

АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

2019

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2019

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2019

УДК 628.35(075.8)
А22

Колектив авторів:

П. Г. Кирієнко, О. В. Бетін, С. М. Сидоренко, І. М. Берешко, І. Є. Хоменко

Рецензенти: д-р екон. наук О. О. Дмитрієва,
канд. техн. наук Є. М. Варламов

Автономні системи очищення побутових стічних вод [Текст]:
А22 навч. посіб. / П. Г. Кирієнко, О. В. Бетін, С. М. Сидоренко, І. М. Берешко,
І. Є. Хоменко. — Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського
«Харків. авіац. ін-т», 2019. — 80 с.

ISBN 978-966-622-719-6

Розглянуто область застосування малогабаритних споруд для очищення побутових стічних вод, теоретичні основи процесів біохімічного окислення забруднень. Описано інженерне оснащення прибудинкової зони з розміщенням септика і фільтрувального колодязя, виконано розрахунки об'єму септика.

Для очищення води від нафтопродуктів запропоновано сепаратори нафтопродуктів, каталожні карти. Наведено розрахунок і підбір сепараторів. Особливу увагу приділено автономним спорудам очищення побутових стічних вод біологічним методом, зазначено різні варіанти інженерного обладнання.

Для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища».

Іл. 65. Табл. 17. Бібліогр.: 14 назв

УДК 628.35(075.8)

© Колектив авторів, 2019
© Національний аерокосмічний
університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2019

ISBN 978-966-622-719-6

«Вода, у тебе немає ні смаку, ні кольору, ні запаху, тебе неможливо описати, тобою насолоджуєшся, не відаючи, що ти таке. Не можна сказати, що ти необхідна для життя: ти – саме життя. Ти сповнюєш нас радістю, яку не пояснити нашими почуттями. З тобою повертаються до нас сили, які нас покинули. За твоєю милістю у нас знову починають вирувати висохлі джерела нашого серця. Ти — найбільше багатство у світі...»

Антуан де Сент-Екзюпері

ВСТУП

Вода – одна з найпоширеніших речовин у природі, без якої не можуть існувати живі організми, від якої залежить здоров'я людини, її нормальна життєдіяльність. Близько 80 % тіла людини становить вода. Процеси травлення, всі обмінні процеси, синтез живої речовини відбуваються тільки у водному середовищі.

Інтенсивний розвиток промисловості й сільського господарства, збільшення населення, освоєння нових територій потребує збільшення водопостачання, що суттєво впливає на стан водних об'єктів, і визначає важливість задач водоочищення.

В Україні питаннями вивчення, обліку, планування раціонального використання водних ресурсів, охорони поверхневих і підземних вод від забруднення і виснаження, очищення побутових і промислових стічних вод займаються певні підрозділи водогосподарського комплексу.

Очищення води в каналізованих населених пунктах відбувається у встановленому порядку: стічні води промислових підприємств очищаються на самих підприємствах, а побутові стічні води скидаються в загальну каналізаційну мережу і очищаються на міських біологічних станціях. У населених пунктах, де немає каналізаційної мережі, як правило, використовується вигрібна яма, що в наш час є анахронізмом: не забезпечуються санітарно-епідеміологічні норми, забруднюються підземні води, порушується екологічна рівновага. Тому в неканалізованих населених пунктах пропонується застосування автономних систем очищення побутових стічних вод, які можна встановлювати в сільських школах, придорожніх кафе, готелях, приватних садибах. Вони не використовують енергетичних ресурсів, працюють за біологічним методом очищення, займають невеликі площі землі, їх можна застосовувати в різних геологічних водно-грунтових умовах. Ступінь очищення побутових стічних вод може досягати 93...98 %.

ПОНЯТТЯ, ЩО СТОСУЮТЬСЯ ОЧИСНИХ СПОРУД

Грунтові води – це води, що надходять під поверхню ґрунту, заповнюють вільний простір між зернами піску, гравію або тріщини в гірських породах (ці води заповнюють колодязі).

Поверхневі води – це озера, річки, ставки, болота та інші водотоки і водозбірники на поверхні землі.

Дзеркало ґрунтової води – це рівень поверхні води в ґрунті. Можна прийняти, що дзеркало ґрунтової води знаходиться на такій самій відстані від поверхні землі, що й дзеркало (або поверхня) води в колодязі.

Ґрунт проникний (водопроникний) – це ґрунт, який легко пропускає воду (стоки), звичайно це є пісок або гравій.

Ґрунт непроникний – це ґрунт, в який вода (стоки) просочується дуже довго (звичайно це є глина, мул, лес або суміш піску з глиною і лесом).

Стічні води (стоки) – це вода, забруднена в результаті її застосування людьми з різними цілями (наприклад, побутовими стоками називають воду, яку використовували для прання, миття, змивання унітазу та ін.).

Споруда для очищення стічних вод – це устаткування для збирання, очищення і відведення стоків у ґрунт або скидання в поверхневу водойму.

Каналізація – це інженерна споруда для відведення забруднених вод в очисну установку.

Септик – це резервуар, в якому стоки затримуються як мінімум на три дні і проходять попереднє очищення від зависей. Суспензії, що осідають, утворюють осад, який піддається процесу бродіння і який слід вилучати один раз у два роки.

Плівка – це піна, що утворюється на поверхні стоків у відстійнику внаслідок бродіння і скупчування жирів та інших плаваючих частинок.

Дрена – це система трубопроводів, які використовують для подачі або відведення вод з ґрунту.

Збірний дренаж – це система дренажів, прокладених у ґрунті з метою збирання очищених стоків.

Фільтрувальний дренаж – це система дренажів, прокладених у ґрунті з метою рівномірного розподілу стоків.

Геотекстильний матеріал – це сучасний, проникний для води фільтрувальний матеріал, що затримує механічні частинки.

Приймачі стоків – це річка, канава, ґрунт, куди відводяться стоки після їх очищення. На відведення стоків у приймачі потрібно мати відповідний дозвіл.

Час затримки стоків – це період, протягом якого стоки знаходяться у відстійнику, перш ніж вийдуть з нього. Стоки постійно надходять у відстійник і витікають з нього. Тому час затримки стоків – це період, протягом якого частина стоків проходить від входу до виходу з відстійника.

Локальна очисна споруда – пристрій, що очищає стоки з домашніх господарств і дозволяє відводити їх в очищеному вигляді в навколишнє середовище (канави, річки, ґрунт).

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

1.3 Призначення і область застосування малогабаритних очисних споруд

При будівництві каналізаційних споруд для невеликих населених пунктів і окремо розташованих об'єктів і у разі, якщо місцеві умови (санітарні, ґрунтові, кліматичні, гідрологічні) або технічно-екологічні обґрунтування не дозволяють використовувати методи ґрунтового очищення стічних вод, застосовують споруди з примусовим біологічним очищенням. Ці очисні споруди призначено для невеликих населених пунктів, санаторіїв, шкіл-інтернатів, придорожніх кафе, заправок, молочних заводів, м'ясокомбінатів, залізничних станцій та інших об'єктів, які неможливо приєднати до централізованих каналізаційних систем або у разі їх повної відсутності.

Такими перспективними каналізаційними спорудами є малогабаритні очисні споруди.

Під малогабаритними очисними спорудами слід розуміти такі споруди, які за конструктивним виконанням є компактними, займають невеликі земельні ділянки і об'єднують весь комплекс процесів з очищення стічної рідини – механічне і біохімічне очищення, оброблення осаду, доочищення і дезінфекцію. Це дозволяє розташовувати очисні споруди поблизу об'єктів каналізування, зменшувати їх вартість, спрощувати експлуатацію і санітарний контроль.

Малогабаритні очисні споруди створюють для повного біохімічного очищення побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод невеликих населених пунктів і окремо розташованих неканалізованих об'єктів з кількістю стоків до 10000 м³/доб. У таких очисних спорудах використовуються інтенсивні методи штучного біохімічного очищення стічних вод.

На малогабаритних очисних спорудах ефект очищення стічних вод може досягати 3...6 г/м³ біологічного споживання кисню протягом 20 днів (БСК₂₀) в очищеній воді. Такі споруди можна використовувати в несприятливих кліматичних, гідрогеологічних і ґрунтових умовах: при високому рівні ґрунтових вод, малофільтрувальних, тріщинуватих і просідаючих ґрунтах та при низьких зовнішніх температурах повітря. У всіх випадках, коли температура мулової суміші в аераційній секції малогабаритних споруд буде нижче +6 °С, необхідно передбачати підігрів циркуляційного активного мулу або скидання на споруди теплих стоків.

Побутові стічні води повинні мати концентрацію водневих іонів рН не менше 6,5 і не більше 8,5, температуру не нижче +10 °С і не вище +30 °С, загальну концентрацію розчинених солей не більше 10 г/л. Виробничі стічні води мають містити достатню кількість біогенних сполук (речовин): азоту амонійних солей не менше 25 г/м³, фосфатів не менше 8 г/м³.

Малогабаритні очисні споруди можна розташовувати на територіях з будь-якими ґрунтовими умовами і будь-яким рівнем ґрунтових вод. Однак при цьому може виникнути потреба в закріпленні ґрунтів і захисті підземних частин буді-

вель і споруд від дії ґрунтових вод, що призведе до подорожчання вартості будівництва. Здебільшого для зниження стояння ґрунтових вод використовують дренажі.

Ґрунти залежно від можливого просідання при замочуванні поділяють на два типи:

- ґрунти, в яких просідання під власною вагою відсутнє або не перевищує 5 см;

- ґрунти, в яких просідання перевищує 5 см.

Малогабаритні очисні споруди добре працюють, коли концентрація забруднень за БСК₂₀ не перевищує 500 мг/л. При більшій концентрації забруднень за БСК₂₀ необхідно передбачати ступеневу схему очищення. Зі стічних вод, наприклад, м'ясокомбінатів можна рекомендувати попереднє видалення жирів в жируловлювачах з наступною преаерацією стічної води з активним мулом протягом 20-30 хвилин. Таке попереднє ступеневе видалення забруднень знижує їх концентрацію за БСК₂₀ з 2000 до 400 мг/л.

1.2 Санітарна доцільність використання малогабаритних очисних споруд

Правильно організоване очищення невеликих населених пунктів від нечистот є найбільш ефективним заходом у боротьбі з кишковими інфекціями та інвазіями. В переліку заходів, складених Комітетом експертів Всесвітньої організації здоров'я, захист навколишнього середовища, видалення і знезараження стоків є основними заходами, проведення яких має забезпечити епідеміологічну безпеку навколишнього середовища в малих населених пунктах.

Підвищення захворювання кишковими інфекціями та інвазіями спостерігається у всіх країнах світу в тих населених пунктах, де відсутнє правильно організоване санітарне очищення від нечистот. У сільських населених пунктах, дачних та інших поселеннях України поряд з каналізацією використовується вигрібна яма. Це вже давно стало анахронізмом. Утилізація побутових нечистот асенізаційними машинами не може забезпечити належних санітарних умов і є неекономічною. Установлено, що видалення стоків за вивізною схемою вартує приблизно в 10 разів дорожче, ніж будівництво, експлуатація і очищення стічної рідини на малих очисних спорудах.

Таким чином, з гігієнічної і економічної точок зору стоки, що утворюються в невеликих населених пунктах, слід видаляти по каналізаційних мережах з наступним біологічним очищенням на загальних сільських або локальних очисних спорудах. Із всіх споруд біологічного очищення найбільш прийнятними є малогабаритні очисні споруди. Це було встановлено в результаті вивчення впливу малогабаритних очисних споруд на навколишнє середовище за спеціальною методикою. Суть цієї методики полягає в тому, що гігієнічне оцінювання впливу очисних споруд на навколишнє середовище виконують на основі таких показників:

- інтенсивності і дальності поширення запахів від місця розташування очисних споруд в різні періоди експлуатації і в різних метеорологічних умовах;
- інтенсивності та дальності поширення шуму і його частотних характеристик;
- ступеня хімічних і бактеріальних забруднень в ґрунті і дальності їх поширення від очисних споруд в горизонтальній площині при порушенні герметичності цих споруд і по поверхні ґрунту в результаті механічного переносу забруднень;
- ступеня і дальності поширення хімічних і бактеріальних забруднень в атмосферному повітрі;
- ступеня і дальності поширення хімічних і бактеріальних забруднень у ґрунтовому потоці.

На основі багатолітніх досліджень виявлено, що малогабаритні очисні споруди мають менший негативний вплив на навколишнє середовище, ніж інші типи очисних споруд. Так, при механічному очищенні стічних вод на малогабаритних очисних спорудах з наступним їх обробленням на біофільтрах або аеротенках знижується кількість завислих речовин на 70...92 %, БСК на 80...90 %.

Необхідність використання малогабаритних очисних споруд обумовлена не тільки відсутністю централізованої каналізаційної мережі в населеному пункті, а і у зв'язку з винесенням за межі населених пунктів деяких закладів (санаторіїв, баз відпочинку, шкіл-інтернатів, піонерських і спортивних таборів, залізничних станцій, придорожніх кафе, заправок, дач, молочних заводів, м'ясокомбінатів та інших закладів, розташованих далеко від місць каналізування), в яких необхідно підтримувати санітарні, гігієнічні та екологічні вимоги щодо захисту навколишнього середовища і здоров'я людей.

1.3 Теоретичні основи процесів біохімічного окислення забруднень

Сучасні вітчизняні й зарубіжні малогабаритні очисні споруди належать до споруд зі штучними методами біохімічного очищення. Такі установки відтворюють процеси самоочищення в земних умовах (біофільтри) і у водоймах (аераційні установки з активним мулом).

Основне завдання біохімічного очищення стічної рідини – видалення органічних речовин у вигляді тонких суспензій, колоїдів шляхом біохімічних окислювально-відновних процесів, які виконуються аеробними мікроорганізмами (бактеріями, грибами, водоростями, найпростішими).

Відомо, що біохімічне очищення стічних вод виконують мікроби. Мікроби не мають спеціальних органів травлення, тому всі необхідні для їх існування речовини попадають в клітину шляхом осмотичного всмоктування через найдрібніші пори клітинної оболонки. Ці пори є такими малими, що поживні речовини для проникнення через них мають бути попередньо подріблені до молекулярного стану або попередньо перетворені в прості сполуки в оточуючому їх розчині. Для цього в процесі еволюції у мікроорганізмів виробилась здатність виділяти в жи-

вильне середовище гідролітичні екзоферменти, які підготовлюють складні речовини до засвоєння мікробною клітиною.

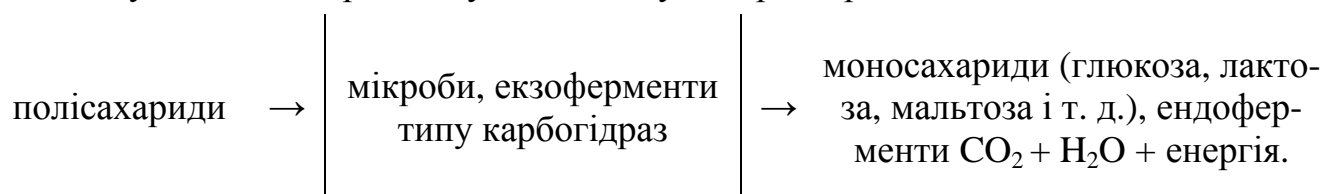
Ці екзоферменти за характером роботи поділяють на дві групи: екзоферменти (ектоферменти), які здійснюють роботу поза клітиною, і ендоферменти, які працюють усередині клітини. Екзоферменти беруть участь у підготовці поживних речовин для засвоювання клітиною і безпосередньо в процесі засвоєння їх клітиною. Як тільки поживні речовини попадають в клітину, ендоферменти переробляють їх на поживну речовину протоплазми клітини.

Характер дії ферментів є різним. Одні з них впливають на білки, другі – на жири, треті – на вуглеводи. Естерази (ліпаза) розщеплюють жири, зустрічаються у багатьох бактеріях і пліснявих грибках. Карбогідрази розщеплюють крохмаль, молочний цукор; вони є в молочнокислих бактеріях, кишковій паличці. Протерази розщеплюють білкову молекулу, виділяються багатьма гнійними бактеріями.

Біохімічні процеси, які відбуваються при очищенні стічної води, дуже складні. Наведемо їх схематичне відображення.

Органічні сполуки тваринного і рослинного походження попадають в стічну воду у вигляді вуглеводів, жирів і білків, а також у вигляді продуктів їх життєдіяльності.

Вуглеводи в аеробних умовах можуть перетворюватися за такою схемою:



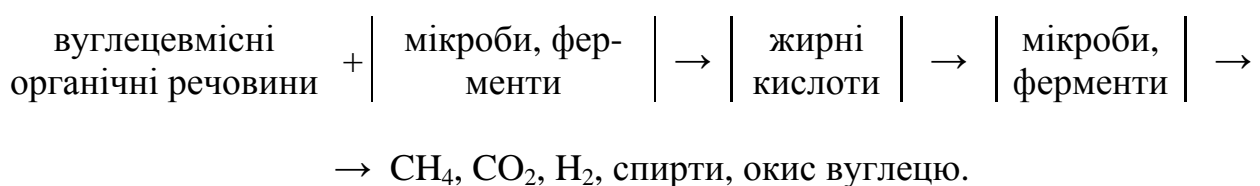
Незначна частина моносахаридів використовується для синтезу глікогену різних мікробних кліток. Більша їх частина в процесі ендогенного дихання мікробної клітини окислюється. Наприклад, ендогенне окислення глюкози схематично має вигляд



Окислення вуглецевмісних речовин в аеробних умовах має назву декарбонізації стічної рідини.

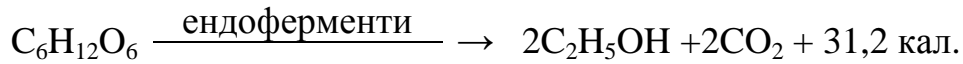
В анаеробних умовах біохімічні процеси розкладання органічних речовин є набагато складнішими. Загальний напрямок біохімічних процесів полягає в розкладанні вуглецевмісних органічних сполук з утворенням жирних кислот із наступним їх розпадом до водню, вуглекислоти, метану та інших газів.

Схематично це можна зобразити так:



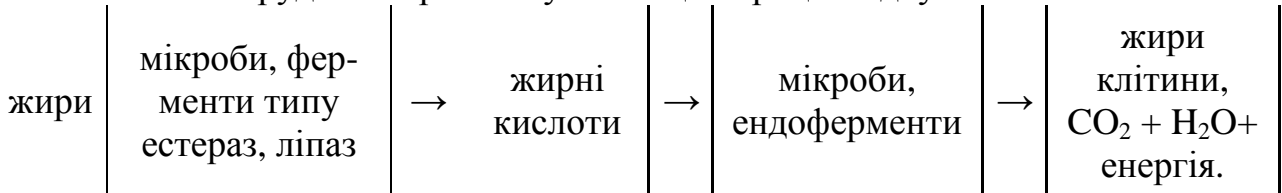
Дихання анаеробів відбувається без участі кисню. Вони одержують необхідну енергію шляхом розщеплення складної молекули органічної речовини на простіші. При цьому виділяється набагато менше енергії, ніж в аеробних умовах.

Прикладом анаеробного дихання може бути процес бродіння глюкози:



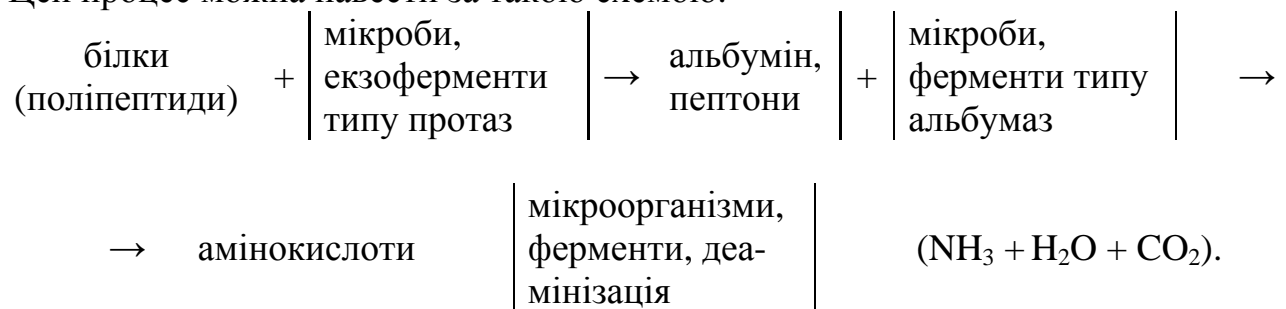
Анаеробні біохімічні процеси використовують на практиці при знезараженні і розкладанні осаду стічної рідини.

Жири дуже повільно і мало піддаються біохімічним процесам розщеплення. На очисних спорудах в аеробних умовах цей процес відбувається так:

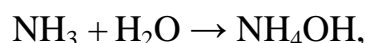


В анаеробних умовах розщеплення жирів відбувається за тією ж схемою, що і розщеплення вуглеводів.

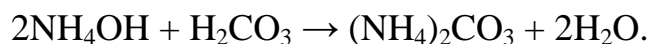
Необхідним елементом для розвитку будь-якого мікроорганізму є один із органогенів – азот. У зв'язку з цим на практиці велике значення має біохімічний розпад білків. В аеробних умовах білкові молекули під дією ферментів, що виділяються мікроорганізмами, розщеплюються на ряд простих речовин. Цей розпад здійснюється через альбумози і лептони до одержання амінокислот. Деякі бактерії містять фермент триптазу і безпосередньо розщеплюють білки на амінокислоти, минаючи стадію пептону. Частина амінокислот використовується як пластичний і енергетичний матеріал для розмноження мікроорганізмів біоплівки або активного мулу, а частина застосовується для деамінізації з утворенням аміаку, води і вуглецю. В аеробних умовах аміак розчиняється у воді, утворюючи гідрат окису амонію, який, зв'язуючись з вуглекислою, створює вуглекислий амоній. Цей процес можна навести за такою схемою:



Аміак, з'єднуючись з водою, утворює гідрат окису амонію:



який, в свою чергу, реагує з вуглекислою і утворює вуглекислий амоній:



Слід зазначити, що більша частина амінокислот, що утворилась із білків стічних вод при їх розщепленні, використовується як пластичний і енергетичний матеріал для приросту біоплівки і активного мулу.

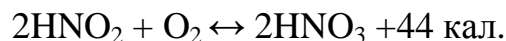
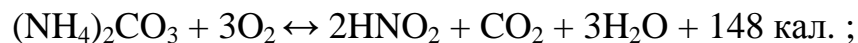
Азотомісні органічні речовини попадають у стічну воду не тільки у вигляді білка, але й у вигляді продуктів обміну, зокрема сечовини, яка під дією уробактерій і їх ферменту уреазид гідролізується і утворює вуглекислий амоній:



Вуглекислий амоній, що утворюється під час деамінізації, самоокислення активного мулу, гідролізу сечовини та інших продуктів азотистого обміну, надалі окисляється під дією аеробних бактерій.

Цей процес одержав назву денітрифікації і здійснюється у дві фази. В першій фазі біохімічного окислення амонійні солі перетворюються на азотисті сполуки (нітрати) коковими бактеріями із роду *V.Nitrosomonas*, а в другій – на азотні сполуки (нітрати) бактеріями із роду *V.Nitrobacter*.

Реакція відбувається у такому порядку:



Таким чином, азотна кислота у вигляді мінеральних солей (нітратів) є кінцевим продуктом окислення білка і продуктів їх обміну в тваринному і рослинному організмах. У зв'язку з цим за кількістю нітратів роблять висновок про успішність і повноту процесу біохімічного окислення.

Процес нітрифікації пов'язано з виділенням тепла і тому відіграє значну роль при експлуатації очисних споруд в зимовий період.

Окрім тепла при нітрифікації накопичується запас кисню, який надалі може бути використано для біохімічного окислення органічних безазотистих речовин. У цьому процесі повністю застосовується весь вільний (розчинений) кисень. Під дією денітрифікаційних бактерій кисень відщеплюється від нітратів і повторно використовується для окислення органічних речовин.

Ступінь відновлюваних дій бактерій, незважаючи на їх біохімічні особливості, залежить від складу середовища, його реакції та інших умов. Так, у лужному середовищі при значному доступі повітря відновлювальний процес не відбувається далі утворення солей азотистої кислоти; в кислому середовищі при невеликому притоку кисню відновлення відбувається до появи аміаку.

Денітрифікацією називають розклад азотно- або азотистокислих солей з виділенням вільного азоту. Не маючи вільного кисню або маючи його в невеликій кількості, денітрифікуючі бактерії запозичують його у солей азотної і азотистої кислот і одночасно окисляють безазотні органічні сполуки, одержуючи у цьому окислювальному процесі потрібну їм енергію. Азотом селітри вони також користуються для побудови своєї плазми. Цей складний процес, який одночасно є окислювальним і відновлювальним, може бути описано рівнянням :

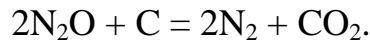


де С – органічний вуглець.

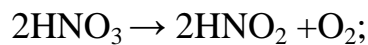
Нітратний азот спочатку відновлюється до закису азоту, який постійно є присутнім у газах, що виділяються при денітрифікації:



а закис азоту потім розкладається з виділенням вільного азоту:



Процес денітрифікації протікає в три фази:



У зв'язку з тим, що встановлено співвідношення між окисленою глюкозою і відновленим нітратом – CO_2 і N_2 , формула розкладання селітри буде мати такий вигляд:



З внутрішньої сторони процес денітрифікації характеризується великим виділенням газів, суміші азоту і вуглекислоти, іноді з домішкою окису азоту.

Джерелом енергії денітрифікуючих бактерій можуть бути вуглеводи, спирти, органічні кислоти, пептон, мочеви́на та інші органічні сполуки.

Частина нітратів, утворених при біохімічному окисленні органічних речовин стічної води, засвоюється рослинами при потраплянні мінералізованих стічних вод у ґрунт, частина денітрифікується, а азот нітратів використовується для біосинтезу активного мулу або біоплівки.

У ході використання і перетворення клітинами біоплівки органічних речовин, одержаних із стічної води, біомаса плівки зростає. Життєдіяльна біоплівка має розвинуту активну поверхню контакту між бактеріями і забрудненнями: один кілограм бактеріальної маси має поверхню близько 4000 м^2 . Приріст біоплівки регулюється навантаженням. Якщо навантаження мале, відбувається самоокислення біоплівки, якщо навантаження підвищене – зростання біомаси.

У біоплівках, особливо із збільшеною товщиною, комплекс фізико-хімічних і біологічних процесів є дуже складним. Біоплівки товщиною більше 2...3 мм (рисунок 1.1) мають аеробний і анаеробний шари, в яких, обмінюючись вихідними речовинами і продуктами реакцій, знаходяться шари стічної води і по-

вітря, причому анаеробний шар сприяє своєчасному відторгненню мінералізованої біоплівки.

Процес очищення стічних вод з використанням біофільтрів поділяють на два періоди: біологічне дозрівання робочої біоплівки і біохімічне окислення забруднень.

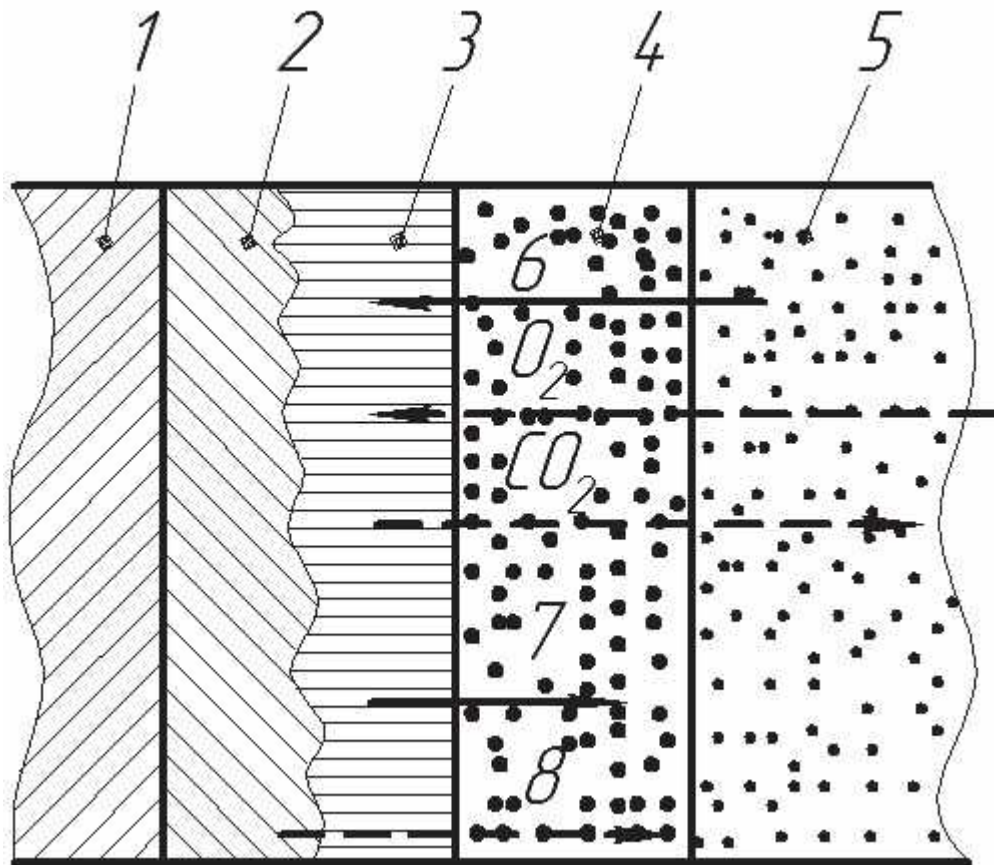


Рисунок 1.1 – Схема процесу очищення стічної води в біофільтрах: 1 – завантаження; 2 – анаеробний шар біоплівки; 3 – аеробний шар біоплівки; 4 – стічна вода; 6 – органічні забруднення; 7 – продукти життєдіяльності мікроорганізмів; 8 – продукти обміну біоплівки в анаеробному шарі (сірководень і аміак)

Біофільтр – це відкрита екологічна система, обмежена в просторі. Екосистема біофільтра складається з двох середовищ: живого (біоценозу біоплівки) і неживого (конструктивної частини біофільтра і завантаження, рухомих компонентів рідкої та газової фаз). Екосистема біофільтра вирізняється стійкою рівновагою і саморегуляцією, можливістю повертатися у вихідне положення після відхилення від стабільного стану в результаті дії зовнішнього середовища і умов функціонування.

За видом матеріалу завантаження біофільтри поділяють на біофільтри з об'ємним завантаженням (гравієм, шлаком, керамзитом, щебнем та ін.) і біофільтри з плоским завантаженням (пластмасами, керамікою, тканинами, піносклом та ін.).

Кількість біомаси в плівці досягає певної величини, після чого настає режим стаціонарного процесу, коли кількість відмерлої і відторгнутої біоплівки буде відповідати кількості прирощеної біомаси. Таким чином, кількість робочої біомаси буде постійною. Цей стаціонарний, або рівноважний процес відповідає конструктивним параметрам (характеристикам) конкретного виду біофільтра з конкретним завантаженням.

Патогенні мікроорганізми (віруси, бактерії, яйця гельмінтів) затримуються біоплівкою на 90 % і гинуть в ній тільки частково. Тому рідку фазу стоків після біофільтра перед випуском у водойму хлорують, а вимиту біоплівку знезаражують на мулових майданчиках.

2 ОБЛАДНАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ, ДАЧІ

Каналізація – один із основних необхідних елементів благоустрою житлового будинку, який створює для жителів комплекс необхідних побутових послуг. Будівництво каналізації має входити в проект побудови житлового будинку і виконувати його може суб'єкт, який має відповідну ліцензію. Будівництво каналізації для житлового будинку слід узгоджувати з виконавчими органами місцевої влади, а якщо очисна вода випускається прямо у водойму – з органами охорони водних ресурсів.

Норми водовідведення для житлових будинків встановлено залежно від ступеня благоустрою. В житлових будинках з водопроводом і каналізацією (без ванни) добова і годинна витрата стічної води в розрахунку на сім'ю з п'яти людей становить відповідно 0,7 і 0,07 м³; у таких же будинках тільки з ваннами і місцевими водонагрівачами – 0,9 і 0,09 м³.

Система малогабаритних очисних споруд містить внутрішні і зовнішні системи каналізаційних трубопроводів, септик і споруди біологічного очищення стічних вод. Внутрішні каналізаційні мережі і сантехнічне обладнання встановлюють відповідно до проектної документації житлового будинку.

2.1 Зовнішня мережа прибудинкової каналізації

Зовнішню мережу каналізації застосовують для відведення стічних вод із будинків до малогабаритних очисних споруд. Для її монтажу використовують трубу із поліетилену низького тиску діаметром 110 мм (раніше застосовували керамічні, азбестоцементні, пластмасові та інші труби). Надходження стічних вод до очисних споруд, як правило, здійснюється самопливом. Для цього труби зовнішньої мережі слід прокладати з нахилом не менше 10 мм на один погонний метр каналізаційної труби.

Глибину закладання труб зовнішньої мережі визначають з урахуванням експлуатації каналізаційної мережі в певній місцевості. Якщо відсутні такі дані, то найменша глибина закладання каналізаційних труб може бути на 300 мм ниж-

че ніж найбільша глибина промерзання ґрунту, але не менше 700 мм від верху труби до нульової планованої позначки.

Для огляду і очищення каналізаційної мережі обладнують оглядові колодязі (рисунок 2.1). Це така ж каналізаційна труба, яка зверху закінчується пластмасовим люком, а в місці приєднання оглядової труби встановлюють трійник. Такі оглядові колодязі розташовують у місцях повороту каналізаційних труб або місцях приєднання іншої каналізаційної труби. Однак вони не є традиційними. Для традиційних оглядових колодязів є характерним залізобетонний (бутовий, цегляний та інший) колодязь з відкритою каналізаційною мережею, проте для зменшення капіталовкладень можна для огляду і очищення використовувати запропонований оглядовий колодязь каналізаційних труб.

