

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу «КОМПЛЕКСНЕ ОСВОЕННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ
МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192
Будівництво та цивільна інженерія)

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
будівництва, урбаністики та
просторового планування

Протокол № 6 від 30.01.2024 р.

Київ 2024

УДК 625.71.8.001

Конспект лекцій з курсу «Комплексне освоєння та інженерний благоустрій міських територій. (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія) (Електронне видання)/ Укладач: Уваров П.Є. – Київ, СНУ ім. В.Даля, 2024 - 153 с.

Методичне видання спрямоване на вивчення і засвоєння студентами самостійно та на підставі лекційного матеріалу теоретичної основи та практичного матеріалу з дисципліни «Комплексне освоєння та інженерний благоустрій міських територій». Конспект лекцій, охоплює широкий спектр тем, вивчення яких є обов'язковим для фахівців зі спеціальності "Будівництво та цивільна інженерія": питання впливу різних факторів на вибір території для населених місць, основи вертикального планування і методи її проектування, організація стоку поверхневих вод, захист міських територій від затоплення, захист територій від підтоплення підземними водами, особливі випадки інженерної підготовки міських територій: будівництво на болотах, боротьба з ярами та яроутворенням, зсувами, карстами, захист від обвалів, осипів, селевих потоків, снігових лавин, будівництво у сейсмічних районах

Укладач: П.Є. Уваров – к.т.н., доцент кафедри БУПП

Рецензент: Н.І. Білошицька – доцент

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ТЕМА 1. ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЙ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ ТА ЇЇ ЗАВДАННЯ	6
1.1. Сутність інженерної підготовки територій	6
1.2. Природні умови	8
1.3. Інженерна і містобудівна оцінка територій	11
1.4. Вишукування проектних робіт	14
ТЕМА 2: ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ	17
2.1. Суть вертикального планування	17
2.2. Загальні положення проектування вертикального планування	18
2.3. Завдання та методи вертикального планування	22
2.4. Технічні та нормативні вимоги до розробки проектів вертикального планування	26
2.5. Вертикальне планування вулиць та перехресть	27
2.6. Вертикальне планування території житлової забудови, кварталів	34
2.7. Вертикальне планування виробничих територій	39
2.8. Вертикальне планування територій зелених насаджень	42
2.9. Вертикальне планування в умовах складного рельєфу	45
2.10. Підрахунок об'ємів земляних робіт при вертикальному плануванні	47
ТЕМА 3. ОРГАНІЗАЦІЯ СТОКУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ	56
3.1. Атмосферні опади і поверхневий стік	56
3.2. Організація стоку поверхневих вод	57
3.3. Основні принципи влаштування водостічної мережі міста	59
ТЕМА 4. ЗАХИСТ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ЗАТОПЛЕННЯ	64
4.1. Причини, характер і наслідки затоплення міських територій	64
4.2. Заходи захисту міських територій від затоплення	65
4.3. Суцільна підсіпка затоплюваних територій	66
4.4. Розрахункові рівні води і відмітки територій	69
4.5. Обвалування затоплюваних територій	72
4.6. Пониження найбільших витрат річки	76
4.7. Збільшення пропускної здатності русла річки	77
4.8. Водотоки і водовідведення в умовах обвалування територій	78
ТЕМА 5. ЗАХИСТ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ	82
5.1. Загальні відомості про підземні води	82

5.2. Задачі інженерної підготовки підтоплюваних територій	84
5.3. Типи дренажів і дренажних систем	85
5.4. Проектування дренажів	92
ТЕМА 6. ОСВОЄННЯ ТЕРИТОРІЙ, РОЗДІЛЕНИХ ЯРАМИ	94
6.1. Загальні положення	94
6.2. Причини яроутворення	96
6.3. Проектування інженерної підготовки територій розділених ярами	97
ТЕМА 7. ЗСУВИ І ПРОТИЗСУВНІ ЗАХОДИ	102
7.1. Причини утворення і характеристики зсувів	102
7.2. Задачі інженерної підготовки зсувних територій	104
7.3. Заходи боротьби зі зсувами	105
ТЕМА 8. ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЙ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ	109
8.1. Особливості гірських районів	109
8.2. Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів	110
8.3. Принципи освоєння територій із селевими явищами	114
8.4. Захист територій від лавин	119
8.5. Особливості освоєння територій із сейсмічними явищами	122
ТЕМА 9. ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ЗАБОЛОЧЕНИХ І ЗАТОРФОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	128
9.1. Утворення боліт та їх класифікація	128
9.2. Заходи інженерної підготовки при освоєнні заболочених територій	131
ТЕМА 10. ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЙ В ВАЖКИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ	134
10.1. Інженерна підготовка територій із карстовими явищами	134
10.2. Інженерна підготовка підроблювальних територій	138
ТЕМА 11. ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ	143
11.1. Загальні відомості про порушення територій	143
11.2. Особливості інженерної підготовки при відновленні порушених територій	145
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	150

ВСТУП

Комплексне освоєння та інженерний благоустрій міських територій є комплексом інженерних заходів і споруд, необхідних для містобудівного освоєння територій, поліпшення їх санітарно-гігієнічного стану і мікроклімату міст. Розробка і здійснення заходів з інженерної підготовки та інженерного благоустрою територій нерозривно пов'язані з вирішенням різних архітектурно-планувальних завдань містобудування, а також з питаннями охорони природи і захисту навколишнього середовища.

Будь-яке місто, населений пункт, комплекс будівель і споруд, окрема будівля, вулиця зводяться на певній території, яка може бути охарактеризована рельєфом, рівнем ґрунтових вод, можливістю затоплення паводками та ін. Створити територію найбільш сприятливою для забудови та експлуатації можливо завдяки заходам з інженерної підготовки.

Будь-які роботи з інженерної підготовки нерозривно пов'язані та включають в себе елементи з її благоустрою.

Питання інженерної підготовки мають суттєве значення як при виборі територій для будівництва нових поселень, так і при реконструкції населених місць.

На протязі вивчення курсу будуть розглянуті питання, пов'язані з впливом різних факторів на вибір території для населених місць, основи вертикального планування і методи її проектування, організація стоку поверхневих вод, захист міських територій від затоплення і розмиву, захист територій від підтоплення підземними водами, особливі випадки інженерної підготовки міських територій: будівництво на болотах, боротьба з ярами та яроутворенням, зсувами, карстами, захист від обвалів, осипів, селевих потоків, снігових лавин, будівництво у сейсмічних районах.

ЛЕКЦІЯ 1.

ТЕМА: ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЙ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ ТА ЇЇ ЗАВДАННЯ

ПЛАН

- 1.1. Сутність інженерної підготовки територій
- 1.2. Природні умови
- 1.3. Інженерна і містобудівна оцінка територій
- 1.4. Вишукування проектних робіт

1.1. Сутність інженерної підготовки територій

Інженерна підготовка територій є одним з найважливіших елементів сучасного містобудівного процесу.

До територій, які використовуються для будівництва населених місць, ставлять ряд вимог, насамперед до рельєфу, ґрунтів і гідрогеологічних умов.

