2-3,0
3	Супіски, суглинки	0,5	1,0-2,5
4	Пливун, глина	<0,3	0,6

Вплив навантаження транспорту розраховується із застосуванням розподілення тиску згідно теорії Буссінеска. Максимальний вертикальний тиск має місце безпосередньо під точкою прикладання навантаження Q і визначається рівнянням: для умов статичного навантаження

$$q_{\text{тр}} = 0,478 Q \gamma_f / h^2 \quad (\text{Г.4.19})$$

для умов динамічного навантаження

$$q_{\text{тр}} = 0,478 Q K_{\text{дин}} \gamma_f / h^2 \quad (\text{Г.4.20})$$

де Q – нормативне осьове навантаження, Н;

$K_{\text{дин}}$ – динамічний коефіцієнт, $K_{\text{дин}} = 1,3$;

γ_f – коефіцієнт надійності згідно навантаження, $\gamma_f = 1,0$;

h – глибина засипки трубопроводу, м.

Навантаження від шарів ґрунту і будівельного матеріалу, розміщених над верхом труби, визначається у залежності від умов розміщення трубопроводу: по методу «в насипі»

$$Q_{\text{гр}} = \gamma H D \quad (\text{Г.4.21})$$

по методу «в траншеї»

$$Q_{\text{гр}} = 0,8 \gamma H D \quad (\text{Г.4.22})$$

де γ – щільність матеріалу шарів над трубою, для ґрунту – $18-19 \text{ кН/м}^3$, для шарів дорожнього одягу – 20 кН/м^3 .

У випадку, коли рівень ґрунтових вод перевищує рівень укладки трубопроводу, щільність ґрунту зменшають до уявної щільності ґрунту у воді – 11 кН/м^3 .

Загальний вертикальний тиск від ґрунту (дорожнього одягу) і транспортних засобів, що використовується у рівняннях (Г.4.19) - (Г.4.22), визначається за формулою

$$q = Q_{\text{гр}}/D_{\text{т}} + q_{\text{тр}} \quad (\text{Г.4.23})$$

Перевіряють умову (Г.4.18) і при необхідності коректують конструкцію.

Розрахунки на міцність рекомендується проводити використовуючи розрахункові програми «Статичний розрахунок на міцність безнапірних каналізаційних трубопроводів із труб "КОРСИС", "КОРСИС ППРО" та гладких ПЕ труб» згідно методики, представленої в ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 (Додаток Д) або стандарту ATV-DVWK-A 127 «Статистичні розрахунки для каналізаційних каналів і трубопроводів».

Г.5 Розрахунок міцності поліетиленових колодязів для дренажних систем

Д.5.1 Особливості розрахунку колодязів з поліетилену

Колодязі із ПЕ повинні розраховуватися з точки зору міцності і стійкості до зовнішніх навантажень. Розрахунок міцності повинен проводитися для найскладніших умов експлуатації колодязів:

- вплив транспортного навантаження: НК-80;
- рівень ґрунтових вод: до верху траншеї.

Крім того, у зв'язку з такою властивістю поліетилену, як плавучість, при рівні ґрунтових вод вище дна колодязя, необхідно проводити розрахунок колодязів на спливання, в яких необхідно розрахувати масу бетонного «якоря», необхідного для запобігання спливання.

Г.5.2 Методика розрахунку колодязів на міцність і стійкість до зовнішніх навантажень

Розрахунки виконуються у відповідності з вимогами СНиП 2.09.03-85 [33], ДБН В.2.3-14:2006 [34], ДБН В.2.1-10:2018 [27] та ДСТУ Б В.1.2-3:2006 [35].

Розрахункова схема.

Запишемо умови міцності

$$\sigma \leq [\sigma], \quad (\text{Г.5.1})$$

Напруження в стінці шахти колодязя від дії зовнішніх навантажень

$$\sigma = \sum p_h \cdot \frac{R}{S}, \quad \text{МПа} \quad (\text{Г.5.2})$$

де R – радіус шахти колодязя, м;

S – товщина стінки шахти колодязя, м;

Сумарний тиск від дії зовнішніх навантажень

$$\sum p_h = k_s^n \cdot p_{h\gamma} + k_w^n \cdot p_{hw} + k_g \cdot p_{hg}, \quad \text{МПа} \quad (\text{Г.5.3})$$

де

k_s^n = 1,2 – коефіцієнт запасу по навантаженню від ваги ґрунту;

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

k_g = 1 – коефіцієнт запасу по навантаженню від транспорту;

Підставимо усі отримані вирази в нерівність (Г.5.1). Тепер умови міцності прийме кінцевий вигляд

$$(k_s^n \cdot p_{h\gamma} + k_w^n \cdot p_{hw} + k_g \cdot p_{hg}) \cdot \frac{R}{S} \leq m \cdot \sigma_T \quad (\text{Г.5.4})$$

Активний горизонтальний тиск ґрунту

$$p_{h\gamma} = \gamma_{ep} \cdot h \cdot \tau_n, \quad \text{МПа} \quad (\text{Г.5.5})$$

$$\gamma_{ep} = \frac{\gamma_s^n - \gamma_w^n}{1 + e}, \quad \text{кН/м}^3 \quad (\text{Г.5.6})$$

де $\gamma_{гр}$ – об'ємна вага ґрунту,

γ_s^n, γ_w^n – питома вага відповідно скелета ґрунту і води;

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

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

h – глибина закладання колодязя [м];

Коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту:

$$\tau_n = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}), \quad (\text{Г.5.7})$$

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

Тиск від транспорту

В якості транспортного навантаження в розрахунках слід приймати нормативне колісне навантаження НК-80 (навантаження від чотиривісного колісного транспорту, що створює зусилля 785 кН).

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \cdot b} \cdot \tau_r, \quad \text{МПа} \quad (\text{Г.5.8})$$

де $a = 3,8 + 2 \cdot \delta$, м – довжина площі дії транспортного навантаження на глибині h ;

$b = 3,5 + 2 \cdot \delta$, м, – ширина площі дії транспортного навантаження на глибині h ;
 $\delta = h \cdot \operatorname{tg} \theta$, м
 h – глибина закладання колодязя м;
 $\theta = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} = 30^\circ$
 – кут нахилу площини ковзання ґрунту до вертикалі;

Тиск ґрунтових вод

$$p_{hw} = \gamma_B \cdot h_B, \text{ МПа} \quad (\text{Г.5.9})$$

де $\gamma_B = 10 \text{ кН/м}^3$ – об'ємна вага води;

h_B – висота стовпа води;

Максимальні допустимі напруження в стінці шахти колодязя

$$[\sigma] = m \times \sigma_T, \text{ МПа} \quad (\text{Г.5.10})$$

де $m = 0,8$ – коефіцієнт умов роботи колодязя;

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

Всі отримані значення вставляємо в нерівність (Г.5.4) і перевіряємо їх справедливність.