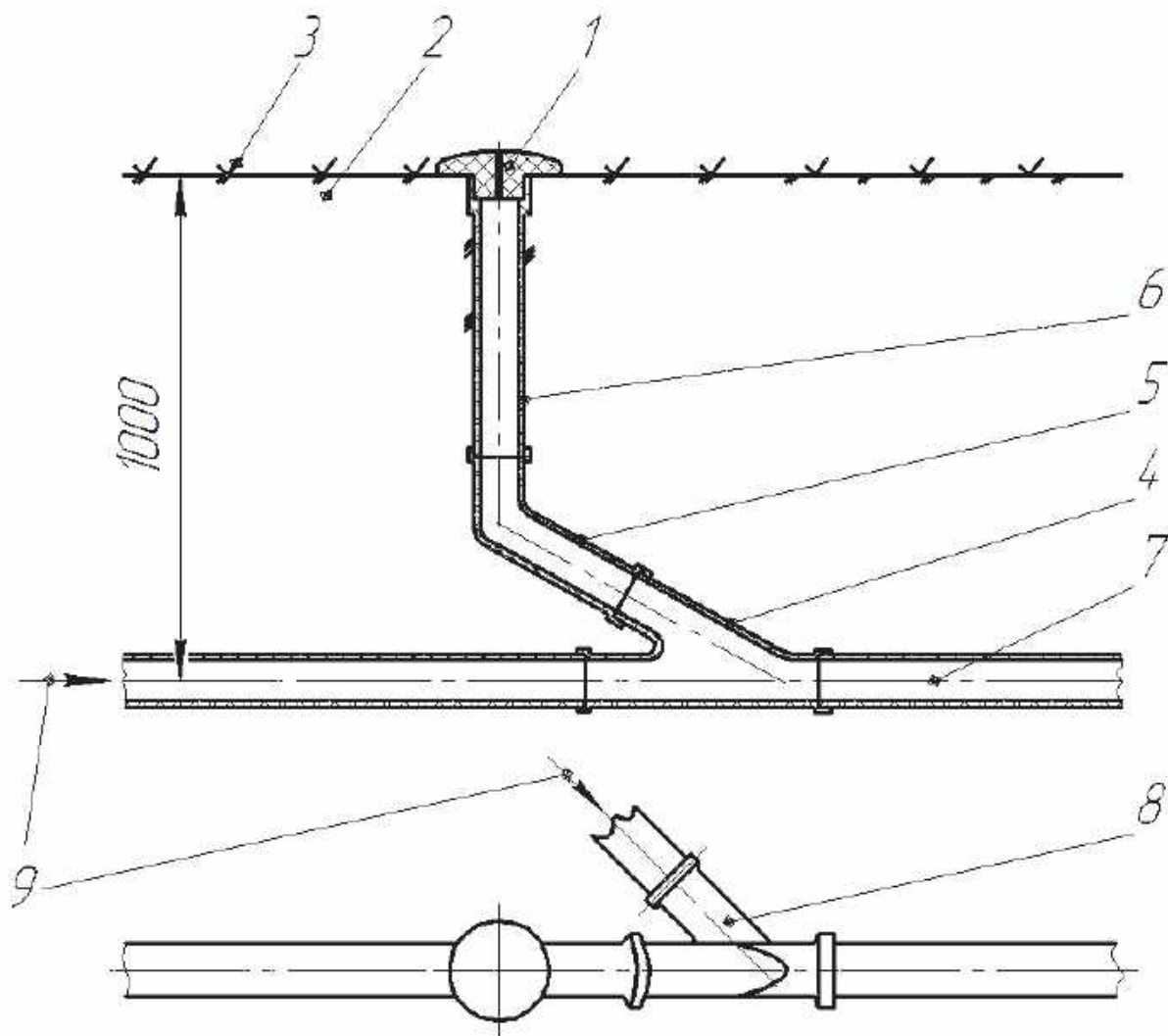


Рисунок 2.1 – Оглядний колодязь:

- 1 – люк; 2 – ґрунт; 3 – газон; 4 – трійник; 5 – коліно;
- 6 – оглядова труба; 7 – каналізаційний трубопровід діаметром 110 мм;
- 8 – каналізаційний трубопровід; 9 – напрям руху каналізаційних стоків

2.2 Малогабаритні очисні споруди

Каналізаційні стоки з будинків виводяться в септик (рисунок 2.2) по каналізаційних трубах діаметром 110 мм.

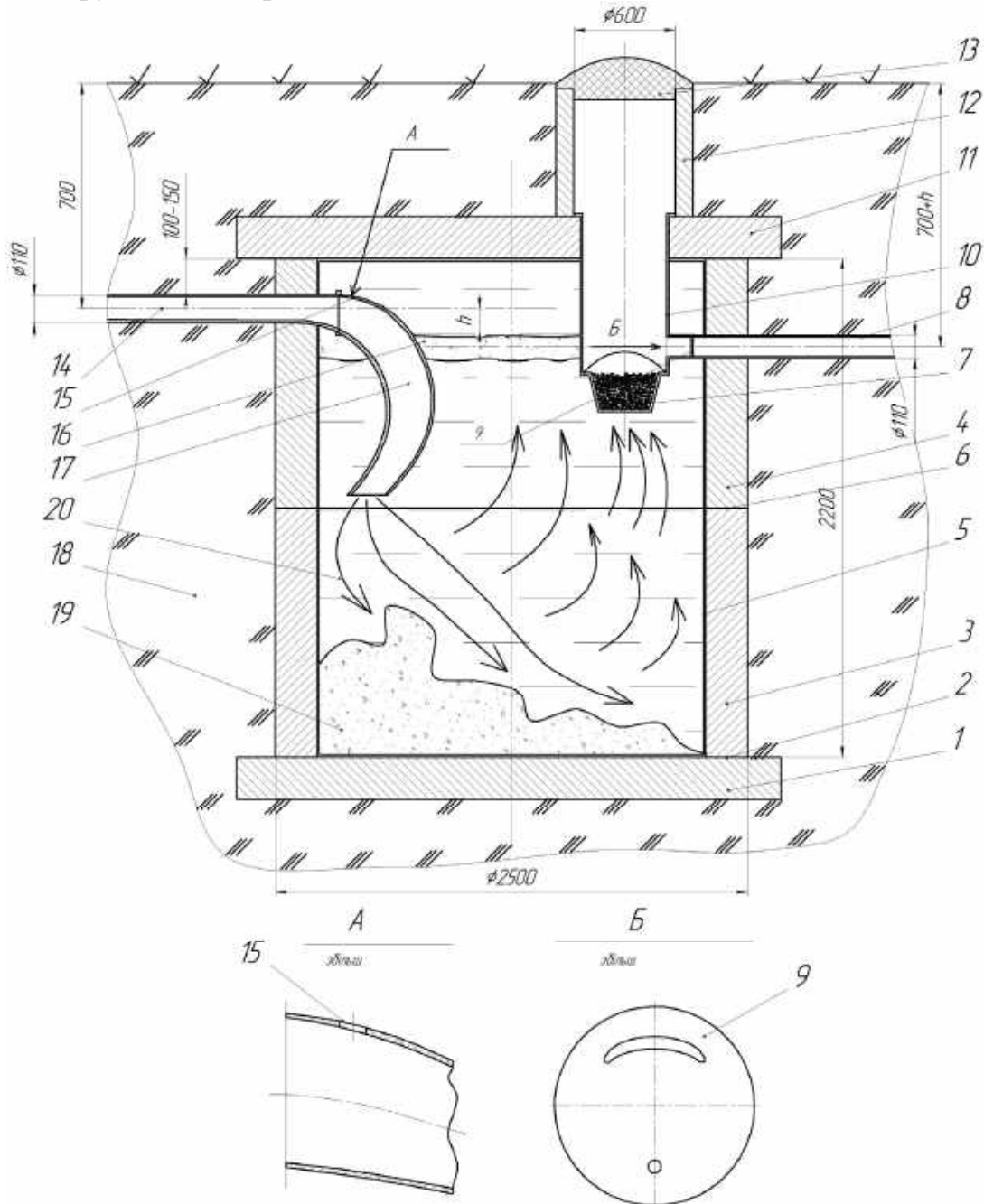


Рисунок 2.2 – Септик:

1 – залізобетонна плита; 2 – цементний розчин; 3, 4 – залізобетонні кільця;
 5 – обмазка рідким склом; 6 – цементний розчин між кільцями; 7 – фільтр (відро з промитим коксом); 8 – випускна труба; 9 – калібрований клапан; 10 – корпус фільтра; 11 – залізобетонна плита перекриття септика; 12 – надставка; 13 – люк;
 14 – підвідна труба; 15 – декомпресійний отвір; 16 – піна жирних речовин;
 17 – дефлектор; 18 – ґрунт; 19 – твердий осад; 20 – потоки рідини

Септик— це спеціальний резервуар круглого або прямокутного поперечного перерізу з водонепроникними стінками і днищем. Як водонепроникний матеріал використовується декілька шарів рідкого скла або інші гідроізоляційні матеріали. Септик обладнується надставкою з люком, через який відсмоктується нерозчинний осад, який збирається на дні септика, підвідним і випускним отворами з трубопроводами, дефлектором. Для вирівнювання потоків стічної рідини в септику використовується фільтр, корпус якого виконано з пластмаси і встановлено в сидло фільтра, виконаного у вигляді відра з отворами в днищі, заповненому промитим коксом або іншим фільтрувальним матеріалом (керамзитом, шлаком), на якому затримуються зависі і відбувається освітлення стічної рідини. Каліброваним клапаном дозується надходження освітленої стічної рідини в фільтрувальний колодязь і нормується перебування стічної рідини в септику.

Матеріалами для виготовлення септика можуть бути залізобетонні кільця, бетон, цегла спеціального випалювання, бутовий камінь та ін. Зверху септик перекривається залізобетонною плитою з отвором для встановлення надставки, оглядового люка та корпусу фільтра. Зверху надставку, залізобетонну плиту і корпус септика покривають гідроізоляційним матеріалом (бітумом або сумішшю бітуму і дизельного пального у певних пропорціях), шаром ґрунту до самого люка, утрамбовують і роблять нахил від люка в усі боки для стікання дощових і талих вод. Мінімальний розмір прямокутного або круглого септика має бути два метри.

Підвідну трубу обладнано дефлектором, який вирівнює потоки стічної рідини, що спрямовані до стінки септика. У верхній частині дефлектор має отвір для декомпресії, через який відводяться гази, що утворюються в септику.

Калібрований клапан (див. рисунок 2.2) виконано в нижній частині з отвором, а у верхній – із секторальним отвором для регулювання надходження освітленої стічної рідини у фільтрувальний колодязь після разового великого надходження води в септик.

Сутність процесів, що відбуваються в септику, така, що стічна вода протікає з малою швидкістю (стічна вода має перебувати в септику 3–4 доби), втрачає завислі речовини і стає світлою. Осад в септику може зберігатися до двох років. За цей термін органічна частина осаду (мулу) під дією анаеробних бактерій розкладається. Нерозчинні органічні речовини частково перетворюються в гази і піднімаються у верхню частину септика, де видаляються через фонові вентиляційні труби, частина речовин перетворюється в розчинні мінеральні речовини, а частина випадає в осад. Завдяки таким процесам об'єм осаду зменшується в декілька разів.

2.3 Розрахунок септика

Розрахунок септика починається із визначення можливої кількості жителів в будівлях, які будуть постійно в них проживати, – n . Потім розраховують витра-

ту води однією людиною на добу, л/доб, – q . Добове споживання води визначається формулою

$$q_{\text{доб}} = q \cdot n.$$

Об'єм септика знаходять з умови чотиридобового перебування стічної води в ньому. Однак об'єм септика не заповнюється повністю, а саме:

$$V_{\text{сеп}} = q_{\text{доб}} \cdot 4.$$

Тоді розрахунковий об'єм септика

$$V_{\text{сеп.роз}} = V_{\text{сеп}} + 0,15 V_{\text{сеп}} = 1,15 V_{\text{сеп}} .$$

Величину h визначають з умови добового споживання води, м³/доб., жителями будівлі:

$$h = q_{\text{доб}} / S,$$

де S – площа поперечного перерізу, м².

Існує емпірична формула розрахунку об'єму септика з умови, якщо добове споживання води становить до 5 м³/доб., то об'єм септика має бути втричі більшим об'єму стічних вод за добу:

$$V_{\text{сеп.роз}} = 3 \cdot q_{\text{доб}} .$$

Вентиляція септика відбувається за допомогою повітряного прошарку між перекриттям септика і піною жирних речовин, що спливає на поверхню стічної води. Зважаючи на те, що стічні води надходять в септик не постійно, а з деякими інтервалами, то вентиляція відбувається через декомпресійний отвір, каналізаційну трубу, стояк внутрішньої каналізації, відкритий кінець якого виходить у вигляді фонові труби за дах будівлі.

Існують двокамерні септики. Об'єм першої камери становить 0,75, а другої – 0,25 від розрахункового об'єму септика. Такі септики використовують для збільшення терміну перебування стічної води в них.

Септики очищують від мулу один раз в два роки. Мул асенізаторськими машинами видаляють не повністю. Залишають до 10 % об'єму мулу для кращого розмноження бактерій, за допомогою яких відбувається процес розкладу органічних і мінеральних речовин.

Фільтр промивають два рази на рік. Фільтрувальний матеріал з відра висипають на поліетиленову плівку і промивають під струменем води, а потім завантажують назад у відро і встановлюють на місце.

Як правило, септики споруджують не ближче ніж на п'ять метрів від житлового будинку.

2.4 Фільтрувальні колодязі

Як установки біологічного очищення стічних вод у малогабаритних очисних спорудах використовують фільтрувальні колодязі, поля підземної фільтрації, піщано-графітні фільтри і фільтрувальні траншеї. Тип фільтрувальних споруд вибирають залежно від характеристики ґрунтів, впливаючих на ефективність очи-

щення стічних вод у природних умовах, кількості стічних вод, наявності площ для їх розміщення, небезпеки забруднення водоносних пластів, які використовуються для водозабезпечення, дотримання санітарних умов скидання очищених стічних вод та ін.

Фільтрувальні колодязі – це найбільш прості й дешеві очисні споруди. Однак область їх використання є обмеженою. Колодязі можна застосовувати тільки там, де є піщані або супіщані ґрунти. На суглинистих ґрунтах, а також в тріщинуватих породах побудову фільтрувальних колодязів заборонено. Крім того, ще однією умовою, яка обмежує широке використання фільтрувальних колодязів, є їх низька продуктивність. Їх можна використовувати в малогабаритних очисних спорудах з об'ємом стічних вод до 1...1,5 м³/доб. (рисунок 2.3).

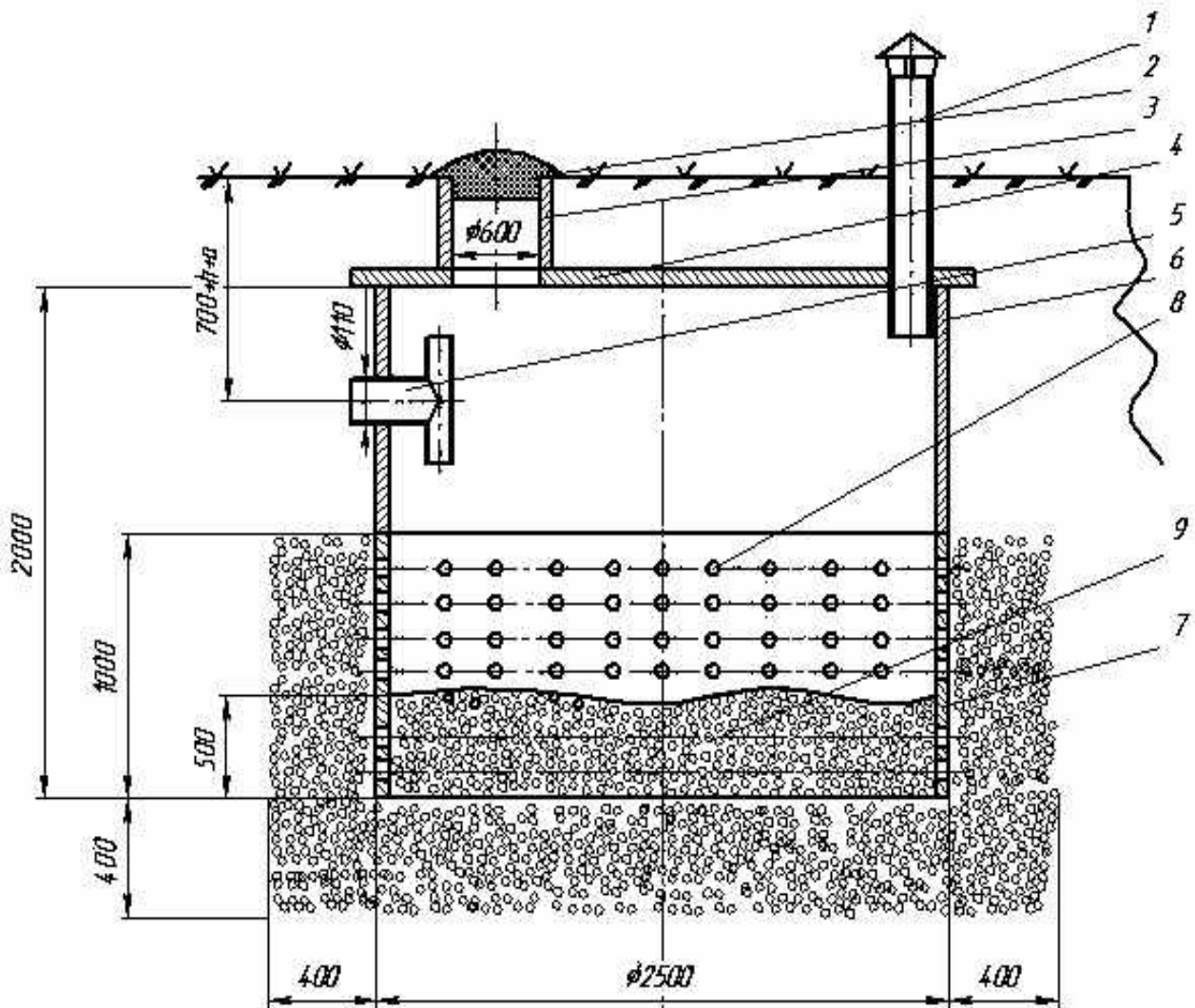


Рисунок 2.3 – Фільтрувальний колодязь:

- 1 – вентиляційний стояк; 2 – оглядовий люк; 3 – надставка;
- 4 – залізобетонне перекриття; 5 – зливний пристрій;
- 6, 7 – залізобетонні кільця; 8 – дренажні отвори; 9 – щебінь

При використанні підземних вод для господарсько-питного водопостачання фільтрувальний колодезь від джерела водопостачання слід будувати на відстані не менше ніж 30 м.

Фільтрувальні колодезні будують із залізобетонних кілець, спеціальної цегли, бутового каменю. Розміри фільтрувального колодезя мають бути діаметром 2,5 м і висотою 2...2,5 м. Стінки і дно колодезя виконують водопроникними. Для цього в нижній частині фільтрувального колодезя свердлять отвори на відстані 150 мм один від одного діаметром 20...25 мм. Під фільтрувальним колодезем розташовують гравійну подушку розміром 400...500 мм. У колодезь засипають гравій висотою 500 мм, а сам фільтрувальний колодезь засипають кільцем гравію висотою 400 мм до закриття отворів (1 м). Як фільтрувальний матеріал можна використовувати крупнозернистий гравій, щебінь діаметром 30...50 мм, кокс, шлак. Зверху колодезь перекривають залізобетонною плитою з надставкою, люком діаметром 600...700 мм, вентиляційним стояком. Для запобігання попадання у фільтрувальний колодезь дощових вод виконують гідроізоляцію люка, надставок, плит перекриття і верхньої частини колодезя.

Фільтрувальні колодезні розташовують на відстані не менше 10 м від будівлі.

2.5 Фільтрувальні траншеї

Фільтрувальні траншеї являють собою канали з пологими берегами, заповнені фільтрувальним матеріалом, в якому проложено зрошувальні й дренажні труби. Траншеї розташовують поблизу яру або водойми, в які самостійно стікають очищені стічні води. Довжина фільтрувальної траншеї визначається розрахунками залежно від добового утворення стічних вод, але не може бути більшою 30 м. Ширина нижньої частини траншеї становить не менше 0,5 м, а відстань між осями паралельно розташованих траншей – 3 м. Відстань між зрошувальною і дренажною трубами по висоті – не менше 0,8...1 м. Зрошувальні труби закладають на глибину 0,5 м від поверхні землі. Відстань між зрошувальною і дренажною трубами (робоча висота фільтра – висота завантаження) засипають крупнозернистим піском. Зверху фільтрувальне завантаження перекривають шаром торфу або перегною висотою 100 мм і ґрунтом. Зрошувальні й дренажні труби повинні мати нахил один погонний метр. Дренажна труба має знаходитись на відстані 1 м від самого високого рівня ґрунтових вод. Як фільтрувальне завантаження можна використовувати щебінь, шлак, гравій, пісок, керамзит та ін.

3 ЛОКАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ ПОБУТОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

Локальні очисні споруди (ЛОС) є абсолютно необхідними в житловому будівництві (і не тільки). У Франції в понад 35 % одноквартирних будинків використовують їх. Це виходить із простого економічного розрахунку – нерентабельного підключення до каналізаційної мережі далеких окраїн міст, невеликих сіл, ферм та інших будівель, віддалених від великих урбаністичних центрів.

Міські очисні споруди проектують з урахуванням певної кількості жителів даної місцевості і майбутніх підключень з найближчих окраїн. При встановленні всіх інших очисних споруд слід додержуватися цього положення.

Поширеною спорудою в наш час є традиційна вигрібна яма, або система «трьох колодязів». Всім відомо наскільки цей будівельний анахронізм є небезпечним, незручним і дорогим в експлуатації. Цю систему не слід використовувати в будівельному світі з точки зору екології і культури. Якщо за економічними або чисто географічними міркуваннями будинок не підключено і не буде підключено до каналізації, власник має сам вирішувати проблему стічних вод. Ця проблема має таке ж важливе значення, що й вода, електрика, опалювання. В Західній і Східній Європі вже давно замінили вигрібну яму локальною очисною спорудою.

3.1 Поняття локальної очисної споруди

Локальна очисна споруда – це споруда, яка очищає стічні води і дозволяє відводити їх в очищеному стані в ґрунт. Ця споруда є:

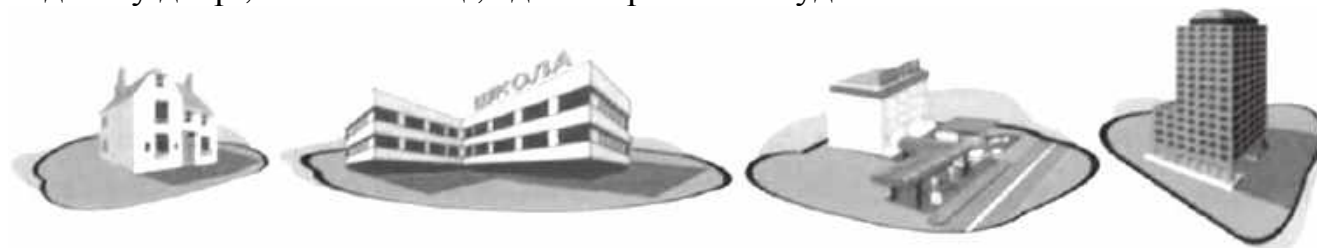
- **автономною** – очищає стічні води виключно з того об'єкта, для якого вона спроектована;

- **біолого-механічною** – механічні рішення в поєднанні з біологічними процесами є технологічною основою очисної споруди;

- **гравітаційною** – оснований на принципі гравітаційного руху рідини;

- **господарсько-побутовою** – очищає виключно стічні води з домашніх господарств: воду, використану для купання, миття і прання, а також для змивання унітазів.

Локальну очисну споруду застосовують в об'єктах, що мають побутові стічні води: котеджному будинку, школі, готелі, кемпінгу, придорожньому кафе, заїжджому дворі, бензоколонці, адміністративній будівлі.



3.2 Поняття побутових стічних вод

Стічні води – це загальне визначення різного роду забруднених вод. Найчастіше зустрічаються: господарсько-побутові стічні води, зливові, дренажні.

Господарсько-побутові стічні води з домашніх господарств – це головним чином вода, що використана для купання, миття посуду, прання, а також вода для змивання унітазів. Остання називається чорною стічною водою, а всі інші – сірими стічними водами. Частка стічних вод з убиралень (чорних) складає близько 30 % від загальної кількості стічних вод з домашніх господарств. Вони містять 50 % загальної кількості фосфору, 90 % азоту і великої кількості бактерій *coli*.

Зливові води – це поверхнево стікаючі зливові й талі води з вулиць, доріг, дахових поверхонь та ін. Кількість зливових стічних вод періодично може бути дуже великою, тому дуже важливо, щоб вони не попадали в очисні споруди. Попадання зливових стоків в очисну споруду загрожує серйозними порушеннями її функціонування і погіршенням процесу очищення.

Дренажні води – це води, що відводяться трубопроводами, канавами або дренажними системами з осушених забудованих територій і ґрунтів. Кількість таких вод, як і зливових стоків, значно коливається, у зв'язку з чим їх не слід спрямовувати в споруди для очищення господарсько-побутових стоків (рисунок 3.1).

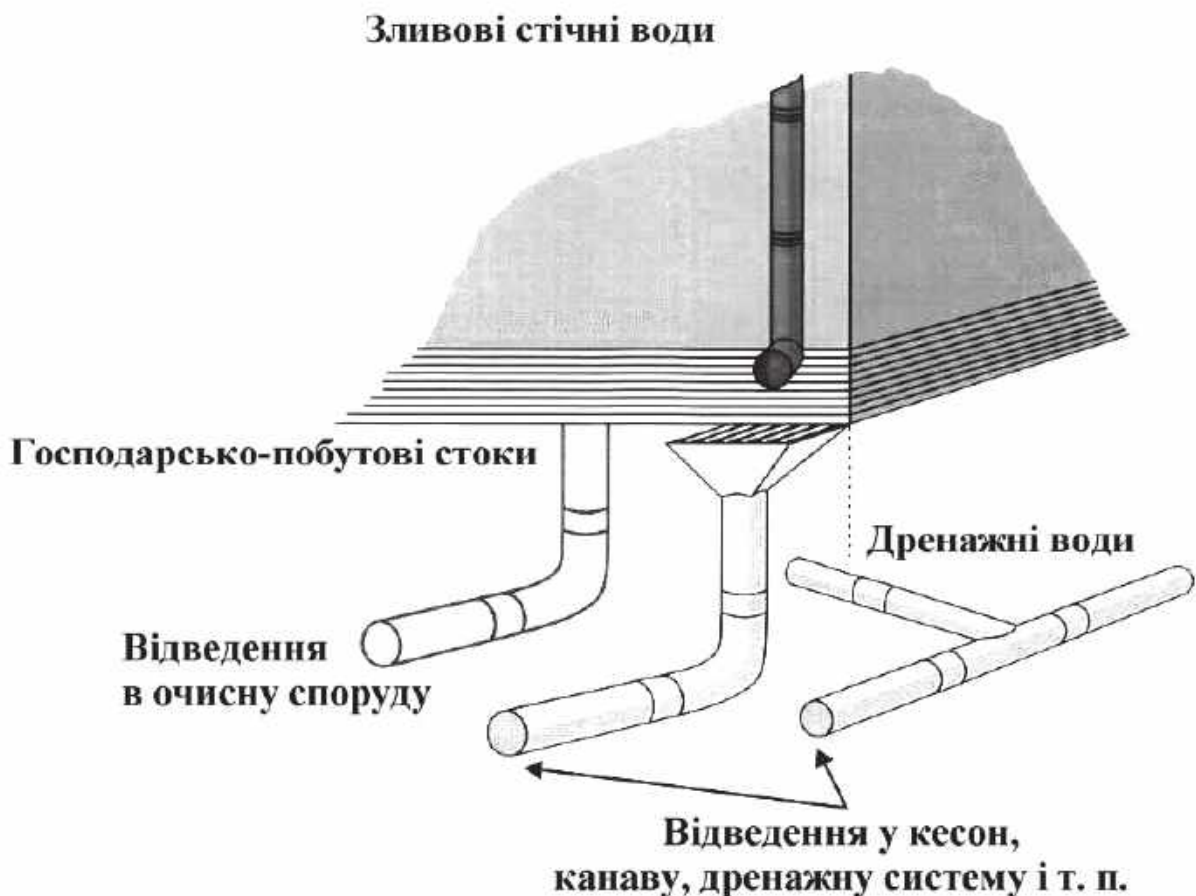


Рисунок 3.1 – Зливові стоки і дренажні води, що не слід відводити в очисні споруди для господарсько-побутових стічних вод

3.3 Розміщення локальної очисної споруди

Найважливішим критерієм розташування очисної споруди є безпечна відстань від ґрунтової води і водозаборів.

Безпечна відстань від ґрунтової води визначається як вимірjana по вертикалі відстань між джерелом забруднень (рівнем дренажу) і дзеркалом ґрунтової води. Найбільша концентрація мікроорганізмів і їх елімінація відбуваються в біологічній плівці і в ненасиченому ґрунті над поверхнею ґрунтової води. Щоб ступінь нейтралізації мікроорганізмів був задовільним, відстань між низом фільтрувальної дрени і найвищим рівнем дзеркала ґрунтової води не має бути менше 1,5 метра (рисунок 3.2). Стан дзеркала ґрунтової води протягом року може змінюватися залежно від географічного положення і виду ґрунту (таблиця 3.1).

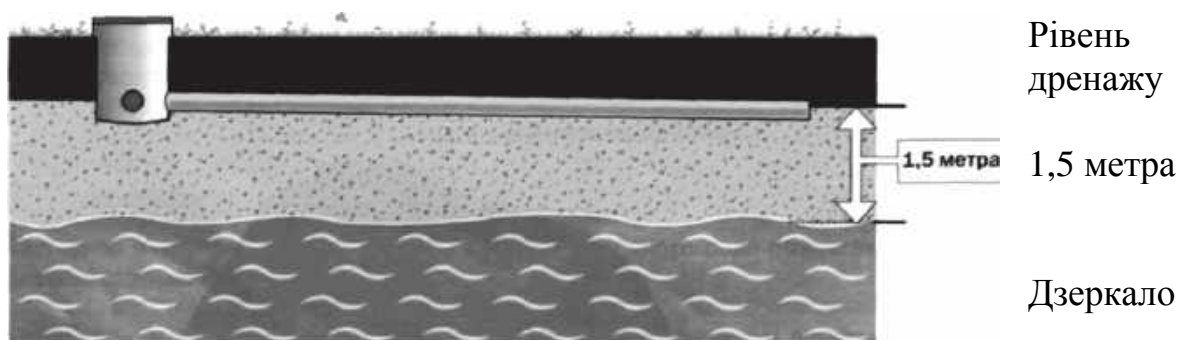


Рисунок 3.2 – Рівень дренажу

Таблиця 3.1 – Зміни дзеркала ґрунтової води протягом року, які відбуваються в деяких видах ґрунту, що найчастіше зустрічаються

Вид ґрунту	Зміна притоки, м
Пісок гравійний	0,5
Пісок	0,4...0,8
Мул	0,5...1,0
Морена піщана	1,0...1,5
Морена піщано-мулиста	1,5...2,0
Морена піщано-глиниста	2,0...3,0

Безпечну відстань від водозаборів слід дотримувати через загрозу поширення хвороботворних мікроорганізмів (паразитів, бактерій, вірусів). Безпечна відстань в цьому випадку – це відстань між дренажем і колодязем, єдиним джерелом питної води, що є. Відстань ця має становити мінімум 30 м. Безпечна відстань від дренажного поля до водозаборів сусіда теж має становити не менше 30 м. Відстані між будівлею і дренажем (і відстійником), між огорожею сусіда і дренажем (і відстійником), від дерева до дренажу – мінімум 3 м (рисунок 3.3).

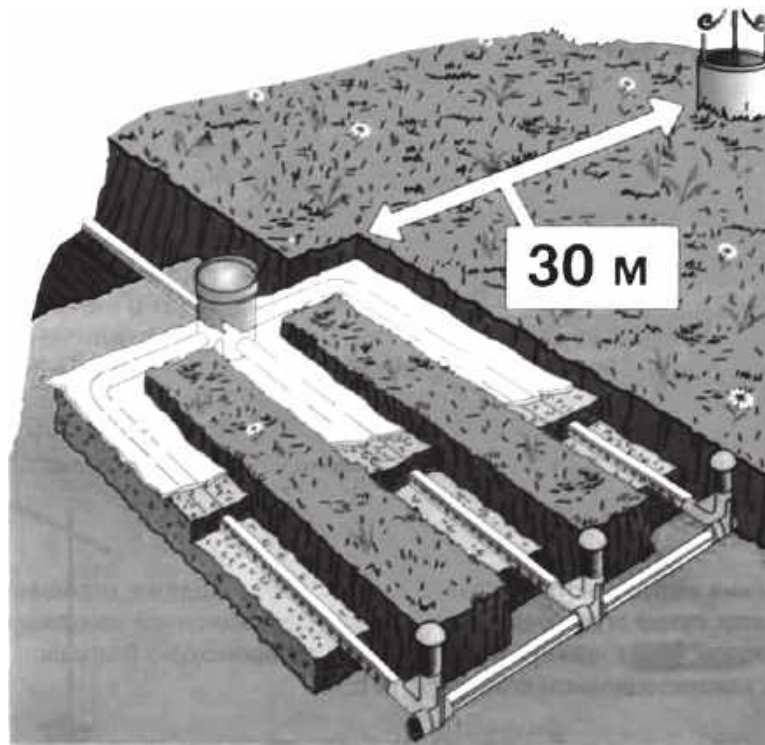


Рисунок 3.3 – Безпечна відстань до водозаборів сусідів

Розміщення з урахуванням рельєфу місцевості. Дренажне поле на нерівній місцевості слід розташовувати зверху на пагорбі або на схилі (це обумовлено тим, що ґрунтова вода стікає вниз у напрямі самої низької точки на поверхні землі).

3.4 Принцип дії очисної споруди

Очищення господарсько-побутових стічних вод у локальній очисній споруді відбувається в два етапи, що йдуть один за одним :

- попереднє очищення;
- доочищення (остаточне очищення).

3.4.1 Попереднє очищення: септик

У септику стічні води проходять попереднє очищення. Частинки, що знаходяться в стічних водах, осідають на дно і утворюють осад. Цей осад піддається повільному процесу бродіння, під час якого частинки забруднень поділяються на частинки, розчинні у воді, і нерозчинні мінеральні речовини, які скупчуються на дні септика. На поверхні стічних вод у септику утворюється плівка (із забруднень, які є легше за воду, найчастіше жирів) або піна, що створюється в процесі бродіння (в анаеробних умовах) різних речовин, що містяться в стічних водах. Щоб цей процес був ефективним, його тривалість має становити не менше трьох днів. Місткість резервуара має залежати від кількості стоків, що заздалегідь очи-

щаються. У добре спроектованому і виготовленому септику видаляється близько 60...75 % завислих речовин, БСК₅ – 40...70 %. Загалом можна прийняти, що стічні води на виході з септика є очищеними приблизно на 65 %.

Вентиляція. Для усунення неприємного запаху із септика є необхідною хороша вентиляція. Це досягається шляхом підключення септика до вентиляційної каналізаційної мережі будівлі з виводом через дах назовні. Вентиляція відбувається завдяки природній тязі в трубі каналізаційного стояка (рисунок 3.4).

