

прибережній захисній смузі малих і середніх річок та водойм – 10 м², великих річок, водосховищ та озер – 25 м²; акваторіальної – 5 м² (для купання) [70].

Швидкість течії води у річці в районі пляжу не повинна перевищувати 0,5–1 м/с. Ширину безпечної підводної частини для купання приймають не менше чотирьох-п'яти смуг пляжу, що відповідає 20–25 м. Глибина водоймища має бути достатньою і безпечною для тих, хто вміє і не вміє плавати. Цим умовам задовольняє дно з положистим схилом від берега 1–1,5 %. Для дитячих пляжів глибину на межі безпечної зони і зони занурення приймають не більше 0,8 м, найбільша глибина безпечного майданчика – 1,2 м [32].

Запитання для самоконтролю

- 1. Визначити містобудівне значення водоймищ.*
- 2. Які території вважаються затоплюваними? Які Ви знаєте основні способи боротьби із затопленням?*
- 3. Основні принципи проектування дамб обвалування.*
- 4. У яких випадках проектують суцільну підсипку територій?*
- 5. Коли проектують регулювальні ставки? Як розраховують регулювальну ємність ставка?*
- 6. Як можна регулювати русла струмків і малих річок?*
- 7. Що таке регулювання русел рік? Види регуляційних споруд.*
- 8. Як проводиться боротьба із затопленнями міських територій за допомогою регулювання стоку?*
- 9. Які види берегоукріпних споруд Ви знаєте?*
- 10. Що таке набережні? Категорії набережних.*
- 11. Основні принципи влаштування і розрахунку пляжів.*

2.2 Захист міських територій від підтоплення

2.2.1 Фактори, що викликають підтоплення міських територій

Підтоплення – інженерно-геологічний процес, який має прояви у певних умовах природного середовища (зокрема на міських територіях) внаслідок спільного впливу причин і факторів як природного, так і техногенного походження, коли за розрахунковий період часу відбувається збільшення вологості ґрунтів або підняття рівня ґрунтових вод до граничних значень, за якими порушуються умови будівництва й експлуатації будинків і споруд, відбувається пригнічення та загибель зелених насаджень, засолення та заболочування земель сільськогосподарського призначення [36].

Основними природними умовами, у яких формується процес підтоплення, є наявність слабопроникних ґрунтів та їхніх прошарків, розташування водо-

тривких шарів відносно близько до поверхні ґрунту, слабка дренажність територій. На міських територіях до природних факторів додається техногенний вплив, який призводить до активізації процесів підтоплення. Цей вплив обумовлений зміною позначок поверхні (плануванням) територій, що забудовуються, погіршенням природної дренажності, ефектом екранування потоків вологи тощо [36].

Причини підтоплення урбанізованих територій: улаштування гребель у руслах річок, які протікають міською територією; зменшення об'ємів води, що вилучається з недостатньо захищених горизонтів підземних вод на території міста; значні втрати (витоки) з каналізаційних і водогінних мереж; порушення режиму вологості в зоні аерації завдяки асфальтовим покриттям і забудові знижує випаровування і сприяє утворенню конденсату; баражний вплив підземних споруд; велика питома вага в міському водообігу вод, що залучаються зі сторони, тобто з поверхневих джерел, розташованих за межами міста, призводить до нерегульованого поповнення запасів підземних та ґрунтових вод на міській території; нерегульоване поливання газонів і присадибних ділянок збільшує інфільтраційне живлення ґрунтових вод; порушення поверхневого стоку на забудованих ділянках.

Наслідки підтоплення урбанізованих територій: нерівномірні просідання ґрунтів із наступною деформацією конструкцій будинків і споруд; зниження експлуатаційної придатності заглиблених частин будинків і споруд під час їх затоплення ґрунтовими водами; розвиток суфозійних процесів і провали покриттів ґрунтів над підземними спорудами; збільшення зони поширення ударно-вібраційних впливів на будинки і споруди; зниження характеристик міцності ґрунтів і виникнення зсувних явищ на схилах і укосах; зниження інфільтраційної здатності ґрунтової товщі й заболочування територій; деградація деревних насаджень через так зване «вимокання» кореневої системи; зміна хімічного складу ґрунтів (засолення); збільшення корозійної активності ґрунтів і ґрунтових вод по відношенню до бетону й металів; погіршення санітарно-гігієнічних умов завдяки прискоренню процесів розкладу й процесів переносу інфекції; вижимання небезпечних газів (радон, торон, метан) із товщі ґрунтів у підвали будинків і підземних споруд.

Підтоплення є одним із проявів шкідливої дії води. Розвиток процесу підтоплення супроводжується зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів, зменшенням їх несучої здатності та природного ґрунтового опору, активізацією небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, суфозія), що призводить до непередбачених осідань будівель і споруд та їхнього руйнування. Підтоплення

призводить до зміни хімічного складу ґрунтових вод, забруднення поверхневих і підземних вод, деградації ґрунтового покриву. Підвищення агресивності ґрунтових вод стосовно матеріалів будівельних конструкцій викликає їхньою корозію, передчасне руйнування і деформацію будівель та споруд.