Цей розрахунок повинен був бути виконаний для двох небезпечних ділянок стовбура колодязя:

верхньої частини шахти, де відбувалася найбільша концентрація напружень від транспортного навантаження

дна шахти, і найбільшої концентрації напружень від навантаження на ґрунт.

Д.5.3 Методика розрахунку колодязів для спливання

На колодязь діють такі сили:

сила виштовхування F_A , сила тертя стінки колодязя об ґрунт F_{TP} , а також власна вага колодязя, вага бетонного «якоря», вага опори або дорожньої плити, якщо така є.

Схема розрахунку.

Передбачається, що при спливанні колодязь рухається рівномірно без прискорень, тому сума всіх діючих на нього сил рівна нулю

$$\overline{F_A} + \overline{F_{TP}} + \overline{G_K} + \overline{G_J} + \overline{G_P} = 0 \quad (\text{Г.5.11})$$

В проекції на вісь ОУ:

$$F_A - F_{TP} - G_K - G_J - G_P = 0 \quad (\text{Г.5.12})$$

Звідси теоретична сила тертя:

$$F_{TP}^T = F_A - G_K - G_J - G_P \quad (\text{Г.5.13})$$

Сила виштовхування:

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot V_K \quad (\text{Г.5.14})$$

де

ρ_B – густина ґрунтових вод (можна прийняти рівною 1000 кг/м^3);

g – прискорення вільного падіння (рівна $9,81 \text{ м/с}^2$);

V_K – об'єм колодязя, зануреного у воду, м^3 .

Об'єм частини колодязя, зануреного у воду

$$V_K = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_B \quad (\text{Г.5.15})$$

де D – зовнішній діаметр робочої камери колодязя, м;

h_B – висота частина колодязя, зануреного у воду.

В розрахунках рекомендується приймати $h_{\text{в}} = h_{\text{к}}$.

Остаточно запишимо:

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_B \quad (\text{Г.5.16}) \quad \square$$

Розрахункова сила тертя, що перешкоджає спливанню колодязя

$$F_{TP} = \mu \cdot p_{h\gamma} \cdot S \quad (\text{Г.5.17})$$

де μ - коефіцієнт тертя; $p_{h\gamma}$ - активний горизонтальний тиск ґрунту;
 S - площа дії сили тертя.

Коефіцієнт тертя

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi \quad (\text{Г.5.18})$$

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

Активний горизонтальний тиск ґрунту

$$p_{h\gamma} = \gamma_{\text{зр}} \cdot h \cdot \tau_n \quad (\text{Г.5.19})$$

де h – глибина закладання колодязя, м;

$\gamma_{\text{зр}}$ – об’ємна вага ґрунту, Н/м³

τ_n – коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту.

Значення об’ємної ваги ґрунту $\gamma_{\text{зр}}$ слід приймати з умовою його зваженого у воді стану. Для піщаних ґрунтів середньої крупності $\gamma_{\text{зр}} = 12$ кН/м³ (в розрахунках приймати $12 \cdot 10^3$ Н/м³).

Коефіцієнт нормативного бокового тиску ґрунту

$$\tau_n = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{Г.5.20})$$

Площа дії сили тертя

$$S = \pi \cdot D \cdot h_{TP} \quad (\text{Г.5.21})$$

де h_{TP} – висота поверхні тертя, м.

Для колодязів, виготовлених із труб «КОРСИС» и «КОРСИС Про», через їх профільовану зовнішню поверхню, слід прийняти

$$h_{TP} = \frac{h_K}{2}, \quad (\text{Г.5.22})$$

де h_K – висота робочої камери колодязя, м.

Винятком є колодязі, виготовлені із труб «СПИРОКОР» номінальним внутрішнім діаметром 2000 мм с класами кільцевої жорсткості SN6 і SN8, які мають гладку зовнішню поверхню. В цьому випадку слід прийняти

$$h_{TP} = h_K$$

Остаточно запишимо

$$F_{TP} = \gamma_{\text{зр}} \cdot h \cdot h_{TP} \cdot \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (\text{Г.5.23})$$

Вага колодязя

$$G_K = m_K \cdot g \quad (\text{Г.5.24})$$

де m_K – маса колодязя, кг.

Вага бетонного «якоря»

$$G_{\text{я}} = m_{\text{я}} \cdot g \quad (\text{Г.5.25})$$

де $m_{\text{я}}$ – маса бетонного «якоря», кг.

Вага опорної або дорожньої плити

$$G_{\text{п}} = m_{\text{п}} \cdot g \quad (\text{Г.5.26})$$

де $m_{\text{п}}$ – маса плити, включаючи масу чавунного люка і масу бетонного розвантажувального кільця, кг.

Введемо поняття коефіцієнта запасу по стійкості на спливання. Он рівний відношенню значень розрахункової сили тертя до теоретичної

$$n = \frac{F_{\text{TP}}^P}{F_{\text{TP}}^T} = \frac{F_{\text{TP}}}{F_A - G_K - G_{\text{я}} - G_{\text{п}}} = \frac{\gamma_{\text{сп}} \cdot h \cdot h_{\text{TP}} \cdot \pi \cdot D \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \text{tg} \varphi}{\rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_B - m_K \cdot g - m_{\text{я}} \cdot g - m_{\text{п}} \cdot g} \quad (\text{Г.5.27})$$

Для запобігання спливанню колодязя $n = 1,2-1,5$. В розрахунках можна прийняти середнє значення $n = 1,35$.

Тепер із співвідношення (Г.5.27) визначимо масу бетонного якоря, необхідну для запобігання спливання колодязя

$$m_{\text{я}} \cdot g \geq \rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_B - \frac{\gamma_{\text{сп}} \cdot h \cdot h_{\text{TP}} \cdot \pi \cdot D \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \text{tg} \varphi}{n} - m_K \cdot g - m_{\text{п}} \cdot g \quad (\text{Г.5.28})$$

Звідси отримаємо

$$m_{\text{я}} \geq \rho_B \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_B - \frac{\gamma_{\text{сп}} \cdot h \cdot h_{\text{TP}} \cdot \pi \cdot D \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \text{tg} \varphi}{n \cdot g} - m_K - m_{\text{п}} \quad (\text{Г.5.29})$$

Якщо права частина нерівності (Г.5.29) є числом від'ємним, то при вибраній схемі встановлення колодязя не вимагається його навантажувати бетоном.