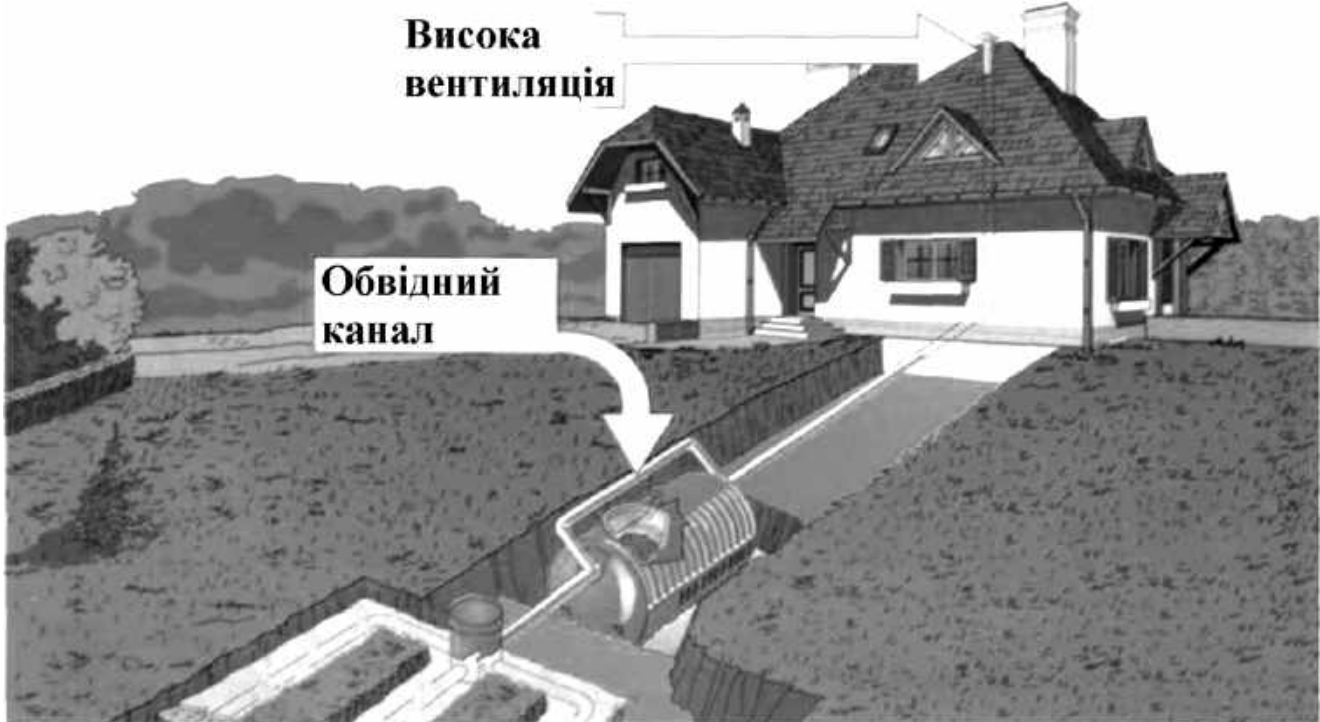


Рисунок 3.4 – Висока вентиляція і обвідний канал вентиляції

3.4.2 Доочищення: різні системи

Якщо етап попереднього очищення відбувається обов'язково в септику (інакше кажучи, септик є єдиним можливим місцем попереднього очищення в прибудинковій очисній споруді), то етап остаточного очищення може здійснюватися в різних конструкціях. Якою б ця конструкція не була, в ній можуть створюватися оптимальні умови для аеробного остаточного очищення стічних вод, що витікають із септика. Наведемо послідовний розгляд цих конструкцій.

Фільтрувальний дренаж – це система дренажів, укладених під поверхнею землі (рисунок 3.5). Завданням дренажу є рівномірне розподілення за допомогою спеціальних пристроїв у дренажному полі заздалегідь очищених (на 65 %) стічних вод, що виходять із септика. Ці стоки мають надходити в дренажні канали дуже маленькими порціями, що є умовою їх подальшого ефективного перероблення. Фільтрувальний дренаж повинен мати довжину, пропорційну кількості стоків і проникності ґрунту.

Вимогами до фільтрувального дренажу є такі :

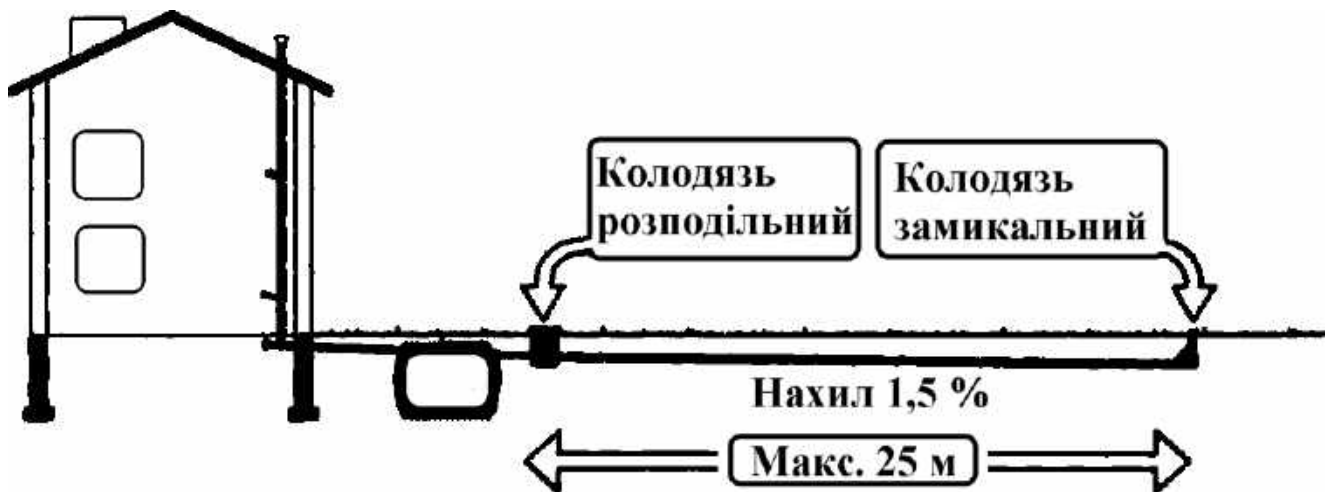


Рисунок 3.5 – Розташування фільтрувального дренажу

- максимальна довжина дренажної нитки – 25 м;
- нахил – 1,5%;
- мінімальна відстань від дзеркала ґрунтової води – 1,5 м; дренажна труба є перфорованою тільки на простих відрізках між розподільним і аераційним колодзями (рисунок 3.6).

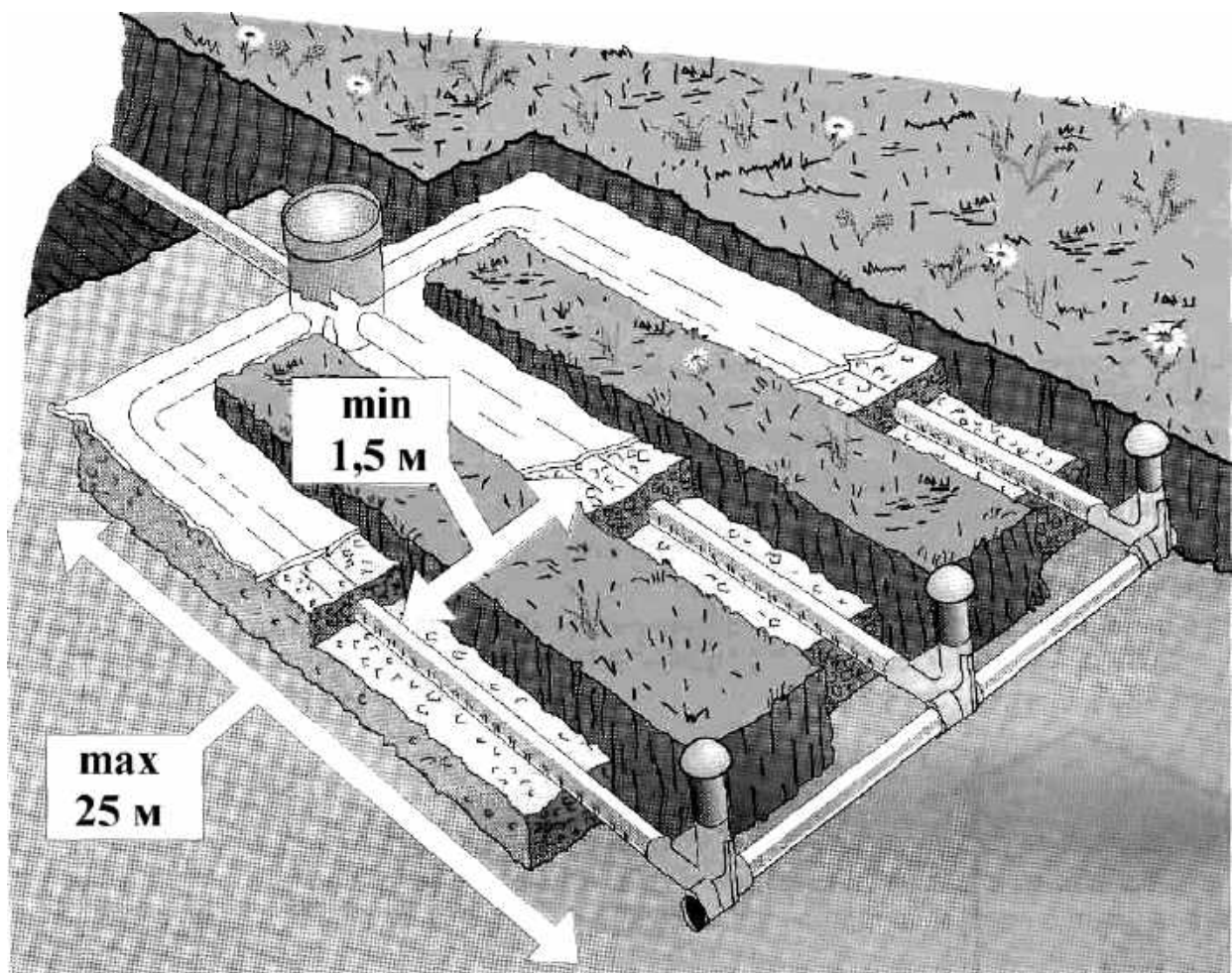


Рисунок 3.6 – Типове розташування дренажної системи

Піщаний фільтр є пристроєм для механічної фільтрації і біологічного доочищення стічних вод за допомогою біологічної плівки, що утворюється на зернах піску. Завдяки дозуванню стоків на піщаному фільтрі й відносно невеликому гідравлічному навантаженню у фільтрувальному шарі створюються аеробні умови. Це приводить до окислення органічного і аміачного азоту в нітрити і нітрати, тобто до нітрифікації стічних вод, що тим краще, чим тривалішим є контакт стічних вод з киснем. Фосфати фільтрують зернами ґрунту, проте їх сорбційна здатність є невеликою і з часом зменшується.

Піщані фільтри (так само як і дренаж) використовуються для доочищення стічних вод, заздалегідь очищених анаеробними методами (у септику).

Вони можуть замінити фільтрувальний дренаж, що погано діє, або їх можна застосовувати замість нього у разі невідповідних ґрунтово-водних умов.

Піщані фільтри можна поділити на вертикальні (з вертикальним перебігом стоків) і горизонтальні (з горизонтальним перебігом стоків).

Біологічний фільтр може бути розміщено в резервуарі, конструкція якого подібна конструкції септика. Заповненням фільтра може стати пузолан (вулканічна гірська порода) або добре промитий кокс. У разі складних ґрунтових умов (високого рівня дзеркала води, глинистого ґрунту і т. п.) або відсутності місця для дренажу або фільтра можна використовувати біологічний фільтр і аеротенк замість традиційно великих очисних споруд (рисунок 3.7).

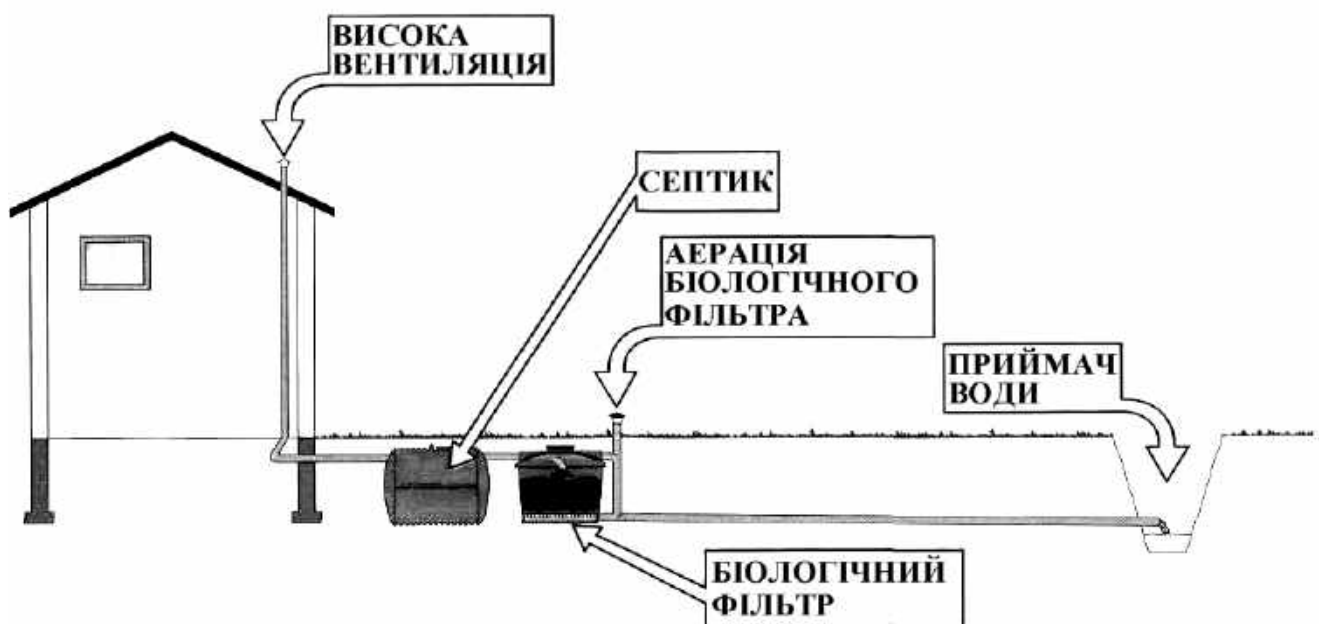


Рисунок 3.7 – Типова схема: септик – біологічний фільтр – приймач

Стоки, заздалегідь очищені в септику, рівномірно розподіляються на поверхні фільтра і фільтруються. Мікроорганізми, що мешкають у фільтрі, так звана

біологічна плівка, очищають проточні стоки. У біологічному фільтрі існують аеробні умови.

3.5 Три етапи очищення стічних вод у ЛОС

Три етапи очищення стічних вод відповідають трьом елементам будівництва очисних споруд. Ці елементи і етапи взаємозв'язані, між ними існує тісна залежність, а саме між першим елементом (внутрішнім установленням сантехнічного обладнання в будівлі) і другим етапом (попереднім очищенням), де спосіб реалізації першого елемента обумовлює спосіб виконання другого і третього етапів.

3.5.1 Перший етап – монтаж санітарного обладнання всередині будівлі

Рівень виходу стічних вод з будівлі. Рух стічних вод у локальній очисній споруді відбувається гравітаційним шляхом. Звідси рівень установлення відстійника, а потім дренажу або біологічного фільтра визначається рівнем виходу стоків з будівлі. При встановленні традиційної очисної споруди слід дотримуватися двох істотних моментів:

- септик не слід розташовувати дуже глибоко (найкраще — близько 50...60 см під землею);

- дренаж необхідно розміщувати не глибше ніж на 90...120 см під землею.

Септик не слід закопувати дуже глибоко, оскільки максимальне навантаження шаром землі його конструкції має бути до 50 см.

Дренаж не має знаходитися нижче 90...120 см під землею з двох причин:

- чим глибше, тим більше кисню потрібно для процесу доочищення;
- викопувати вузькі й глибокі дренажні канали дуже незручно.

Що ж слід робити?

Перш за все, якщо це можливо, намагатися, щоб вихід стічних вод з будівлі був якомога менш глибоко розташованим під землею. Якщо це неможливо (головним чином в старих установках), слід використовувати модифікації другого і третього етапів. На жаль, це спричиняє додаткові витрати.

Варіант А. Вихід стічних вод на глибині близько 40 см під землею – варіант ідеальний. У системі не відбувається змін (рисунок 3.8).

Варіант Б. Вихід стічних вод на глибині 50...60 см під землею. Використовують надставки для конструктивних елементів очисних споруд. У системі нічого не змінюється (рисунок 3.9).

Варіант В. Вихід стічних вод на глибині близько 80...150 см під землею. Для цього випадку існують модифікації, що потребують додаткових витрат (рисунки 3.10 і 3.11).

Шляхом конструктивних змін слід дійти до ситуації варіанта А.



Рисунок 3. 8 – Схема «ідеального» встановлення ЛОС

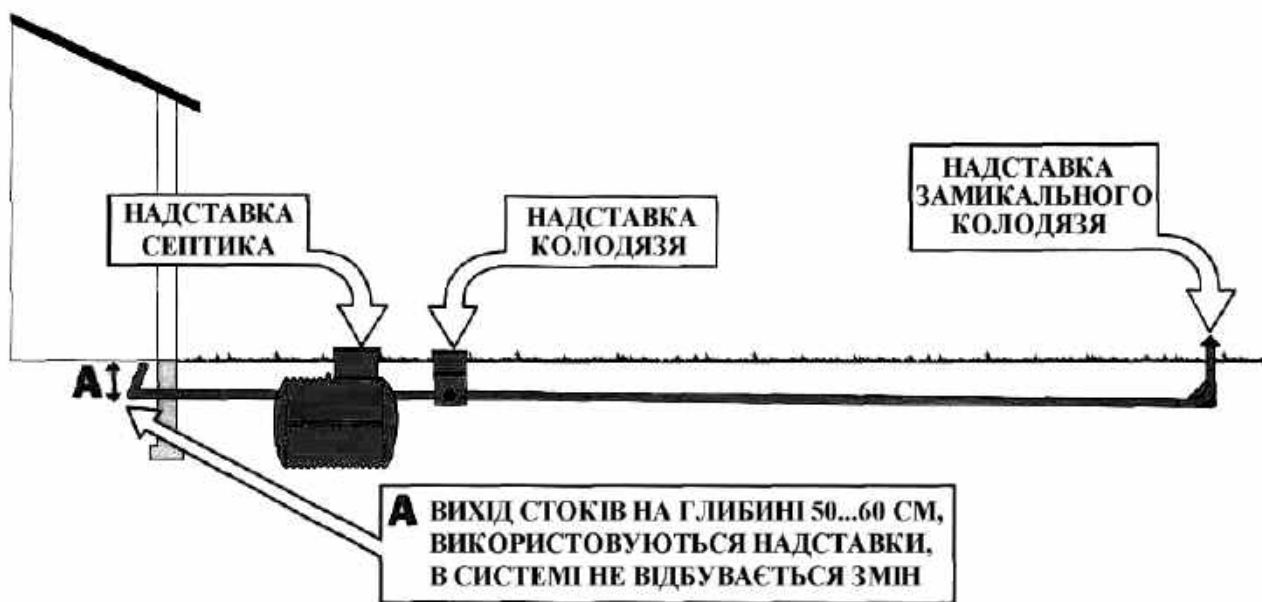


Рисунок 3.9 – Вихід стічних вод на глибині 50...60 см під землею

Модифікація 1



Рисунок 3.10 – Перекачування неочищених стоків в будівлі на необхідну висоту

Модифікація 2

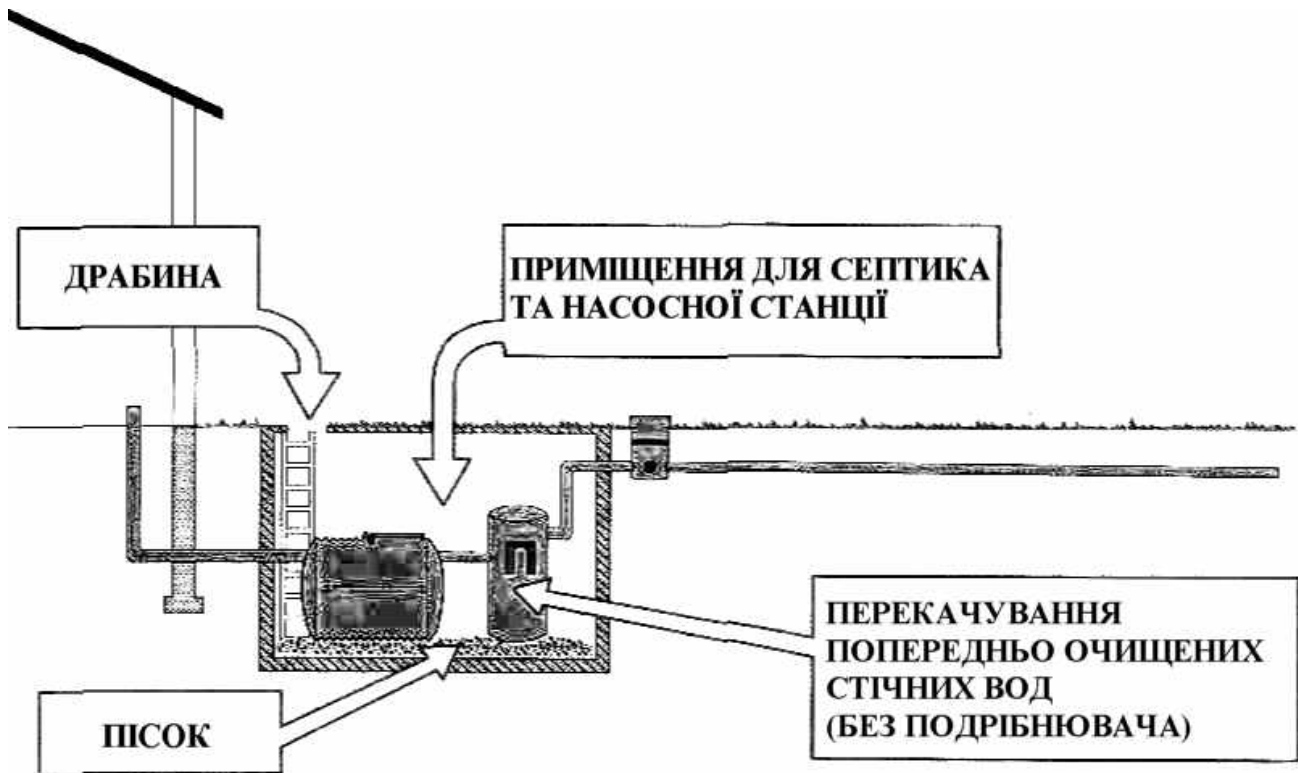


Рисунок 3.11 – Установлення відстійника і насосної станції поза будівлею

Таким чином, видно, що рівень виходу стоків із будівлі є дуже важливим елементом, що впливає на вартість установлення очисної споруди. Чим глибше під рівнем землі знаходиться вихід стічних вод з будівлі, тим вище буде вартість розташування очисної споруди. Для запобігання промерзанню системи в зимових умовах необхідно утеплити всі її елементи, а також підвідні й відвідні трубопроводи.

Можливість установлення сепаратора жиру (жировловлювача). Господарчо-побутові стоки поділяють на сірі стоки (з кухні, ванної кімнати) і чорні (WC). Сірі стоки є більш важкими для очищення, оскільки містять велику кількість жиру. Чим менше в стоках жиру, тим легше вони піддаються очищенню і тим рідше спорожняється септик. Щоб мати можливість установити сепаратор жиру, сірі стоки повинні мати окремий вихід, через який вони змогли б потрапити в сепаратор, а потім, вже знежирені, гравітаційним шляхом — в септик (рисунок 3.12). При цьому проблема полягає в тому, що проектувальникові на стадії розроблення проекту слід передбачати роздільні виходи стоків. Це залежить тільки від рівня свідомості проектувальника або замовника. У країнах Заходу 100 % устаткування для очисних споруд має два виходи.

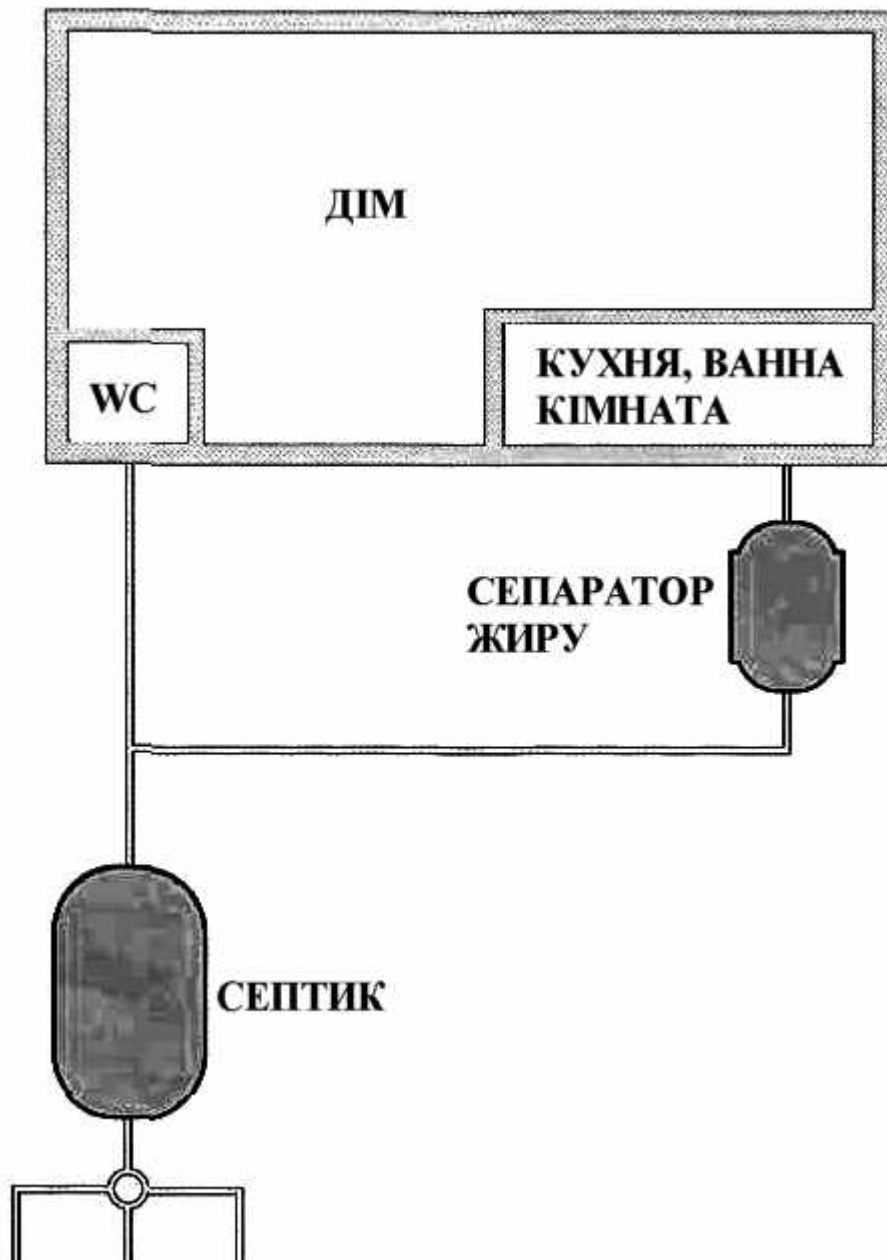


Рисунок 3.12 – Обладнання системи сепаратором жиру

Сепаратор жиру є дуже важливим елементом попереднього очищення і потрібно робити все, щоб мати можливість його встановити. У котеджних будинках (від 4 до 12 мешканців) використовують сепаратор місткістю 500 л (рисунок 3.13).

Вентиляція. Локальна очисна споруда має дуже добре вентилюватися (рисунок 3.14). З одного боку, в септику і сепараторі жиру відбуваються процеси бродіння і гниття, що є джерелом неприємних запахів, а з іншого – остаточного очищення (третій етап), яке потребує аеробних умов і постійного притоку свіжого повітря. Гази в локальній очисній споруді переміщуються у зворотному напрямі відносно стічних вод: від аераційного колодязя до будівлі.

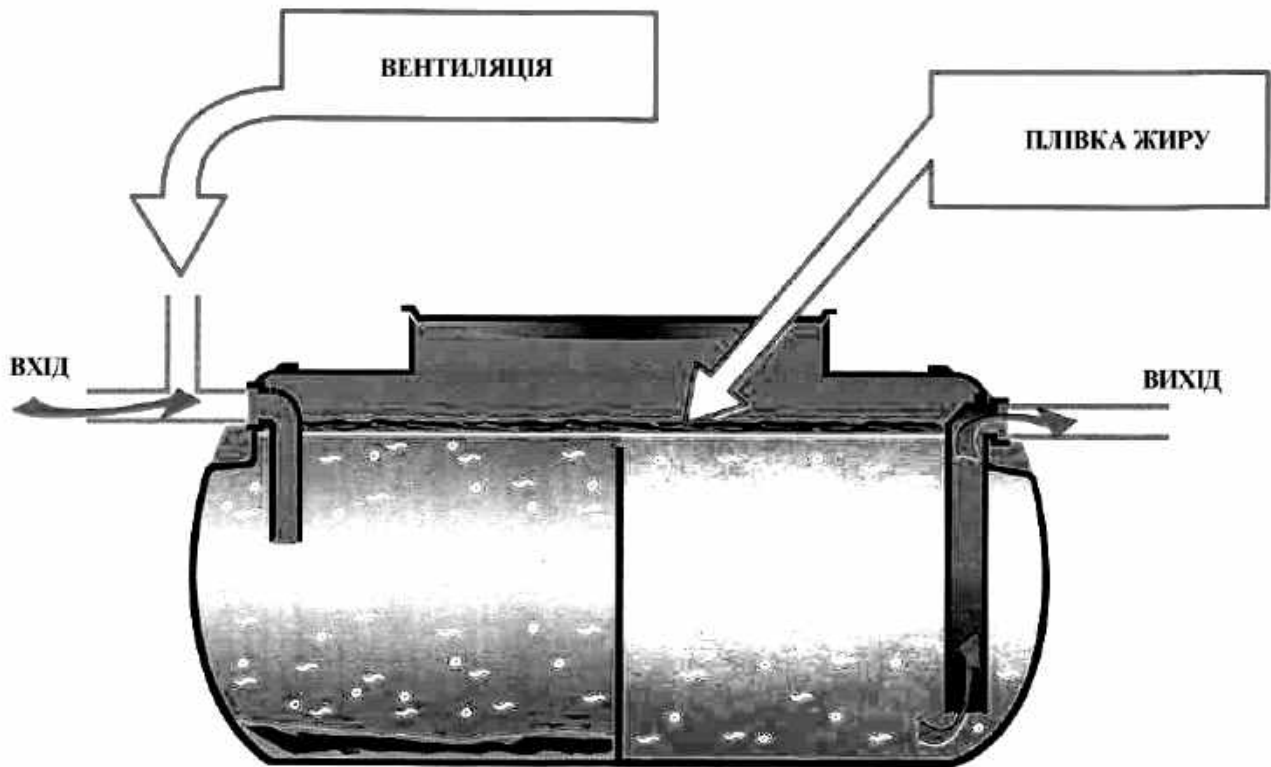


Рисунок 3.13 – Сепаратор жиру

На рисунку 3.14 використано такі позначення:

А – повітря, необхідне для циркуляції газів, надходить у систему через колодязі аерації. Одночасно вони є джерелом постачання кисню для дренажу;

Б – обвідний канал. Потік газів з дренажу завдяки обвідному каналу мине септик і надійде у вентиляційну систему будівлі;

В – гази бродіння із септика попадають в трубопровід, що подає стічні води, через декомпресійний клапан у дефлекторі входу стічних вод в септик (рисунок 3.15);

Г – гази з дренажу (обвідного каналу Б) і септика (через клапан у дефлекторі В) потрапляють у вентиляційну систему будівлі.

Слід бути абсолютно впевненим, що будівля має відповідну вентиляційну систему: трубу діаметром 100 мм без великих вигинів, правильно виведену на дах. Якщо такої впевненості немає, слід передбачати незалежну систему вентиляції локальної очисної споруди (рисунок 3.16).