Підземні води утворюються в результаті просочування (інфільтрації) атмосферних опадів у ґрунт. Вода, що надійшла в ґрунт, опускається у більш глибокі шари, поки не зустрине на своєму шляху водонепроникні породи. Водонесні горизонти формуються між водотривкими шарами, створюючи різні за ступенем насичення і видами водного живлення зони.

Види ґрунтових вод: *верховодка, підвішені, ґрунтові, міжпластові* (рис. 2.32).

Верховодка утворюється на слабководопроникних лінзах породи, розташованих близько до позначок денної поверхні. Товщина шару верховодки зазвичай невелика – до 2 м. Верховодка поступово стікає з лінзи. У посушливий період року вона може повністю зникнути і з'явитися знову після перезволоження ґрунту.

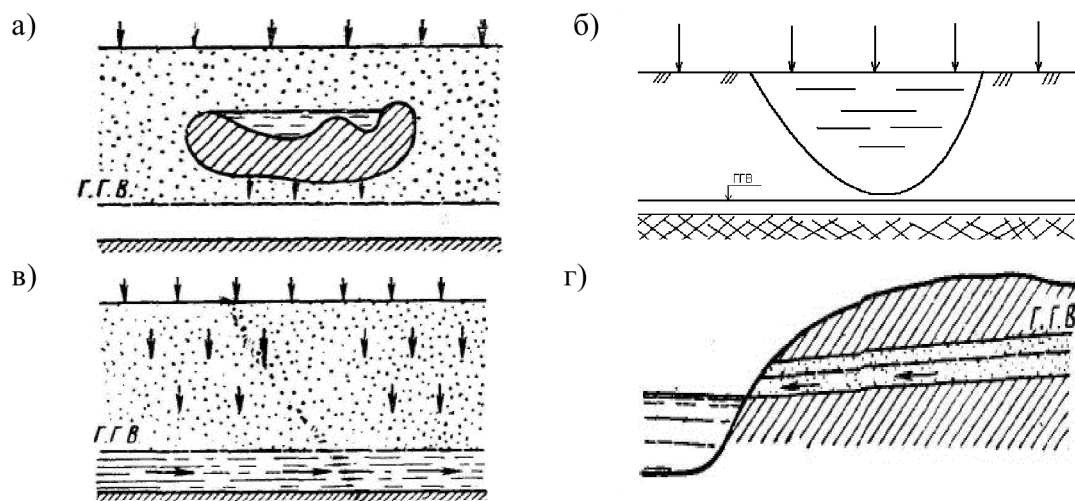


Рисунок 2.32 – Види ґрунтових вод:
а) верховодка; б) підвішені; в) ґрунтові; г) міжпластові

Підвішені води виникають, коли слабководопрониклі ґрунти не встигають пропускати вологу, що надходить зверху, і утримуються у шарах силою капілярного натягу.

Верховодка і підвішені води іноді викликають заболочування території і підтоплення підземних споруд.

Ґрунтові води – це перший водоносний шар від поверхні землі. Вони залегають на водотривкому шарі, займають великі площі. Товщина шару залежить від кількості опадів. Ґрунтові води найчастіше є причиною підтоплення міських територій.

Міжпластові води – це підземні води, що розташовуються між двома водонепроникними шарами. Якщо ці води залягають на невеликій глибині, то вони можуть стати причиною підтоплення територій. Міжпластові води можуть бути напірними і безнапірними.

Гранична глибина залягання ґрунтових вод – глибина від поверхні землі до максимального рівня ґрунтових вод, допустимого (за проектом або прогнозом) на весь період експлуатації територій, будівель та споруд. Граничні глибини залягання ґрунтових вод, які мають забезпечуватись на територіях міст і селищ шляхом вжиття заходів інженерного захисту від підтоплення, приймають відповідно таблиці 2.4 [36] за умов, що висота капілярного підняття Δh_K найвищого обводненого шару ґрунту не перевищує 0,5 м, а також на території відсутні карстові явища.

Таблиця 2.4 – Граничні глибини залягання ґрунтових вод для територій міст і селищ [36]

Призначення території	Гранична глибина до рівня ґрунтових вод, м	Примітки
Багатоповерхова капітальна забудова: – якщо глибина промерзання 0,7 м і більше – те саме менше 0,7 м – з підвальними приміщеннями – із розвинутим підземним простором (підземні пішохідно-транспортні споруди, комунікаційні тунелі, колектори та канали)	не менше 2,0 не менше 1,5 від підлоги підвалів не менше 1,0 від підлоги заглиблених споруд не менше 0,5	не менше 0,5 м від подошов фундаментів споруд те саме те саме те саме
Малоповерхова садибна забудова	не менше 1,5	не менше глибини промерзання
Вулиці, дороги, майдани	не менше 1,0	те саме
Міжміські автошляхи в межах міст та селищ	згідно з нормами будівництва автомобільних доріг	те саме
Від низу трубопроводів питної води	не менше 0,5	те саме
Парки, сквери, зелені насадження	не менше 1,0	не менше глибини нормального росту дерев
Стадіони, спортивні майданчики, інші площинні споруди	не менше 0,5	необхідне локальне водозниження для капітальних споруд
Промислова зона	визначається відповідно до технологічних вимог виробництв, стандартів підприємств, галузевих стандартів	–