Найкращими є ділянки із спокійним рельєфом, сухими ґрунтами і низьким рівнем ґрунтових вод. Заболочені території, ділянки, що затоплюються, підтоплюються, території колишніх смітників і цвинтарів майже не придатні для житлової забудови. Ґрунти території повинні мати достатню несучу спроможність і відповідати вимогам стійкості будівель, а також мають бути придатні для озеленення. Однак, практично неможливо підібрати територію, що цілком відповідає всім цим умовам. Завжди виникає необхідність у виконанні тих чи інших робіт для забезпечення можливості використання цієї території під будівництво.

Комплекс технічних заходів щодо приведення непридатних або обмежено придатних територій у стан, що допускає здійснення на них промислового чи житлового будівництва, називають інженерною підготовкою територій.

Інженерна підготовка пов'язана з інженерним благоустроєм і обладнанням міської території. Окремі заходи і споруди інженерної підготовки одночасно є елементами благоустрою міста, наприклад, організація стоку поверхневих (атмосферних) вод і мережа міських водостічних колекторів, укладання дрібних проток у труби, озеленення ярів, вертикальне планування територій та ін.

Істотне значення інженерна підготовка має в забезпеченні санітарно-гігієнічних умов міста шляхом ліквідації заболоченості, організації стоку поверхневих вод, благоустрою міських водоймищ та ін.

Інженерна підготовка сприяє раціональному використанню забудованих територій, створюючи ймовірні для містобудівних цілей умови на несприятливих за природними умовами ділянках, підвищуючи процентне співвідношення використаної і загальної території міста. При цьому невикористана за несприятливими умовами територія може бути зведена до мінімуму.

Повне використання території сприяє компактності міста, скороченню мережі вулиць і доріг, трас громадського транспорту і підземних комунікацій міста.

При цьому доцільно комплексне проектування і здійснення заходів щодо всіх видів природних умов і фізико-геологічним процесам, властивим конкретній території.

Основними видами будівельних робіт, за допомогою яких здійснюють інженерну підготовку територій, є:

- а) земляні роботи, пов'язані з переміщенням мас ґрунту, влаштуванням насипів і виїмок;
- б) будівництво відкритих чи закритих систем водовідводу поверхневих вод;
- в) будівництво дренажних систем при необхідності зниження рівня ґрунтових вод;
- г) будівництво споруд з метою стабілізації поверхні території (підпірні стінки, дамби та ін.);
- д) укріплення укосів насипів і виїмок, природних укосів при вертикальному плануванні в ярах і на зсувних ділянках, на берегах рік та ін.

Інженерна підготовка територій поєднує основні заходи:

- 1) вертикальне планування;
- 2) відвід поверхневих вод;
- 3) захист прибережних територій від розмиву, затоплення і підтоплення;
- 4) зниження рівня ґрунтових вод;
- 5) осушення заболочених місць;
- 6) протималярійні заходи;
- 7) зрошення міських територій;
- 8) боротьбу з ярами, зсувами, карстами;
- 9) захист від селевих потоків і гірських лавин;
- 10) захист територій у сейсмічних районах.

Планування, забудова та інженерний благоустрій міст складають єдиний комплекс у проектуванні й будівництві. Тільки при строгому дотриманні принципу комплексності можна досягти сприятливих результатів у міському будівництві, створити зручний, красивий і економічний квартал, житловий район і місто в цілому.

1.2. Природні умови

Кожній території властиві свої особливості, обумовлені природними умовами місцевості. Фізико-географічне і містобудівельне районування території України показано на рис. 1.1, 1.2.

До природних умов, що повторюються на безлічі територій і мають найбільш істотне значення у містобудівництві, відносять:

а) кліматичні умови, що визначають сукупність різних факторів. Найбільш значущими з них є температурно-вологовий, вітровий, радіаційний режими і атмосферні опади. Кліматичну характеристику визначають за кліматологічними атласами, описами і довідниками;

б) геоморфологічні умови – природний рельєф території, його походження і закономірності розвитку. Рельєф впливає на планування і забудову міста, організацію стоку поверхневих вод та ін;

в) атмосферні (поверхневі) води, що можуть викликати затоплення знижених місць, заболоченість окремих ділянок, порушення елементарних умов благоустрою;

г) гідрогеологічні умови – це відомості про наявність, тип, потужність, властивості, глибину залягання, умови живлення підземних вод, що викликають підтоплення міських територій і затоплення приміщень, які знаходяться нижче рівня землі;

д) гідрологічні умови вивчають водні простори (моря, озера, ріки, ставки і водосховища), що можуть привести до затоплення територій при паводках, підмиву, розмиву берегів. Основні відомості про водні простори включають інформацію про джерела їхнього живлення, закономірності режиму, основні параметри, хімічний і бактеріологічний склад води, рельєфні й геологічні особливості берегової лінії і дна;

е) геологічні умови – дані про склад, потужність, несучу спроможність ґрунтів, а також наявність і активність геологічних процесів і порушень земної поверхні.