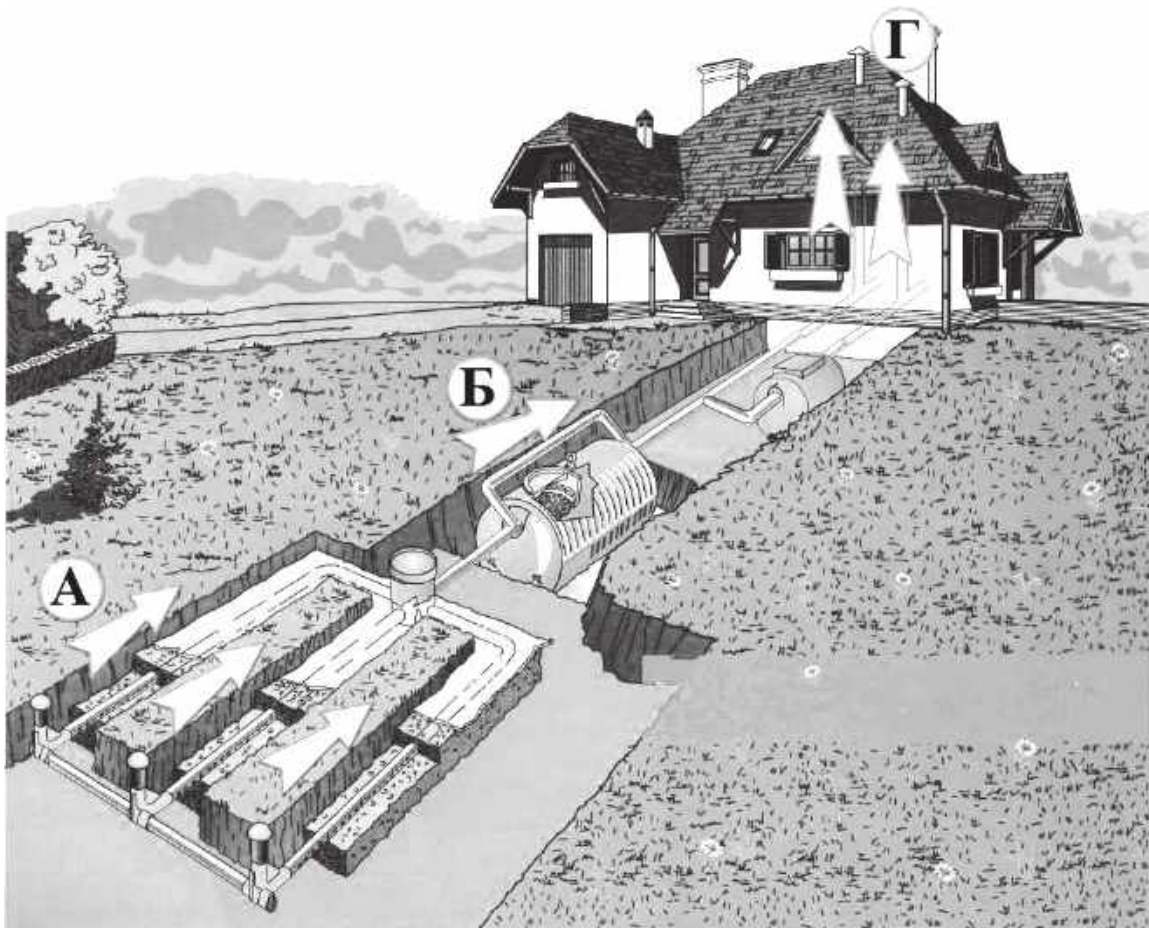


Рисунок 3.14 – Вентиляційні елементи в локальній очисній споруді

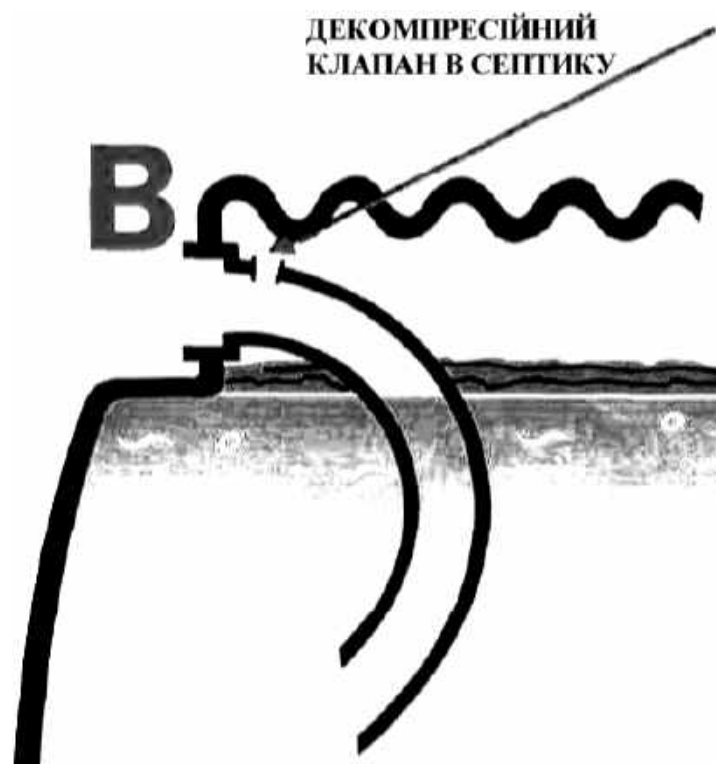


Рисунок 3.15 – Приклад декомпресійного розташування клапана в септику

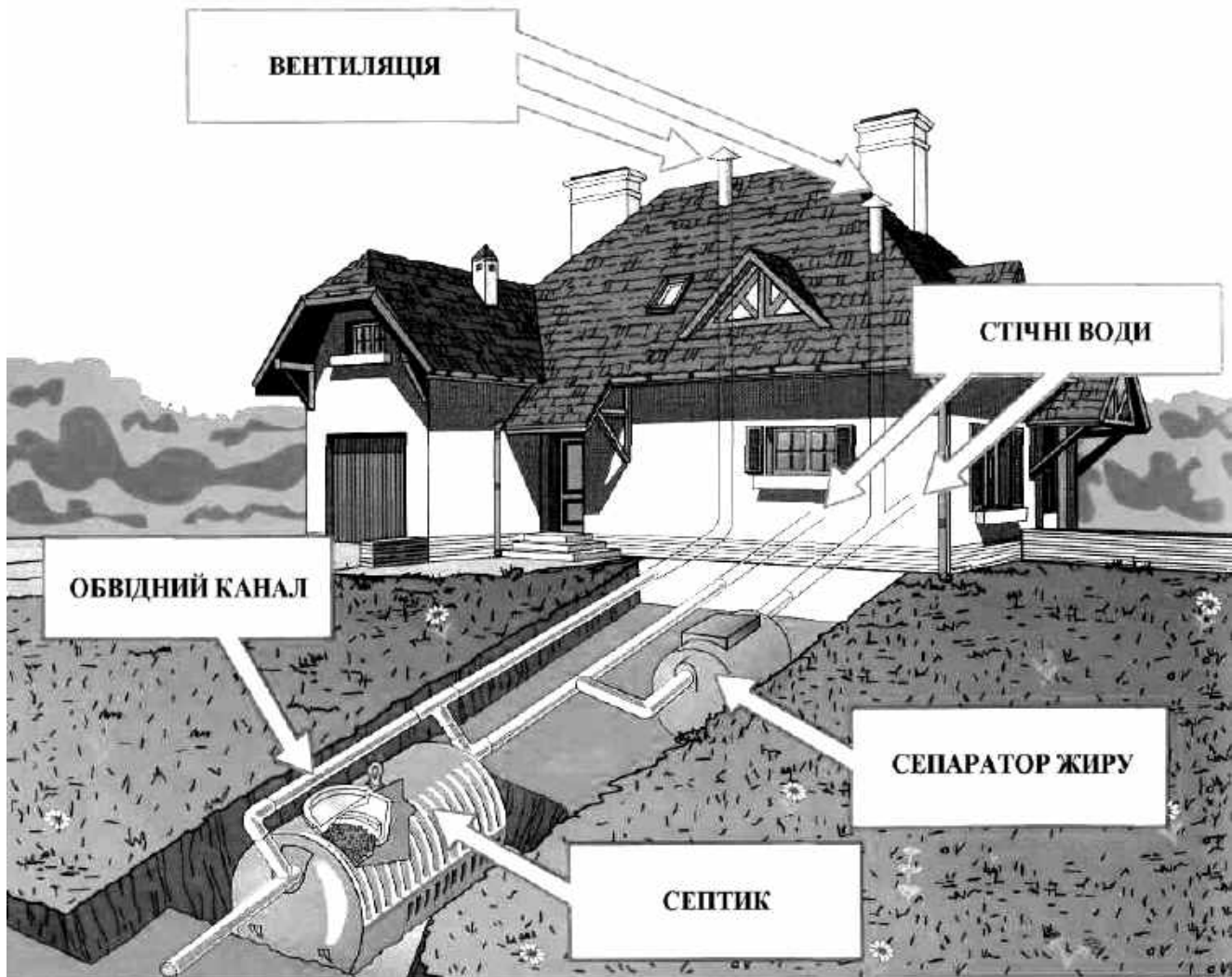


Рисунок 3.16 – Незалежна вентиляційна система ЛОС

3.5.2 Другий етап – септик

Технологія очищення в септику є етапом попереднього очищення стічних вод. Господарчо-побутові стоки надходять у септик через впускну трубу, дефлектор, що уповільнює потік і турбуленцію флотаційних речовин, мінеральних і органічних осадів. Стоки спочатку піддаються декантації, а потім – анаеробному бродінню до часткового розчинення осаду. Очищені стоки протікають через фільтр для подальшого біологічного очищення. Гази ферментацій виходять через декомпресійний отвір (див. рисунок 3.15). Вбудований внутрішній фільтр має затримувати зависі, захищати подальшу частину локальної очисної установки від замулювання.

Роль септика в локальній очисній споруді. Основним завданням септика є зменшення забрудненості стоків, що надходять з будівлі. Ця редукція (ступінь очищення) становить близько 65 % (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Редукція забруднень в септику

Стоки	Сирі стоки, мг/л	Стоки на виході після септика, мг/л
БСК ₅	300...400	90...200
Загальні суспензії	300...400	40...120
Аміачний азот N-NH ₄	60...120	30...60
Загальний азот	10...40	10...30
Загальний фосфор	10...40	10...30

Конструкція септика є монолітним резервуаром з поліетилену високої щільності, яку виконано ротаційним методом з впускною трубою діаметром 100 мм і коліном 90°, прямою трубою з дефлектором, спрямованим до стінки резервуара. Труба має також у верхній частині отвір для декомпресії. У вихідному отворі діаметром 100 мм вмонтовано клапан зливу стоків. Перед клапаном вмонтовано фільтр з промитим коксом або керамзитом, що використовується як фільтрувальний матеріал. Септик забезпечено люком з кришкою, надставками і ручками для розвантаження (рисунок 3.17), (Додаток А).

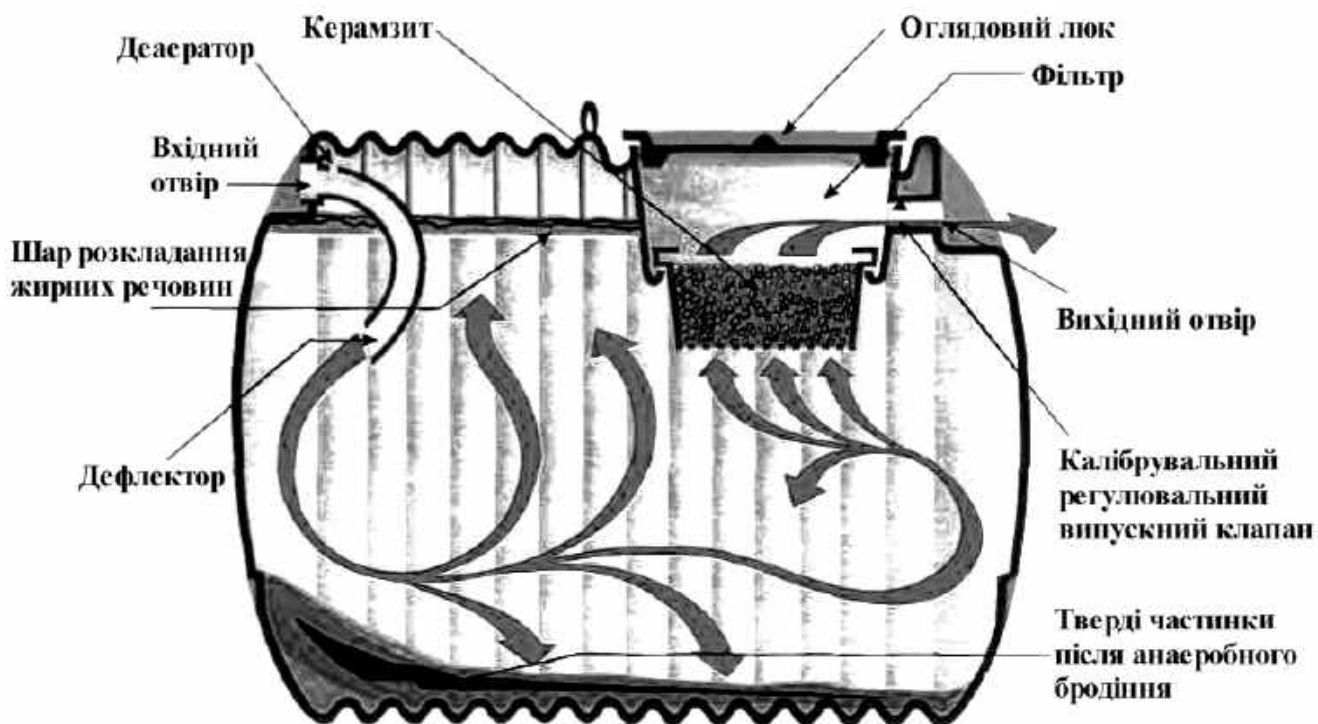


Рисунок 3.17 – Септик. Конструкція і принцип роботи

Розміри септиків наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри септиків

Місткість септика, л	Діаметр, м	Довжина, м	Відстань від дна до випускного отвору, м	Відстань від дна до випускного отвору, м	Діаметр отворів, мм		Вага, кг	Кількість і діаметр люків
					Впускний отвір	Випускний отвір		
2000	1,45	1,67	1,30	1,23	100	100	80	1 x 500
3000	1,45	2,40	1,30	1,23	100	100	100	1 x 500
4000	1,80	2,08	1,61	1,51	100	100	148	1 x 500
5000	1,80	2,43	1,61	1,51	100	100	168	1 x 500
10000	2,18	3,60	1,90	1,80	140	100	415	1 x 500 1x 600
20000	2,18	6,60	1,90	1,80	140	100	695	2 x 500 1x 600
30000	2,18	9,60	1,90	1,80	200	200	990	3 x 500 1x 600
40000	2,18	12,60	1,90	1,80	200	200	1280	4 x 500 1x 600
50000	2,18	15,60	1,90	1,80	200	200	1580	5 x 500 1x 600

Установлення септика. Резервуар має бути встановлено на 30 сантиметровому шарі піску. Відстань (мінімум 30 см) між резервуаром і стінками траншеї слід засипати сумішшю піску з цементом в пропорції 100 кг цементу на 1 м³ піску (рисунок 3.18). Кількість цементу на кубічний метр піску збільшується пропорційно небезпечному підходу ґрунтових вод до відстійника. Резервуар слід поступово заповнювати водою в міру засипання траншеї сумішшю піску і цементу. Ця суміш не має містити гострих предметів, що можуть пошкодити стінки резервуара. Септик слід виставляти по рівню вздовж повздовжньої осі (лінії потоку вхід-вихід).

Відстійник рекомендується розташовувати зовні, якомога ближче до будівлі (від 3 до 8 м) (рисунок 3.19). Трубопровід подачі між будівлею і відстійником є єдиним елементом очисної споруди, в якому не відбувається біологічного процесу очищення.

Чим довше відстань від будівлі до резервуара відстійника, тим більшим є ризик охолодження стоків, аж до можливого їх замерзання (під час морозів), що може призвести до тимчасового закупорювання трубопроводів.

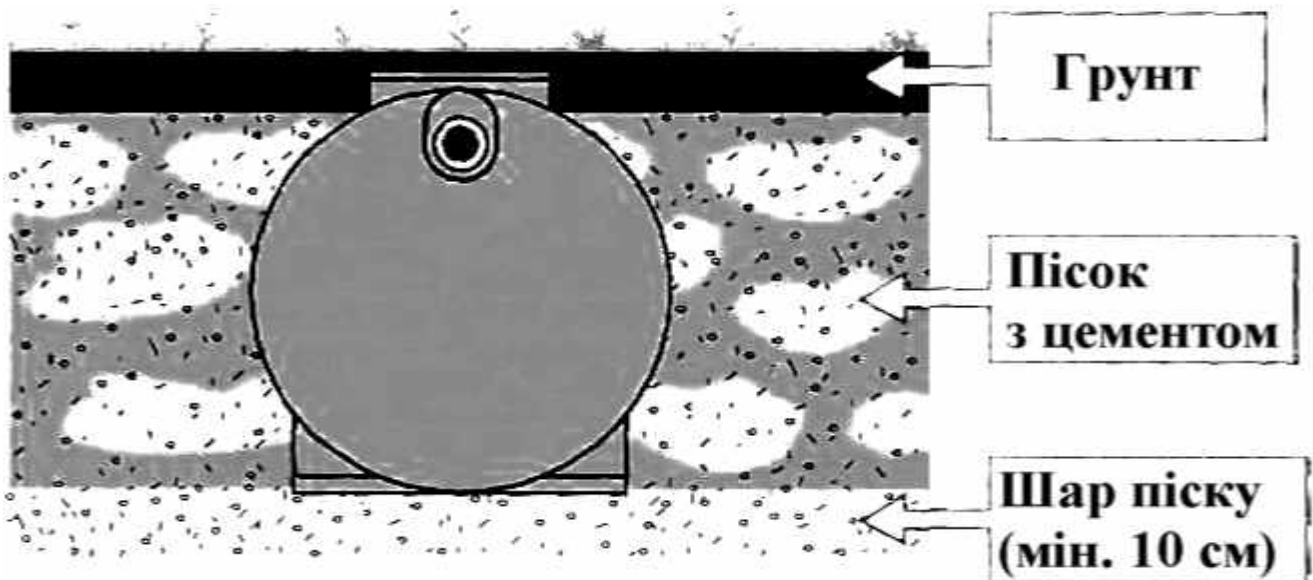


Рисунок 3.18 – Встановлення відстійника в ґрунті

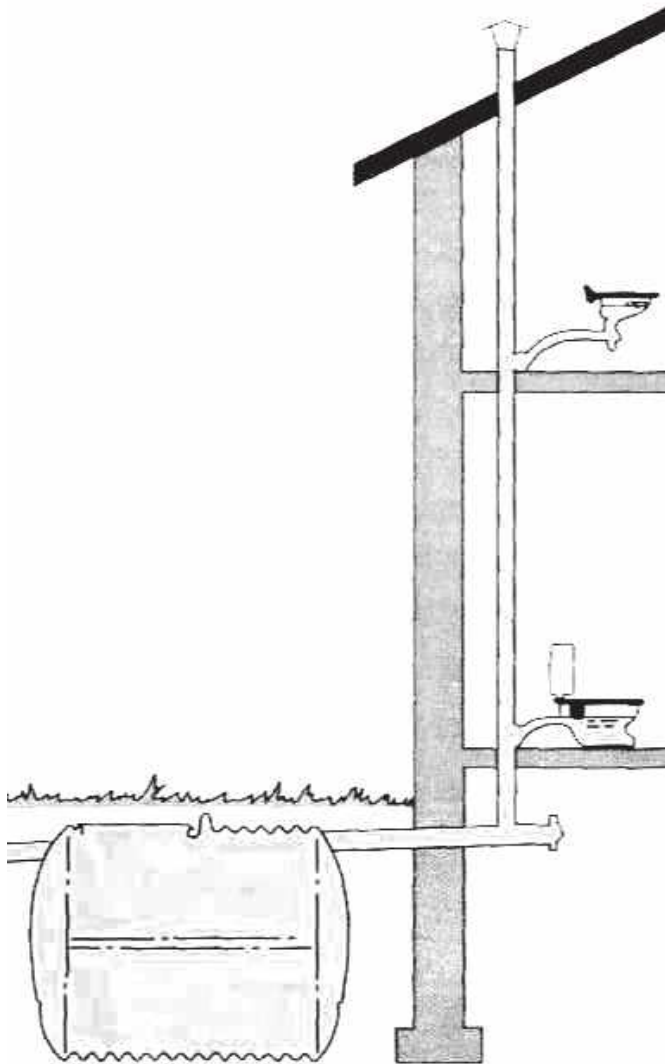


Рисунок 3.19 – Встановлення відстійника відносно будівлі

Тому слід виконувати такі дії:

- розташовувати септик на відстані максимум 8 м від будівлі;
- утеплювати трубопровід, якщо ця відстань є більшою 8 м;
- нахилити трубопровід мінімум на 1...2 см/пог. м.

При встановленні септика на глибині близько 50...60 см під землею достатньо використовувати одну надставку люка заввишки 30 см. Тиск землі на резервуар можна зменшити, присипавши його сумішшю піску з керамзитом.

У разі розміщення резервуара глибше, на глибині 70...80 см (ситуація є небажаною), або на нормальній глибині (30...60 см), або в місці руху транспортних засобів, септик слід захистити бетонною плитою (рисунок 3.20).

Оптимальний вибір резервуара залежно від кількості споживачів або ЕЧЖ (еквівалентного числа жителів). Процес біологічного очищення буде оптимальним, якщо стоки знаходяться в септику протягом трьох діб. На цьому оснований оптимальний вибір резервуара, місткість якого прямо пропорційна кількості стоків.

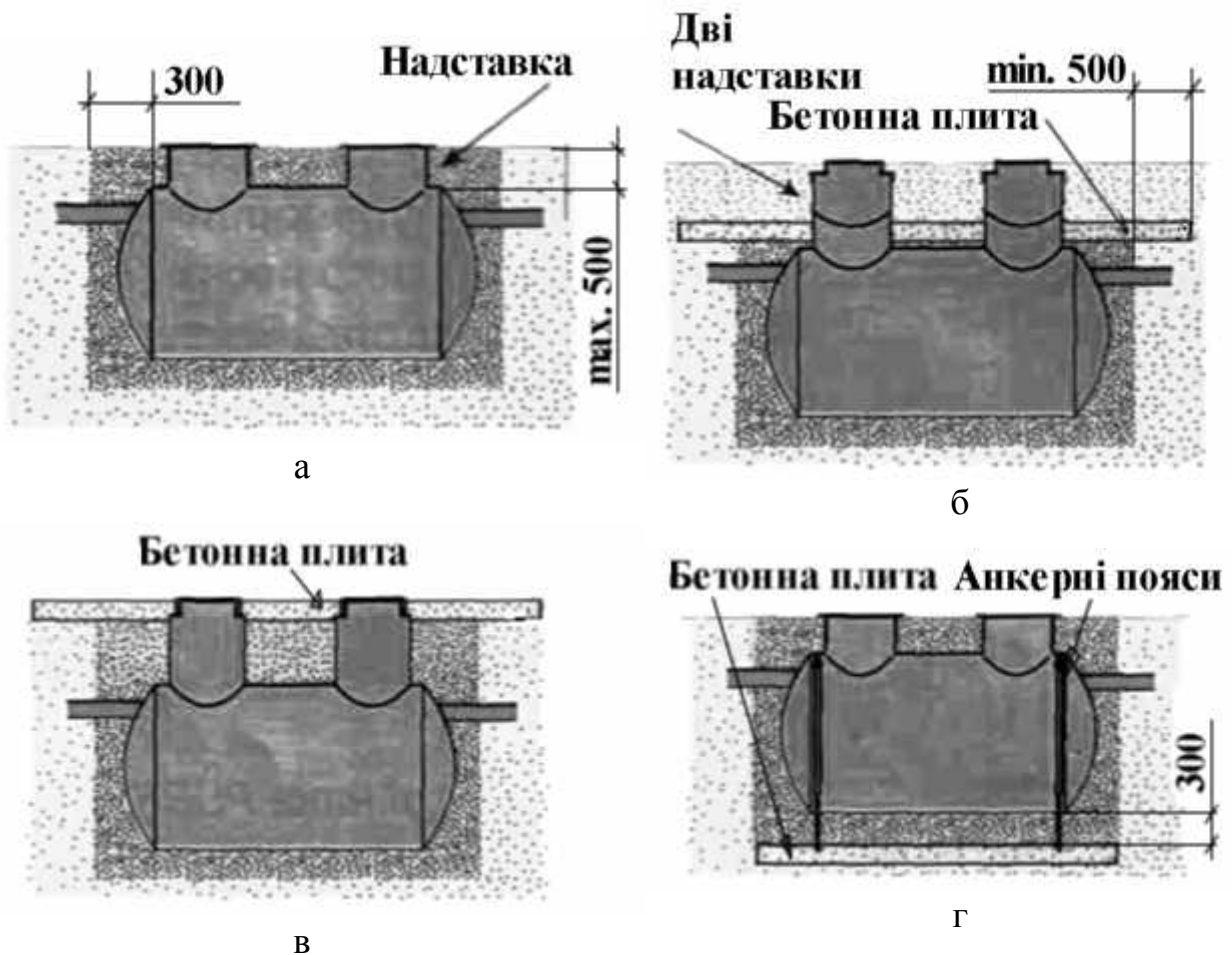


Рисунок 3.20 – Варіанти встановлення септика:
 а — на глибині 50...60 см під землею;
 б — на глибині 70...80 см під землею;
 в — на шляху руху транспортних засобів;
 г — у вологому ґрунті

Прийmemo, що кількість стоків від одного споживача (постійного жителя будинку) становить 150 літрів на добу; n – кількість жителів; q – витрата води, або кількість стоків на одного жителя за добу – 150 л; місткість відстійника – $(150 \cdot n) \cdot 3$. Наприклад, котеджний будинок, в якому проживають чотири людини, має місткість відстійника $(150 \cdot 4) \cdot 3 = 1800$ л. Вибираємо відстійник місткістю 2000 л, а для шістьох осіб – відстійник місткістю 3000 л і т. д.

Резервуари місткістю від 1000 до 50000 л призначені для 2–200 постійних жителів і мають назву «Гама септиків» (таблиця 3.4)

Для кількості жителів більше 12 осіб установлюється менше 150 л на одного споживача, оскільки зростає роль так званих постійних джерел стоків. Наприклад, пральна машина витрачає однакову кількість води на 10 і 15 жителів і т. д.

Септик певної місткості можна замінити двома відстійниками з такою ж сумарною місткістю у таких випадках:

Таблиця 3.4 – Гама септиків

Місткість септиків, л	Кількість постійних мешканців
1000	2
2000	4
3000	5–6
4000	7–8
5000	9–12
10000	20–25
20000	50–70
30000	120

а) замовник передбачає збільшення кількості жителів і не хоче зараз нести витрати на майбутнє. Наприклад, сьогодні – чотири людини, завтра – шість. Вмонтовують септик місткістю 2000 л і залишають місце під септик місткістю 1000 л (установлюють спочатку більший відстійник, а потім менший) (рисунок 3.21);

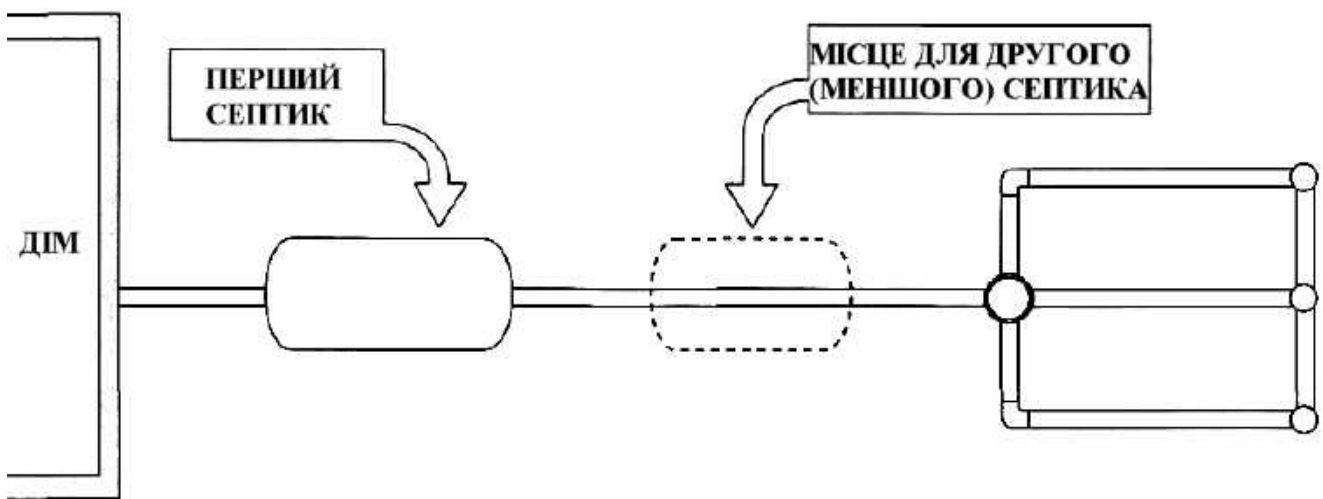


Рисунок 3.21 – Місце для майбутнього додаткового септика

б) виконроб або дилер не має на складі септика певної місткості, але у нього є інші;

в) місткість жодного з існуючих септиків не відповідає кількості жителів (наприклад, для 16 жителів потрібен септик місткістю 7000 л, а є септики на 4000 + 3000 л).

При монтажі двох септиків в одній очисній споруді слід дотримуватися трьох правил:

- ніколи не застосовувати більше двох септиків;
- першим установлювати більший септик;
- відстійники розміщувати послідовно один за одним і ніколи не розташовувати паралельно.

У випадку, якщо очисні споруди призначені не для житлових будинків, використовують коефіцієнт ЕЧЖ.

Отже, ЕЧЖ – це перерахунок будь-якої кількості іншого типу споживачів на гіпотетичну кількість постійних жителів. За одиницю приймають постійного жителя, який у певному приміщенні знаходиться, спить і їсть, це приводить до виведення 150 л стоків на добу. Залежно від того, як функції користування об'єктом каналізації будуть застосовані (наприклад, людина, працюючи в офісі, їсть, але не спить, тільки знаходиться), зменшуватиметься коефіцієнт ЕЧЖ.

Такі перерахунки наведено в таблиці 3.5.

Для прикладу розрахуємо стоки в школі з їдальнею без інтернату для 200 учнів. Прийmemo, що середній коефіцієнт дорівнює 0,3. Тоді стоки води з їдальні за добу

$$(150 \cdot 200) \cdot 0,3 = 9000 \text{ (л)}.$$

Оскільки стоки витримуються протягом трьох діб, тоді загальна кількість стоків

$$9000 \cdot 3 = 27000 \text{ л} = 27 \text{ куб. м.}$$

Вибираємо відстійник місткістю 30 куб. м.

Технологічна перевага септика для очисних споруд. Основним призначенням септика є зменшення ступеня забрудненості сірих стоків, що виводяться з будівлі. При ретельному підборі місткості резервуара можна спостерігати серйозні відмінності ступенів попереднього очищення стоків у різних моделях відстійників. Маємо на увазі конструктивні відмінності. Запропонована конструкція септиків для попереднього очищення є найбільш прийнятною завдяки істотним конструктивним рішенням.

Калібрований вихід. Місткість відстійника має забезпечити тридобове знаходження в ньому стоків. Проте звичайними для господарсько-побутових стоків є так звані безконтрольні гідравлічні навантаження – збільшення потоку стоків у певний період часу, пов'язаних з ритмом життя мешканців: вранці з 7 до 9 години, ввечері з 20 до 21 години. У решті часу надходження стоків є невеликим. При цьому важко дотримувати тридобового перебуванні їх у відстійнику. У запропонованих септиках це можливо завдяки каліброваному випусканню стоків (рисунок 3.22).

Рівень стоків стабілізується в точці А (рисунок 3.23). При масовому надходженні стоків (наприклад, 200...300 літрів) у разі наявності випускного отвору діаметром 100 мм стоки будуть бурхливо витікати з резервуара. У великих міських очисних спорудах стічні води затримуються в регулювальних резервуарах, а звідти рівномірно дозуються у відстійник [3]. Стоки витікають з резервуара поволі, їх рівень піднімається до точки Б (близько 10 % місткості резервуара), до зливання через клапан випускного отвору (див. рисунок 3.23). Каліброване випускання не дозволяє бурхливого витікання стоків. Тільки при такій системі можна гарантувати тридобове витримання стоків в септику, що забезпечує їх попереднє очищення. В інших випадках цього неможливо досягти.

Таблиця 3.5 – Виведення стоків згідно з ЕЧМ

Тип об'єкта		Розрахунок стоків відповідно до ЕЧМ, л	Утворення стоків, л
Житловий дім (на одного мешканця) один мешканець = ЕЧМ		1	160
Школа з інтернатом і їдальнею (на одного учня)		1	160
Школа з їдальнею без інтерната (на одного учня)		0,17...0,4	25...60
Школа без їдальні, офіс, магазин (на одного споживача)		0,12...0,18	20...30
Дитячий садок (на одну дитину)		0,55	75
Дитячі ясла (на одну дитину)		0,95	150
Поліклініка без водолікування (на одного пацієнта)		0,12	20
Аптека (на одного працівника)		0,6	100
Готель з рестораном (на один номер)		2	320
Готель без ресторану (на один номер)		1	160
Мотель (на одне ліжко)		1,25...1,87	200...300
Бар (на одне місце)		1,25...2,18	200...350
Кафе (на одне місце)		0,4	66
Лікарня, клініка (на одне ліжко)		3	500...700
Дім соціальної опіки (дітей, пенсіонерів)		1,7	250
Кемпінг (на одного споживача)	з холодним водопостачанням	0,95	150
	з гарячим водопостачанням	0,62	100
Зал прийомів із кухнею, що використовується нерегулярно (на одного споживача)		0,3	50
Зал прийомів без кухні, що використовується нерегулярно, конференц-зал, дискотека (на одного споживача)		0,1	16
Місця загального нерегулярного користування (на одного споживача)		0,05	8

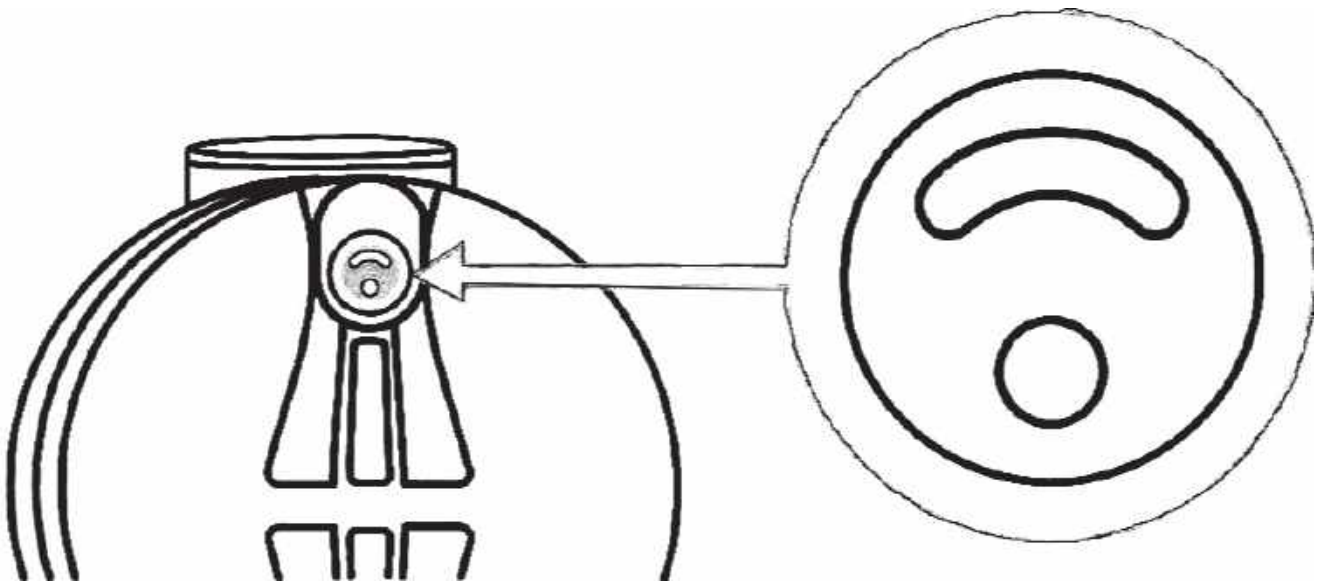


Рисунок 3.22 – Каліброване випускання стоків із септика

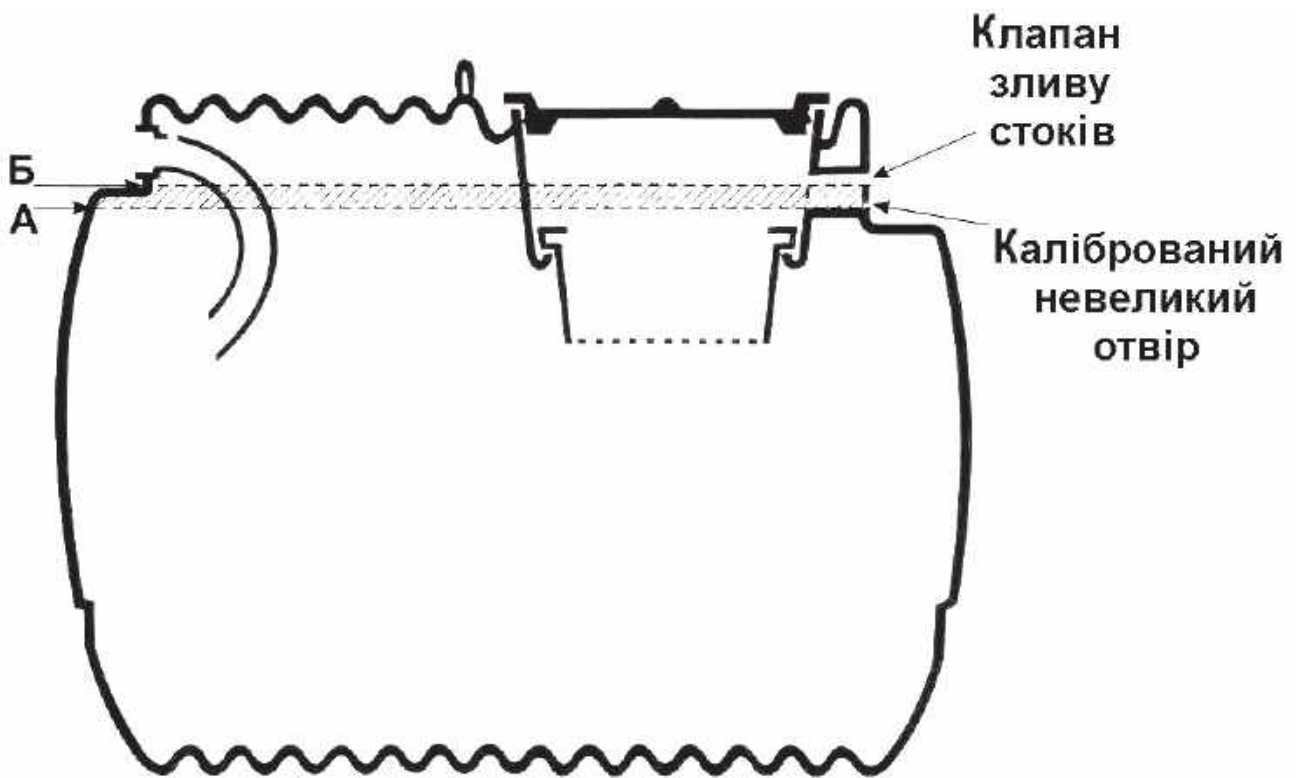


Рисунок 3.23 – Затримування стоків при проходженні через калібрований отвір

Декомпресійний клапан (рисунок 3.24). У септику цей клапан, що забезпечує вихід газів з відстійника у вентиляцію будівлі, знаходиться паралельно площині впускання. Завдяки цьому положенню він не може закупоритися твердими частинками у момент надходження стоків.

У багатьох моделях відстійників, що існують на ринку, цей клапан знаходиться на згині і є схильним до закупорювання. Це може призвести, крім уникнення декомпресії, також до закупорювання впускного отвору.