На підтоплених територіях рівень ґрунтових вод потрібно знижувати так, щоб не порушити умови зростання зелених насаджень і захистити підземні споруди, забезпечити їхню нормальну експлуатацію.

Норма осушення – розрахункове значення необхідного пониження рівня ґрунтових вод від поверхні землі на осушуваній території [35]. Її призначають залежно від конструктивних особливостей підземних споруд, проектної поверхні ділянок зелених насаджень.

Термін «підтоплення» умовний, тому що в межах однієї й тієї ж території окремі ділянки з однаковою глибиною залягання підземних вод можуть вважатися підтопленими чи ні залежно від глибини закладення підземних споруд і міських комунікацій.

Підтоплені території (рис. 2.33) – ділянки, на яких постійно або тимчасово на достатньо тривалий період (місяць і більше) ґрунтові води підіймаються вище граничних глибин залягання або відбувається затоплення, або коли відбувається підвищення вологості ґрунтів, то підняття рівня ґрунтових вод та затоплення істотно впливають на роботу об'єктів економіки в регламентованому режимі.



Рисунок 2.33 – Підтоплені території селища в басейні гірської річки на Закарпатті

На територіях міст і селищ належить визначати ділянки, на яких сталося або очікується в майбутньому (за прогнозом) перевищення граничних значень вологості ґрунтів, підняття ґрунтових вод вище граничних глибин залягання або затоплення. Сукупність таких ділянок потрібно вважати підтоплюваними (схильними до підтоплення або затоплення) територіями.

Підтоплювані території – усі схильні до підтоплення та затоплення ділянки територій міст і селищ, на яких підвищення вологості ґрунтів, підняття рівня ґрунтових вод або затоплення вже призвели або можуть призвести в майбутньому (за прогнозом) до суттєвого погіршення умов життя населення та проведення господарської діяльності [36]. На окремих ділянках підтоплюваних територій спостерігаються різні стадії розвитку процесів підтоплення (затоплення) і відповідно до цього виділяються: підтоплені території (зокрема ті, що потребують термінового захисту) та потенційно підтоплені території.

За ступенем (стадією розвитку) підтоплення або затоплення підтоплювані території міст і селищ поділяють на підтоплені території; підтоплені терито-

рії, що потребують термінового захисту; потенційно підтоплені території [36].

На *підтоплених територіях* мають передбачатися заходи інженерного захисту з метою забезпечення сприятливих умов життя населення, благоустрою територій, будівництва та експлуатації будівель і споруд. Для будинків і споруд із розвинутим підземним простором потрібно передбачати заходи щодо захисту заглиблених приміщень [36].

Підтоплені території, що потребують термінового захисту – ділянки, що належать до підтоплених територій, на яких утворилася надзвичайна ситуація, пов'язана із підтопленням, затопленням та їхніми наслідками, або внаслідок підтоплення та затоплення склалися незадовільні санітарно-гігієнічні або екологічні умови (згідно з чинними нормативами) [36].

Потенційно підтоплені території – підтоплювані ділянки, на яких умови для віднесення їх до підтоплених територій ще не склалися, але це можливо за прогнозом або за збігом діючих факторів і причин внаслідок забудови або підпору водосховищ. Це території з високим заляганням водотривких шарів ґрунту із літологічною будовою і рельєфом, які сприяють накопиченню атмосферних опадів, інфільтраційних вод (разом із витратами з водонесучих мереж) [36].

Ступінь потенційної підтоплюваності території оцінюється за якісним прогнозом з урахуванням інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов території, конструктивних і технологічних особливостей споруд (тих, що знаходяться в експлуатації або проектуються), зокрема інженерних комунікаційних мереж.

2.2.2 Заходи боротьби з підтопленням

Під час проектування інженерного захисту будівель та споруд має виконуватися кількісний прогноз зміни рівнів ґрунтових вод з урахуванням техногенних факторів. Для цього вимагаються спеціальні комплексні дослідження балансу підземних вод на прилеглих територіях, зокрема не менше ніж річний цикл стаціонарних спостережень за режимом підземних вод, математичне моделювання гідродинамічних процесів. Комплекси заходів інженерного захисту від підтоплення та затоплення мають містити запобіжні заходи та будівництво захисних споруд [36].