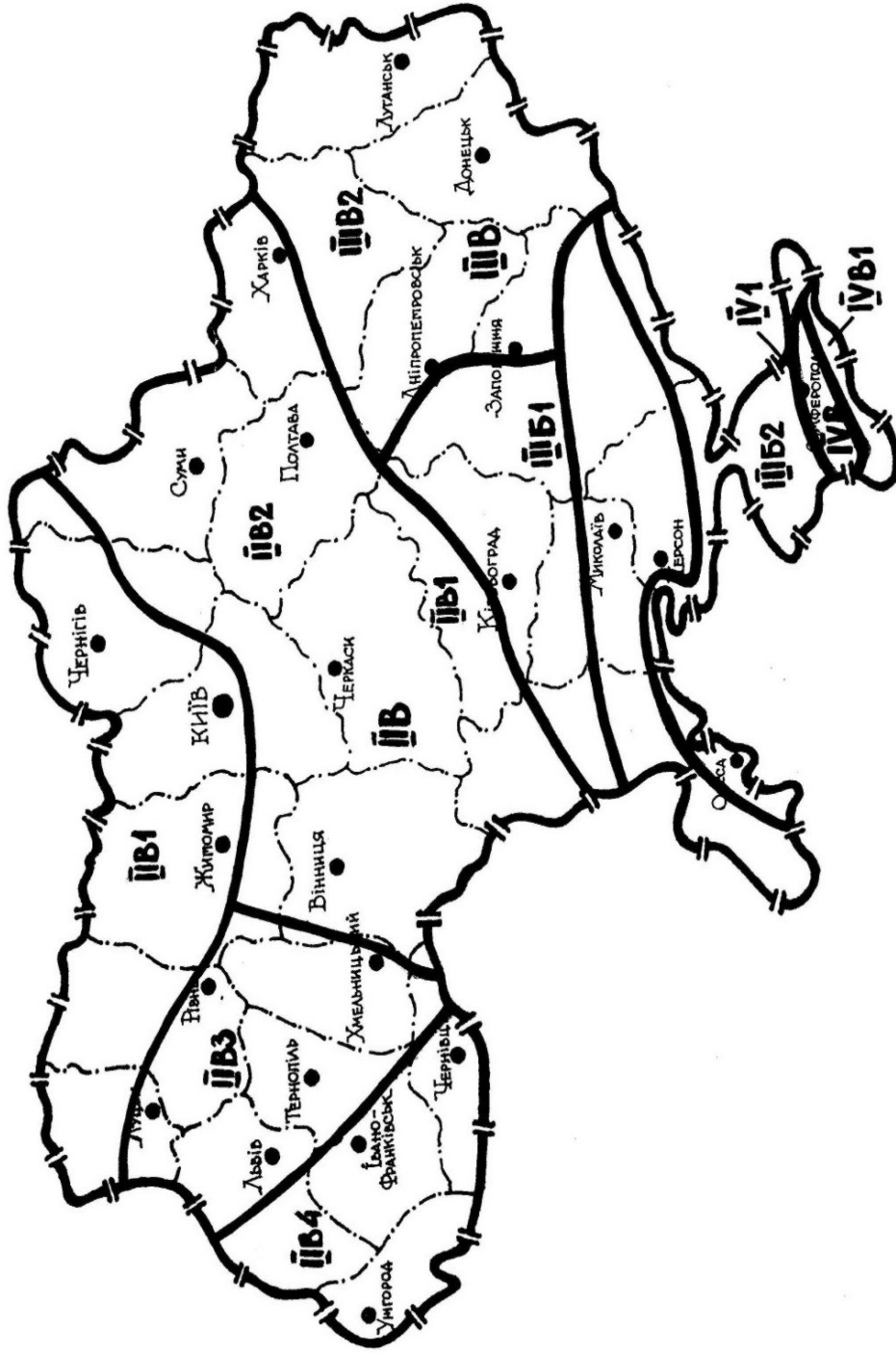


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне районування (кліматичні зони) території України: ЗОНА ІВ: ІВ1 – Полісся; ІВ2 – Центральний і Східний лісостеп; ІВ3 – Північно-Західний лісостеп; ІВ4 – Українські Карпати, Закарпаття; ЗОНА ІІВ: ІІВ1 – Західний степ; ІІВ2 – Східний степ; ЗОНА ІІІВ: ІІІВ1 – Південний степ; Степовий Крим, узбережжя Чорного і Азовського морів; ЗОНА ІІІВ: ІІІВ1 – Гірський Крим; ІІІВ2 – Південний

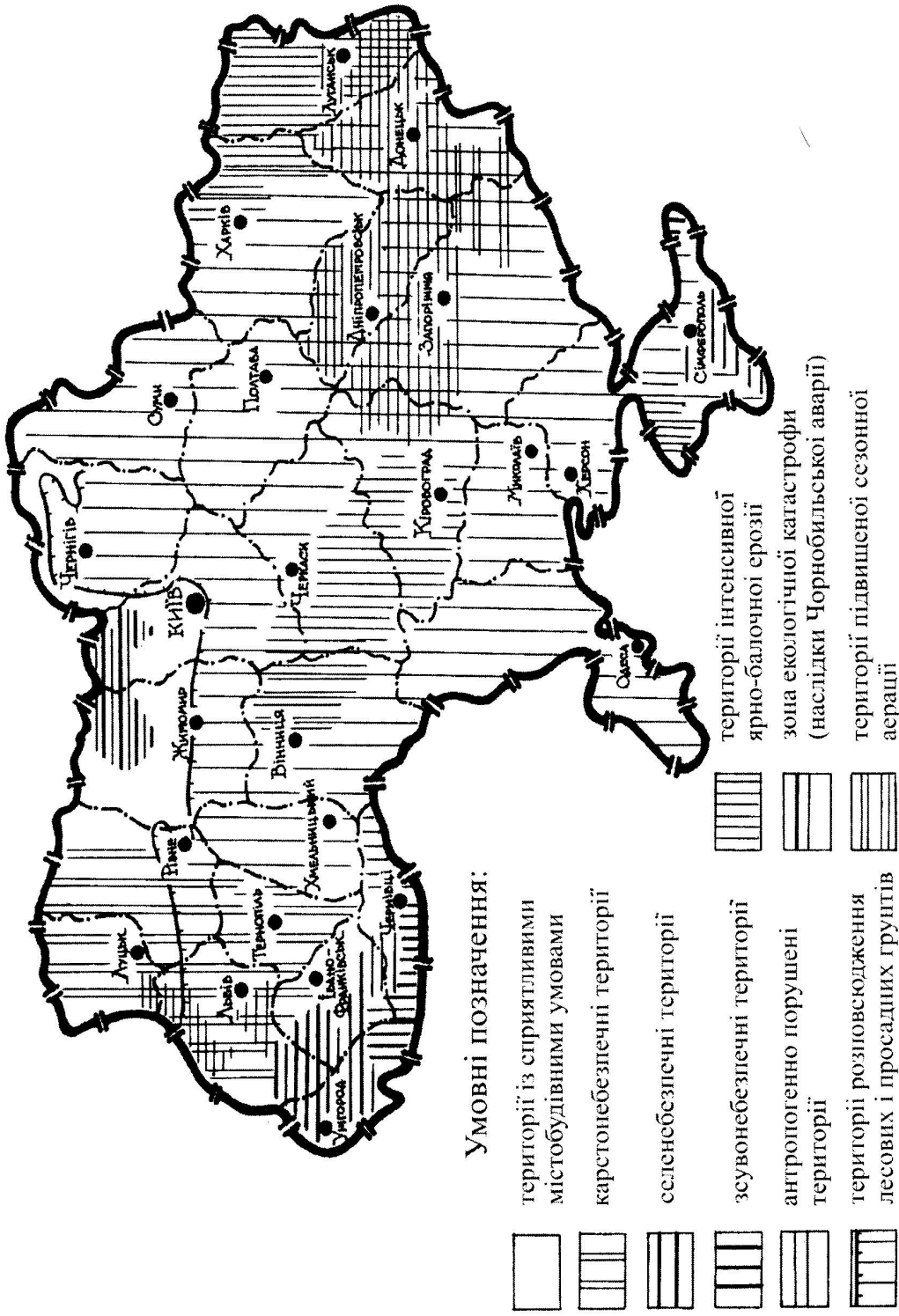


Рисунок 1.2 – Містобудівельне районування території України на основі природно-географічних та інженерно-будівельних умов

Важливу роль відіграє стабільність поверхні землі, враховуючи фізико-геологічних процеси, що відбуваються у природі, викликані діяльністю поверхневих і підземних вод, вітру, внутрішніх сил у гірських породах. До фізико-геологічних процесів відносять:

- а) затоплення міських територій атмосферними водами і паводками рік;
- б) підтоплення міських територій підземними водами;
- в) яроутворення і розвиток ярів;
- г) зсуви, обвали, осипи (переважно на крутих берегах рік морів і в гірських умовах);
- д) карсти й осідання;
- е) селеві потоки;
- ж) сніжні лавини;
- з) сейсмічні явища.

Особливі умови будівництва виникають у місцях залягання лесових, засолених, скельних ґрунтів. У таких умовах висувають вимоги не тільки до підготовки території, але й до конструкцій будинків і споруд, розміщення об'єктів міста і дотримання особливих умов технології та організації будівельних робіт.

Природні умови і процеси впливають на функціональне зонування території, вибір поверховості забудови, трасування мережі вулиць, організацію транспортних зв'язків, розміщення зелених насаджень та інші містобудівельні завдання.