Рисунок 3.24 – Декомпресійний клапан

Показник замулювання. Для проведення огляду септика і промивання фільтра септик оснащено оглядовим отвором та люком над ним. Осад із септика видаляється через знятий люк асенізаторною машиною. Фільтрувальне завантаження корзини (промийтий кокс або пузолан) слід промивати один раз у шість місяців. Край корзини із завантаженням знаходиться на одному рівні з отвором випускання стоків з відстійника, а сама корзина щільно «сидить» в оглядовому отворі. Освітлена рідина може витікати тільки через завантаження фільтра, залишаючи на ньому зависі.

Надставки. Відстійник облаштовується надставками з кришкою. Це необхідно при розміщенні резервуара на великих глибинах. Роботи з обслуговування не маючого надставок відстійника, закопаного на 70 см під землею, є складними і трудомісткими.

Складчаста конструкція відстійника. Відстійник виготовляють з поліетилену високої щільності з достатньою товщиною стінки, що гарантує стійкість проти зминання. Стійкість збільшується завдяки складчастій структурі самого се-

птика і вмонтованим поздовжнім ребрам жорсткості в стінках. Це дуже важливо, оскільки септик під землею має витримувати дію багатьох навантажень.

Декілька важливих зауважень стосовно септика:

- відстійник не слід розміщувати далі 8 м від будівлі. Якщо ця відстань буде більшою, то трубопровід подачі стоків необхідно утеплити;
- місткість відстійника слід підбирати з урахуванням об'єму стічних вод на добу (кількості споживачів) для попереднього очищення;
- теоретично стічні води мають знаходитися в септику три доби. Слід переконатися, що даний септик може затримувати стоки на три доби і тоді в ньому відбувається надійне попереднє очищення;
- можливе встановлення двох септиків одного за одним. Більший встановлюють першим;
- септик не слід закопувати дуже глибоко (максимально 60 см від поверхні землі).

3.5.3 Третій етап – доочищення

Господарсько-побутові стічні води, заздалегідь очищені приблизно на 65 %, надходять на третій етап – доочищення в аеробних умовах у ЛОС. На цьому етапі при використанні надійного устаткування і його правильному встановленні слід отримати зменшення забруднень до 95 %. Існують різні способи доочищення стічних вод. Залежно від топографічних і ґрунтових умов для біологічної нейтралізації стоків в аеробних умовах використовують такі системи:

- фільтрувальний дренаж;
- біологічний фільтр з відповідним завантаженням;
- вертикальний піщаний фільтр;
- біологічний фільтр з відстійником і тканинним завантаженням;
- горизонтальний піщаний фільтр.

3.6 Фільтрувальний дренаж як невід'ємна частина ЛОС

Фільтрувальний дренаж не є «системою труб, за допомогою яких стоки розподіляються в ґрунті». Це невід'ємна частина локальної очисної споруди, в якій система дренажних труб розподіляє стоки в місця їх подальшого очищення – спеціально сконструйовану канаву або дренажне поле.

Спосіб підбору довжини дренажу. Застосовують 12 погонних метрів дренажу на одного постійного жителя. Гідравлічне навантаження дренажу залежно від виду ґрунту має знаходитися в межах 0,012...0,004 л/пог. м/доб. (від 4 до 12 л / пог. м / доб).

Дренажна труба – це трубопровід діаметром 110 мм, який має рівномірно розподіляти стоки в дренажній канаві. Ця труба лише на прямих відрізках має отвори, що дозволяють вилитися стокам назовні. На різних відрізках дренажу ці отвори знаходяться на різній висоті.

При однаковому рівні прорізання отворів дренаж працював би більше всього на своїх перших метрах і мало на кінцевих відрізках. Це дозволило б підбирати розміри дренажу і привело б до швидкого замулювання перших метрів. Для рівномірного розподілу стоків по всій дренажній трубі використовується похиле нарізання отворів (рисунок 3.25), що утрудняє вихід стоків на перших відрізках, а на кінцевих посилює їх вихід, хоча гідравлічний тиск цих стоків є невеликим.

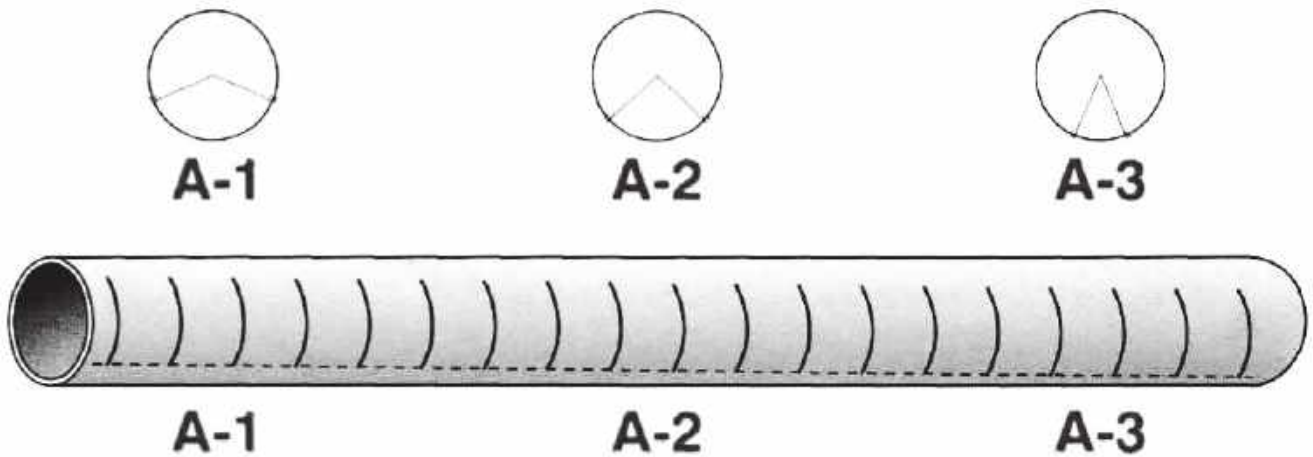


Рисунок 3.25 – Дренажна труба

Розміщення і встановлення дренажу. Дренажну трубу слід укласти в дренажній канаві шириною не менше 50 см. Це може бути дренажне поле, на якому будуть розміщені дренажні нитки на відстані 1,5 м одна від одної. Дренажна труба має лежати на 10-сантиметровому шарі добре проникного ґрунту, 10-сантиметровому шарі піску, 40-сантиметровому шарі щебеню. Вона накривається геотекстильним матеріалом, краї якого заломлені догори (рисунок 3.26). Геотекстильний матеріал виконує такі функції:

- захищає дренажну трубу від каменів і замулювання землею;
- є тепловим захистом.

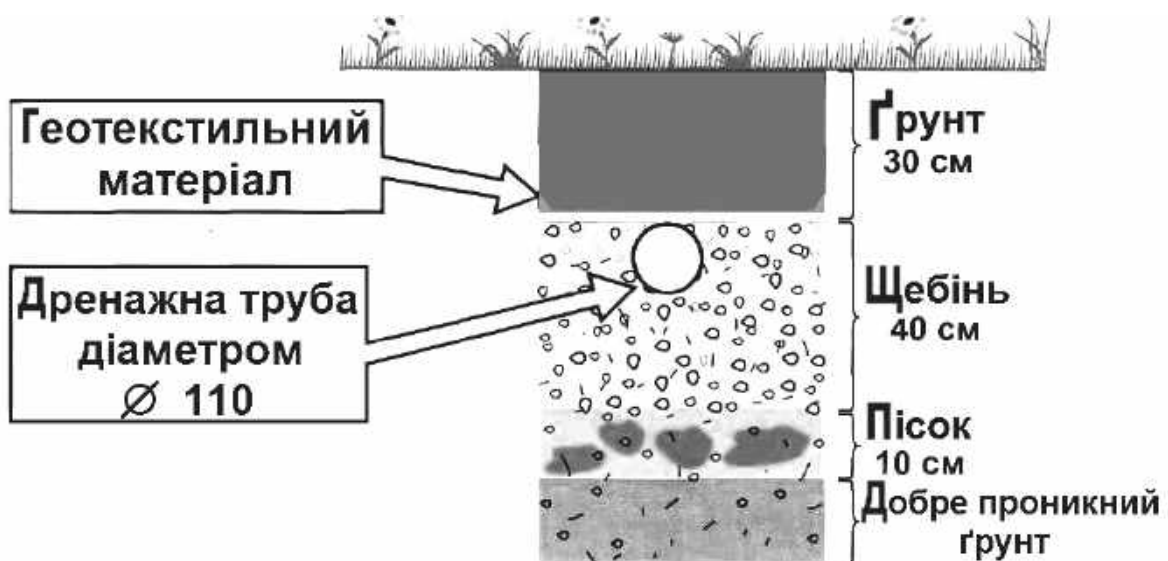


Рисунок 3.26 – Розріз дренажу

Глибина розміщення фільтрувального дренажу є такою:

- оптимальна – 40...50 см;
- мінімальна – 35 см;
- максимальна – 80 см; у виняткових випадках – 120 см; при більшій глибині відсутні аеробні бактерії;
- рекомендований нахил дренажу – 1%;
- відстань між дренажними трубами – 1,5 м;
- ширина дренажної канави – 0,5 м;
- дренажна труба має надрізи тільки на прямих відрізках;
- довжина однієї нитки дренажу не має перевищувати 25 пог. м;
- дренажні нитки можуть бути об'єднані в одну систему, а можуть бути також одиничними, що дозволяє підбирати індивідуальну нитку для кожного колодязя.

Найбільш використовувані форми дренажу показано на рисунках 3.27 – 3.31.

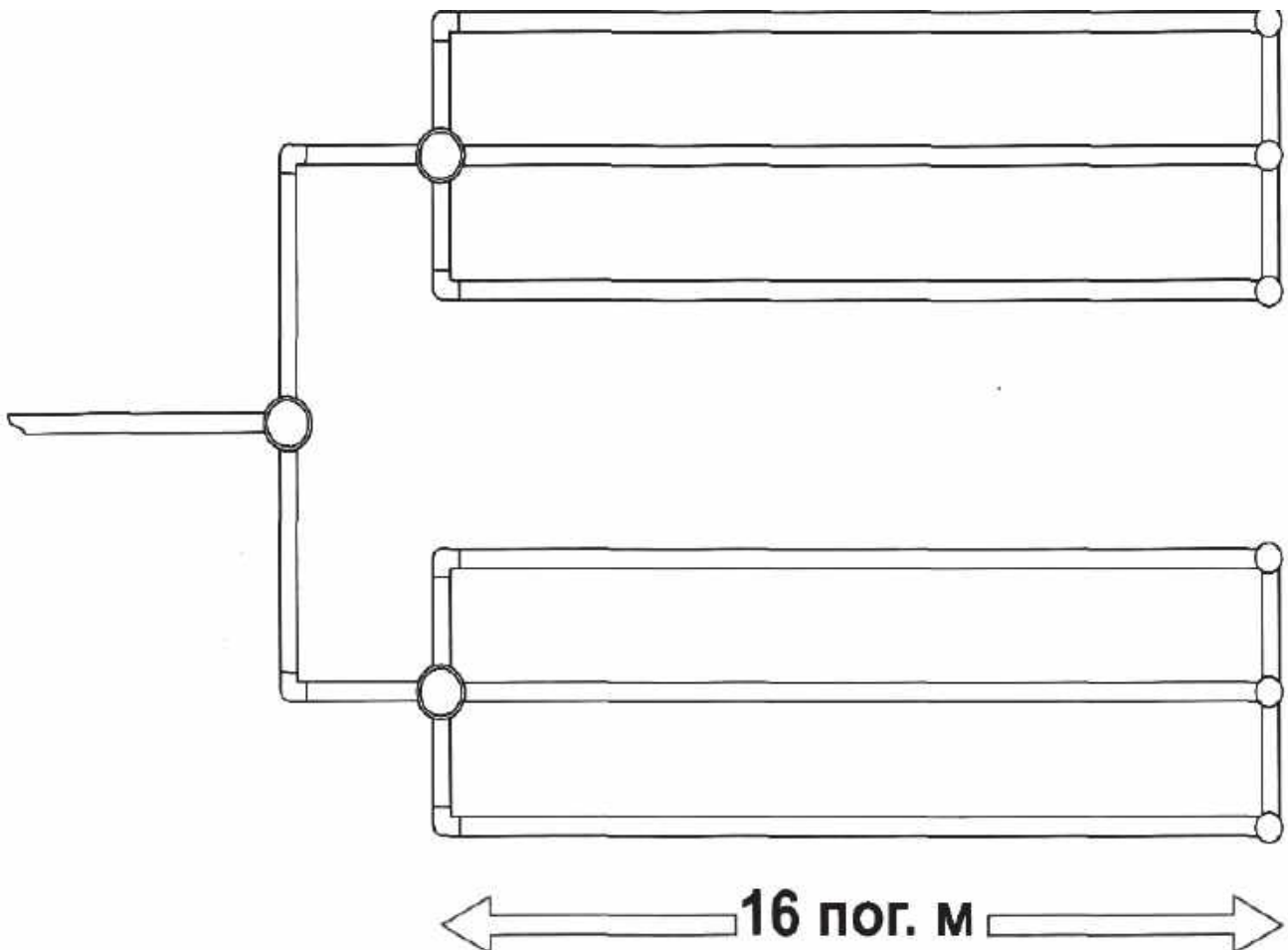


Рисунок 3.27 – Відстійник місткістю 2000 л (для чотирьох жителів);
дренаж – $3 \cdot 16 = 48$ пог. м

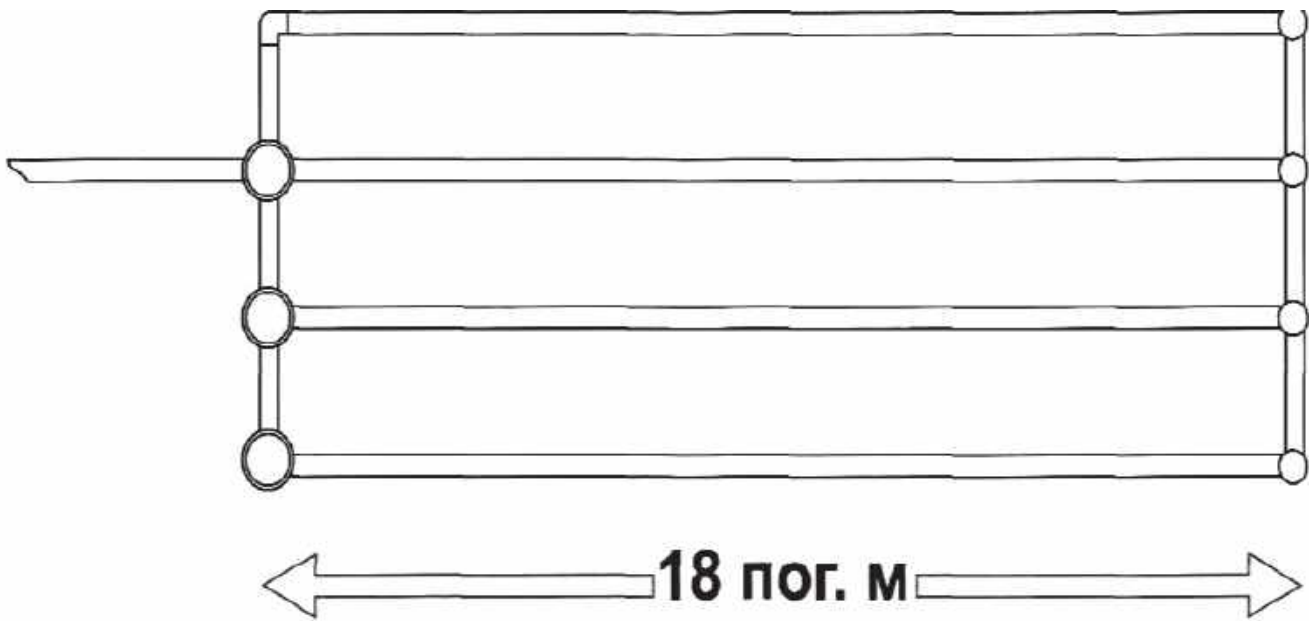


Рисунок 3.28 – Відстійник місткістю 3000 л (для шести жителів);
дренаж – $4 \cdot 18 = 72$ пог. м

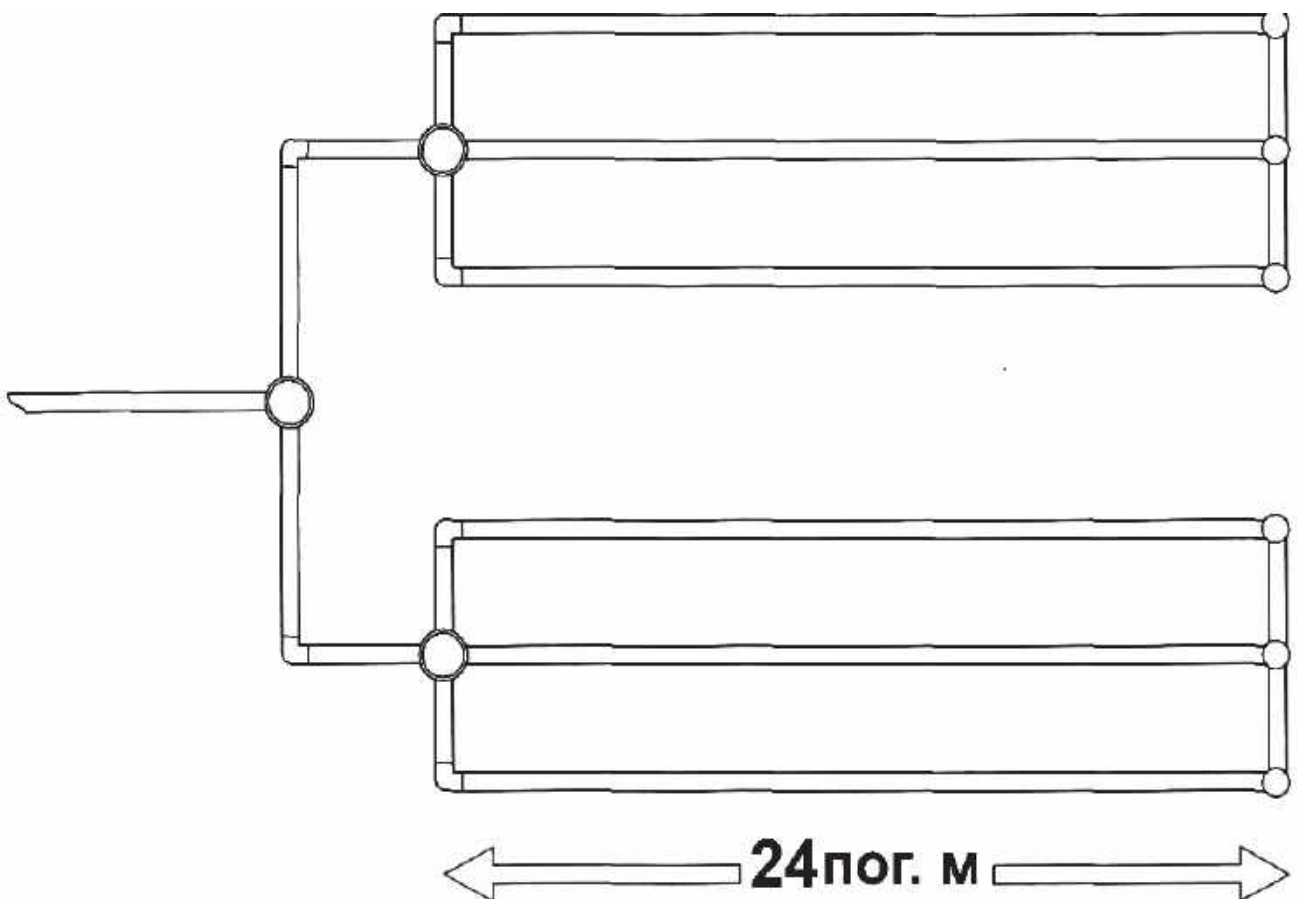


Рисунок 3.29 – Відстійник місткістю 4000 л (для восьми жителів);
дренаж – $6 \cdot 24 = 144$ пог. м

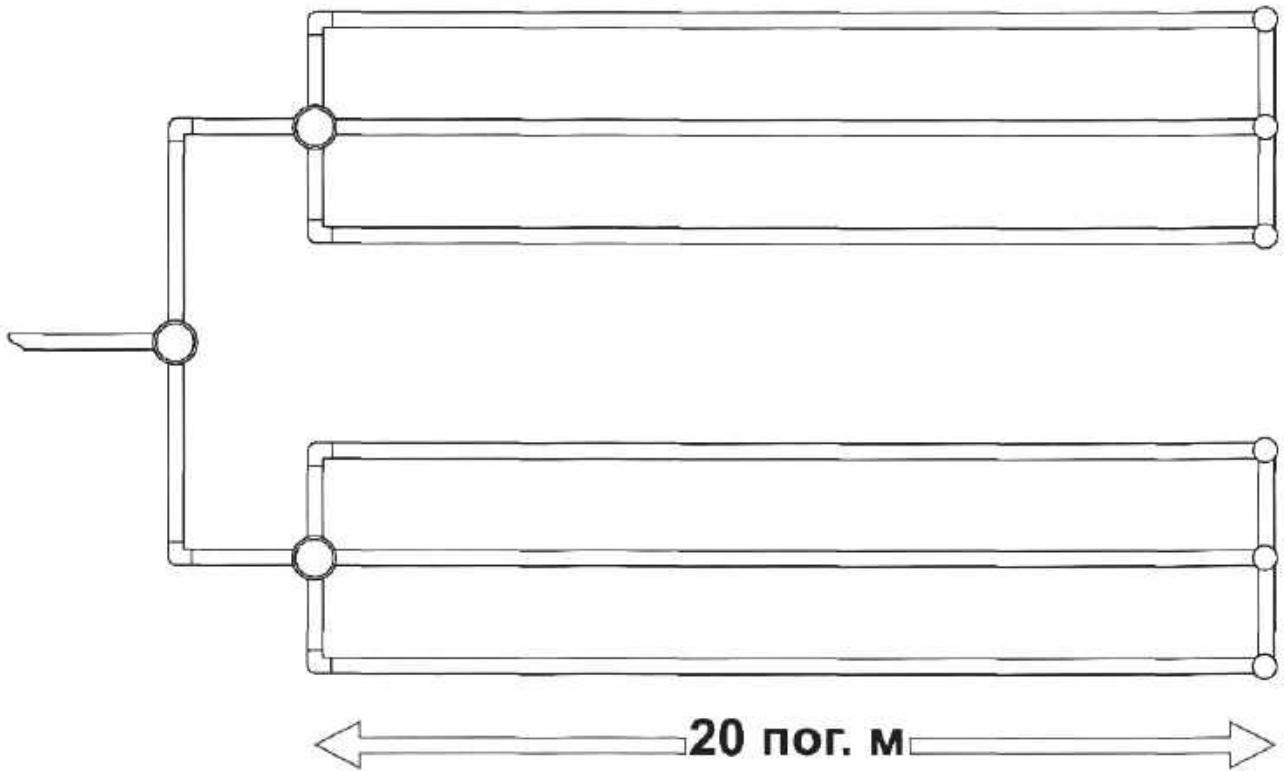


Рисунок 3.30 – Відстійник місткістю 5000 л (для дванадцяти жителів);
дренаж – $6 \cdot 20 = 120$ пог. м

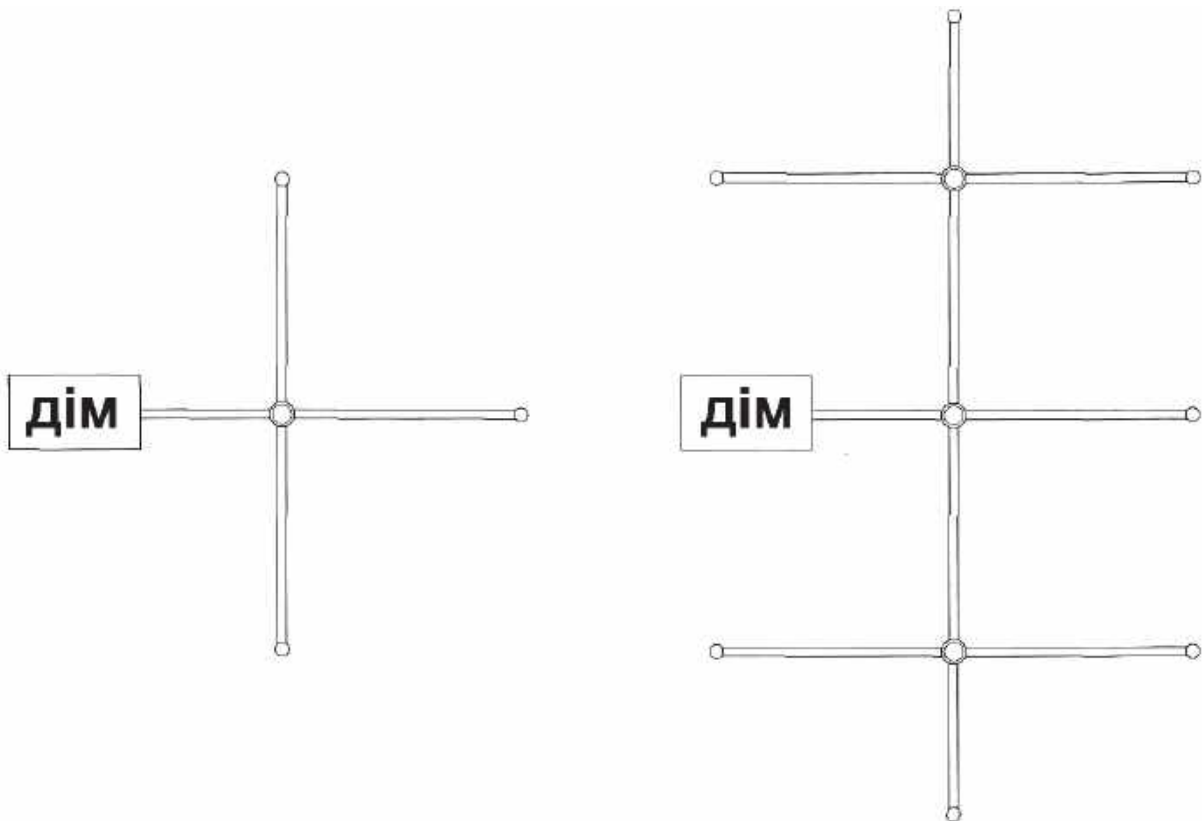


Рисунок 3.31 – Можливі «зіркові» конструкції дренажу

Розподільний колодязь (рисунок 3.32) контролює приплив рідини і рівномірно розподіляє її по кожній нитці дренажу незалежно від інтенсивності потоку.

Істотним технологічним досягненням конструкції розподільного колодязя є регульоване витікання рідини не через великий випускний отвір діаметром 100 мм, а через маленький отвір, висоту якого можна встановлювати довільно. Це має дуже велике значення для правильного функціонування дренажу. При великому припливі стоків в розподільний колодязь рідина затримується всередині і поступово розподіляється по нитках дренажу.

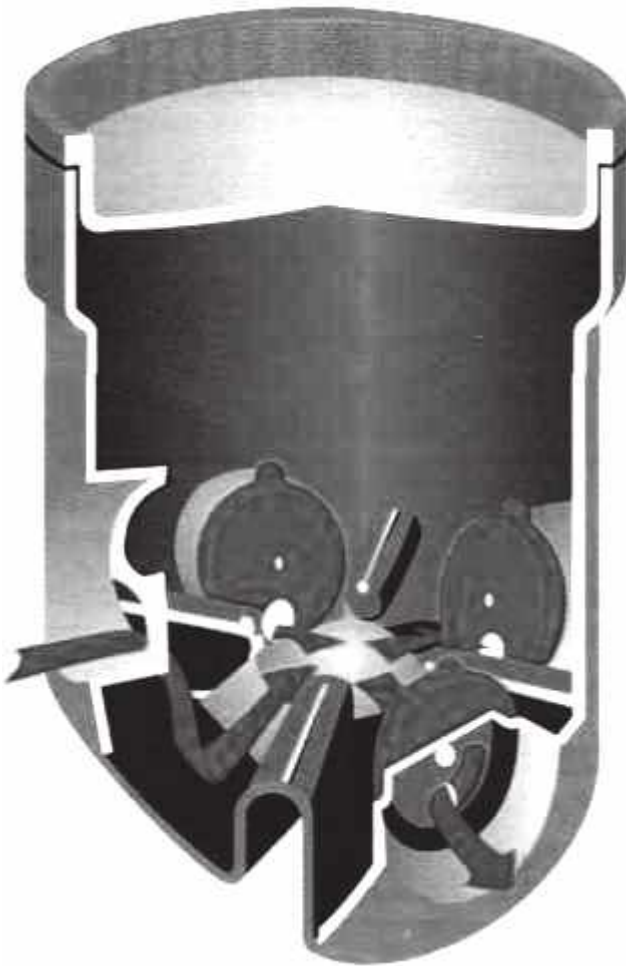


Рисунок 3.32 – Розподільний колодязь

Рисунок 3.33 – Замикальний аераційний колодязь

Регулювання витікання стоків дозволяє:

- зберігати рівномірне витікання навіть у разі випадкового нахилу колодязя;
- підтримувати однакові рівні стічної рідини на початку дренажу при встановленні декількох розподільних колодязів. Дозоване витікання захищає дренаж від закупорювання. Для розподільного колодязя передбачено надставку висотою 35 см (можна встановлювати дві надставки і більше).

Замикальний аераційний колодязь (рисунок 3.33), з одного боку, полегшує встановлення дренажу, а з іншого – виконує такі функції:

- замикає дренажну систему;

- подає кисень до дренажних ниток;
- контролює течію рідини;
- очищує дренаж.

Замикання системи. Перед кінцевим засипанням, після остаточного встановлення ЛОС по рівню, слід об'єднати всі нитки дренажного поля. Для цього використовується замикальний колодязь, який з'єднує окремі нитки дренажного поля в єдине ціле, що робить систему міцнішою і дає можливість повітрю і рідині протікати по нитках дренажу.

Насичення киснем дренажних ниток. Завдяки спеціально сконструйованому дефлектору у формі грибка замикальний колодязь забезпечує надходження повітря (а отже, і кисню) в дренаж у будь-яких атмосферних умовах.

Через аераційний «грибок» (рисунок 3.34) повітря надходить знизу через отвори, які ніколи не закупорюються листям, льодом і т. п. Як відомо, кисень в дренажі є необхідним для аеробних бактерій, а повітряна тяга – для вентиляції всієї очисної споруди.

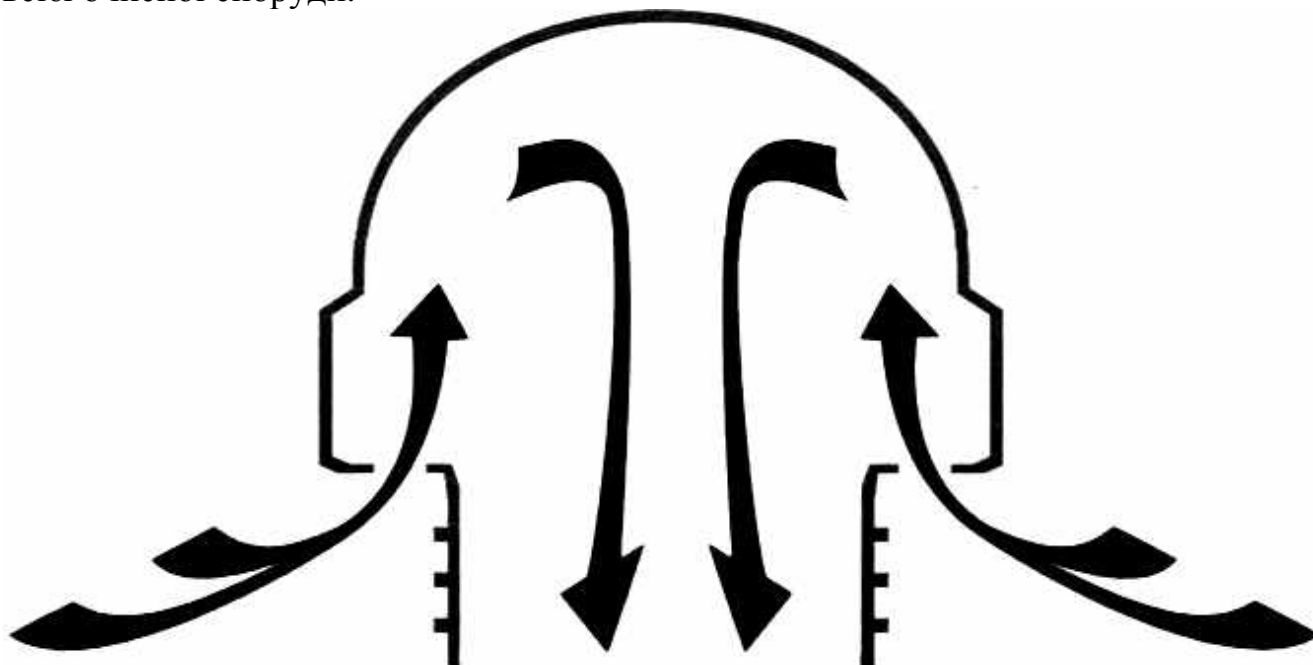


Рисунок 3.34 – Аераційний «грибок»

Контроль за течією рідини потрібно здійснювати з метою правильного функціонування дренажу. Це можна перевірити, якщо влити велику кількість води в розподільний колодязь і простежити в замикальному колодязі за її течією в кінці дренажу. Якщо в одному з колодязів течії немає, слід прочистити дренажну нитку.

Можливості чищення дрен. Характерна форма замикального колодязя не є випадковою. Дугоподібний профіль дозволяє промивати або прочищати дренажну нитку. Рідина, що надходить у дренаж, містить дуже маленькі зависі, які з часом утворюють шар на дні дренажу, який у свою чергу може створити пробку і

вивести з роботи частину труби. Тому рекомендується регулярно промивати дренаж (принаймні один раз на рік).

Укладання дренажу на схилі. Дренаж можна укласти на схилі, якщо нахил не перевищує 10 %. Використовуються те ж устаткування і матеріали, що і на рівнинній місцевості. Канави слід робити паралельними скосу (перпендикулярними до його нахилу) з урахуванням того, що сусідні нитки дренажу мають бути віддалені одна від одної не менше ніж на 3 м або на 3,5 м в осях і мати глибину 0,75 ... 1,10 м (рисунки 3.35 – 3.38).

Відновлення дренажу. Навіть при виконанні всіх технологій укладання дренажних ниток з роками може статися їх замулювання. Зарубіжний досвід свідчить, що цей період становить близько 20 років. Відновні роботи в цьому випадку – це демонтаж дренажу, видалення гравію і заміна близько 20...30 см пісочної і земляної основи. Промитий гравій і вимиті дренажні труби укладають в первинні канави і засипають так, як під час першого укладання. Іншою важливою дією щодо відновлення є щорічне промивання кожної дренажної нитки за допомогою замикального колодязя. Тому рекомендується, щоб кожна дренажна нитка закінчувалася замикальним аераційним колодязем.