Запобіжні заходи призначають на потенційно підтоплених та підтоплених територіях для попередження підтоплення та затоплення територій і споруд. Вони полягають в усуненні причин і факторів підвищення рівня ґрунтових вод; штучному підвищенні позначок поверхні території; належній організації стоку поверхневих вод; влаштуванні захисної гідроізоляції і профілактичних

пристінкових дренажів біля основ підвалів та інших підземних споруд; ретельному влаштуванню водопровідно-каналізаційних споруд і правильній їхній експлуатації; належній організації випуску промислових стічних вод; влаштуванні профілактичних вентиляційних каналів в основі підземних споруд [36].

Захисні споруди забезпечують безпосереднє зниження рівня ґрунтових вод або перешкоджають затопленню на підтоплених територіях і територіях, що потребують невідкладного захисту [36]. Вони також застосовуються для захисту від підтоплення та затоплення окремих будівель і споруд. Проектування захисних споруд від підтоплення та затоплення виконують з урахуванням генеральних планів міст та селищ, схем та комплексних програм інженерного захисту територій населених пунктів від небезпечних геологічних процесів та шкідливої дії вод, вимог інтегрованого керування поверхневими та підземними водами, земельними ресурсами, програм екологічного оздоровлення територій.

Захист від підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ, а також окремих споруд на них належить виконувати такими способами: влаштуванням дренажів різних типів; влаштуванням зовнішньої або внутрішньої гідроізоляції; усуненням витоків із водопровідно-каналізаційних систем або несправностей в дренажній мережі; підйомом підлоги в існуючих підвальних приміщеннях.

Використання для захисту від підтоплення протифільтраційних екранів (завіс) вважається недоцільним через створення перед ними небезпечних зон підвищення рівнів ґрунтових вод, що сприяє розвиненню баражного ефекту.

Вибір типів споруд для захисту від підтоплення та затоплення належить здійснювати з урахуванням природних умов та містобудівного використання території на основі техніко-економічного порівняння варіантів. Споруди для захисту від підтоплення та затоплення мають забезпечувати в зоні свого впливу дотримання вимог санітарно-екологічної і техногенної безпеки, зокрема захисту підземних вод від забруднення.

Проекти інженерного захисту від підтоплення та затоплення мають передбачати заходи щодо збереження ківшевого режиму поверхневих та підземних вод на заповідних територіях. Зміна режиму рівнів ґрунтових вод на територіях, що знаходяться у зоні впливу захисних споруд, не повинна призводити до несприятливих наслідків на суміжних територіях, зокрема: зниження несучої здатності природних і штучних основ; заболочування територій; зменшення рекреаційного потенціалу територій; активізації небезпечних геологічних процесів, що призводять до осідання поверхні землі та недопустимих деформацій існуючих будівель [36].

2.2.3 Особливості застосування й типи міських дренажів

Дренаж – це підземні споруди, призначені для штучного зниження рівня підземних вод протягом тривалого часу. Основна вимога до підземних дренажів полягає в тому, щоб знижений рівень підземних вод розміщувався не вище визначеної глибини від поверхні землі, тобто щоб була витримана норма осушення.

Залежно від розміщення дренажів стосовно дренаваної території і джерел надходження до неї підземних вод розрізняють такі системи дренажів: *систематичний, головний, кільцевий, береговий, відсічний, змішаний* [35].

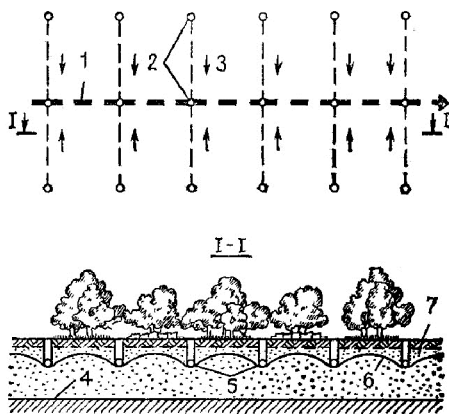


Рисунок 2.34 – Схема систематичного дренажу [32]:

- 1 – дренажний колектор;
- 2 – оглядові колодязі;
- 3 – напрямок стоку;
- 4 – водопропускні стіни;
- 5 – дрени-осушувачі;
- 6 – знижений рівень підземних вод;
- 7 – незнижений рівень підземних вод

Систематичний дренаж улаштовують для зниження рівня підземних вод у межах великої території (рис. 2.34). Дренажна система складається з магістрального колектора й окремих дрен-осушувачів. Відстань між дренами-осушувачами приймають за розрахунками.

Головний дренаж укладають для перехоплення підземних вод, що мають напрямок до області дренавання: до ріки, яру чи забудованої території (рис. 2.35). Його розміщують перпендикулярно до напрямку руху потоку підземних вод, що надходять з боку розташованої вище площі. Споруду, яку захищають, розташовують нижче головної дрени.