Аналіз природних умов може бути вирішальним в архітектурно-планувальному вирішенні міста.

1.3. Інженерна і містобудівна оцінка територій

Для правильного рішення при виборі території для забудови необхідно виконати містобудівельну оцінку території. Ця оцінка є основою для визначення обов'язкових заходів щодо інженерної підготовки в даних умовах.

На планах виділяють:

- * ділянки затоплення;
- * території з рівнем ґрунтових вод (РГВ) на 1 – 2 м від поверхні землі;
- * території з РГВ на 2 – 5 м від поверхні землі;

- * напрямок поверхневого стоку з визначенням ухилів;
- * вододіли і тальвеги;
- * лінію берегового руйнування;
- * розміщення геологічних профілів;
- * території з ярами;
- * території з карстами;
- * заболочені території.

При оцінці території розглядають у сукупності всі природні умови, що мають містобудівельне значення:

- * рельєф місцевості, напрямок схилів, крутість, перепад вищих і нижчих позначок, ступінь пересіченості;
- * геологічні й ґрунтові умови, несучу спроможність ґрунтів;
- * гідрогеологічні умови (наявність і режим підземних вод);
- * гідрологію водоймищ (морів, рік, озер та ін.);
- * атмосферні опади – середньорічні й максимальні, їхню повторність.

Територія населеного місця повинна задовольняти наступним основним умовам:

1. Рельєф території має відповідати вимогам забудови, нормального водовідводу та організації міського транспорту.
2. Територія не повинна бути заболоченою чи затоплюваною паводковими водами.
3. За своєю несучою спроможністю ґрунти мають відповідати наміченому типу забудови.
4. Територія житлових кварталів повинна бути розташована з навітряного боку щодо джерел забруднення повітря, а при наявності ріки – вище стосовно підприємств, що викликають забруднення водоймищ.
5. Територія повинна мати розміри, що забезпечують можливість перспективного розвитку населеного місця.
6. Територія має бути забезпечена гарними джерелами водопостачання і місцями для скидання стічних вод.
7. Територія має бути забезпечена зовнішніми автомобільними дорогами чи залізницями (у випадку їх відсутності давати можливість побудови їх без особливих труднощів).
8. На території, яку відводять під забудову, не повинно бути корисних копалин, що мають промислове значення.

За витратами на інженерну підготовку території поділяють на три категорії:

1. Придатні для капітального будівництва (витрати на інженерну підготовку складають менше 1,5 % від загальної вартості будівництва).
2. Умовно придатні (витрати на інженерну підготовку складають від 1,5 до 3 % від загальної вартості будівництва).
3. Непридатні за інженерно-геологічними і санітарно-гігієнічними умовами, усунення яких склало б більше 3 % від загальної вартості будівництва.

Залежно від ґрунтів території за придатністю також поділяють на три категорії:

1. Придатні, що допускають зведення будинків і споруд без виконання штучних основ, що відповідає ґрунтам з нормативним тиском не нижче 1,5 кг/см².
2. Обмежено придатні, із слабкими ґрунтами, на яких при спорудженні багатоповерхових будинків необхідно виконувати фундаменти посиленого типу і проводити заходи, що роблять будівництво дорожчим на 5 – 8 %.
3. Непридатні, слабкі ґрунти потужністю більше 2 м і просадні ґрунти 2-го типу, що вимагають особливо складних основ і фундаментів.

Класифікація територій за рельєфом:

1. Придатні (що мають ухили: для житлового будівництва – від 5 до 100 ‰; для промислового будівництва – від 3 до 30 ‰).
2. Обмежено придатні (що мають ухили: для житлового будівництва – менше 5 ‰ і до 200 ‰; для промислового будівництва – менше 3 ‰ і до 50 ‰).
3. Непридатні (що мають ухили: для житлового будівництва – більше 200 ‰; для промислового будівництва – більше 50 ‰ і безухильні).

Залежно від наявності ярів:

1. Придатні – є пологі яри, що не розвиваються, глибиною менше 3 м.
2. Обмежено придатні – є круті яри, що не розвиваються чи слабо розвиваються, глибиною від 3 до 10 м.
3. Непридатні – на території є круті яри, що розвиваються чи стабілізувались, глибиною більше 10 м.

За наявністю заболочених місць:

1. Придатні – заболоченість відсутня.

2. Обмежено придатні – є заболочені місця – торфовища потужністю шарів менше 2 м.

3. Непридатні – є торфовища потужністю шарів більше 2 м.

Залежно від затопленості:

1. Придатні – незатоплювані чи затоплювані не частіше 1 разу в 100 років.

2. Обмежено придатні – затоплювані 1 раз у 100 років і 1 раз у 25 років з найвищим горизонтом високих вод не більше 0,6 м над рівнем землі.

3. Непридатні – затоплювані 1 раз у 25 років і частіше з катастрофічними наслідками.

За наявності зсувів і зсувних схилів:

1. Придатні – зсувів немає.

2. Обмежено придатні – окремі зсувні схили.

3. Непридатні – численні чи суцільні зсувні схили.

Залежно від наявності карстових явищ:

1. Придатні – карстові явища відсутні.

2. Обмежено придатні – є окремі карстові воронки.

3. Непридатні – є значне число глибоких карстових воронок.

1.4. Вишукування проектних робіт

Для складання карт і схем з інженерної підготовки необхідні дані інженерних вишукувань. Обсяг і якість останніх визначають технічну правильність і економічну мету прийнятих рішень.

Комплексні вишукування поєднують: топографо-геодезичні роботи, інженерно-геологічні, гідрогеологічні й гідрологічні вишукування, вишукування характеристик ґрунтів, кліматичні дані, санітарні умови.

На базі цих вишукувань складають карти, схеми, графіки, таблиці і т.п., що дозволяють судити про стан території і визначають її інженерну та містобудівельну оцінку.

Топографо-геодезичні роботи полягають у зйомці місцевості і складанні карт і планів, що служать основою для проектно-планувальних робіт. За цими ж планами виконують інженерно-містобудівну оцінку територій і намічають шляхи її інженерної підготовки.

Інженерно-геологічні вишукування здійснюють способом інженерно-геологічної зйомки, буровими, дослідними і лабораторними роботами. При

вишукуваннях пробурюють шпари чи шурфи, за допомогою яких визначають глибину і характер залягання, літологічний склад порід, положення рівня підземних вод.

У складних природних умовах, за наявності фізико-геологічних явищ, вишукування доповнюють стаціонарними спостереженнями протягом тривалого терміну (від року до багаторічних).

Гідрогеологічні вишукування визначають наявність, тип, потужність, властивості, характер залягання, мінералізацію, умови живлення і режим ґрунтових вод. Їх розглядають у тісній взаємодії з літологічною будовою, гідрометеорологічними умовами.

Гідрологічні вишукування вивчають явища і процеси, що відбуваються в поверхневих водоймищах: озерах, ріках, морях, водосховищах, болотах. Основні відомості включають інформацію про джерела живлення, закономірності режиму, їхні основні параметри, хімічний і бактеріологічний склад води, рельєфні й геологічні особливості берегової лінії і дна.