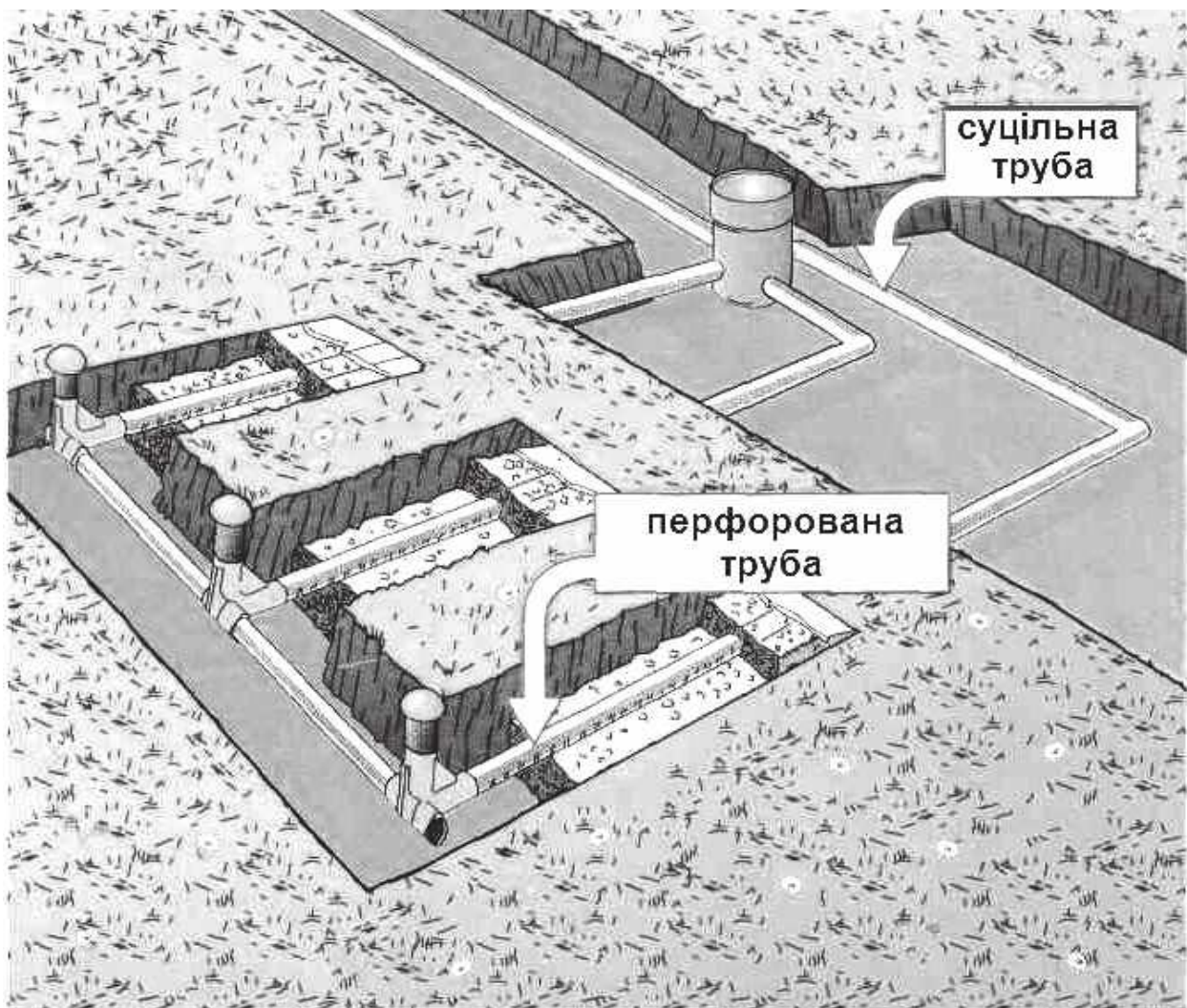


Рисунок 3.35 – Дренажна система на схилі

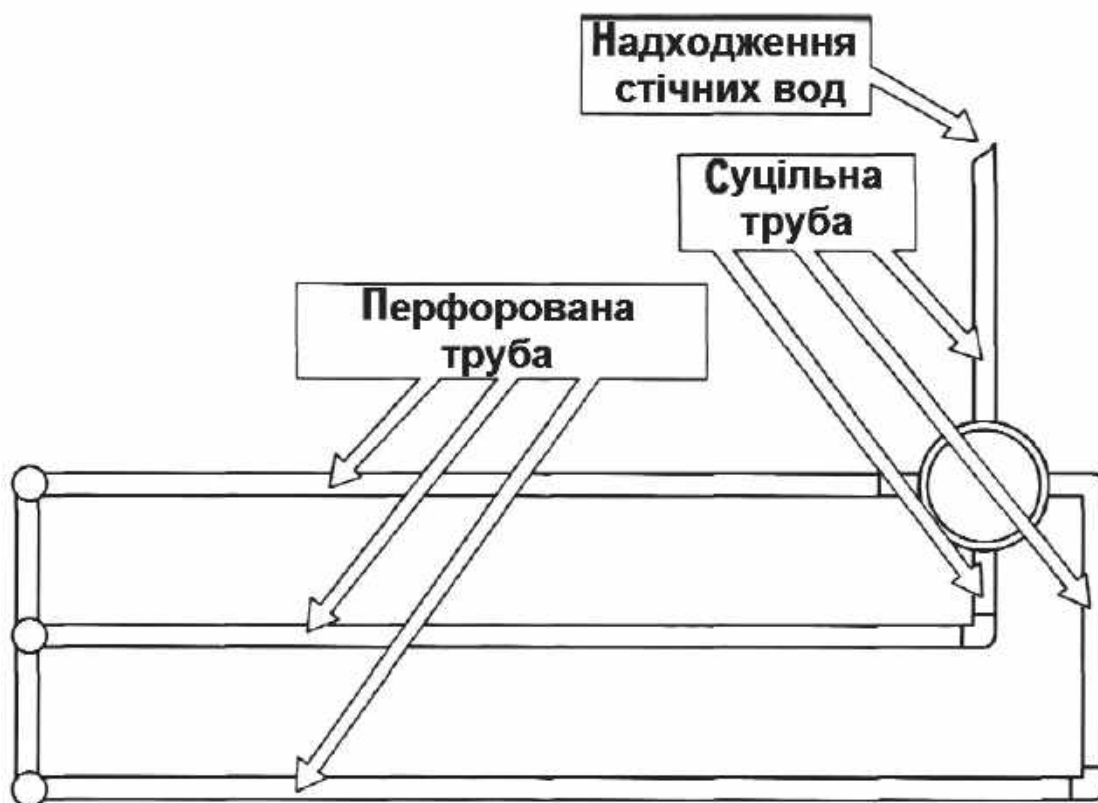


Рисунок 3.36 – Дренажна система на схилі. Вид зверху

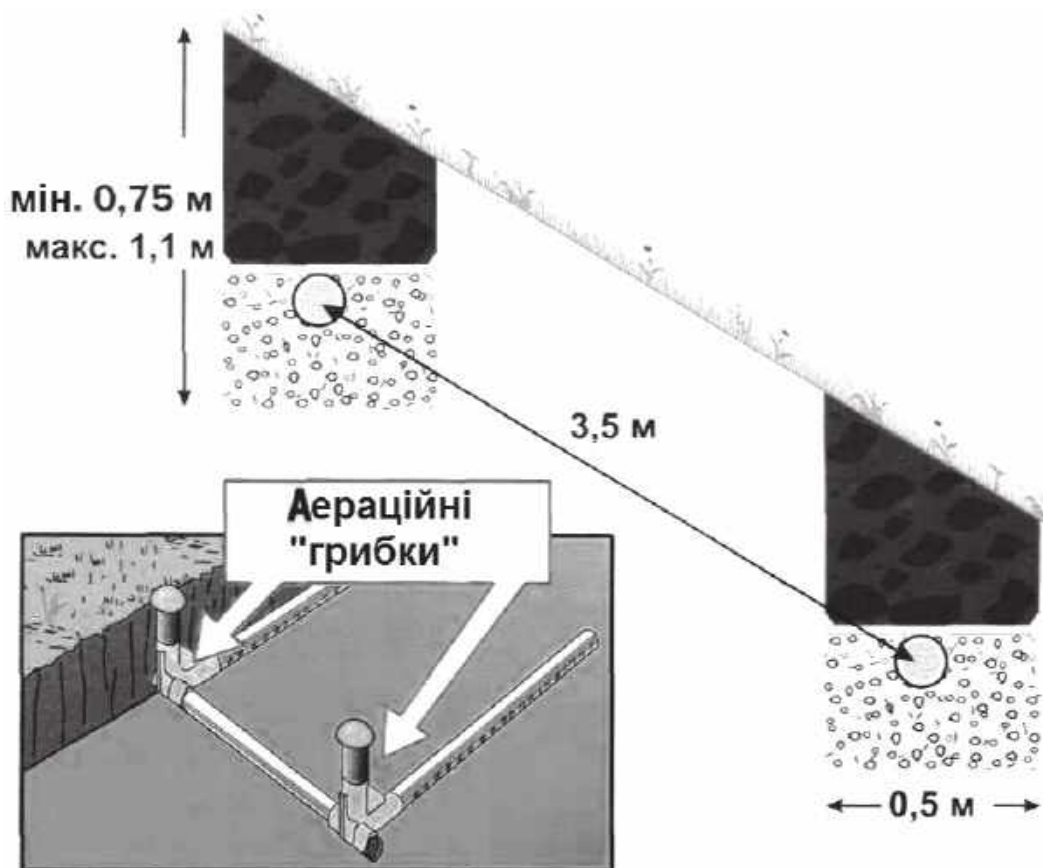


Рисунок 3.37 – Дренажні канали на схилі

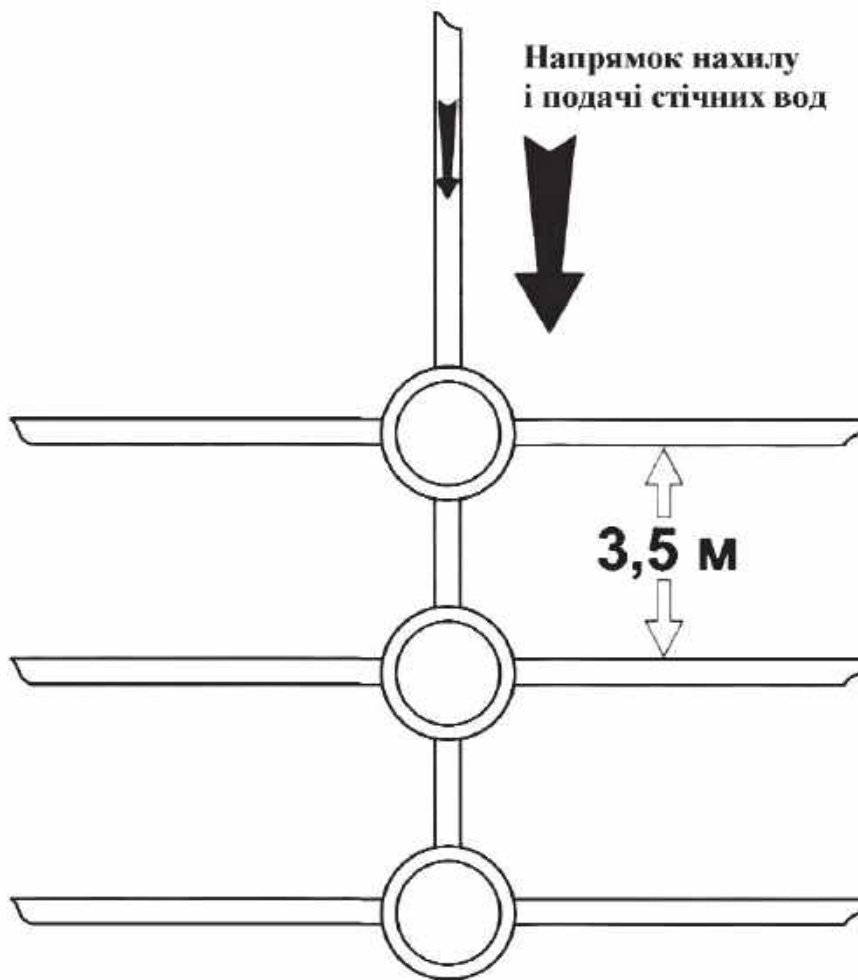


Рисунок 3.38 – Система із шести дренажних ниток на схилі

3.7. Фільтрувальний дренаж у різних водно-грунтових умовах

Фільтрувальний дренаж (рисунок 3.39) використовується в умовах проникного ґрунту. Тоді реалізується найбільш сприятливий процес очищення стоків. Септик, що знаходиться відразу ж під поверхнею, дозволяє встановлювати дренаж неглибоко. Ґрунт високої проникності дозволяє використовувати класичну конструкцію дренажної канави без додаткових капіталовкладень.



Рисунок 3.39 – Розріз дренажу і вид зверху

Фільтрувальний дренаж на підкладці з високою проникністю. Ґрунт з високою проникністю – це, наприклад, суха основа з прошарками каменю, щебеню. Очищені стічні води виходять з дренажу і проходять через ґрунт, не піддаю-

чись процесу доочищення. Під дренажем слід укласти 70-сантиметровий шар піску для аеробного біологічного очищення.

Фільтрувальний дренаж на слабопроникному ґрунті і заміна ґрунту під дренажем. На слабопроникному ґрунті можна укласти дренаж за таких умов:

- збільшити довжину дренажних ниток на таку величину, на яку проникність ґрунту відхиляється від стандартної;
- провести заміну ґрунту приблизно на 70-сантиметровому шарі під щебнем для здійснення процесу доочищення в дренажній канаві (рисунок 3.41).



Рисунок 3.40 – Схема дренажу із заміною ґрунту під ним

Непроникний ґрунт або поверхневі ґрунтові води. Доочищення стічних вод у системі дренажних труб є неможливим у таких випадках:

а) у разі ґрунту з дуже слабкою проникністю стічні води не пройдуть через ґрунт, а отже, і не будуть доочищені;

б) у разі дуже високого рівня ґрунтових вод відстань між дренажною трубою і дзеркалом ґрунтових вод має становити мінімум 1,5 метра. Така відстань є гарантією того, що стоки, що потрапляють в ґрунтові води, будуть повністю очищеними.

В описаних випадках попереднє очищення стічних вод є можливим за умови підняття дренажу настільки, щоб отримати:

а) фільтрувальний шар не менше 110 см при непроникному ґрунті (рисунок 3.41, а);

б) відстань між дреною і ґрунтовою водою, що має становити мінімум 1,5 м при 90-сантиметровому фільтрувальному(ґрунтово-піщаному) шарі і високому дзеркалі ґрунтових вод (рисунок 3.41, б).

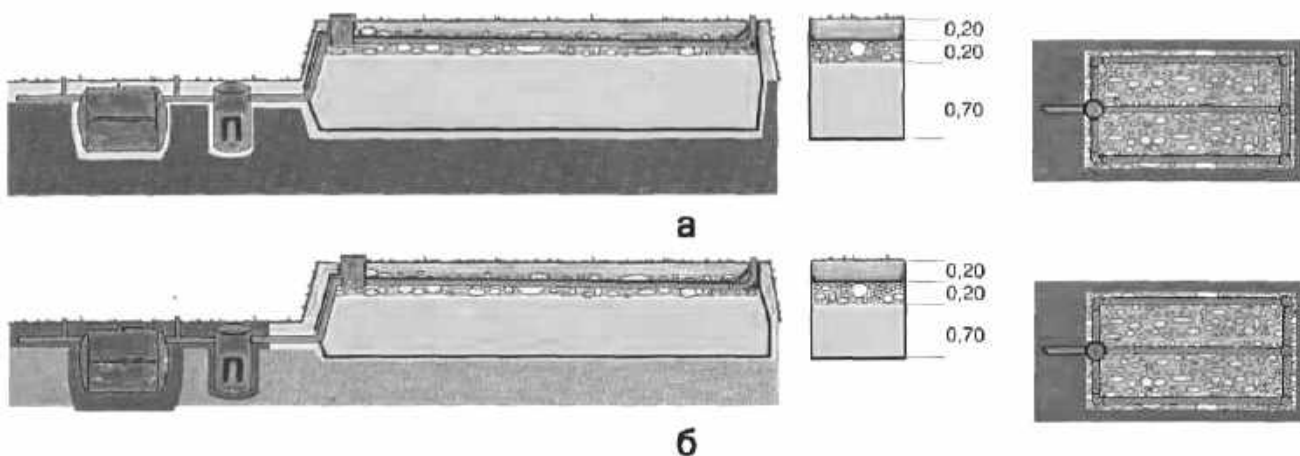


Рисунок 3.41 – Схеми укладання дренажу в непроникному ґрунті (а) і при високих ґрунтових водах (б)

Ці умови можна виконати, зробивши насип, в якому укладається дренаж разом з колодязями. Стічні води в цьому випадку перекачуються з відстійника за допомогою насосів. При проектуванні системи слід враховувати глибокий вихід стічних вод з будівлі.

Ступінь очищення забруднень в системі доочищення за допомогою дренажу. Дані, що стосуються ефективності дренажу, наведено у таблиці 3.6.

Як видно з таблиці, очищення забруднень на глибині від 60 до 90 см є майже повним. Звичайно, такого результату можна досягти, якщо дренаж буде встановлено правильно із строгим дотриманням правил побудови локальних очисних споруд.

Таблиця 3.6 – Ефективність дренажу

Складові стоки	Неочищені стоки, мг/л	Стоки після відстійника, мг/л	Стоки під дренажем	
			0,60 м	0,90 м
БСК	270...400	100...250	0	0
Зависі загальні	300...400	50...120	0	0
Солі фекальні (100 мл)	10...10	10...10	0-10	0
Аміачний азот N-NH ₄	60...120	30...60	Сліди до 60	Сліди
Нітратний азот N-NO ₃	1	1	Сліди до 40	Сліди до 20
Загальний фосфор	10...40	10...30	Сліди до 10	Сліди до 1

Перколяційний тест: проникність ґрунтів. Отвір діаметром 15 см і глибиною близько 50 см свердлять за допомогою ручного свердла. Воду в цей отвір заливають, зберігаючи постійний рівень в ньому. Це – фаза насичення, що триває близько однієї години. Після закінчення цього часу ґрунт буде насиченим водою. У разі найбільш несприятливих умов можна досліджувати абсолютне просочування (в умовах насичення ґрунту водою). В отвір вставляють мірну лінійку і вимірюють спад води протягом 10 хвилин. Отримують коефіцієнт проникності ґрунту K, м/год (рисунок 3.42).



Рисунок 3.42 – Коефіцієнт проникності ґрунту

Інші методи доочищення. Там, де неможливе доочищення стічних вод за допомогою дренажу (дуже маленька ділянка, абсолютно непроникний ґрунт), можна використовувати іншу систему. Її конструкція і принцип дії будуть іншими, але завжди відтворюватимуться в аеробних умовах біологічні процеси, що відбуваються в дренажі, редукуватимуться забруднення стічних вод, що виходять із септика. Іншими пристроями, що виконують доочищення, є:

- біологічний фільтр з промитим коксом;
- вертикальний піщаний фільтр;
- біологічний фільтр на тканинній основі.

3.8 Біологічний фільтр з промитим коксом

Конструкція. Біологічний фільтр з промитим коксом є спеціально сконструйованим резервуаром з поліетилену високої щільності, в якому стічні води із септика доочищаються, тобто відбувається редукція забруднень до 95 % (рисунок 3.43), (Додаток Б).

Біологічний фільтр містить:

- резервуар з поліетилену місткістю 1000, 2000 або 3000 літрів;
- дифузор, з'єднаний з впускним отвором **А**, через який стічні води попадають всередину фільтра ;
- пузолан – гірську породу вулканічного походження (назва «пузолан» походить від місцевості Пуззоланум біля Неаполя, розташованого у підніжжя Везувію, де залягають могутні пласти вулканічної лави) або промитий кокс;
- трубу ПВХ, в яку надходять очищені стічні води і яка з'єднана з випускним отвором **Б** у нижній частині фільтра;

- систему насичення киснем **В**. Як відомо, процес доочищення відбувається в аеробному середовищі, тому є необхідним доступ повітря.

Принцип дії. Стічні води із септика (заздалегідь очищені на 65 %) надходять у фільтр через впускний отвір **А**. Продовженням впускного отвору є дифузор. Стоки через розподільний дифузор стікають на завантаження і поступово просочуються в нижню частину резервуара. При цьому русі вниз вони остаточно очищаються за допомогою аеробних бактерій, які знаходяться на завантаженні (промитому коксі). Чисті стоки збираються в нижній частині фільтра і через перфоровану трубу, з'єднану з випускним отвором **Б**, що знаходиться в нижній частині резервуара, виходять назовні. Дуже важливе значення має аерація біологічного фільтра. У деяких моделях вона здійснюється тільки через аераційний колодязь за допомогою фільтра, через який теж проходять очищені стоки. Таке рішення є не найкращим, оскільки в деякі моменти рідина може заповнити випускний отвір і закрити доступ повітря. У запропонованій моделі аерація є абсолютно не залежною від випуску. Повітря надходить у резервуар по двох трубопроводах на рівні впускання і випускання фільтра, але з протилежного боку резервуара (елемент **В**). Аераційна труба безпосередньо з'єднана з фільтром.

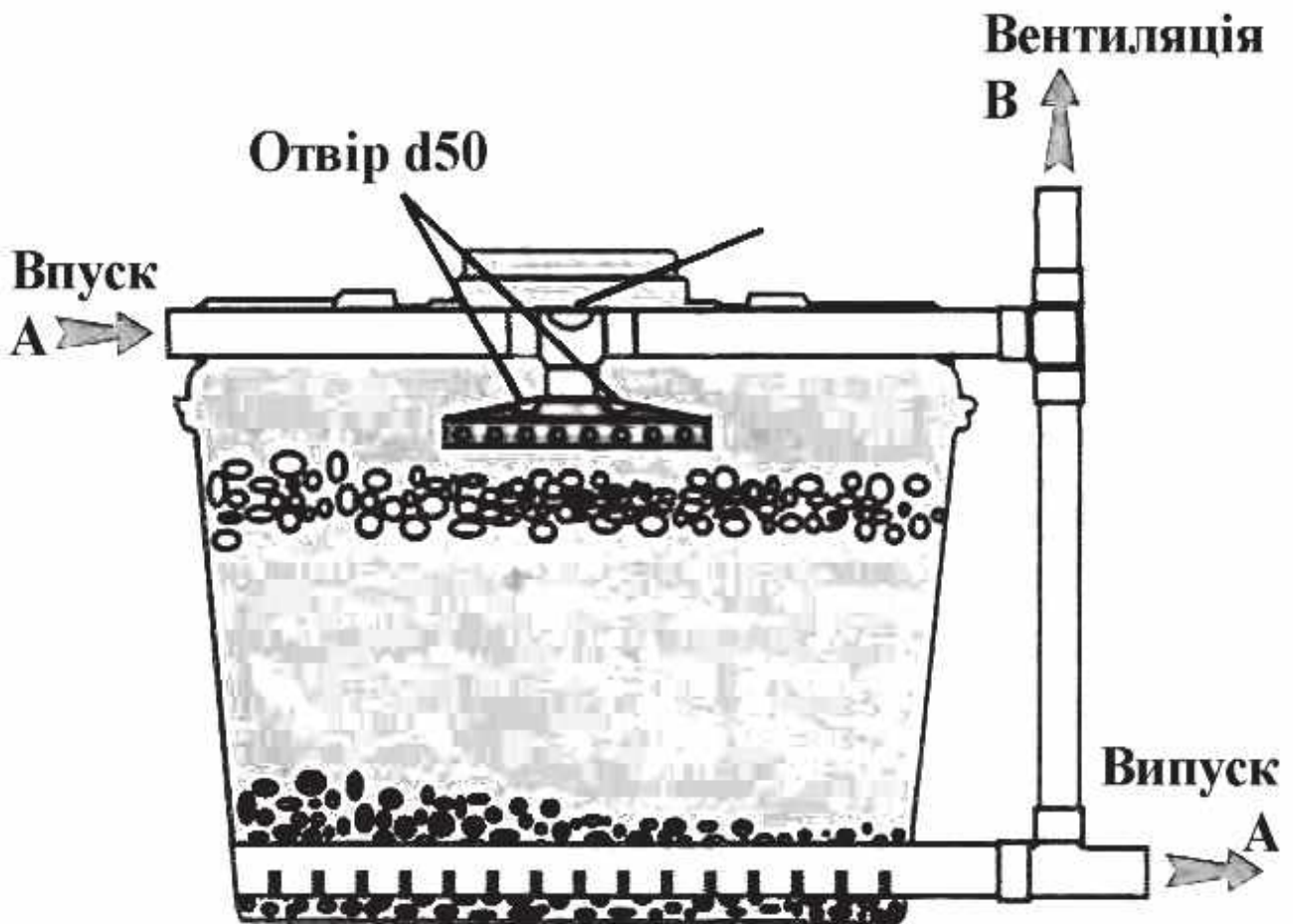


Рисунок 3.43 – Біологічний фільтр

Установлення біологічного фільтра. Резервуар біологічного фільтра встановлюють за тими ж правилами, що і септик. Специфіка використання цього пристрою потребує деяких зауважень, а скоріше, порад:

1. Після встановлення біологічного фільтра на підставку слід ретельно перевірити всі з'єднання і ущільнення. Система вентиляції має бути добре ущільненою в області колін. Пристрій не повинен мати ніяких зазорів перед засипанням завантаження (промитого коксу).

2. Завантаження слід засипати поволі через єдиний люк фільтра на 10 см нижче висоти розподільного дифузора.

3. Доочищені стічні води виходять з фільтра через випускний отвір **Б**, який знаходиться в нижній частині резервуара. Часто цей випускний отвір розташовується на глибині 150...200 см під землею.

Приймачем очищених стоків, як правило, є зливний колектор, меліораційна канава, струмок або інший водостік. Якщо водостік знаходиться відносно далеко від очисної споруди, може трапитися так, що позначка надходження стічних вод буде знаходитися нижче дна водостоку. Це можна легко визначити перед установкою біофільтра. У цьому випадку слід забезпечити перекачування стоків по біологічному фільтру, завдяки чому вони піднімуться на новий рівень, з якого їх можна буде безперешкодно відвести у водостік (рисунок 3.44).

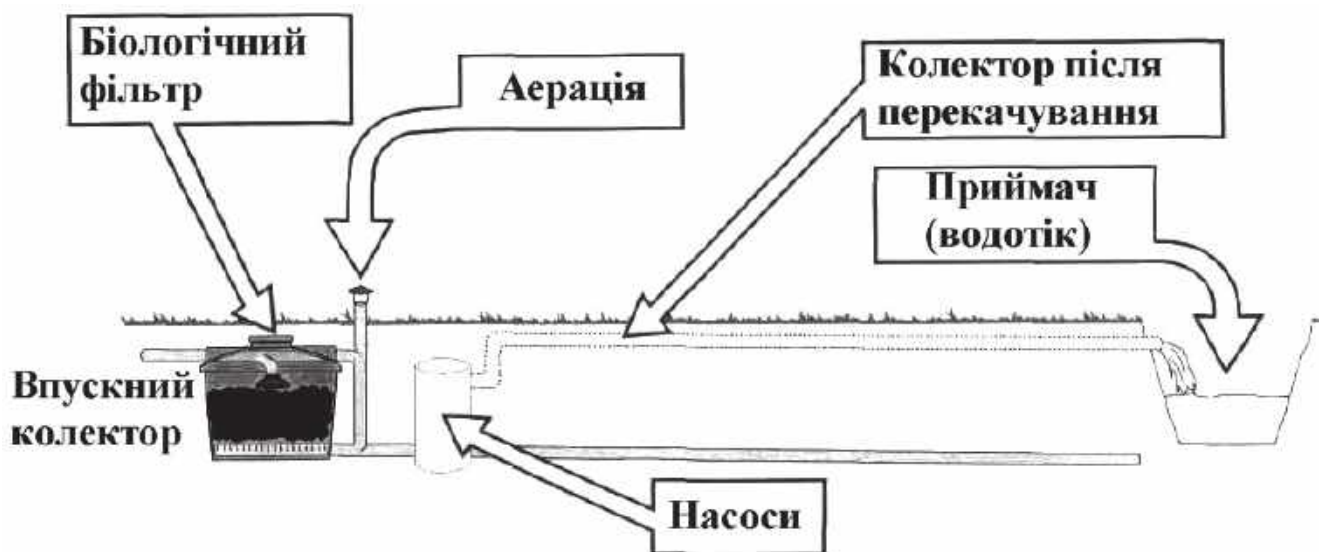


Рисунок 3.44 – Біологічний фільтр з перекачуванням очищених стоків

Вибір біологічного фільтра залежно від ЕЧЖ і місткості септика. Так само, як і дренаж, біологічний фільтр має забезпечити доочищення певної кількості стічних вод. Для здійснення цього місткість фільтра має бути пропорційною місткості септика (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 — Вибір біологічного фільтра

Місткість фільтра, л	Кількість споживачів	Місткість септика, л
1000	2–6	2000 і 3000
2000	7–8	4000 і 5000
3000	9–15	10000

3.9 Вертикальний піщаний фільтр

Вертикальний піщаний фільтр є поєднанням фільтрувального дренажу і біологічного фільтра. На першому етапі розподіляють заздалегідь очищені стоки в ґрунті за допомогою дренажної мережі і доочищують їх у цьому ж ґрунті. На другому етапі стічні води збираються дренажем і відводяться у водостік (так само, як і в біологічному фільтрі) (рисунок 3.45).

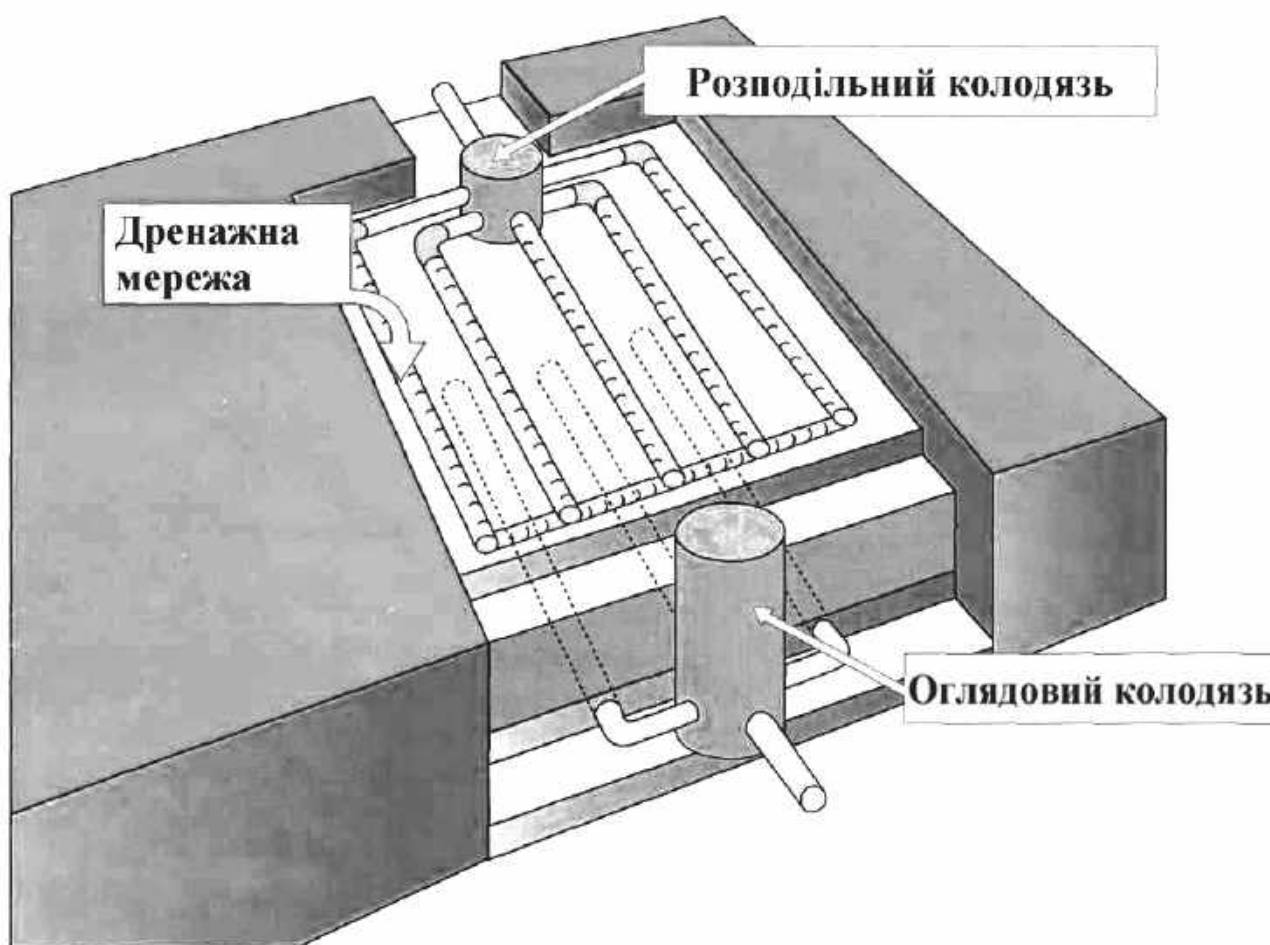


Рисунок 3.45 – Вертикальний піщаний фільтр

Вертикальний піщаний фільтр застосовують там, де є непроникний ґрунт (глинистий) або там, де класичні системи дренажу або біологічного фільтра з промитим коксом дуже малі. При встановленні фільтра слід видалити шар природного ґрунту, а канаву, що утворилася в результаті цього, викласти водонепроникною плівкою.

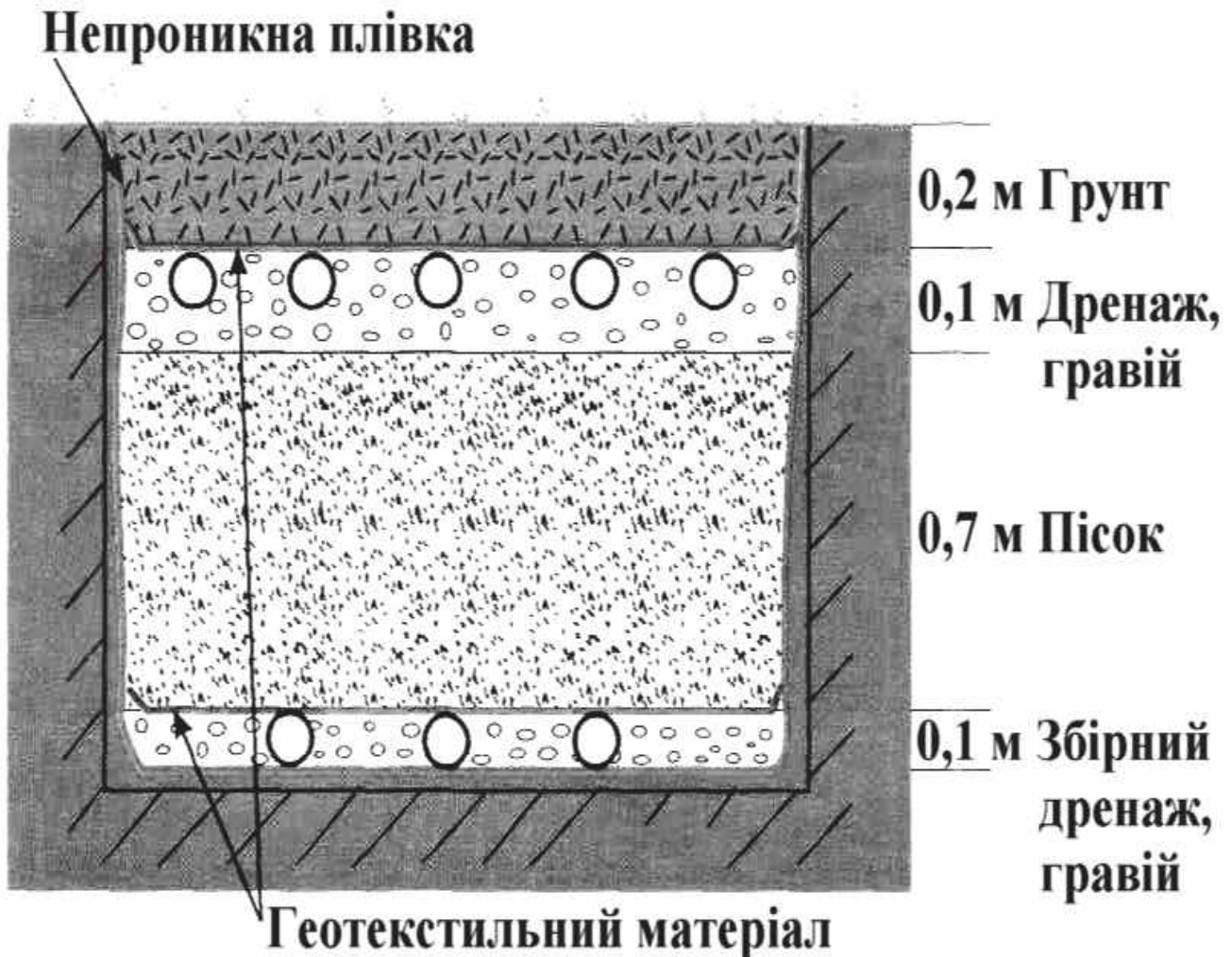


Рисунок 3.46 – Поперечний переріз вертикального піщаного фільтра

На водонепроникну плівку слід укласти послідовно (починаючи знизу) такі шари: великозернистий (25...30 мм); гравій із збірним дренажем; геотекстильний матеріал (більше 100 г/м²); фільтрувальний пісок (шар завтовшки мінімум 700 мм); великозернистий (25...30 мм) гравій з дренажем, що розподіляє стічні води після відстійника; геотекстильний матеріал (більше 100 г/м²) і потім ізоляційний шар з природного ґрунту (рисунок 3.46).