У випадку застосування звареного колодязя з пригрузочною камерою необхідно визначити її висоту наступним розрахунком.

Об'єм пригрузочної камери

$$V_{\text{ПК}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_{\text{ПК}}; \quad (\text{Г.5.30})$$

де d – внутрішній діаметр колодязя, м; $h_{\text{ПК}}$ – висота пригрузочної камери, м.

Об'єм бетону, який необхідно залити

$$V_B = \frac{m_{\text{я}}}{\rho_B}; \quad (\text{Г.5.31})$$

де

$m_{\text{я}}$ – маса бетонного якоря, отримана згідно формул (Г.5.28-Г.5.29), кг;

ρ_B – густина бетону у залежності від його марки (приводиться в довідковій літературі або надається виробником), кг/м³.

Приймаємо, що об'єм пригрузочної камери рівний об'єму бетону, що в неї заливається

$$\frac{m_{\text{я}}}{\rho_{\text{Б}}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_{\text{ПК}} \quad (\text{Г.5.32})$$

Звідси отримаєм

$$h_{\text{ПК}} = \frac{4 \cdot m_{\text{я}}}{\rho_{\text{Б}} \cdot \pi \cdot d^2} \quad (\text{Г.5.33})$$

Г.6 Розрахунок глибини закладання дренажу

Глибина прокладання дренажних труб з досконалим дренажем визначається глибиною закладення водонепроникного шару, а глибина недосконалого дренажу визначається за формулою

$$H = h_{\text{пр}} + l + K + d + h_0 - b, \quad (\text{Г.6.1})$$

де

$h_{\text{пр}}$ - глибина промерзання от верху дорожнього одягу, приймається по даним дослідження або при їх відсутності - по карті глибин промерзання з додаванням 0,5 м;

l – віддаль від нижньої межі промерзання до верхньої межі капілярного підняття води, приймається 0,2 - 0,25 м;

K - висота капілярного підняття води над кривою депресії, приймається за даними лабораторного аналізу (але не більше: 0,2 м - для піску; 1 м - для супісків із вмістом частинок крупніше 2 мм від 25 до 50 % і пісків пилюватих; 1,5 м - для суглинків з вмістом частинок крупніше 2 мм від 25 до 50 % і супісків із вмістом таких частинок від 15 до 25 %; 2,5 м - для глин, суглинків з вмістом частинок крупніше 2 мм менше 25 % і супісків із вмістом таких частинок менше 15 %);

$d = m_i$ - найбільше підняття кривої депресії (при розміщені дренажу по осі автомобільної дороги не враховується);

m - при односторонньому дренажі – віддаль від стінки дренажу до протилежної бровки земляного полотна автомобільної дороги; при двосторонній - віддаль от стінки дренажу до осі дороги;

i - середній нахил кривої депресії (приймається рівним: 0,0025 - 0,005 - для гальки, гравію і піску гравелистого і крупного; 0,005 - 0,015 - для піску середньої крупності; 0,015 - 0,02 - для піску дрібного; 0,015 - 0,05 - для піску пилюватого; 0,02 - 0,05 - для супісків; 0,05 - 0,12 - для суглинків; 0,12 - 0,15 - для глин з вмістом частинок крупніше 2 мм більше 25 %; 0,15 - 0,2 - для глин з вмістом частинок крупніше 2 мм менше 25 %);

h_0 - глибина води в дренажі, приймається рівною 0,3 м;

b - глибина кювета, рахуючи від верху дорожнього одягу.

Г.7 Визначення безпечної віддалі дренажної траншеї від контура заглибленої частини (фундаменту) будівлі

При укладанні дренажних труб в окремих траншеях, розміщених поблизу будівель та інших споруд, повинна бути забезпечена стійкість основи цих споруд від зміщення в сторону дренажної траншеї.

Розрахунок мінімальної безпечної віддалі L_{min} (рис. Г.11) виконується згідно формули

$$L_{\text{min}} = L_{\text{ор}} + L_{\text{д}} + \Delta h / 2 \cdot \text{tg}\varphi \quad (\text{Г.7.1})$$

де $L_{\text{ор}}$ - розширення фундаменту,

$L_{\text{д}}$ - ширина дренажної траншеї,

φ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

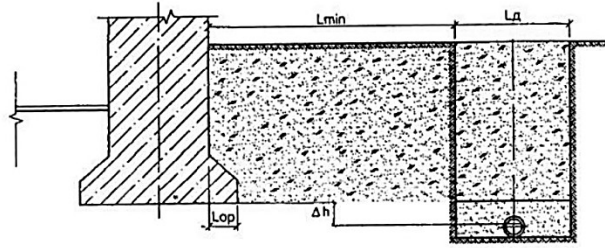


Рисунок Г.11 - До визначення безпечної віддалі дренажної траншеї від контура заглибленої частини (фундаменту) будівлі

Г.8 Розрахунок віддалі між дренами

При обґрунтуванні параметрів закритої і відкритої регульованої осушувальної мережі, як правило, необхідно використовувати матеріали фактичних спостережень на об'єктах аналогах, а також апробовані в даному регіоні методи, основані на фільтраційних розрахунках або обліку генетичних особливостей ґрунту (ДБН В 2.4-1-99 [7]).

Фільтраційні розрахунки горизонтального дренажу в однорідних ґрунтах при атмосферному і ґрунтовому водному живленні слід проводити по формулами

для випадку

$$h_d \leq \frac{a_d}{4}$$

$$a_d = 4 \left(\sqrt{L_f^2 + \frac{HT}{2q}} - L_f \right); \quad (\text{Г.8.1})$$

для випадку

$$h_d > \frac{a_d}{4}$$

$$a_d = \frac{2\pi k_f H}{q [\ln(2a_d / \pi D) + L_i]}, \quad (\text{Г.8.2})$$

де h_d — віддаль від осі дрени до водоопору, м;

a_d — віддаль між дренами, м;

L_f — загальний фільтраційний опір по ступені і характеру відкривання пласту, м;

H — розрахований напір, м;

T — провідність пласту, м²/доба;

q — інтенсивність інфільтраційного живлення (середній за розрахунковий період притік до закритих дрен, каналом), м/доба;

k_f — коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/доба;

L_i — фільтраційний опір по характеру відкривання пласту, м;

D — зовнішній діаметр дрени, м.