У *характеристиці ґрунтів і рослинності* приводять відомості про ґрунти, товщину рослинного шару ґрунту, породи дерев, що ростуть у даному районі, у тому числі найбільш розповсюджені. Ці дані необхідні для розробки проектів благоустрою та озеленення освоєваних територій.

Кліматична характеристика визначається за кліматологічними атласами, описами і довідниками.

Додатковими даними є відомості *санітарно-гігієнічних* вишукувань, що характеризують геологічні умови території і відкритих водоймищ щодо малярійної небезпеки і здійснення необхідних протималярійних інженерних заходів.

Дані про природні умови території забудови приведені у будівельному паспорті кожної ділянки, який складають за даними інженерно-геологічних вишукувань. У паспорті приводять коротку інженерно-геологічну характеристику ділянки, а також технічний висновок з інженерної геології, що встановлює структуру і властивості ґрунтів, допустимі навантаження на ґрунт, рівень ґрунтових вод на ділянці та ін. Паспорт є основним технічним документом для проектування і будівництва міських будинків і споруд.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке інженерна підготовка міських територій?
2. Які питання вирішує інженерна підготовка міських територій?
3. Які фактори впливають на вибір територій для населених місць?
4. Дати характеристику територій за ступенем придатності для житлового, суспільного і промислового будівництва.
5. Як природні умови впливають на планування, забудову і благоустрій міст?
6. Які інженерні вишукування проводять при проектуванні інженерної підготовки територій?

Лекція 2.

ТЕМА: ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ

ПЛАН

- 2.1. Суть вертикального планування
- 2.2. Загальні положення проектування вертикального планування
- 2.3. Завдання та методи вертикального планування
- 2.4. Технічні та нормативні вимоги до розробки проектів вертикального планування
- 2.5. Вертикальне планування вулиць та перехресть
- 2.6. Вертикальне планування території житлової забудови, кварталів
- 2.7. Вертикальне планування виробничих територій
- 2.8. Вертикальне планування територій зелених насаджень
- 2.9. Вертикальне планування в умовах складного рельєфу
- 2.10. Підрахунок об'ємів земляних робіт при вертикальному плануванні

2.1. Суть вертикального планування

Вертикальне планування – інженерна діяльність із організації висотних відміток усіх планувальних елементів міста, є невід'ємною частиною процесу містобудівного проектування на будь-якій його стадії. Визначення висотного положення об'єкту є кінцевою метою проекту вертикального планування.

Вертикальне планування повинно охоплювати усю територію міста, створюючи опорну висотну систему міських територій, яка визначає взаємне висотне розміщення усіх наземних та підземних споруд міста.

Характер робіт із вертикального планування визначається природним рельєфом території, розмірами міста, його містобудівним профілем, видами міської забудови.

Розділ вертикального планування є обов'язковою частиною кожного проекту планування і забудови міської території. Вертикальне планування забудовуваної території здійснюється в наступному порядку: аналіз існуючого рельєфу; визначення його кількісних і якісних характеристик; постановка задачі проектування із врахуванням особливостей запроектованих і існуючих будинків і споруд, планувального вирішення території; розробка висотного вирішення поверхні; розрахунки і допоміжні графічні зображення; відображення запроектованої поверхні на кресленні.

2.2. Загальні положення проектування вертикального планування

Рельєф і його містобудівна оцінка. Рельєф є найбільш важливим показником, що визначає поверхню міської території, впливає на планування, забудову і благоустрій міст, економіку будівництва.

У містобудуванні прийнято такі категорії рельєфу:

* макрорельєф – рельєф великих територій із значним перепадом висот і нерівностей поверхні;

* мікрорельєф – рельєф з невеликими перепадами висот на обмеженій території. Він визначає висотне положення вулиць, входів у будинки та ін.

Основні форми рельєфу – рівнинний і гірський.

Рівнинний рельєф розділяють на такі категорії:

1. Рівнинний (спокійний) з крутістю схилів до 4 ‰;
2. Рівний з крутістю схилів 4 – 30 ‰;
3. Слабко пересічений – 30 – 60 ‰;
4. Пересічений – 60 – 100 ‰;
5. Сильнопересічений – 100 – 200 ‰;
6. Дуже сильнопересічений – більше 200 ‰.

Гірський рельєф характеризують наявністю гір різної висоти.

Рельєф місцевості визначають геодезичною зйомкою і відображають на топографічних картах і планах горизонталями, штрихами, пунктиром, кольоровою пластикою.

Горизонталь – лінія, що з'єднує на кресленні точки рівних висот над прийнятим горизонтом (звичайно рівнем моря). На горизонталях надписують їхні позначки. *Позначка* – відстань по висоті від точки місцевості до рівенної поверхні. Абсолютні позначки відраховують від абсолютного нуля, за який прийнято рівень Балтійського моря. При відсутності таких даних приймають умовний рівень, а позначки називають відносними.

Горизонталі мають такі властивості:

– усі точки, що лежать на одній горизонталі, мають на місцевості однакову висоту;

- усі горизонталі, що замикаються у межах плану чи карти, позначають пагорб чи улоговину, їх розрізняють за бергштрихами чи надписами;
- горизонталі природного рельєфу мають бути безперервні, виключення складають обриви;
- горизонталі не можуть перетинатися у плані, виключення – нависаючі скелі;
- відстань між горизонталями у плані характеризує крутість схилу. На схилах, що мають рівномірний ухил, проміжки між горизонталями однакові;
- найкоротша відстань між горизонталями – перпендикулярна до них лінія – відповідає напрямку найбільшої крутості;
- горизонталі, що зображують похилу площину, мають вид рівнобіжних прямих.

Розрізняють такі основні форми рельєфу: рівнини, гори, пагорб, улоговина, хребет, лощина чи тальвег, сідловина, схили (рис. 2.1)

Найвищі лінії хребтів є вододільними, а найбільш низькими ділянками, що називаються тальвегами, концентрується стік поверхневих вод. Хребти чи вододіли характеризуються у плані опуклістю горизонталей у напрямку ухилу, а тальвеги – їх увігнутістю. Розріджені горизонталі характеризують відносно рівні місця, зближені – підвищення крутості місцевості.

Для полегшення вивчення рельєфу на горизонталях, перпендикулярно до них, наносять бергштрихи – невеликі риски, що вказують напрямок ухилу у бік зниження рельєфу.

Залежно від стадійності проектування і масштабу плану змінюють детальність зображення рельєфу.

Масштабом плану чи карти називають відношення довжини лінії на плані до горизонтальної проекції відповідної лінії на місцевості. Масштаби бувають чисельні, лінійні (рис. 2.2, а), поперечні (рис. 2.2, б). Прийнято вважати 0,1 мм найменшою відстанню, що може бути відкладена вимірником. Отже, горизонтальну відстань на місцевості, що відповідає у даному масштабі 0,1 мм на плані, називають точністю масштабу. Так, для масштабу 1:500 точність дорівнює 0,05 м; 1:1000 – 0,10 м; 1:5000 – 0,50 м; 1:10000 – 1,00 м.