Між виходом збірної дрени і приймачем очищених стічних вод (якомога ближче до піщаного фільтра) має знаходитись колодязь аерації, що забезпечує подачу кисню аеробним бактеріям, які мешкають у фільтрі (рисунок 3.47). Так само, як і в біологічному фільтрі, стічні води, очищені в піщаному фільтрі, слід відводити у водостік.



Рисунок 3.47 – Бічний переріз вертикального піщаного фільтра

3.10 Поглинальний колодязь

Поглиналильний колодязь – це невеликий пристрій, призначений для фільтрації малих кількостей стічних вод у великозернистих проникних видах ґрунтів. Стічні води потрапляють туди із септика (рисунок 3.48).

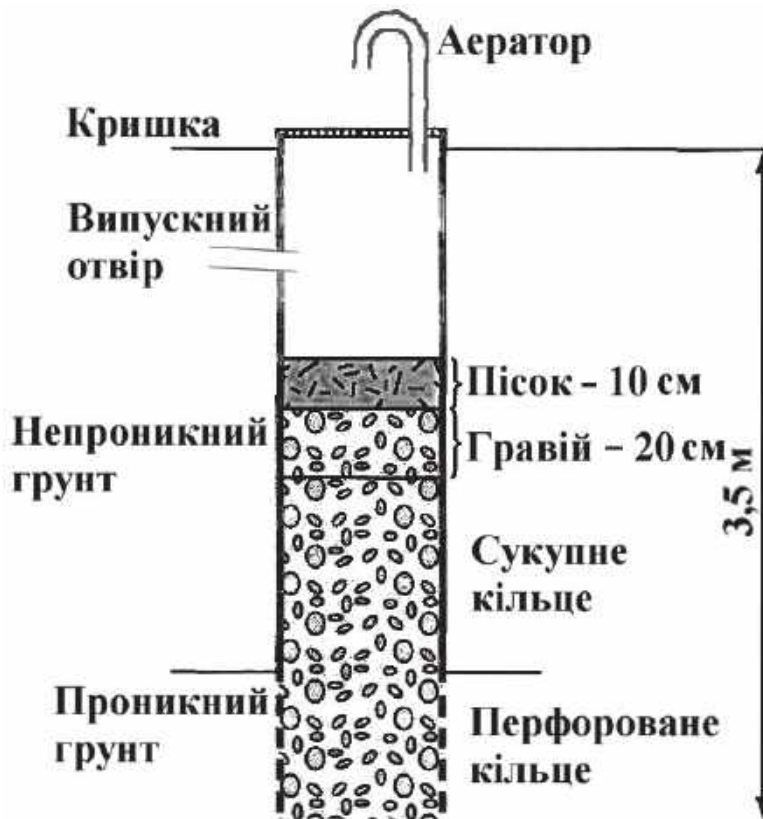


Рисунок 3.48 – Поглинальний колодязь

Поглиналильні колодязі використовуються, зокрема, на території садово-городніх ділянок, біля дачних будиночків або будинків з одним або двома жителями. Ними зазвичай користуються на дуже маленьких ділянках, де дренаж є неможливим через відсутність місця. Тоді вони виконують роль чогось, що можна було б назвати вертикальним дренажем в глибину землі.

Поглиналильні колодязі застосовуються також як приймачі очищених стічних вод після біологічного фільтра. У цих випадках поглиналильні колодязі на глибині мають закінчуватися перфорованими кільцями, заглибленими в проникний ґрунт, що гарантує вбирання рідини.

Іншим пристроєм для відведення очищених стічних вод (після біологічного або піщаного фільтра) є кесон (рисунок 3.49). Фільтрація в ньому не забезпечує достатнього доочищення стічних вод, тому кесон можна використовувати тільки як приймач очищених стічних вод або атмосферних опадів.

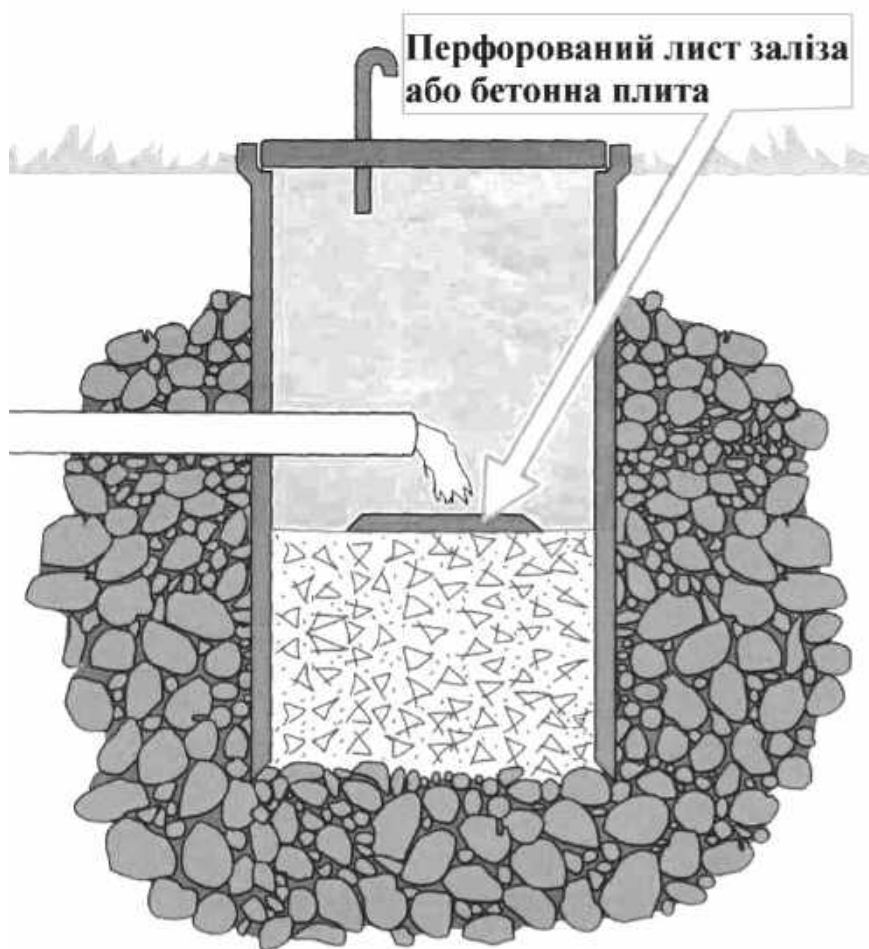


Рисунок 3.49 – Кесон як приймач очищених стоків

3.11 Деякі види біологічних фільтрів

Усі описані системи очищення стічних вод підводять до будинків або інших будівель з кількістю жителів, що не перевищує п'ятдесяти (у ЕЧЖ – постійні споживачі) (таблиця 3.8).

З таблиці видно, що для сорока постійних жителів не залишається нічого іншого, окрім користування системою MINIFLO, оскільки традиційні рішення тут є недостатніми. Система MINIFLO є новітнім, досить простим технологічним пристроєм, який складається з двох елементів:

- септика місткістю від 2,5 до 50 м³, який очищує стічні води подібно до всіх описаних систем;

- біологічного фільтра, що доочищує стічні води, тобто виконує роль дренажу і піщаного фільтра.

У цьому випадку йдеться про резервуар з поліетилену, заповнений текстильними рамами, зануреними у воду, на яких живуть аеробні бактерії. У нижній частині резервуара знаходяться дифузори, з'єднані з компресором, що подають в резервуар кисень.

Біологічний фільтр MAXIFLO (MINIFLO) (рисунок 3.50) є таким же пристроєм із двох сполучених між собою камер в одному резервуарі. Стічні води, очищені в MAXIFLO або в MINIFLO, мають бути відведені в поверхневий водотік (так само, як і у разі біологічного фільтра з промитим коксом).

Таблиця 3.8 – Різні системи очищення стічних вод залежно від кількості жителів

Еквівалентне число жителів (ЕЧЖ)	Попереднє очищення Місткість септика, л	Кінцеве очищення (доочищення)				
		Дренаж, пог. м	Біологічний фільтр – промитий кокс	Поглиняльний вертикальний фільтр	Піщаний горизонтальний фільтр	MINIFLO
2	1000	24	1000	так	-	-
4	2000	48	1000	-	-	-
5-6	3000	60-72	2000	-	так	-
7-8	4000	84-90	2000	-	так	Maxiflo 2.5+2.5
10-12	5000	100-110	3000	-	так	Maxiflo 5.0+5.0
20-25	10000	180-200	-	-	так	Maxiflo 5.0+5.0
40	20000	-	-	-	так	-
40	10000	-	-	-	-	10000
80	20000	-	-	-	-	20000
120	30000	-	-	-	-	30000
160	40000	-	-	-	-	40000
200	50000	-	-	-	-	50000
200-400	50...100	-	-	-	-	50...100

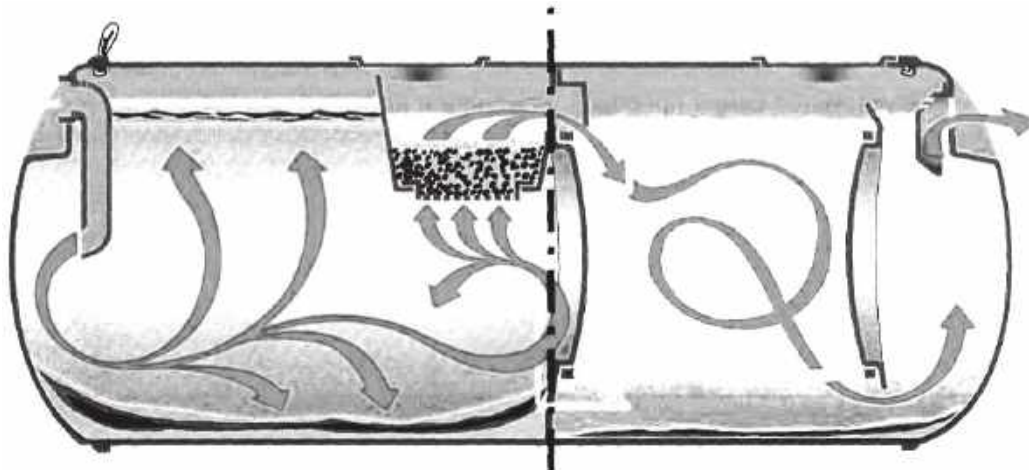


Рисунок 3.50 – Біологічний фільтр

Перевагами системи MAXIFLO-MINIFLO є:

- невелика площа, необхідна для встановлення очисної споруди: від 10 до 200 кв. м площі;
- простий і швидкий монтаж: 4–8 днів;
- висока якість резервуарів із поліетилену високої щільності;
- високий ступінь редукції забруднень: близько 98 %;
- обмежене обслуговування, що полягає тільки в періодичній перевірці (один раз в два дні близько п'яти хвилин) компресора і рециркуляційного насоса;
- прості й не дуже часті роботи з консервації, що полягають у спорожненні резервуара септика (один раз в 18 місяців) і промиванні корзини з коксом (один раз в шість місяців). Резервуар MINIFLO не потрібно чистити.

3.12 Ступінь редукції забруднень

Неочищені або слабо очищені стічні води завдають шкоди навколишньому середовищу. Вони призводять до порушення рівноваги в природі, а також біологічних процесів, які регулюються самою природою. Бактерії та інші гідробіонти, що містяться в стічних водах, спонукають розвиток різного роду організмів, споживаючих кисень, розчинений у воді. Цей кисень є необхідним для розкладання органічних частинок – без нього вода загниває. Звідси стало відомим поняття БСК₅, або біологічного споживання кисню протягом 5 днів. У таблиці 3.9 наведено середній вміст забруднень в сирих господарчо-побутових стоках.

Крім того, сирі стоки містять: віруси, хвороботворні бактерії, дріжджові грибки, найпростіші, хробаки. При правильно сконструйованому септику і добре виконаній системі доочищення (дренажі, біологічному фільтрі або піщаному фільтрі) редукції забруднень мають бути такими:

- після виходу із септика існує близько 65 % сирих стоків;
- після етапу доочищення існує близько 98 % сирих стоків.

Таблиця 3.9 — Характеристика сирих господарсько-побутових стоків

Складові стоків	Величини, мг/л
Загальні зависі	300...400
Аміачний азот	60...120
Загальний фосфор	10...40
Бактерії солі фекальні	$10_6 \dots 10_8$

У таблиці 3.10 наведено величини редукції стоків на різних етапах процесу очищення.

Таблиця 3.10 – Величини редукції господарсько-побутових стоків

Показники забруднень	Сирі стоки, мг/л	Стоки після септика, мг/л	Стоки після біологічного або піщаного фільтра, мг/л	Ефект очищення стоку, %
БПК-5	270...400	169	<30	99
ХПК-9		344	<90	94
Загальні зависі	300...400	68	<30	848
Загальний азот	80	63	<20	97
Аміачний азот N-NH ₄	60...120	49	Сліди	98
Загальний фосфор	40	14,2	8,2	43

Проте найбільшого ступеня очищення забруднень досягають на відстані 90 см під дренажною трубою в правильно сконструйованому дренажі. Тут отримують редукцію всіх показників на 99 %.

3.13 Еколого-економічний аспект локальної очисної споруди

Наведемо декілька думок економічного характеру з приводу використання так званої традиційної вигрібної ями:

1. Вигрібна яма є простим недорогим пристроєм з очищення побутових стічних вод, але анахронізмом 21 століття.
2. Якщо її вміст вивозити регулярно, то періодичні економічні витрати не будуть сприйматися болісно.

3. Ці витрати можна скоротити, якщо зробити вигрібну яму дірввою або без дна, тоді асенізаційну машину доводиться викликати рідше.
4. Можна взагалі витрати виключити, роблячи так звані «дикі» фільтри у свій власний сад або краще всього перекачуючи нечистоти вночі до сусіда.

І навіщо тоді вкладати гроші, коли можна чудово виходити з положення. Цьому дуже примітивному, безкультурному і просто обурливому відношенню до життя слід протиставити такі аргументи:

1. Традиційна вигрібна яма зовсім не є дешевим пристроєм, як правило, витрати на неї набагато більші ніж 50 % порівняно з витратами на локальну очисну споруду.

2. Роблячи вигрібну яму дірввою, зменшуємо витрати на її вивіз, але, отруюючи себе, збільшуємо витрати на лікаря і ліки. Ми забруднюємо і отруюємо ґрунтові води, забруднюємо ділянку сусіда, навіть не думаючи про те, що сусід таким же чином забруднює нашу. Це порочне коло, в якому ми витрачаємо гроші і ризикуємо власним здоров'ям і здоров'ям близьких.

4 СЕПАРАТОРИ НАФТОПРОДУКТІВ

У багатьох галузях промисловості та побуті зустрічаються води, забруднені нафтопродуктами. Попадаючи у поверхневі джерела і ґрунтові води, нафтопродукти спричиняють їх забруднення, що призводить до уповільнення або повного припинення аерації водою, випаровування води та загибелі гідробіонтів. Для зменшення негативного впливу нафтопродуктів на поверхневі та ґрунтові води використовують сепаратори нафтопродуктів (рисунок 4.1), (Додаток В).

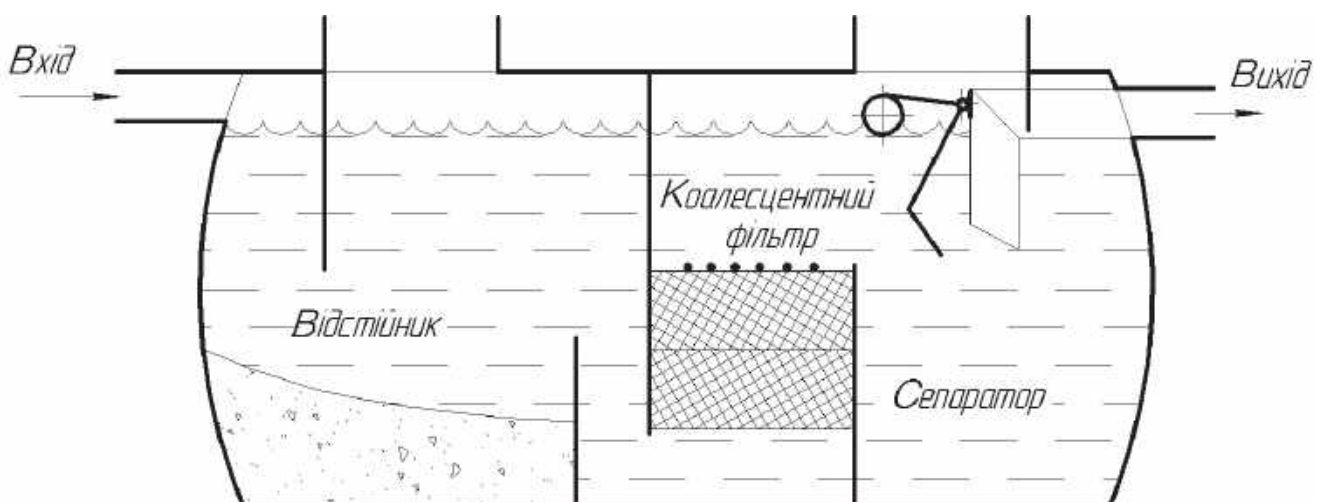


Рисунок 4.1 – Принципова схема сепаратора нафтопродуктів

Завданням сепараторів нафтопродуктів є очищення стічних вод, забруднених нерозчинними нафтопродуктами або їх нестабільними емульсіями. Такі води

зустрічаються всюди, де існує контакт автотранспортних засобів з поверхнею дороги, на автозаправних станціях, відкритих або закритих стоянках, в авторемонтних майстернях, на станціях технічного обслуговування, автомийках та інших місцях.

4.1 Принцип дії сепаратора

Як в дощових, так і в технічних водах містяться окрім нафтових сполук й інші механічні забруднення (пісок, пил, гравій та інші), які на першій фазі очищення потрапляють у відстійник, де завдяки спеціально вмонтованому дефлектору відбувається зменшення швидкості потоку стоків, і завислі часточки механічних домішок випадають в осад. На наступній фазі забруднена нафтопродуктами вода надходить в сепаратор з вмонтованим коалесцентним картриджем (рисунок 4.2).

Завдяки процесу флотації, або об'єднання маленьких часточок в більші, відбувається збільшення нафтовмісних часточок і спливання їх на поверхню. Нафтопродукти створюють шар, який накопичується у верхній частині сепаратора, а вода, очищена до стану забруднення 0,3 мг/л, може виводитись із сепаратора.

Виведення стоків із сепаратора відбувається через сифон, який обладнано автоматичним клапаном, що перешкоджає попаданню відокремлених від води нафтопродуктів за межі сепаратора.

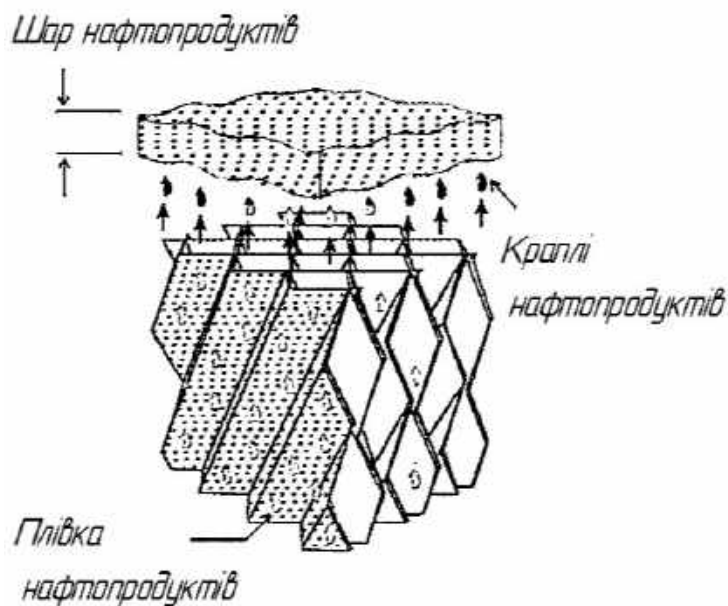


Рисунок 4.2 – Принцип дії коалесцентного картриджа

Сепаратори нафтопродуктів можна обладнувати системою By-Pass. Вона являє собою обвідний канал, вмонтований в сепаратор, що запобігає переповненню сепаратора. При його використанні номінальний потік стічної води через сепаратор може бути збільшеним в декілька разів. Сепаратори із системою By-Pass

застосовують при збиранні дощових стоків з великих площ під час великих дощів або злив, коли кількість стічних вод, що протікають через сепаратор, перевищує його номінальну продуктивність. Систему Vu-Pass розташовують у камері для збирання осаду над перегородкою сепаратора. Таким чином, надмірні стічні води, які надходять у сепаратор після 15-20 хвилин нормального очищення, не містять велику кількість нафтопродуктів і не порушують роботу сепаратора, а пісок й інші тверді часточки осідають у відстійнику.

4.2 Практичні поради при використанні сепараторів

Чим більше забруднена вода піском, пилом та механічними домішками, тим більшим має бути відстійник для відокремлювання емульгованого осаду.

Для очищення дощових вод з великої території необхідно використовувати сепаратори нафтопродуктів із системою Vu-Pass, що дозволяє збільшити продуктивність сепаратора в п'ять разів. Типовою моделлю сепаратора нафтопродуктів, що застосовується під час миття автомобілів, є сепаратор продуктивністю 3 л/с з великим відстійником.

Перевагами при застосуванні цих сепараторів є такі:

- обладнання працює без використання електроенергії;
- у процесі експлуатації не застосовують витратні матеріали;
- корпуси сепараторів виготовляють із поліетилену високого тиску, завдяки чому забезпечується тривалий строк їх експлуатації;
- сепаратори нафтопродуктів є простими в експлуатації і встановлюються в містах використання.

Як правило, в перші 15 хвилин після початку дощу змивається максимальна кількість нафтопродуктів, а надалі вода пропускається через сепаратор практично чиста від нафтопродуктів.

4.3 Методика вибору сепаратора нафтопродуктів

Сепаратор вибирають згідно з певною продуктивністю очищення стічних вод за спеціальними каталогами. Продуктивність сепаратора розраховують за формулою

$$Q = S \cdot P \cdot A \cdot G,$$

де Q – продуктивність сепаратора, л/с;

S – площа території, з якої збирається забруднена нафтопродуктами вода, м²;

A – коефіцієнт водопроникності поверхні, з якої збирається забруднена вода;

P – середня максимальна кількість опадів, л/с·м²·год;

G – коефіцієнт максимальної кількості нафтопродуктів в забрудненій воді; P = 130 л/с на гектар за добу, або P = 0.000542 л/с·м²·год на більшій частині території України.

Коефіцієнт водонепроникності залежить від виду покриття поверхні:

$A = 0.9$, коли поверхня погано пропускає воду (асфальт, бетонне покриття);

$A = 0.6$, коли поверхня вкрита булижником;

$A = 0.35$, коли поверхня вкрита дрібним гравієм.

Наведемо коефіцієнти максимальної кількості нафтопродуктів у дощовій воді:

$G = 1$ з вмістом нафтопродуктів до 850 мг/л;

$G = 1.5 \dots 1.75$ з вмістом нафтопродуктів від 850 до 900 мг/л;

$G = 2$ з вмістом нафтопродуктів від 900 до 950 мг/л.

4.4 Способи монтажу сепараторів

Для правильного монтажу сепараторів нафтопродуктів використовують два способи. Перший – розміщення сепараторів нафтопродуктів під проїжджою частиною (рисунок 4.3). Для цього спочатку копають яму, в якій буде розташовано сепаратор. У цій ямі споруджують залізобетонний або цегляний бокс (можна використовувати й інший будівельний матеріал), в якому розміщують сепаратор. Відстань між стінками боксу і сепаратором засипають піском, поступово заливаючи воду в сепаратор таким чином, щоб його стінки не деформувались. У пісок можна добавляти цемент у пропорціях 1:10 або менше. Встановлюють вхідну і вихідну труби. Надставки розташовують так, щоб вони були нижче рівня залізобетонної плити на товщину люків. Приєднують вентиляційну трубу. Залізобетонну плиту перекриття покривають шаром асфальту. Після цього можна експлуатувати сепаратор нафтопродуктів.

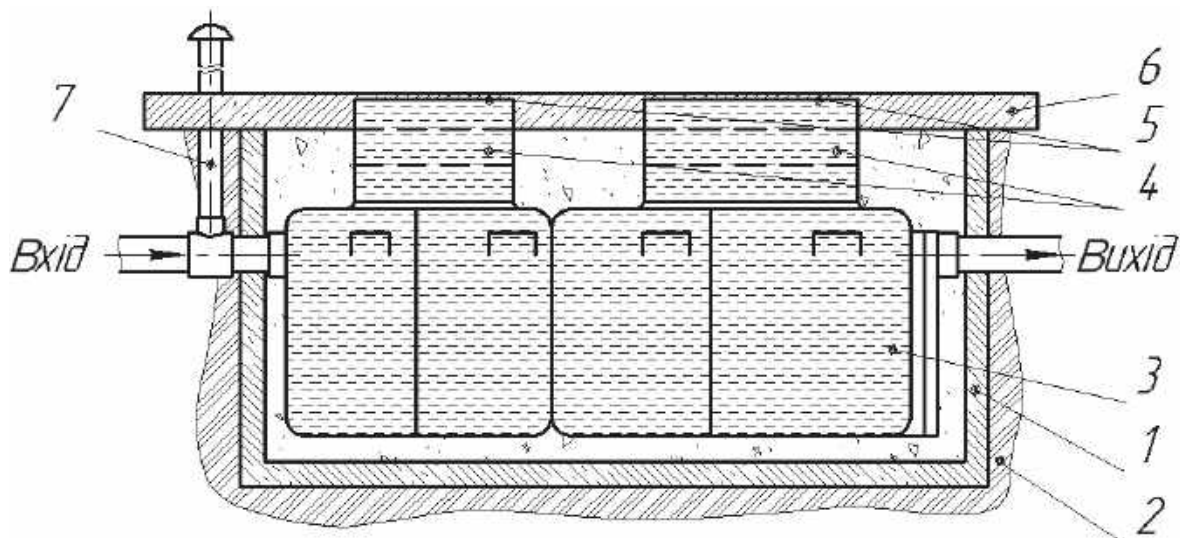


Рисунок 4.3 – Спосіб монтажу сепараторів під проїжджою частиною:

1 – залізобетонний (цегляний) бокс; 2 – пісок; 3 – сепаратор; 4 – надставки;

5 – чавунні люки; 6 – залізобетонна плита; 7 – система вентиляції

Другий спосіб – розташування сепаратора нафтопродуктів за проїжджою частиною дороги (рисунок 4.4). В цьому випадку сепаратор розміщують у котловані, перекритому залізобетонною плитою, яка спирається на ґрунт. На заліобе-

тонну плиту насипають ґрунт до рівня поверхні землі. В цьому варіанті використовують поліетиленові люки, які можуть витримати вагу людини або тварини.

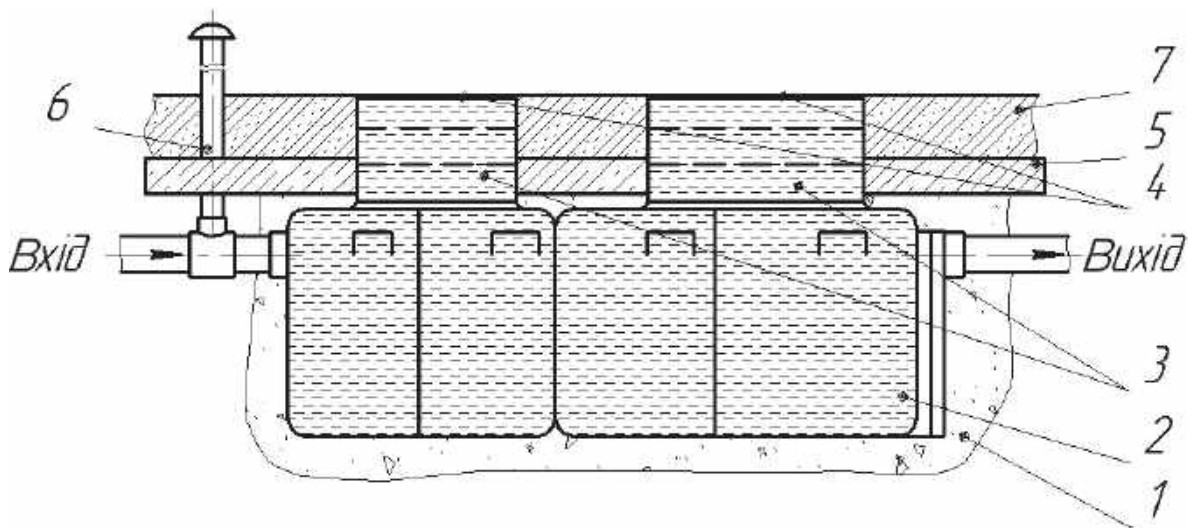


Рисунок 4.4 – Спосіб монтажу сепараторів за проїжджою частиною:

- 1 – пісок; 2 – сепаратор; 3 – надставки; 4 – поліетиленові люки;
- 5 – залізобетонна плита; 6 – система вентиляції; 7 – засипний ґрунт

4.5 Сепаратори жиру і крохмалю

Жир має властивість спливати у воді, а крохмаль – осідати у воді. Попадаючи в поверхневі і підземні водойми, жир забруднює їх, створюючи умови для евтрофікації поверхневих водойм, а в підземних – вода набуває гнильного запаху.

Крохмаль, попадаючи в каналізаційну мережу, осідає в низинних частинах каналізації, закупорюючи їх повністю або зменшуючи прохідну частину труби. Для зменшення впливу жирів і крохмалю на воду і каналізаційну мережу використовують сепаратори жиру окремо від сепараторів крохмалю або об'єднані сепаратори жиру і крохмалю.

Сепаратори жиру затримують жир і речовини, які містяться в стічних водах ресторанів, кафе, барів і місць громадського харчування. Важливо правильно вибрати сепаратор необхідної продуктивності відповідно до кожного об'єкта, що обладнують ним. Сепаратор не може бути меншої продуктивності ніж це потрібно, тому що він не буде якісно очищати воду від жиру, і не має бути збільшеної продуктивності з чисто економічної точки зору (Додаток Г).

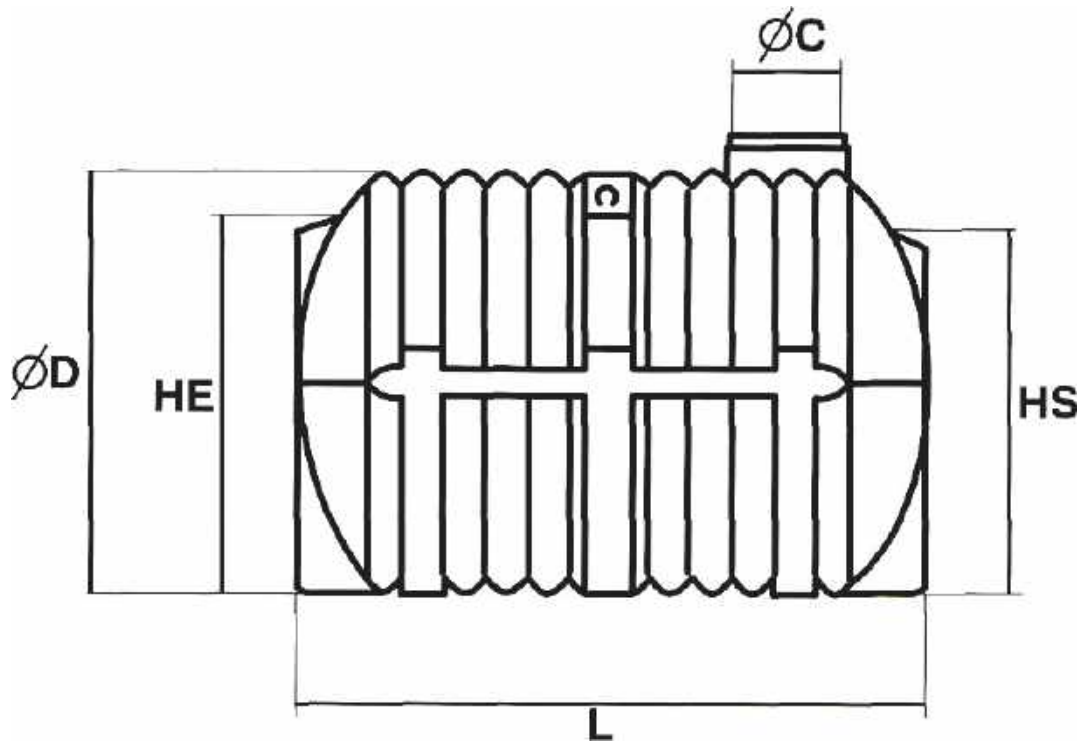
Під час сепарації відбуваються процеси седиментації і флотації. При седиментації завислі частки осідають на дно відстійника, а крапельки жиру, власна вага яких менше ваги води, спливають на поверхню, збільшуються в об'ємі і можуть кристалізуватися.

Сепаратори вмонтовують у каналізаційну мережу і закопувають у ґрунт так само, як і сепаратори нафтопродуктів. Якщо сепаратор установлюють під проїжджою частиною дороги, то бокс обладнують перекриттям залізобетонною плитою, надставками, люком і вентиляційною системою. Плита і люк мають витримувати вагу транспорту, який по ним буде рухатись.

Очищення сепаратора залежить від інтенсивності надходження жиру і відбувається один раз в два місяці. Необхідно слідкувати за наповненням його жиром. Після очищення від жиру сепаратор слід наповнити водою.