Загальний фільтраційний опір визначається за формулою

$$L_f = \frac{h_d}{\pi} \left[\ln \left(\frac{2h_d}{\pi D} \right) + \frac{2h_0}{h_d} \ln \left(\frac{4h_0}{\pi D} \right) + \left(1 + \frac{2h_0}{h_d} \right) L_i \right]; \quad (\text{Г.8.3})$$

де $h_0 = 0,5 H$

Розрахунковий напір слід визначати за формулою

$$H = d_d - 0,6 J_{nd}, \quad (\text{Г.8.4})$$

де J_{nd} — норма осушення, м;
 d_d — глибина до осі дрени, м.

$$T = k_f (h_0 + h_d). \quad (Г.8.5)$$

Інтенсивність інфільтраційного живлення визначається на основі регіональних даних або знаходиться за формулою

$$q = \frac{W}{t}, \quad (Г.8.6)$$

де W - кількість (шар) води, яку необхідно відвести, м;
 t — час пониження рівня ґрунтових вод до норми осушення, доба.

Кількість (шар) води, яку необхідно відвести

$$W = h_s + J_{nd} \mu + P - E_t, \quad (Г.8.7)$$

де h_s — шар води, що залишився на поверхні після сходу весняних або дощових вод.

З врахуванням заходів з організації поверхневого стоку h_s слід приймати 0,01 м;

μ — коефіцієнт водовіддачі, визначається при вишукуваннях;

P — осадки, що випали за розрахунковий період, м, приймаються під рілля і пасовища 10 %-ний і сінокосів 25 %-ною забезпеченістю;

E — добовий шар випаровування за розрахунковий період в рік 10%-ної забезпеченості для ріллі і пасовищ і 25 %-ної для сінокосів.

Фільтраційний опір по характеру по відкриванню пласта L_i у залежності від конструкції дрен слід приймати:

гофровані пластмасові труби «ПЕРФОКОР» без фільтру 4 ;

також, з обгорнуті рулонним захисно-фільтруючими матеріалами 0,5;

при влаштуванні об'ємних фільтрів товщиною 20 см і більше 0,0.

Для розрахунку віддалі між відкритими каналами слід приймати $D = 0,63\chi$, де χ - змочений периметр каналу, $L_i = 0$, величини H , d_d , h_d необхідно відраховувати від рівня води в каналі. Віддаль між дренами при спільному атмосферному і ґрунтово-

напірному водному живленні для випадку $h_d \leq \frac{a_d}{3}$ визначається за формулою

$$a_d = \frac{4h_d}{\pi} \ln \frac{4}{th[(\Delta H - 1)\pi k_f H_x / Q]}, \quad (Г.8.8)$$

$$\text{де} \quad Q = k_f \frac{\Delta \bar{H} H_x}{L}, \quad (Г.8.9)$$

$$\bar{L} = \frac{1}{\pi} \left[\ln \left(\frac{8h_d}{\pi D^*} \right) + \left(1 + \frac{H}{h_d} \right) L_i \right]; \quad (Г.8.10)$$

$$\Delta \bar{H} = \frac{\Delta H + (q / k_f) h_d}{H_x}, \quad (Г.8.11)$$

$$D^* = \sqrt{2D(H_x + D)}; \quad (Г.8.12)$$

де ΔH — перевищення п'єзометричного напору над віссю дрени, м;

$$H_x = d_d - J_{nd}; \quad (\Gamma.8.13)$$

$$q = \frac{W}{t} + k_f J; \quad (\Gamma.8.14)$$

$$J = \frac{\Delta H - H_x}{h_d} \quad \text{— градієнт висхідного потоку}$$

Решта умовні позначення приведені вище.

Розрахунок віддалі між дренами при підшкірному зволоженні слід визначати за формулою (Г.8.1-Г.8.2). При цьому

$$q = \frac{H_0 + 5(h_2 - h_1)}{6t} \mu + E - P; \quad (\Gamma.8.15)$$

$$H = H_0 - 0,4h_1 - 0,6h_2; \quad (\Gamma.8.16)$$

$$h = H_0 - 0,5H, \quad (\Gamma.8.17)$$

де H_0 — напір води в дрені, м;

h_1 — віддаль від осі дрени до рівня ґрунтових вод перед зволоженням у середині між дренами, м;

h_2 — теж саме, після зволоження;

t — час зволоження, доба;

μ — коефіцієнт водовіддачі, визначається при вишукуванні;

E — добовий шар випаровування за розрахунковий період в рік розрахункової забезпеченості, м/доба;

P — середньодобова кількість опадів за розрахунковий період в рік розрахункової забезпеченості, м /доба.

Расстояния между открытыми каналами при их расчете на отвод поверхностного стока следует определять по формуле

$$a_0 = 3,6 \frac{\sqrt{i}}{n} \cdot \frac{(1-\sigma)h}{\sigma t_a} t^2, \quad (\Gamma.8.18)$$

де t — час відводу поверхневих вод, год.;

n - шорховатість поверхні (приймається по дослідним даним), а при їх відсутності рівна: для бороздів вздовж нахилу на орній поверхні - 0,05; для рівній коткуватій поверхні - 0,08; для орній у поперек нахилу поверхні без борозди - 0,12; для поверхні з високим травостоєм - 2,3;

σ - коефіцієнт поверхневого стоку; при відсутності даних приймається згідно таблиці Г.11;

i - уклон поверхні;

h - шар опадів, мм, що випали за час t_a , год.

Таблиця Г.11 - Характеристики водопроникнення ґрунтів

Водопроникність ґрунтів	коефіцієнт поверхневого стоку σ при			
	Коефіцієнт фільтрації, м/доба	ухил водоскидної площі		
		Слабому (менше 0,1)	Середньому (0,01-0,05)	Великому (понад 0,05)
Добра	2,0	0,1-0,2	0,15-0,25	0,2-0,3
Середня	1,0	0,15-0,25	0,2-0,3	0,25-0,4
Нижче середньої	0,5	0,2-0,3	0,25-0,45	0,35-0,6
Слаба	0,1	0,25-0,4	0,3-0,6	0,4-0,75
Мерзлий ґрунт	-	0,3-0,6	0,4-0,7	0,8-0,95

Г.9 Приклади проектування дренажної системи

Г.9.1 Гідрологічний розрахунок однолінійного ідеального і неідеального дренажу.

У розрахунок вносяться такі вихідні дані: Аеродром розташований в дорожній і кліматичній зоні III. Довжина скиду – 75 м. Ґрунти, в яких водоносний горизонт затримується на глибині від 1,0 до 3,0 м, – це легкі супіски та дрібнозернисті піски. Харчування ґрунтується на кількості опадів. Важка глина, що залягає на глибині 2,6 м, служить водонепроникним бар'єром. Рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 0,6 м. Середньорічна кількість осадів 750 мм. Середня глибина промерзання ґрунту 0,3 м.