Кільцевий дренаж будують для захисту окремих будинків, споруд чи майданчиків

(рис. 2.36). Кільцевий дренаж заміняють пристінковим, якщо підземну частину будинку чи іншої споруди розташовують у непроникних чи слабкопроникних ґрунтах. Пристінковий дренаж є типом кільцевого дренажу, у якому конструкцію фільтра влаштовують з'єднаною з конструкцією стін будинку.

Береговий дренаж споруджують для перехоплення вод, що фільтруються у глибину берегового схилу з боку ріки (рис. 2.37). Одночасно береговий дренаж перехоплює підземні води, що надходять до ріки з боку прилеглої території.

Відсічний дренаж застосовують для перехоплення підземних вод, які фільтрують з боку підтоплених ділянок території.

Змішаний дренаж використовують для захисту від підтоплення територій при складних умовах живлення підземних вод.

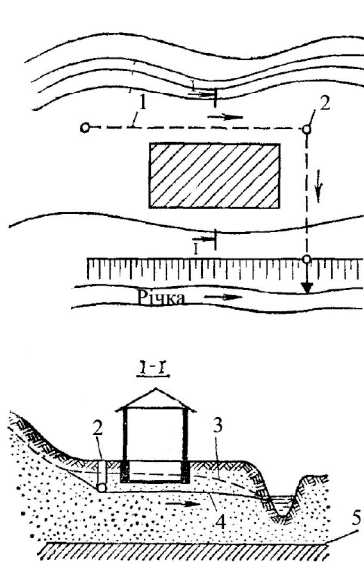


Рисунок 2.35 – Схема головного дренажу [32]:
 1 – траса головного дренажу; 2 – оглядові колодязі; 3 – незнижений рівень підземних вод; 4 – знижений рівень підземних вод; 5 – водоупор

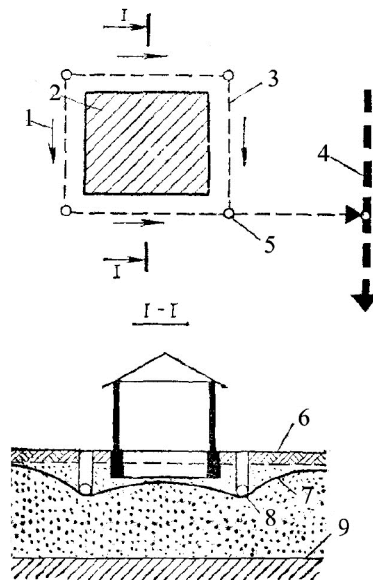


Рисунок 2.36 – Схема кільцевого дренажу [32]:
 1 – напрямок ухилу; 2 – об'єкт, що захищають; 3 – траса дренажу; 4 – водостік; 5 – оглядові колодязі; 6 – незнижений рівень підземних вод; 7 – знижений рівень підземних вод; 8 – дренаж; 9 – водоупор

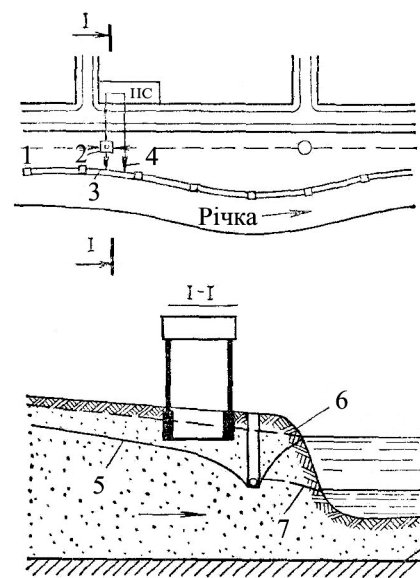


Рисунок 2.37 – Схема берегового дренажу [32]:
 1 – траса берегового дренажу; 2 – водозбірний приямок; 3 – самопливний випуск; 4 – напірний випуск; 5 – зниження рівня підземних вод під час проходження паводку; 6 – крива підпору за рівня високих вод; 7 – вихід ґрунтових вод на рівень меженних вод

Розрізняють дренажі *досконалого і недосконалого типів*. Дрени досконалого типу повністю прорізують дренавний водоносний шар і своєю основою доходять до водоупору; дрени недосконалого типу частково прорізають водоносну товщу і не доходять своєю основою до підстиляючого її водоупору.

Залежно від застосованих пристроїв для захоплення ґрунтових вод виділяють такі типи дренажів: *горизонтальний, вертикальний, комбінований, променевий, внутрішній, спеціальні види дренажів* [36].