ДОДАТОК А

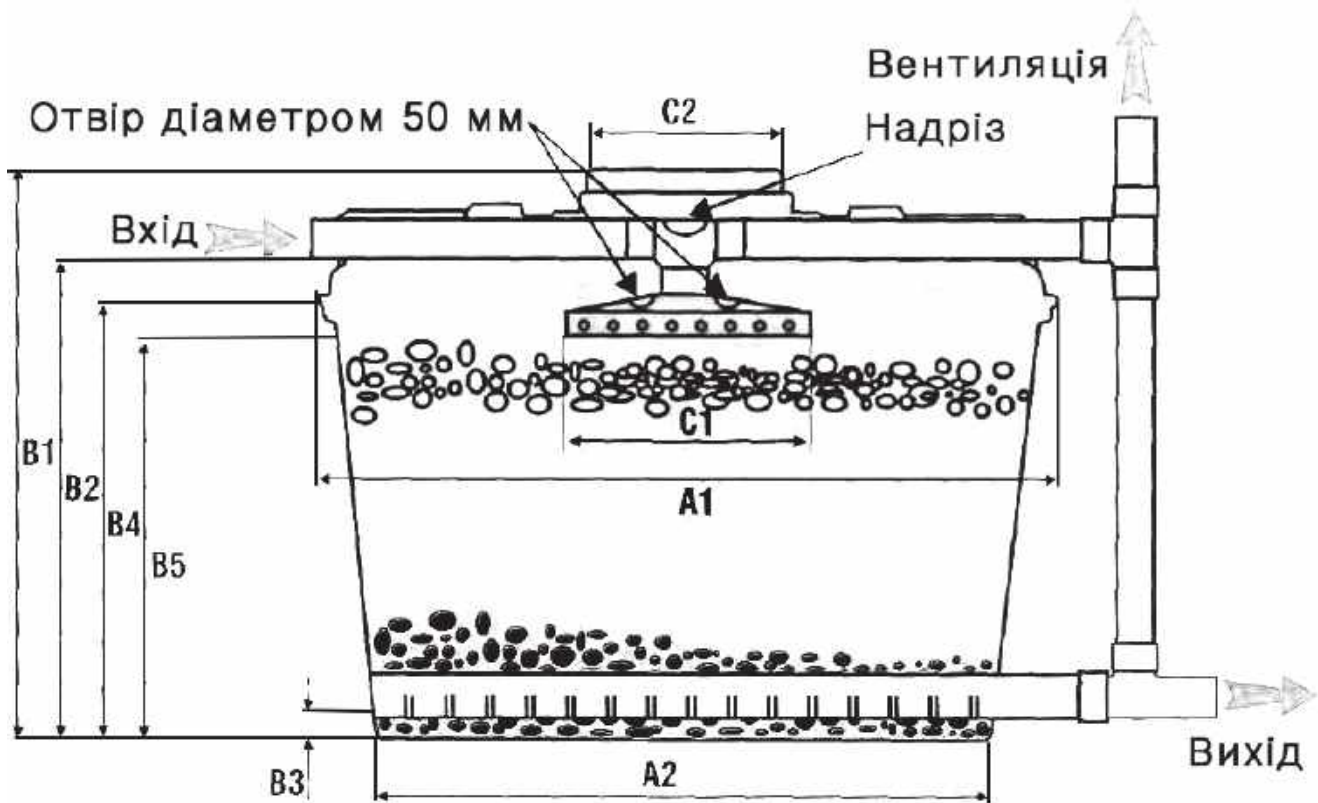
Септик. Таблиця розмірів



Місткість, л	Вага, кг	Довжина L, м	Діаметр D, м	Кількість люків і їх діаметр, мм	Діаметр отвору, мм		Висота до входу HE, мм	Висота до виходу HS, мм
					HE	HS		
2000	80	1,70	1,45	1× 550	100	100	1305	1245
3000	92	2,40	1,45	1× 550	100	100	1305	1245
4000	140	2,08	1,80	1× 500	100	100	1635	1555
5000	180	2,45	1,80	1× 500	100	100	1635	1555
10000	415	3,60	2,20	1× 500 1× 600	200	200	1920	1820
20000	695	6,60	2,20	2× 500 1× 600	200	200	1920	1820
30000	1100	9,60	2,20	3× 500 1× 600	200	200	1920	1820
40000	1400	12,60	2,20	4× 500 1× 600	200	200	1920	1820
50000	1750	15,60	2,20	5× 500 1× 600	200	200	1920	1820

ДОДАТОК Б

Біологічний фільтр з промитим коксом



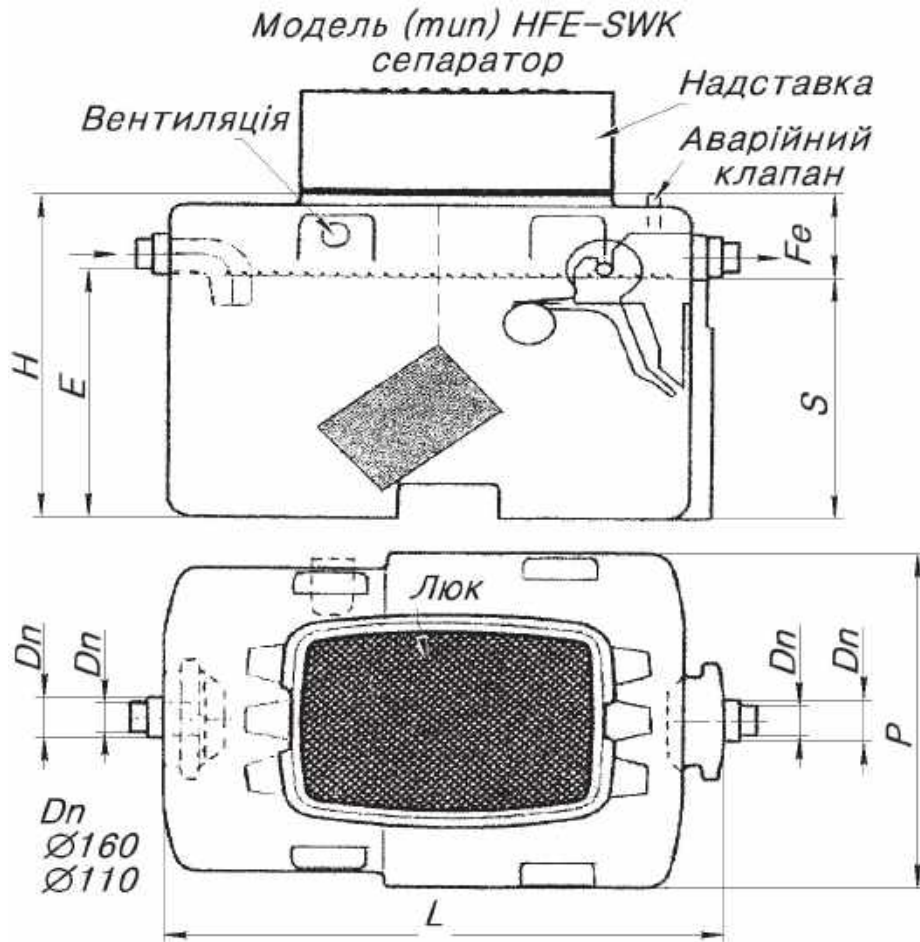
A1 – максимальний діаметр; A2 – діаметр підставки резервуара;
 B1 – загальна висота; B2 – висота входу (низ труби);
 B3 – висота виходу (низ труби); B4 – висота з'єднання кришки;
 B5 – висота дифузора; C1 – діаметр дифузора;
 C2 – зовнішній діаметр люка

Перелік параметрів	Місткість резервуарів, л		
	1000	2000	3000
	Величини параметрів		
A1	1276	1713	1858
A2	1000	1400	
B1	1350	1450	1740
B2	1131	1196	1476
B3	50	50	50
B4	1030	1070	1360
B5	1105	1205	1495
C1	392	392	392
C2	480	480	480

ДОДАТОК В

Каталоги сепараторів нафтопродуктів

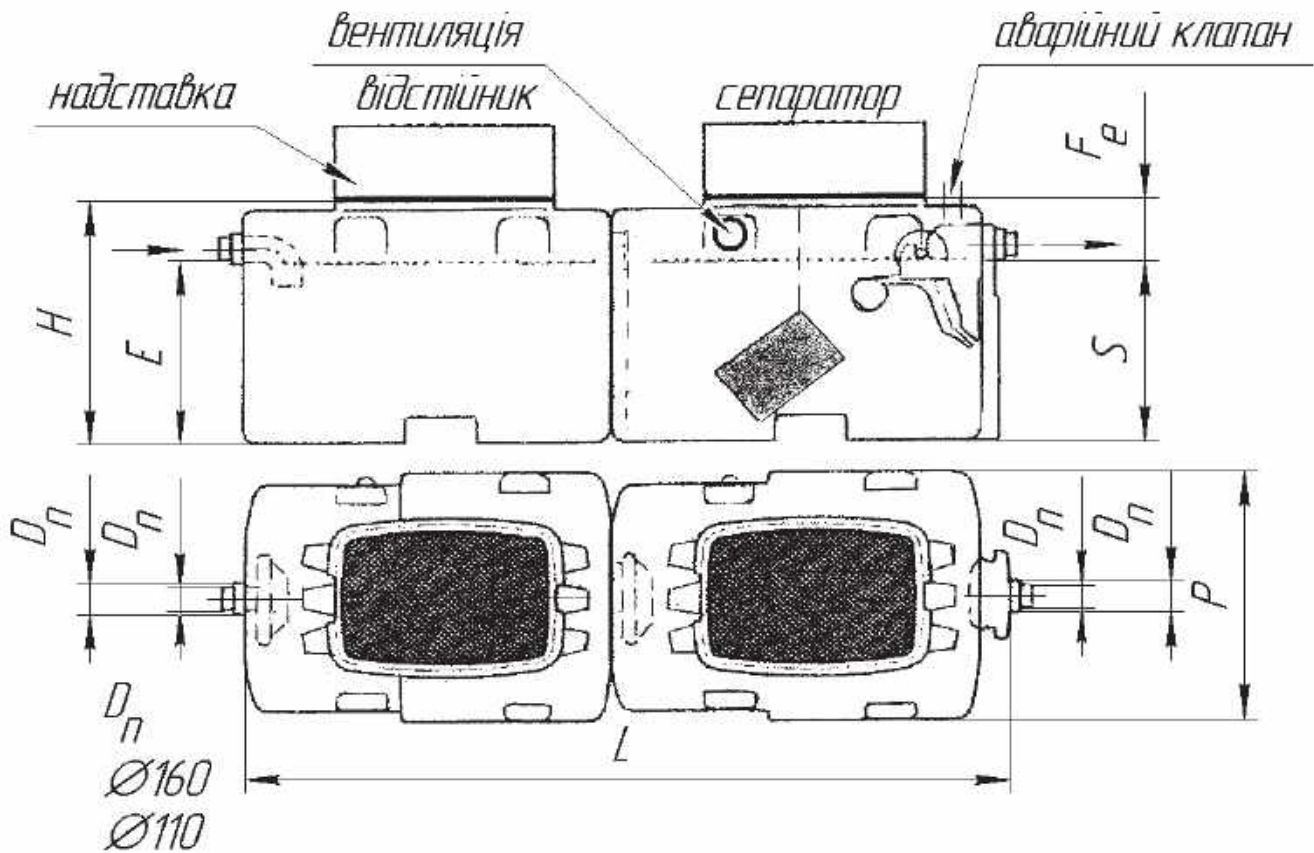
Сепаратор нафтопродуктів без відстійника з автоматичним перекриттям



Модель (тип)	Продуктивність, л/с	Об'єм сепаратора, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	D _n , мм	Вага, кг
HF 106 E SWK 6	6,0	750	1470	990	1090	735	715	160	65
HF 108 E SWK 8	8,0	800	1470	980	1100	735	715	160	70
HF 110 E SWK 10	10,0	900	1470	990	1100	735	715	160	75
HF 120 E SWK 20	20,0	1800	2860	980	1090	715	685	160	120
HF 130 E SWK 30	30,0	3000	3900	1035	1040	815	785	200	200
HF 140 E SWK 40	40,0	4500	5740	1035	1040	815	785	200	305
HF 150 E SWK 50	50,0	4500	5740	1050	1040	815	785	200	315

Сепаратор нафтопродуктів з відстійником і автоматичним перекриттям

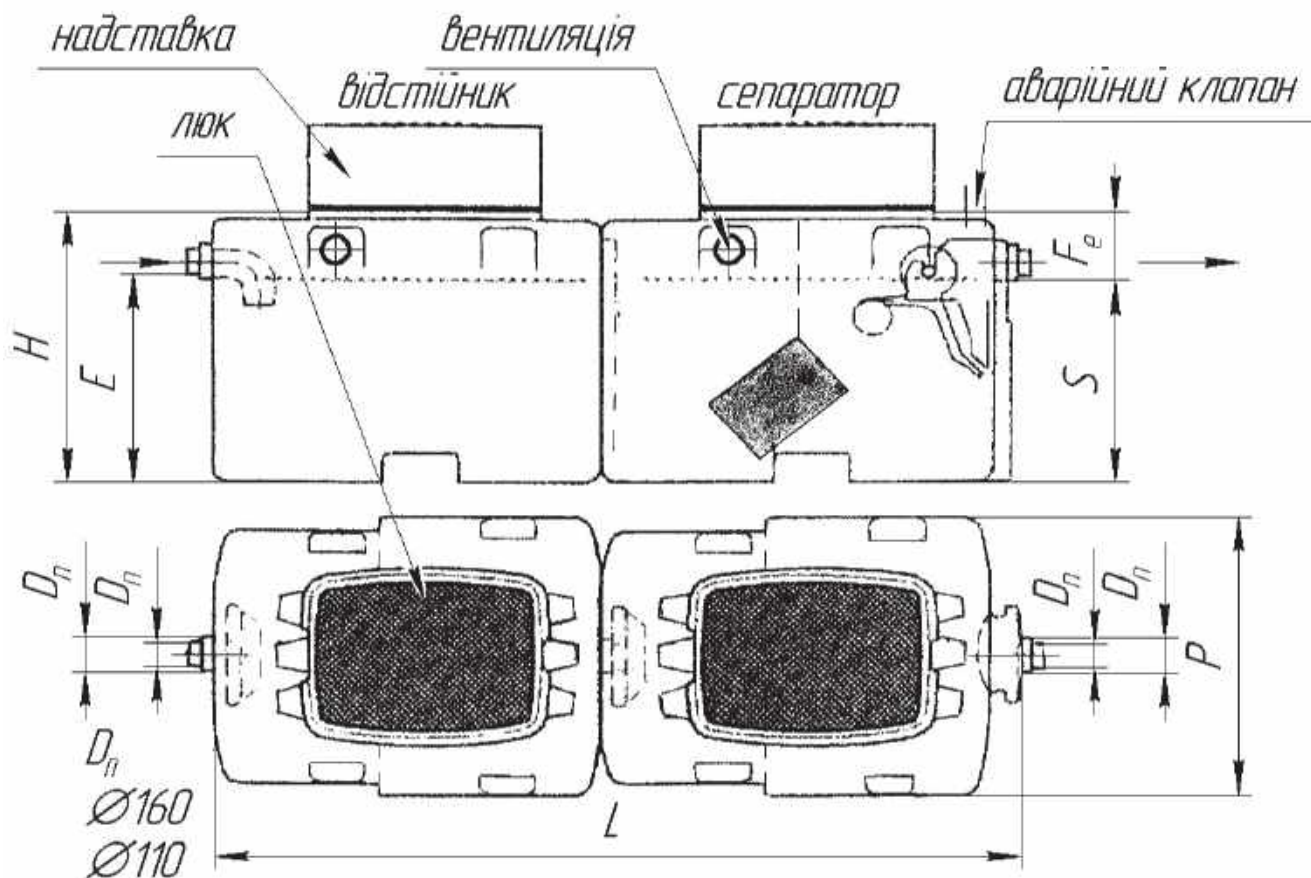
Модель (тип) DHFE – SWOK



Модель (тип)	Продуктивність, л/с	Об'єм сепаратора, л	Об'єм відстійника, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	D _n , мм	Вага, кг
DHF 101E SWOK1	1,0	200	150	1470	980	1090	735	715	110	60
DHF 103E SWOK3	3,0	300	350	1470	990	1090	735	715	110	65
DHF 106E SWOK6	6,0	540	600	1986	1035	1040	815	795	200	100
DHF 108E SWOK8	8,0	720	800	2860	980	1090	715	685	160	120
DHF 110E SWOK10	10,0	900	1000	4250	980	1090	715	685	160	180
DHF 115E SWOK15	15,0	1350	1500	3892	1035	1040	815	785	200	200
DHF 120E SWOK20	20,0	2000	2000	5720	1035	1040	815	785	200	300
DHF 125E SWOK25	25,0	2500	2250	5720	1035	1050	815	785	200	305

Сепаратор нафтопродуктів з великим відстійником і автоматичним перекриттям

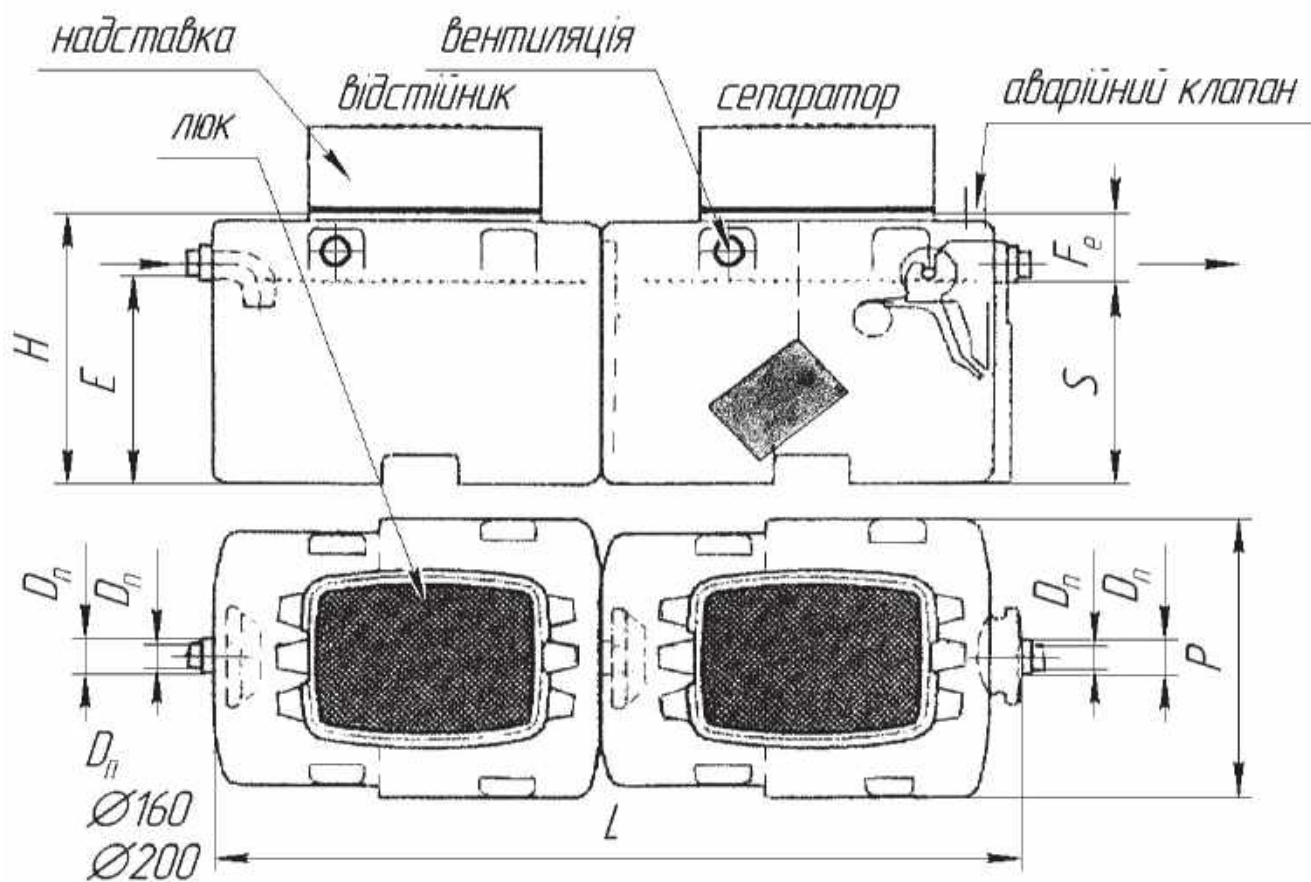
Модель (тип) GDFHE – SWDOK



Модель (тип)	Продуктивність, л/с	Об'єм сепаратора, л	Об'єм відстійника, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	D _n , мм	Вага, кг
GDHF 201 E SWDOK1	1,5	440	500	1470	980	1090	735	715	110 160	60
GDHF 203 E SWDOK 3	3,0	550	900	1986	1035	1040	815	795	200	100
GDHF 206 E SWDOK6	6,0	600	1200	2860	980	1090	715	685	110 160	120
GDHF 208 E SWDOK 8	8,0	800	1600	4250	980	1090	715	685	110 160	180
GDHF 210 E SWDOK 10	10,0	1000	2000	3892	1035	1040	815	785	200	200

Сепаратор нафтопродуктів з відстійником, системою Bu-Pass і автоматичним перекриттям

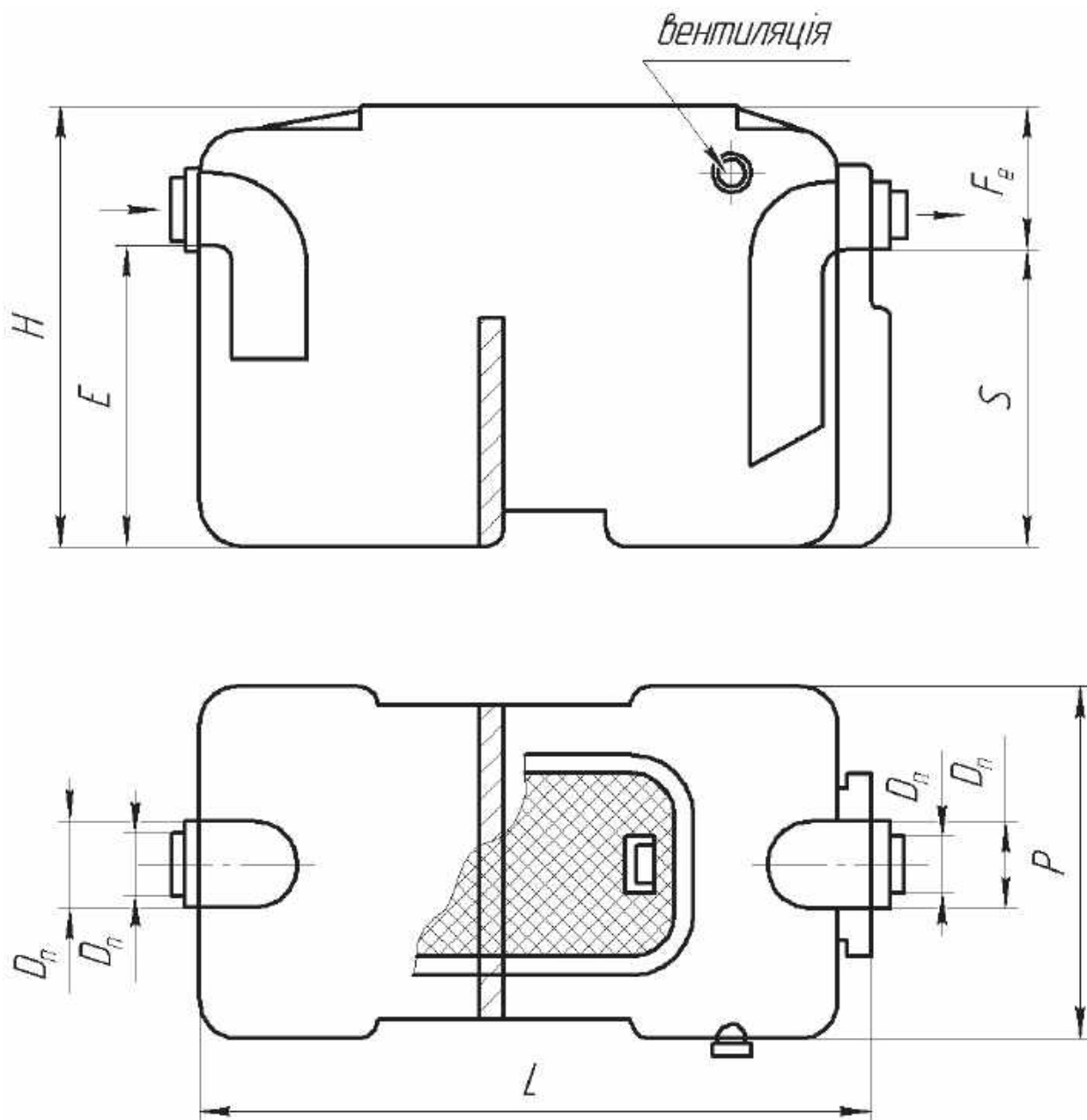
Модель (тип) DHLFE – SWOBK



Модель (тип)	Продуктивність, л/с	Об'єм сепаратора, л	Об'єм відстійника, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	D _n , мм	Вага, кг
DHLF 103 E SWOBK 3/15	3,0	700	550	2860	980	1090	715	685	110 160	120
DHLF 106 E SWOBK 6/30	6,0	880	800	2860	990	1090	715	685	160	130
DHLF 108 E SWOBK 8/40	8,0	720	800	2860	995	1090	715	685	160	180
DHLF110E SWOBK 10/50	10,0	1150	1000	4250	980	1090	715	685	160	180
DHLF115E SWOBK 15/75	15,0	1550	1500	3892	1035	1040	815	785	200	200
DHLF 120 E SWOBK 20/100	20,0	2000	2000	5720	1035	1040	815	785	200	300
DHLF 125 E SWOBK 25/125	25,0	2250	2500	5720	1035	1050	815	785	200	305

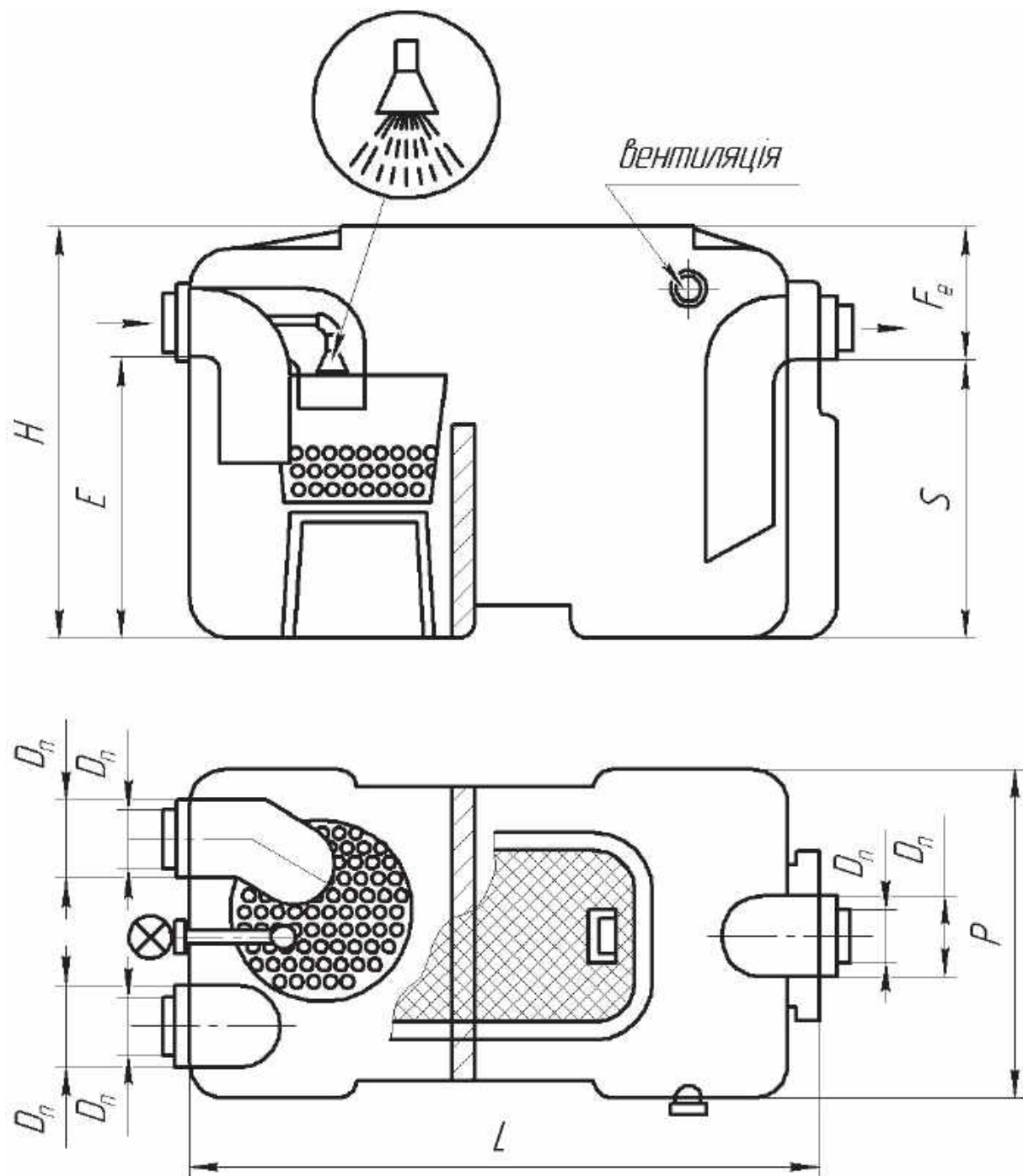
ДОДАТОК Г

Каталоги сепараторів жиру і крохмалю Сепаратор жиру з відстійником



Модель (тип)	Продуктивність, л/с	Об'єм сепаратора, л	Об'єм відстійника, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	Dn, мм	Вага, кг
STO 1 DG 01 E	1,5	350	120	1470	980	1090	735	715	110	60
STO 2 DG 02 E	2,0	400	400	1470	990	1090	735	715	110	65
STO 3 DG 03 E	3,0	500	300	1470	995	1095	735	715	110	70
STO 6 DG 06 E	6,0	600	600	2860	980	1090	715	685	160	120
STO 8 DG 08 E	8,0	800	800	1986	1035	1040	815	795	160	100
STO10 DG 10 E	10,0	1000	1000	3892	1035	1040	815	785	200	200
STO 15 DG 15 E	15,0	1500	1500	3900	1035	1040	815	785	200	200
STO 20 DG 20 E	20,0	2000	2000	5720	1035	1040	815	785	200	300

Сепаратор жиру і крохмалю з відстійником



Модель (тип)	Продуктивність, л	Об'єм сепаратора, л	L, мм	P, мм	H, мм	E, мм	S, мм	D _n , мм	Вага, кг
STS 1 GF01 E	1,0	500	1470	980	1090	735	715	110	60
STS 1,5 GF 15 E	1,5	800	1470	990	1090	735	715	110	65
STS2 GF02E	2,0	850	1470	990	1090	735	715	110	70
STS3 GF30 E	3,0	1000	1986	1035	1040	815	795	200	100
STS6	6,0	1200	1986	1035	1050	815	795	200	100
STS8	8,0	1350	1990	1035	1050	815	795	200	110
STS 10	10,0	1500	1990	1040	1050	825	795	200	120

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- Гончарук, Е. И. Сооружения подземной фильтрации бытовых сточных вод / Е. И. Гончарук. – Киев: Будівельник, 1967. – 144 с.
- Гончарук, Е. И. Очистка и обеззараживание сточных вод лечебных учреждений / Е. И. Гончарук, В. А. Проконов. – Киев: Будівельник, 1973. – 138 с.
- Гончарук, Е. И. Гигиенические и экономические обоснования систем местной канализации / Е. И. Гончарук, Я. М. Каминский. – Киев: Будівельник, 1969. – 148 с.
- Малогобаритные очистные сооружения канализации / П. С. Давиденко, Л. М. Каминский, М. Е. Кигель, Ю. С. Полищук. – Киев: Будівельник, 1974. – 154 с.
- Білявський, Г. О. Основи екології: теорія та практикум / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко. – Київ: Лібра, 2006. – 368 с.
- Запольський, А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – Київ: Вища шк., 2005. – 671 с.
- Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський [та ін.] – Київ: Лібра, 2000. – 552 с.
- Калицун, В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В. И. Калицун, В. С. Кедров, В. Ю. Ласков. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 2004. – 397 с.
- Кравченко, В. С. Водопостачання та каналізація / В. С. Кравченко. – Київ: Кондор, 2003. – 238 с.
- Экология города : учебник / под общ. ред. Ф. В. Стольберга. – Киев: Либра, 2000. – 464 с.
- Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
- Шевелев, Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб / Ф. А. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1973. – 112 с.
- Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води: навч. посіб. / П. Г. Кириєнко, Є. М. Варламов, В. В. Кручина, І. М. Берешко. – Харків: ХАІ, 2014. – 188 с.
- Пат. 95720 Україна. Септик для біологічного очищення побутових стічних вод / П. Г. Кириєнко, В. Ю. Перемот ; заявник і власник пат. Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т»; опубл. 25.08.2011, Бюл № 16

ЗМІСТ

ПОНЯТТЯ, ЩО СТОСУЮТЬСЯ ЛОКАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	4
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	5
1.1 Призначення і область застосування малогабаритних очисних споруд.....	5
1.2 Санітарна доцільність використання малогабаритних очисних споруд.....	6
1.3 Теоретичні основи процесів біохімічного окислення забруднень.....	7
2 ОБЛАДНАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ, ДАЧІ.....	13
2.1 Зовнішня мережа прибудинкової каналізації.....	13
2.2 Малогабаритні очисні споруди.....	15
2.3 Розрахунок септика.....	16
2.4 Фільтрувальні колодязі.....	17
2.5 Фільтрувальні траншеї.....	19
3 ЛОКАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ ПОБУТОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ.....	20
3.1 Поняття локальної очисної споруди.....	20
3.2 Поняття побутових стічних вод.....	20
3.3 Розміщення локальної очисної споруди.....	22
3.4 Принцип дії очисної споруди.....	23
3.5 Три етапи очищення стічних вод у ЛОС.....	27
3.6 Фільтрувальний дренаж як невід’ємна частина ЛОС.....	43
3.7 Фільтрувальний дренаж у різних водно-грунтових умовах.....	52
3.8 Біологічний фільтр з промитим коксом.....	55
3.9 Вертикальний піщаний фільтр.....	58
3.10 Поглинальний колодязь.....	60
3.11 Деякі види біологічних фільтрів.....	61
3.12 Ступінь редукції забруднень.....	63
3.13 Еколого-економічний аспект локальної очисної споруди.....	64
4 СЕПАРАТОРИ НАФТОПРОДУКТІВ.....	65
4.1 Принцип дії сепаратора.....	66
4.2 Практичні поради при використанні сепараторів.....	67
4.3 Методика вибору сепаратора нафтопродуктів.....	67
4.4 Способи монтажу сепараторів.....	68
4.5 Сепаратори жиру і крохмалю.....	69
Додаток А – Септик. Таблиця розмірів.....	70
Додаток Б – Біологічний фільтр з промитим коксом.....	71
Додаток В – Каталоги сепараторів нафтопродуктів.....	72
Додаток Г – Каталоги сепараторів жиру і крохмалю.....	76
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	78

Навчальне видання

**Кирієнко Петро Григорович
Бетін Олександр Володимирович
Сидоренко Сергій Миколайович
та ін.**

АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Редактор В. М. Коваль

Зв. план, 2019

Підписано до друку 23.12.2019

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 4,4. Обл.-вид. арк. 5. Наклад 100 пр.

Замовлення 387. Ціна вільна

Видавець і виготовлювач

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр «ХАІ»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001