Г.9.1.1. Досконалий дренаж

Схема для розрахунку представлена на рисунку Г.3, а.

Коефіцієнти фільтрації дрібнозернистого піску і легких супісків:

$K_{\phi}^n = 4,0$ м/доба, $K_{\phi}^c = 0,7$ м/доба

Повздовжній ухил дренажних труб $i = 0,01$

При розрахунку однолінійного дренажу досконалого виду необхідно визначати рівень понижених ґрунтових вод в результаті влаштування дренажу і витрати води, що поступає в дренаж.

При досконалому типі дренажу висота непониженого рівня ґрунтових вод H над водоопором складатиме: $H = 2,6 - 0,6 = 2,0$ м

Глибина занурення дрени h під непонижений рівень ґрунтових вод при досконалому типі дренажу рівна $H = h = 2,0$ м.

Розрахункова витрата визначається при $L = 75$ м за формулою (Г.2.6), в якій витрата води на 1 п. м дренажу визначається за формулою (Г.2.3).

Середньо розрахункове значення коефіцієнта фільтрації ґрунтів визначається за формулою (Г.2.1):

$$K_{cp} = (4 + 0,7) / 2 = 2,35 \text{ м/доба}$$

Радіус депресії лінійного дренажу визначається за формулою (Г.2.5), в якій інтенсивність просочування осадів W при середньорічній кількості опадів 750 мм (таблиця Г.2):

$$W = (0,0044 + 0,0059) / 2 = 0,0051 \text{ м/доба}$$

Радіус депресії

$$R=2*\sqrt{2,35/(2 * 0,0051)} = 30\text{м}$$

Висота пониженого рівня ґрунтових вод H_x над водоопором на віддалі X от дрени визначається за формулою (Г.2.7), наприклад $X = 10\text{м}$, тоді

$$H_x = 2*\sqrt{10/30} = 1,2\text{ м}$$

Витрата води на 1 п.м дрени (за формулою Г.2.3):

$$Q_0 = 2,35*22/30 = 0,314\text{ м}^3/\text{доба}$$

$$Q = 0,314*75 = 23,55\text{ м}^3/\text{доба} = 0,235\text{ л/с}$$

При діаметрі труб DN/OD 110мм, ухилі $i=0,01$ і наповненні $h/D = 0,5$, швидкість $\Theta = 0,96\text{ м/с}$, а пропускна здатність $q=3,12\text{ л/с}$ (згідно таблиць гідравлічного розрахунку (Додаток Д)), що суттєво перевищує розрахункову витрату.

Г.9.1.2 Недосконалий дренаж

Схема для розрахунку представлена на рисунку Г.3, б

При розрахунку однолінійного дренажу недосконалого типу приймаємо, що водоопір залягає на глибині 8,5 м от дна корита. Рівень ґрунтових вод - 0,6 м.

Радіус депресії визначається за формулою Г.2.5.:

$$R=2*\sqrt{2,35/(2 * 0,0051)} = 30\text{м}$$

Розхід води на 1 погонний метр дренажу визначається за формулою Г.2.8:

$$Q_0 = 2,35*2*(2/30 + (3,14/(\ln(6,5/(3,14*0,5)) + (3,14*30)/(2*6,5))) = 2\text{ м}^3/\text{доба},$$

де

$$T = 8,5 - 2 = 6,5\text{м}$$

$$H = 8,5 - 0,6 = 7,9\text{м}$$

$$r_g = 0,5B = 0,5*1 = 0,5\text{м}, \text{ де } B - \text{ширина траншеї (приймаємо рівною 1 м)}$$

$$h_x = 2/2,35 * (((\ln(1 - e^{-(3,14*10/7,9)})/3,14) - ((30-10)/(2*7,9))) + 7,9 = 6,8\text{м (За формулою Г.2.10)}$$

$$Q = 2*75 = 150\text{ м}^3/\text{доба} = 1,74\text{ л/с}$$

При діаметрі труби DN/OD 110 мм, кроці $i = 0,01$ і заповненні $h/D = 0,5$, швидкості $\Theta = 0,96\text{ м/с}$ і пропускній здатності $q = 3,12\text{ л/с}$ (за таблицями гідравлічних розрахунків (додаток Д)), що значно перевищує проектну витрату.

Г.9.2 Гідрологічний розрахунок дренажу для зниження рівня ґрунтових вод під даною ділянкою (систематичний дренаж).

При розрахунку дренажу враховуються такі вихідні дані.

Ґрунти дрібнозерністі. Водонесний шар розташовується на глибині 0,6 м.

Живиться за рахунок атмосферних опадів, а дренується невеликими річками і струмками.

Водоопором служить суглинок, що залягає на глибині 2,5 м.

Середньорічна кількість опадів становить 700 мм. Ширина платформи $B = 42\text{ м}$.

Довжина стоків $l = 100\text{ м}$, діаметр труб «ПЕРФОКОР» = 110 мм. Ухил стоку $i = 0,01$.

Необхідно виконати гідравлічний розрахунок дренажу двох типів: досконалого (при прокладанні дрен на водонепроникному шарі) і недосконалого (при прокладанні дрен у водоносному шарі) над водоносним шаром.

Г.9.2.1 Досконалий дренаж

Схема для розрахунку представлена на рисунку Г.4, а розрахунок систематичного дренажу полягає у визначенні відстаней між дренами, що забезпечують зниження рівня ґрунтових вод до прийнятої норми дренажу P , і розрахункового скидання води, що надходить в дрени.

При розрахунку дренажу досконалого типу проектна глибина залягання водоносного шару приймається рівною $H_p = 2,5$ м.

Рівень ґрунтових вод від дна корита розміщується на глибині 0,6 м. Норма осушення $P = 1,3$ м (згідно табл. Г.3 для дрібнозернистих пісків в II кліматичній зоні).

Коефіцієнт фільтрації $K_f = 1,00$ м/доба. (згідно таблиці Г.1)

Віддаль між дренами визначається згідно формули Г.2.20)

$$H_{\max} = H_p - P = 2,5 - 1,3 = 1,2 \text{ м}$$

Віддаль дренажних труб від країв площадки приймаємо рівною 3 м.

$$2a = B + 2 \cdot 3 = 42 + 6 = 48 \text{ м}$$

Фактично $H_{\max} = 2a / (2 \cdot \sqrt{K_f / W}) = 48 / \sqrt{1 / 0,0054} = 0,7 \text{ м}$, що менше максимально допустимої 1,2 м, відповідно прийнята віддаль $2a$ допустима.