Горизонтальні дренажі застосовують у різних ґрунтових умовах, вони є найбільш розповсюдженими у міському будівництві. У конструктивному відношенні їх поділяють на такі основні види:

– *відкриті дренажі* – без заповнення їхнього поперечного перерізу фільтрувальним матеріалом – канави і лотки, що використовуються для осушення лише верхніх шарів ґрунту (рис. 2.38). Такими лотками можна одночасно відводити і поверхневі води. Канави і лотки виконують з укріпленням дна й укосів і без нього. Укріплення може бути з обдернування, кам'яного мощення, бетонних плит. Відкриті дренажі проектують на територіях садибної забудови міст, у

сільських населених пунктах і на територіях стадіонів, об'єктів природно-заповідного фонду, парків та інших озелених територій загального користування [70]. Їх також можна застосовувати і для захисту від підтоплення наземних транспортних комунікацій [70];



Рисунок 2.38 – Відкрита дренажна канава

– *закриті дренажі*. Вони можуть бути із суцільним заповненням їхнього поперечного перерізу фільтрувальним матеріалом (хворостяні, тичкові і кам'яно-щебенисті (рис. 2.39, а)) і трубчастими (рис. 2.39, б), що складаються з покладеної на підготовлену основу дренажної труби (гончарної, керамічної, бетонної, залізобетонної, азбоцементної, пластмасової, дерев'яної). Щоб труба не засмічувалась ґрунтом, її оточують пористою засипкою – фільтром.



Рисунок 2.39 – Закриті дренажі:

а) із суцільним заповненням фільтрувальним матеріалом; б) трубчасті

Для прилеглого до труби шару засипки використовують щебінь і гравій великих фракцій, а для зовнішніх шарів – крупно-, а потім середньозернисті піски. Наразі замість засипки застосовують фільтри із штучних мінерально-волокнистих матеріалів. Мінімальний діаметр труб приймають 200 мм. Для прийому води в трубах роблять отвори діаметром 8–12 мм;

– *галерейні дренажі* з прохідними чи напівпрохідними колекторами прямокутного, круглого чи еліптичного перерізу і висотою відповідно 1,8 і 1,2 м (рис. 2.40). Стінки колекторів у нижній частині виконують з водоприймальними щілинами. Фільтрувальну засипку укладають навколо дрени з грубозернистого піску. Галерейні дренажі застосовують в особливо відповідальних випадках, коли необхідно забезпечити систематичний експлуатаційний нагляд.

Переваги горизонтальних дренажів полягають у простоті влаштування й експлуатації. До недоліків варто зарахувати обмежені можливості відносно керування рівнями підземних вод на території, що захищається, обмежену глибину закладення.

Вертикальні дренажі застосовуються для дренування ґрунтів із значною водопроникністю у двошаровому середовищі. Вони складаються з груп трубчастих колодязів, об'єднаних в єдину систему за допомогою водопровідних пристроїв і насосної станції (рис. 2.41). Трубчасті колодязі складаються з глухої труби, вертикально зануреної у водоносний шар, і фільтра. Вертикальні дренажі класифікують:

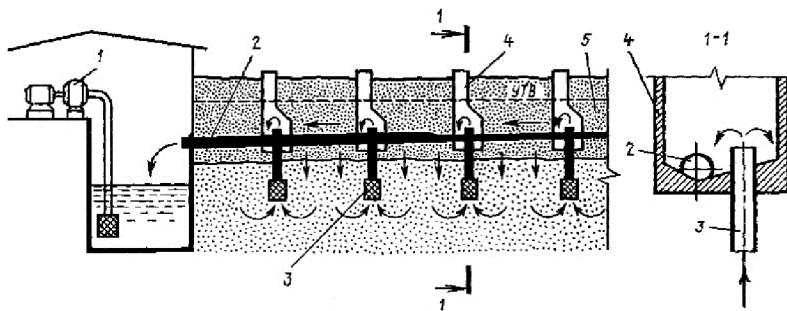


Рисунок 2.41 – Схема вертикального дренажу [53]:
 1 – насос; 2 – трубовід; 3 – дренажний колодязь;
 4 – оглядовий колодязь; 5 – ґрунт

ристого бетону на основі клею БФ.

Переваги вертикальних дренажів: широкі можливості в керуванні рівнями підземних вод, будь-яка глибина закладання, нескладність влаштування трубчастих колодязів. Проте вертикальні дренажі мають меншу перехоплювальну спроможність порівняно з горизонтальними; унаслідок заростання фільтрів у трубчастих колодязів нетривалий термін експлуатації.

Комбіновані дренажі застосовуються у випадках складної будови відкладень, коли верхній слабкопроникний шар ґрунту великої потужності підстеляється шарами водопроникних ґрунтів невеликої потужності із водоносним горизонтом у них (напірним або безнапірним). Вони складаються з трубчастих колодязів і горизонтальної дрени (рис. 2.42). Трубчасті колодязі конструктивно вирішують подібно до колодязів вертикального дренажу. Горизонтальну дренаж виконують у вигляді залізобетонної галереї. Комбіновані дренажі мають високу перехоплювальну і дренувальну спроможність, спокійний, самопливний режим



Рисунок 2.40 – Галерейний дренаж

а) за водопровідними пристроями – *вбирні колодязі, одиночні трубчасті колодязі, глухі колектори, вакуумні системи, ерліфтові;*

б) за типами фільтрів – *дірчасті, шпаруваті, дротові, сітчасті, каркасно-стрижневі, гравійні, з по-*