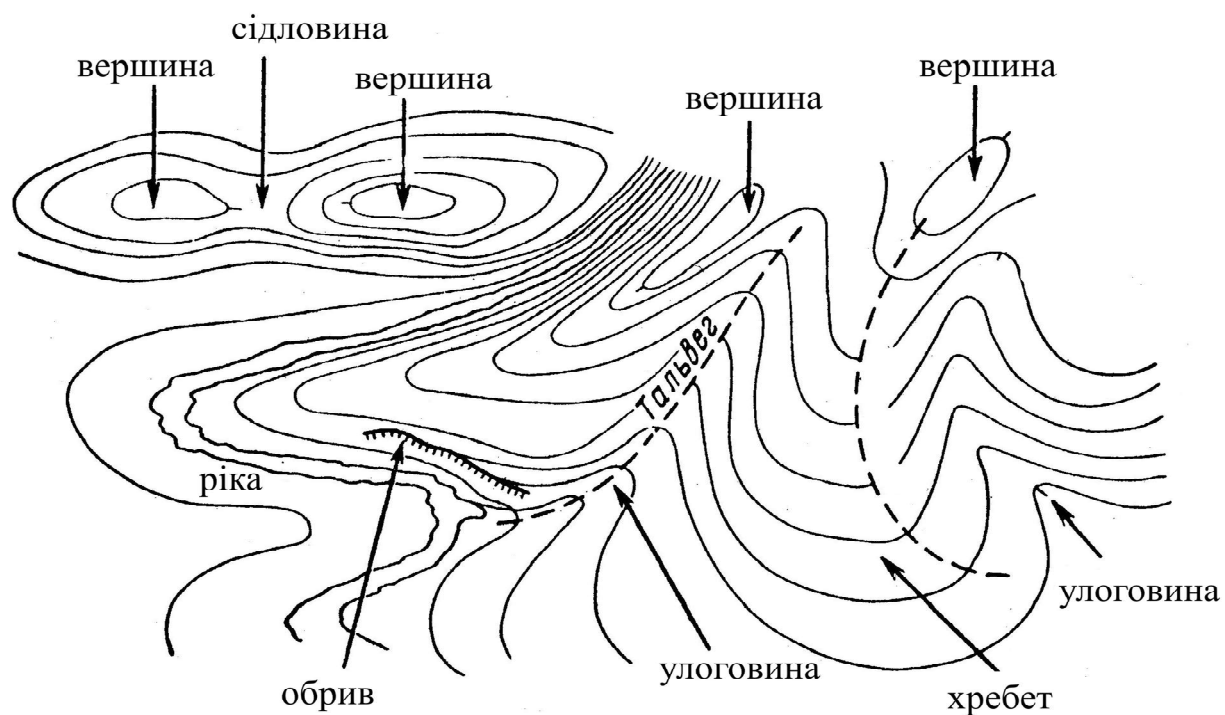
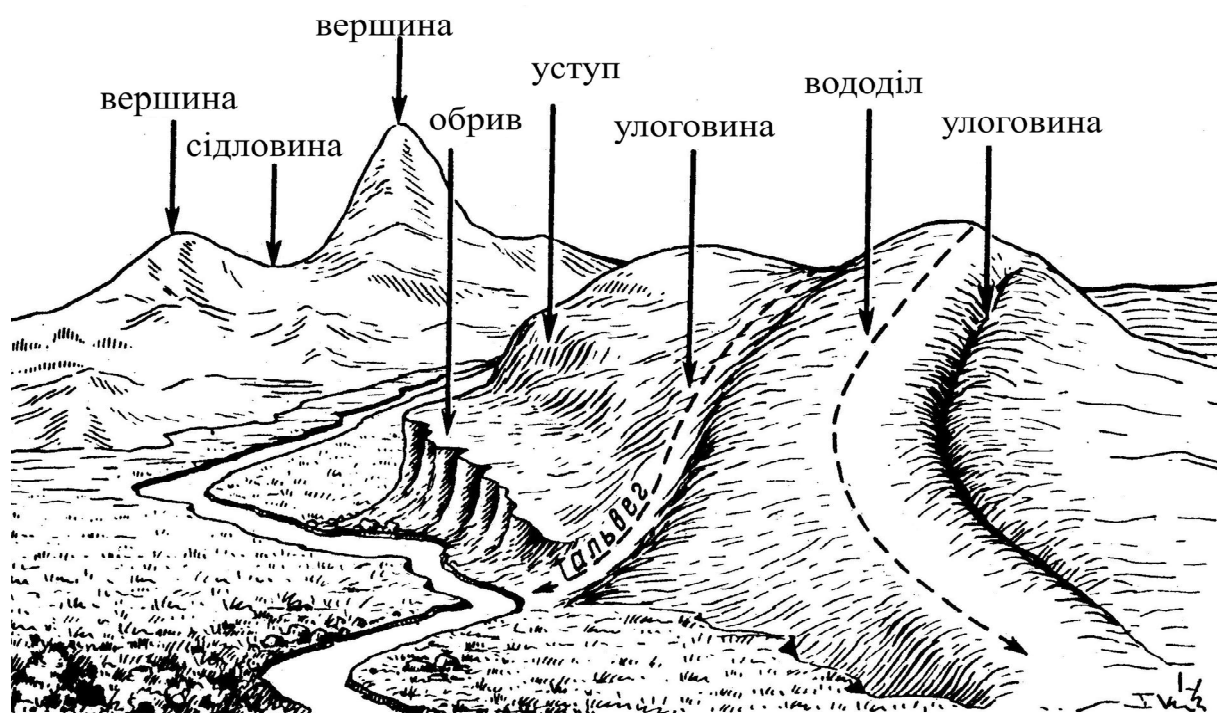


Рисунок 2.1 – Основні форми рельєфу і їх відображення на планах і картах

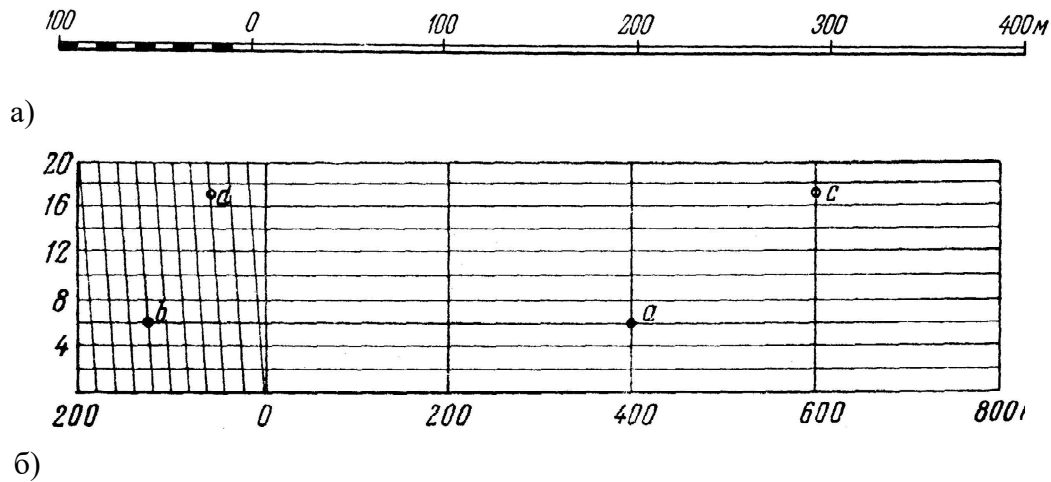


Рисунок 2.2 – Масштаби плану чи карти: а) лінійний; б) поперечний

Масштаб плану чи карти може бути визначений за номенклатурою, координатною сіткою (кілометровою сіткою прямокутних координат), за відомим відрізком в натурі і його зображенням на карті чи плані (кілометрові стовпи, позначена ширина ріки, ширина вулиці чи проїзної частини та ін.).