Розрахункова витрата, що поступає в дренаж визначається за формулою (Г.2.19)

$$Q = 48 \cdot 0,0054 \cdot 100 = 26 \text{ м}^3 / \text{доба} = 0,3 \text{ л/с}$$

Допускається глибина наповнення дрена (0,05-0,95) d при швидкості потоку води 0,15-1,0 м/с.

При діаметрі труб DN/OD 110 мм, ухилі $i = 0,01$ і наповненні $h/D = 0,5$, швидкість $\Theta = 0,96$ м/с, а пропускна здатність $q = 3,12$ л/с (згідно таблиць гідравлічного розрахунку (Додаток Д)), що суттєво перевищує розрахункову витрату).

Г.9.2.2 Недосконалий дренаж

В розрахунку дренажу недосконалого виду глибина водоопору $H = 12,2$ м. Рівень ґрунтових вод від дна корита розміщується на глибині 0,7 м. Норма осушення $P = 1,3$ м.

Віддаль між дренами визначається за формулою (Г.2.21).

Значення T визначається методом підбору, приймаємо $T = 8$ м, тоді

$$h_{\max} = H - (T + P) = 12,2 - (8 + 1,3) = 2,9 \text{ м}$$

Значення B_1 визначається за формулою (Г.2.22)

$$B_1 = 2,94 \cdot \lg(1 / \sin((3,14 \cdot 0,5) / (2 \cdot 8))) = 8,1$$

$$2a = 8 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{8 \cdot 1 \cdot 2,9}{0,0054 \cdot 8} \right) \cdot ((1 + 2,9) / (2 \cdot 8)) + 8,1^2} - 8,1 \right) = 47 \text{ м}$$

Відповідно, при ширині площадки, рівної 42 м, глибинні дрени можна влаштовувати від країв площадки на віддалі $0,5 \cdot (47 - 42) = 2,5$ м і менше.

Розрахунковий розхід води визначається згідно формули (Г.2.19)

$$Q = 47 \cdot 0,0054 \cdot 100 = 25,4 \text{ м}^3 / \text{доба} = 0,29 \text{ л/с}$$

Враховуючи, що на початку роботи дрена при невірному рівні ґрунтових вод фактичні витрати будуть більше від отриманих розрахунком, то наповнення труб не слід приймати більше 0,5 d .

При діаметрі труб DN 110 мм, ухилі $i = 0,01$ і наповненні $h/D = 0,5$, швидкість $\Theta = 0,96$ м/с, а пропускна здатність $q = 3,12$ л/с (згідно таблиць гідравлічного розрахунку (Додаток Д)), що суттєво перевищує розрахункову витрату.

Г.10 Приклад повного розрахунку дренажної системи

Умови:

Склад для сільськогосподарської продукції планується побудувати на краю ферми, в низині. Склад займає площу 30х30 м, глибина фундаменту 1 м. Від верхньої до рівнинної

ділянки знаходиться водоносний шар (дрібний пісок), УГВ - 1 м, водоносний горизонт - на глибині 3 м, ухил водоносного шару: $i = 0,01$. У районі складу буде інтенсивний рух транспорту, типу НК-80. Середньорічна кількість опадів – 750 мм, середня глибина промерзання ґрунту – 0,3 м. Для того щоб не допустити затоплення складу, необхідно розрахувати і побудувати дренажну систему, в якій дренажна вода відводиться в існуючу дощову каналізацію.

Розрахунок: Для захисту складу в цьому випадку доцільно встановити дренаж уздовж стінки сховища перпендикулярно напрямку руху ґрунтових вод. Для ефективного зневоднення складу беремо довжину дрени в два рази більшу за довжину стіни складу: $l = 60\text{м}$.

Дренаж досконалого типу, на водонепроникній ділянці, що оптимально для складської структури з фундаментом глибиною 1 м. Ухил дренажної труби приймається рівним $i = 0,01$. Дренаж повинен відводити всі вхідні ґрунтові води, приплив яких визначається за формулою (Г.2.3)

Коефіцієнт фільтрації ґрунту $K_{\phi} = 1,5 \text{ м}^3/\text{доба}$, згідно таблиці Г.1.

Інтенсивність інфільтрації ґрунту $W = 0,0059$, згідно таблиці Г.2

При досконалому типі дренажу висота непониженого рівня ґрунтових вод H над водоопором складе:

$$H = 3 - 1 = 2,0 \text{ м}$$

Глибина занурення дрени h під непонижений рівень ґрунтових вод при досконалому типі дренажу рівна $H = h = 2,0 \text{ м}$.

Радіус депресії згідно формули (Г.2.5)

$$R = 2 \cdot \sqrt{1,5 / (2 \cdot 0,0059)} = 22,5 \text{ м}$$

Висота пониженого рівня ґрунтових вод H_x над водоопором на віддалі X від дрени

Визначається згідно формули (Г.2.7), наприклад $X = 10\text{м}$, тоді

$$H_x = 2 \cdot \sqrt{10 / 22,5} = 1,3 \text{ м}$$

Витрата води на 1 п.м дрени (згідно формули Г.2.3):

$$Q_0 = 1,5 \cdot 22 / 22,5 = 0,27 \text{ м}^3/\text{доба}$$

$$Q = 0,27 \cdot 60 = 16,2 \text{ м}^3/\text{доба} = 0,19 \text{ л/с}$$

При діаметрі труби DN/OD 110 мм, кроці $i = 0,01$ і заповненні $h/D = 0,5$, швидкості $\Theta = 0,96 \text{ м/с}$ і пропускній здатності $q = 3,12 \text{ л/с}$ (за таблицями гідравлічних розрахунків (додаток Д)), що значно перевищує проектну витрату.

Отже, вибираємо трубу «ПЕРФОКОР», DN/OD = 110 мм, внутрішній діаметр: $D_0 = 91 \text{ мм}$.

Розміри водоприймача: довжина $H_0 = 0,015 \text{ м}$, ширина $t_0 = 0,0015 \text{ м}$, отвори розташовані у верхній частині труби, кількість пазів $S_n = 119 \text{ штук/м}$.