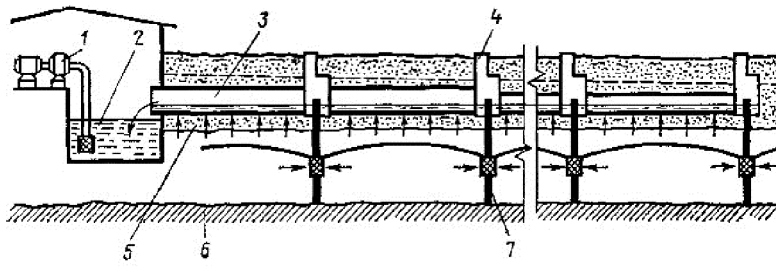


Рисунок 2.42 – Схема комбінованого дренажу [53]:
 1 – насос; 2 – резервуар; 3 – горизонтальна дренаж-колектор; 4 – колодязь; 5 – щільні ґрунти;
 6 – водоупор; 7 – вертикальний колодязь

роботи, нескладне обслуговування під час експлуатації дренажу. До недоліків застосування комбінованих дренажів *варто* *зарахувати* обмежені можливості відносно керування рівнями підземних вод, нетривалий термін експлуатації внаслідок за-

ростання фільтрів, високу вартість будівництва.

Променевий дренаж застосовують для глибокого зниження рівня ґрунтових вод, він є ефективним для дренування територій із складною будовою рельєфу поверхні та ґрунтових шарів, на ділянках із щільною забудовою та густо насиченим комунікаціями підземним простором [36]. Променеві дренажі становлять комбінований тип дренажу. Вони складаються з водозбірного колодязя та водоприймальних променів-свердловин, пробурених горизонтально або похило в напрямку об'єкта, який захищається. Промені обладнують трубчастими дренами або трубофільтрами.

Внутрішній дренаж застосовують для захисту будинків та споруд у разі неможливості влаштування класичних систем дренажу за умови проведення ремонту або реконструкції підвального приміщення [36].

Спеціальні види дренажів застосовують для посилення ефекту осушення слабопроникних ґрунтів (прискорення темпів осушення, поліпшення роботи фільтрів) [36]. Існують такі види спеціального дренажу: *пластовий* чи *постільний*, *вентиляційний*, *біодренаж*, *електродренаж*, *термодренаж*, *вакуумний дренаж* тощо.

Вентиляційний дренаж застосовують для осушення глинистих ґрунтів у південних районах. Це труби з пористого матеріалу, через які безупинно продувається повітря. Роль цих дренажів профілактична.

Біодренаж улаштовують на межах дренованих ділянок у вигляді деревних смуг. Наприклад, у південних районах висаджують евкаліпт, у центральних – вербу, використовуючи «транспірувальну» здатність дерев. Біодренаж закладають на ділянках з високим стоянням підземних вод, його застосовують як допоміжний засіб.

Електродренажі становлять пристрої, які осушують ґрунт під дією електричного струму. Їх варто застосовувати для тимчасового осушення слабопро-

никних ґрунтів із коефіцієнтами фільтрації менше за 0,01 м/добу (глинисті чи мулисті ґрунти) [36]. У ґрунт закладають труби – електроди на відстані 1,5–2,0 м одна від одної, якими подається електричний струм. У разі тривалого впливу електричного струму на ґрунт у ньому відбуваються реакції обміну і такі процеси, у наслідок яких глинистий ґрунт здобуває велику міцність.

Принцип дії *термодренажу* такий саме, як і електродренажу. По трубах пропускають гарячі гази. Ґрунти нагріваються до температури випалу, у результаті глина збезводнюється, утрачає здатність розбухати, здобуває велику міцність.

Пластовий дренаж (рис. 2.43) використовують для захисту підшов окремих будівель та комунікацій за умов, коли дно котловану не досягає водотривкого шару. Цей тип дренажів улаштовується вздовж підшов фундаментів, підвалів або підземних споруд незалежно від їх глибини закладання. Пластові дренажі рекомендуються для захисту відповідальних споруд – як найбільш довговічні та надійні в експлуатації порівняно з горизонтальним трубчастим дренажем; для захисту підземних споруд глибокого закладання (багаторусні паркінги та інші), коли улаштування трубчастого дренажу з оглядовими колодязями уздовж зовнішнього контуру є економічно недоцільним; у випадках, коли за прогнозом вірогідний значний підйом рівня ґрунтових вод і це може зашкодити споруді; у комбінації з гідроізоляцією – для захисту заглиблених споруд; для захисту підземних споруд, які експлуатуються у режимі підвищених температур, через що не може бути використана обклеювальна гідроізоляція [36].



Рисунок 2.43 – Пластовий дренаж

Ширина пластового дренажу в кожний бік від дрени не повинна перевищувати 30 м.