Природний рельєф місцевості характеризують такими показниками:

- а) крутістю схилів, що визначають у градусах чи відсотках у напрямку, нормальному до горизонталей;
- б) напрямком схилів за сторонами світу;
- в) пересіченістю, що визначає чергування і різноманіття низин і височин;
- г) стабільністю форм чи їхньою рухливістю (яри, що ростуть, активні зсуви).

Крутість схилів характеризують ухилом поверхні:

$$i = \frac{h}{l} = \operatorname{tg} \alpha,$$

де i – крутість схилу;

h – перевищення між найвищою і найнижчою точками, м;

l – горизонтальна проекція лінії між точками, м;

α – кут нахилу схилу.

Крутість схилу виражають у градусах ($^{\circ}$), відсотках (%), промілях (‰), тисячних частках.

Оцінка рельєфу залежно від крутості схилів приведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Інженерна оцінка території залежно від крутості поверхні

Групи рельєфу	Переважаюча крутість, ‰	Містобудівна оцінка природного рельєфу
I	Менше 5	⊕ Сприятливий для розміщення забудови, трасування доріг і вулиць. ⊗ Несприятливий для організації стоку поверхневих вод, прокладки самопливних мереж каналізації
II	5 – 30	⊕ Задовольняє вимогам забудови, вулиць і доріг, водовідводу, підземних комунікацій. Інженерна підготовка не викликає складних заходів
III	30 – 60	⊕ Сприятливий для планування і забудови. ⊗ Деякі складності при розміщенні будинків, трасуванні магістральних вулиць, плануванні міських площ. В інженерній підготовці потребує деяких робіт з переформування рельєфу
IV	60 – 100	⊗ Великі труднощі у плануванні й забудові території, трасуванні й будівництві вулиць, прокладці інженерних комунікацій. Великі обсяги робіт із пристосування рельєфу до будівництва
V	100 – 200	⊗ Несприятливий для розміщення забудови, необхідність влаштування терас. Складності з усіх питань благоустрою та інженерної підготовки
VI	Більше 200	⊗ Дуже несприятливий і складний з усіх питань містобудування. Може бути освоєний при особливій необхідності.

Плани в горизонталях служать підосною для проектування планування і забудови міст, а також для вирішення інженерних завдань.

2.3. Завдання та методи вертикального планування

Основним завданням вертикального планування є:

- аналіз природного рельєфу при виборі території для розміщення нового міста чи розвитку існуючого, при розміщенні основних елементів міста: загальноміського та районного центрів, промислових підприємств, парків культури та відпочинку, мережі магістральних вулиць і площ;
- ефективне використання та перетворення природного рельєфу для забезпечення найбільш сприятливих умов для загального планувального вирішення міста;

- висотне вирішення вуличної мережі міста, що відповідає за умовами поздовжнього та поперечного профілів вимогам руху усіх видів транспортних засобів та пішоходів, швидкісного режиму та безпеки руху;
- організація системи відведення поверхневих вод з міської території та міської каналізації;
- створення сприятливих умов для забудови житлових територій;
- вертикальне планування окремих частин території міста при зведенні окремих будівель та споруд;
- мінімізація балансу земляних мас.

При вертикальному плануванні території слід максимально використовувати існуючий рельєф, підкреслюючи його висотні особливості.

Для розробки проектів вертикального планування застосовують такі методи:

- а) метод профілів;
- б) метод проектних горизонталей;
- в) метод відміток;
- г) комбінований метод.

Метод профілів полягає у тому, що на запроєктований генеральний план наносять сітку профілів, розміщуючи їх у відповідності до планувального рішення – по осях проїздів, по створам будівель, по всіх характерних напрямках. На профілі наносять проектні лінії, забезпечуючи необхідний ухил. На план вертикального планування переносять проектні точки переломів, поздовжні ухили та відстані між переломами; стрілками по лінії профілю вказують напрямок відведення поверхневих вод.

Метод профілів використовують при складанні схеми вертикального планування до генерального плану міста, у проектах детального планування окремих районів, у технічних проектах вулиць, внутрішньоквартальних проїздів та у випадку складного рельєфу при прив'язці будівель у висотному відношенні.

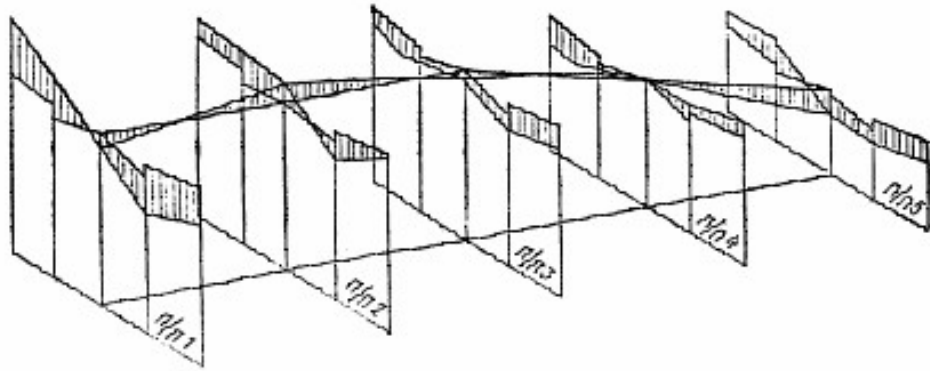


Рисунок 2.3 – Метод профілів

Метод проектних горизонталей полягає у тому, що на плані в горизонталях, які характеризують існуючий рельєф, наносять проектні (червоні) горизонталі, що визначають запроєктовану поверхню (рис. 2.4).

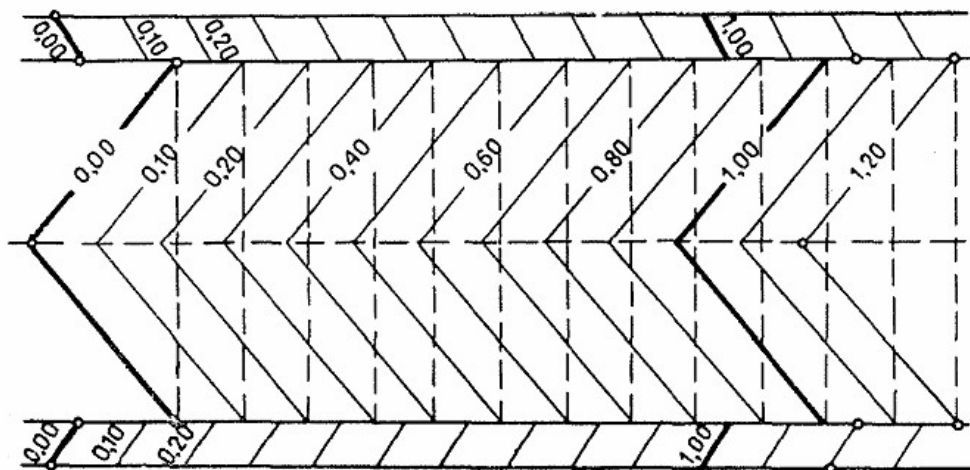


Рисунок 2.4 – Метод проектних горизонталей

Запроєктована поверхня може мати як просту так і складну геометричну форму, представлену поєднанням різних поверхонь, нахилених одна до одної під різними кутами. Запроєктовані горизонталі на кресленнях з навчальною метою можна показувати червоним кольором, на відміну від чорних горизонталей, що визначають існуючий рельєф території. Проектні горизонталі на ділянках з невираженим рельєфом наносять через 0,1 м, на ділянках зі складним рельєфом – через 0,2...0,25 м.