Проведемо гідравлічний розрахунок, щоб уточнити ухил зливу і його діаметр. Необхідно перевірити, чи здатні водоприймальні отвори вибраної труби направити всі ґрунтові води в каналізаційну систему. Секундний розрахунковий притік ґрунтових вод на розрахункову ділянку дренажного трубопроводу визначається як сумарний притік води через усі пропили на трубопроводі по усій його рахунковій довжині згідно формули (Г.3.1)

Пропускна здатність одного вертикального щілинного отвору (тобто розміщеного перпендикулярно укладеної дренажної труби) рівна

$$q_{\text{пр}} = m_e d_n t_0 H_0 \sqrt{2gH_A}, \quad (\text{Г.3.4})$$

де g – прискорене вільне падіння;

m_e - значення коефіцієнта витрат згідно Табл. Г.4;

d_n - коефіцієнт підтоплення

$$\alpha_n = \left(1 - \frac{H_f}{H_A}\right) \left(1 + \frac{H_f}{H_A}\right); \quad (\text{Г.3.5})$$

де H_I і H_A - перевищення рівня води над порогом щілини відповідно у середині труби (труба заповнена наполовину) і на зовнішньому її контурі. При вибраному типі водоприймальних отворів $H_I = 0$, оскільки, вода в заповненій наполовину трубі не досягає до розміщених зверху щілин, тобто зворотного підпору води, що затікає, нема. $H_A = 2$ м, оскільки над трубою стовп ґрунтових вод складає 2 м згідно початкових умов.

$$d_n = (1-0/2) \times (1+0/2) = 1$$

Значення коефіцієнта витрати у вертикальній щілині залежить від відношення d_{25}/t_0 і числа

Рейнольдса (Re_B) (формула (Г.3.6))

$$Re_B = \frac{1 \times 0,0015 \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,01}}{1,31 \times 10^{-6}} = 0,51 \times 10^3,$$

де h_0 – втрати напору при проходженні ґрунтових вод через щілини в трубі, при витіканні води із фільтруючої обсыпки і отвори у внутрішню порожнину трубопроводу втрати напору h_0 не повинні перевищувати 0,5 - 1 см, приймаємо у нашому випадку $h_0 = 0,01$ м; коефіцієнт кінематичної в'язкості води, що фільтрується $\eta = 1,31 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}^2$.

В якості матеріалу обсыпки використали дрібний гравій. 25% гравія складають частинки розміром близько $d_{25} = 3,7$ мм, тоді показник пористої структури матеріалу обсыпки $d_{25}/t_0 = 3,7/2,8 = 1,32$, тоді $m_e = 0,06$ (із таблиці Г.2)

$$\text{Тоді } q_{\text{пр.}} = 0,06 \times 1 \times 0,0015 \times 0,015 \sqrt{2 \times 9,8 \times 2} = 8,5 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$q_p = 119 \times 8,5 \times 10^{-6} = 0,1 \times 10^{-3} = 0,1 \text{ л/с} \quad (\text{на 1 пог. метр})$$

$Sn = 119$ шт/м – кількість прорізів на трубі

Весь дренаж на довжині 60 м зможе пропустити $Q = 0,1 \times 60 = 6 \text{ л/с}$

Раніше ми знайшли притік ґрунтових вод, який при даних геологічних умовах буде поступати до дренажної труби: $Q = 0,19$ л/с, що значно менше кількості води, які здатні пропустити водоприймальні отвори: тобто вибрана труба буде ефективно працювати на пониження ґрунтових вод навіть під час аварійних періодів роботи і після замулення частини отворів.

Якщо гідравлічний розрахунок дає результат, який істотно відрізняється від прийнятого раніше, необхідно повторити розрахунки для підбору дренажної труби з новим значенням діаметра.

Беремо діаметр труби $DN/OD = 110$ мм і переходимо до розрахунку на міцність зливу, враховуючи, що щілини в порожнинах гофри практично не впливають на кільцеву жорсткість труби.

Розрахунок на міцність дренажної труби за методикою ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 «Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб» ДОДАТОК Д (розділ Г.4.)

Вихідні дані для аналізу міцності (труба ПЕРФОКОР труба, $DN = 110$ мм, матеріал ПЕ80, кільцева жорсткість $SN8$):

геометричні характеристики труби:

$DN = 110$ мм; $D_0 = 91$ мм; $I = 0,019 \text{ см}^4/\text{см}$ (Додаток Г, Таблиця Г8) характеристики матеріалу труби:

$E_0 = 800 \text{ МПа}$; $E_t = 200 \text{ МПа}$; $\mu = 0,32$; $\sigma_0 = 20 \text{ МПа}$; $\psi_m = 0,02$; $K_3 = 1,25$

характеристики ґрунтів:

питома вага ґрунту засипки траншеї $\gamma_{\text{гр}} = 18 \text{ кН/м}^3$;

модуль деформації ґрунту $E_{\text{гр}}$ (фільтруючої обсыпки) в пазах труби 12 МПа ;

коефіцієнти, що враховують умови укладки труб: $K_0 = 1$; $K_t = 1,25$; $K_y = 1$; $K_w = 0,11$; $K_{\text{ж}} = 0,15$;

$K_{\text{гр}} = 0,06$; $K_{\text{зп}} = 1$; $K_{\text{зг}} = 3$; $K_{\text{ок}} = 1$; $n = 1$; $K_{\text{yt}} = 0,5$

транспортне навантаження - НК-80:

$G = 785 \text{ кН}$ (Таблиця Г.6); $F = 35,38 \text{ м}^2$ (Г.4.10).

В результаті розрахунку необхідно перевірити виконання нерівностей (Г.4.1) і (Г.4.15). Для цього, використовуючи первинні дані, рішим систему рівнянь (Г.4.2) – (Г.4.14), (Г.4.16),

(Г.4.17):

$$s = (12 \cdot I)^{1/3} = (12 \cdot 0,019)^{1/3} = 0,61 \text{ см} = 0,0061 \text{ м}; \quad D = D_0 + 2 \cdot s = 0,91 + 2 \cdot 0,0061 = 0,92 \text{ м};$$

$$H_{\text{гp2}} = H_{\text{гp1}} + DN/2 = 3 + 0,11/2 = 3,06 \text{ м};$$

$$q_{\text{гp}} = \gamma_{\text{гp}} \cdot H_{\text{гp2}} = 0,018 \times 3,06 = 0,055 \text{ МПа};$$

$$q_{\text{т}} = G/F = 0,022 \text{ МПа};$$

$$q_{\text{гв}} = 0,01 \times 2 = 0,02 \text{ МПа}$$

$$q_{\text{с}} = q_{\text{гp}} + q_{\text{гв}} + q_{\text{т}} = 0,06 + 0,02 + 0,022 = 0,097 \text{ МПа};$$

$$G_0 = 53,7 \frac{800 \times 0,019 \times 10^{-6}}{(1 - 0,32^2)(0,11 - 0,01)^3} = 0,909 \text{ МПа}$$