За допомогою *вакуумних дренажів* водозниження здійснюється під дією вакууму, який створюється в ґрунті. Найдоцільнішим є застосування вакуумних дренажів під час осушення ґрунтів із низькими фільтраційними властивостями. Вакуумні водознижувальні установки із голкофільтрами застосовуються для тимчасового водозниження під час будівельних робіт. Голкофільтри встановлюють по периметру майбутнього котловану або по довжині траншеї [36].

Під час освоєння територій із зсувами передбачають спеціальні конструкції дренажу: *укісні прорізи, каптажні камери, наслінний дренаж, горизонтальні чи похилі шпари.*

2.2.4 Конструювання й розрахунок міських дренажів

Конструкцію каптажних споруд вибирають залежно від гідрогеологічних умов виходу підземних вод на поверхню, потужності відкладень над водоносним шаром, витрат джерела.

Трасування дренажів визначає: розміщення дренажної мережі у плані, вибір глибини закладення мережі, сполучення дренажних ліній у плані й профілі, вибір проектних ухилів дренажів. Розміщення дренажної мережі у плані визначають системою і типом дренажу, а також характером забудови. Магістральні колектори *систематичного дренажу* прокладають під проїздами і вулицями, а збирачі – під другорядними проїздами і місцевими вулицями. Тому систематичний дренаж не завжди має строго паралельні гілки, тому що мережу погоджують із трасою вулиць, проїздів, розміщенням будинків. *Головний дренаж* проектують перпендикулярно до напрямку потоку підземних вод. Для прокладання головного дренажу використовують існуючі вулиці та проїзди, що проходять поблизу верхньої межі дренажної ділянки. Трасу *кільцевого дренажу* визначають контурами самих ділянок, що захищаються. Лінія *берегового дренажу* співпадає з напрямком берегової лінії водоймища, для цього можуть використовуватися прилеглі вулиці чи вільні території. Траса *пластового дренажу* проходить під трасою дороги, в основі якої він укладається.

Глибину закладення визначають величиною зниження рівня підземних вод, системою і типом дренажу та гідрогеологічними умовами дренажної території [36]. Застосовуючи трубчасті дренажі горизонтального типу, потрібно враховувати глибину промерзання ґрунту. Глибина закладення *горизонтальних дренажів* 5–6 м, рідше 8 м. *Вертикальні дренажі* мають будь-яку практично необхідну глибину закладення.

Відкриті й закриті дренажі із суцільним заповненням сполучаються під кутом не менше 30°. При застосуванні горизонтального трубчастого дренажу сполучення може здійснюватись під кутом 90°. У вертикальній площині сполучення окремих ліній горизонтального дренажу може бути здійснено способом влаштування перепадів чи без них.

На всіх зламах ліній у плані, у разі сполучення в одному вузлі трьох ліній, а також у всіх випадках вертикальних перепадів встановлюють **оглядові колодязі** (рис. 2.44) з інтервалом не більше 50 м. Сполучення труб у колодязях за

наявності перепадів приймають у вигляді лотків-швидкостоків чи за типом колодязів-відстійників.



Рисунок 2.44 – Оглядовий колодязь

Для скидання води з дренажних колекторів у відкрите водоймище проектують спеціальні *оголовки-водоскиди*. Їх улаштовують за типом оголовоків на мережах зливової каналізації. Якщо вода з дренажів скидається в зливову каналізацію, тоді траси приєднують у вузловому колодязі.

Проектні ухили регламентуються умовами роботи дренажу та гідравлічними характеристиками. Поздовжній дренаж проектують на ділянках з ухилом проїзної частини менше 30 ‰ з ухилом, що відповідає ухилу лотків, але не менше за 4 ‰.

Швидкість течії води в трубчастих дренажах допускається у межах від 0,15 м/с до 1 м/с (оптимальна 0,5–0,7 м/с), а найбільші ухили приймають, виходячи з максимально допустимої швидкості 1 м/с. Мінімально допустимі ухили дренажу приймають згідно з [33] (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Мінімально допустимі ухили дренажів

Типи дренажів	Діаметри дрен, мм	Рекомендовані мінімальні ухили
Відкриті:		
– канави	–	0,005
– лотоки	–	0,003
Закриті: із суцільним заповненням	–	0,01
лінійні трубчасті:		
– осушувачі	до 200	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
– колектори	200–300	0,0015
– кільцеві, неповнокільцеві, трубчаста дрена пластового дренажу, пристінні	100*	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
– пластові	–	0,01 (для ширини споруд більше 10 м) 0 (для ширини споруди до 10 м включно)
– укісні, застійні, каптажні, дорожні	100*	0,003
– сполучені із водостоками	200	По ухилу водостоку

* У залежності від витрат та ступеня заповнення трубопроводів

Проектування і розрахунок дренажних систем передбачають виконання таких робіт: установлення норм осушення для об'єкта проектування; вивчення природних умов за матеріалами геологічних і гідрологічних вишукувань; установлення меж території, що підтоплена підземними водами; вибір і техніко-економічне обґрунтування дренажної системи для осушення території; проє-