$$G_{\text{т}} = 53,7 \frac{200 \times 0,019 \times 10^{-6}}{(1 - 0,32^2)(0,2 - 0,01)^3} = 0,211 \text{ МПа}$$

$$\psi_{\text{гp}} = \frac{1 \cdot 1,25 \cdot 0,11 \cdot 0,055}{0,15 \times 0,909 + 0,06 \times 12} = 0,008 \text{ МПа}$$

$$\psi_{\text{т}} = \frac{1 \cdot 0,11 \cdot 0,022}{0,15 \times 0,909 + 0,06 \times 12} = 0,003 \text{ МПа}$$

$$\psi = 0,008 + 0,003 + 0,02 = 0,031$$

$$K_{\text{ов}} = 1 - 0,7 \psi = 1 - 0,7 \cdot 0,031 = 0,98;$$

$$\varepsilon_{\text{p}} = 4,27 \cdot 1 \cdot \frac{0,061}{0,11} \cdot 0,031 \cdot 1 = 0,07$$

$$\varepsilon_{\text{с}} = \frac{0,097}{2 \cdot 800} \cdot \frac{0,11}{0,061} = 0,00011$$

$$\varepsilon_{\text{pp}} = \frac{20}{200 \cdot 1,25} = 0,08$$

$$\varepsilon_{\text{пп}} = \frac{20}{800 \times 1,25} = 0,02$$

$$\frac{\varepsilon_{\text{p}}}{\varepsilon_{\text{pp}}} + \frac{\varepsilon_{\text{с}}}{\varepsilon_{\text{пп}}} = \frac{0,07}{0,08} + \frac{0,00011}{0,02} = 0,88 \leq 1,0,$$

тобто умови міцності труби виконуються

$$q_{\text{уст}} = \frac{0,5 \times 0,98 \sqrt{1 \cdot 12 \times 0,211}}{3} = 0,25 \geq q_{\text{с}} = 0,097, \text{ тобто умови стійкості оболонки труби}$$

Таким чином, вибрана дренажна труба по міцності підходить для даних умов.

Г10. Визначення типів ґрунтів у польових умовах

Таблиця Г.12 – Методи визначення типів ґрунтів у польових умовах

Ґрунти	Способи визначення ґрунтів				
	Розтирання на долоні	Огляд візуально через лупу	Визначення стану		Визначення здатності розкачуванню у шнур
			Сухого	Вологого	
Пісок	Відчуття піщаної маси	Видно піщані частинки	Сипучий	Не пластичний	Не скачується
Супісок легкий	Переважають крупні піщані частинки	Піщані частинки переважають над глинистими частинками	Грудки легко розтираються від тиску руки	-	-
Супісок важкий	Переважають дрібні піщані частинки	Теж	Цементация	-	Важко розкачується в шнур, розпадається на кусочки розміром 3...5 мм
Супісок пилуватий	Враження сухої муки	Піску мало переважають пилуваті частинки	Цементация відсутня	Стен пливунний	Кулька легко розтікається в млинець, в шнур не розкачується
Суглинок легкий	Відчуються піщані частинки, грудки легко роздавлюються	Ясно видно присутність піщинок на фоні тонкого порошку	При роздавлюванні вимагається певне зусилля	Пластичність і липкість мала	Довгий шнур не утворюється
Суглинок пилуватий	Піску мало, грудки роздавлюються легко	Видні тонкі пиловидні частинки	Грудки не тверді, під ударом молотка розсипаються на дрібні кусочки	Пластичність і липкість мала	Довгий шнурок не утворюється
Суглинок важкий	При розтиранні у сухому стані відчувається присутність піску. Грудки роздавлюються з трудом.	Теж	Теж	Теж, але у більшій степені	При розкачуванні утворюється довгий шнур діаметром від 1 до 2 мм. Кульки при стисканні в млинець тріскаються по краям.
Глини	При розтиранні в сирому стані піщані частинки не відчуваються. Грудки роздавлюються з великим трудом.	Однорідна глиниста тонка порошкоподібна маса, що не містить частинок крупніше 0,25 мм	Твердий в кусках, при ударі молотком розколюється на окремі куски	Доже пластичний, липкий і мажиться	При розкачуванні дає міцний довгий шнур діаметром не менше 1 мм. Легко розкочується в кульки, при стисканні в млинець не тріскається по краях.

Додаток Д
(довідковий)

Заміна стандартів

Стандарт, що втратив чинність	Діючий стандарт
СНиП 2.01.09-91.	Замінено ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення (На заміну ДБН В.1.1-5-2000)
СНиП 2.01-15-90	ДБН В.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування,
СНиП 2.02.01-83 (в редакції 1995 року)	ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення
СНиП 2.04.01-85.	ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво
СНиП 2.04.03-85.	Заміна ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація: Проектування Зовнішніх Мереж та Споруд.
СНиП 2.05.02-85 та СНиП 3.06.03-85	ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. частина ІІ. Будівництво
СНиП 2.05.07-85	ДБН В.2.4-5:2012 Хвостосховища і шлаконакопичувачі. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво
СНиП 2.06.03-85.	В.2.4-1-99 "Меліоративні системи та споруди
СНиП 2.06.15-85	ДБН В.1.1-25-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення,
СНиП 3.01.01-85.	ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
СНиП 3.01.04-87.	Зміна № 3 ДБН А.31-3-94 "Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення".
СНиП 3.02.01-85.	ДБН В.2.5-75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування"
СНиП 3.02.01-87	ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)
СНиП 3.05.01-85.	Заміна ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD)
СНиП 3.05.04-85.	ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації.
СН 478-80	ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб
СНиП ІІ-89-80	ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"
СНиП ІІІ-4-80.	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)
СНиП ІІ-89-80	ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»

СНиП III-4-80	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)
ГОСТ 27751-88 Зміна № 1	ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Зміна № 1
ГОСТ 30412-96	ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу
ГОСТ 12.1.044	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)
ТУ 2291-007- 73011750-2010	ДСТУ Б EN 13598-2:2012 Системи пластмасових трубопроводів для безнапірного дренажу та каналізації. Непластифікований полівінілхлорид (PVCU), поліпропілен (PP) та поліетилен (PE). Частина 2. Технічні вимоги до оглядових колодязів і ревізійних камер в місцях руху транспорту і глибокому підземному проляганні (EN 13598-2:2009, IDT)
ВБН В.2.3-218-186-2004	ДСТУ-Н Б В.2.3-41:2016 Настанова з проектування дренажних конструкцій мілкового закладання на автомобільних дорогах (про підбір внутрішнього діаметра труби, проектна відстань між дренажними прорізами)