Цей метод застосовують в проектах детального планування кварталів з пересічним рельєфом, при проектуванні перехресть вулиць, територій парків, скверів, площ.

При площинному рельєфі застосовують **метод проектних позначок**, при якому вертикальне планування території проектують по нівелірній сітці квадратів. Запроектована поверхня визначається проектними відмітками вершин квадратів, відмітки ув'язуються в двох перпендикулярних напрямках, що співпадають зі сторонами квадратів.

Числові відмітки проставляють в кожній вершині квадратів нівелірної сітки (рис. 2.5).

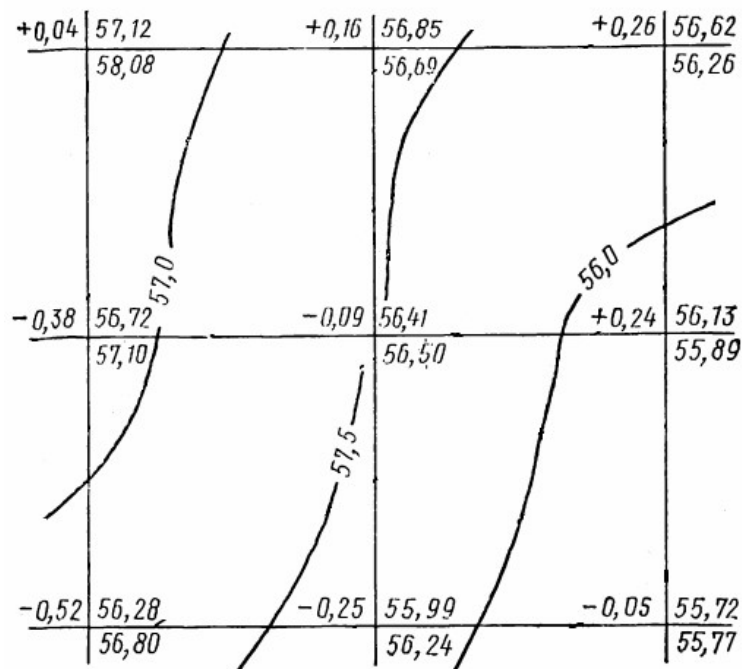


Рисунок 2.5 – Метод проектних позначок

При цьому розрізняють:

- **чорні відмітки**, описують висотне положення існуючої поверхні;
- **червоні або проектні відмітки**, описують висотне положення запроектованої поверхні;
- **робочі відмітки**, визначають як різницю між запроектованою та чорною відмітками в даній точці. Робоча відмітка визначає глибину виїмки або висоту

насипу в даній точці. Робоча відмітка зі знаком «-» означає виїмку, зі знаком «+» – насип.

Комбінований метод вертикального проектування передбачає зображення запроєктованої поверхні за допомогою проектних відміток та червоних горизонталей. На плані позначають проектні значення опорних точок, які повинні бути збережені в процесі проектування рельєфу методом проектних горизонталей.

2.4. Технічні та нормативні вимоги до розробки проектів вертикального планування

Основні нормативні дані, що використовуються при складанні проектів вертикального планування, викладені у ДБН Б.2.2-12:2018. «Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень» та ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги», згідно яких поздовжні ухили проїзної частини на прямих ділянках вулиць повинні становити не більше (‰): для швидкісних доріг – 40, для магістралей загальноміського значення – 50, магістралей районного значення – 60, вулиць та доріг місцевого значення – 80.

В гірських та особливо складних умовах, а також на територіях, що підлягають реконструкції, при збереженні капітальної забудови та відповідному обґрунтуванні допускається збільшення найбільшого поздовжнього ухилу магістральних вулиць на 10‰ та інших вулицях – на 20‰. Для проїзної частини швидкісних доріг та магістральних вулиць з інтенсивним рухом вантажного транспорту найбільші поздовжні ухили зменшують на 10‰. На ділянках кривих в плані з малими радіусами (праві повороти на з'їздах, примикання, на перехрестях та площах), в гірській та пересіченій місцевості максимальні ухили слід знижувати на 10‰ на кривих радіусом 50 метрів та додатково на 5‰ на кожне додаткове зменшення радіусу кривої на 5 метрів.

На ділянках підйомів та спусків максимальні довжини обирають відповідно до запроєктованого поздовжнього ухилу та приймають: для ухилів 30‰ – не більше 1200 м, для 40‰ – 600 м, 50‰ – 400 м, 60‰ – 300 м.

При великій протяжності на підйомах влаштовують пом'якшуючі вставки довжиною не менше 70 м з максимальним ухилом 20‰.

Найменший поздовжній ухил лотків проїзної частини для асфальтобетонних та цементно-бетонних покриттів приймають 4‰, для інших видів покриттів - 5‰. В районах із посушливим кліматом допускаються ухили 2‰.

Відповідно до класифікації вулиць за типом покриття поперечні ухили проїзної частини приймають для магістралей загальноміського та районного значення при вдосконалених капітальних покриттях – 15...25‰, для вулиць місцевого значення з покриттям із бруківки 20...30‰.

Залежно від планувального рішення та вертикального планування ділянки вулиці, що проектується, поперечні профілі проїзної частини проектують одно- та двоххилими.

На міських територіях зі складним існуючим рельєфом штучно створюють пилоподібний профіль. Пилоподібний профіль являє собою чергування змінних за величиною поперечних ухилів у смузі, що примикає до бортового каменю. Водовідведення у цьому випадку виконується у вигляді системи закритих водостоків.

На переломах поздовжнього профілю застосовують вертикальні криві, які залежать від алгебраїчної різниці ухилів із врахуванням умов, вказаних у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вертикальні криві, які використовують залежно від алгебраїчної різниці ухилів

Категорія вулиці	Алгебраїчна різниця ухилів, ‰	Радіус, м			
		найменший		рекомендований	
		випуклий	ввігнутий	випуклий	ввігнутий
Магістральна вулиця загальноміського значення	≥ 3	6000	1500	10000-2000	4000-5000
Магістральна вулиця районного значення	≥ 4	4000	1000	5000-10000	2500-3000
Вулиця місцевого значення	≥ 8	2000	5000	≥ 2500	≥ 1250

2.5. Вертикальне планування вулиць та перехресть

Вертикальне планування вулиць виконують комбінованим методом – принципіві рішення розробляють за допомогою проектування поздовжнього і поперечного профілів, а окремі деталі – побудовою їхньої поверхні методом проектних горизонталей.

Поздовжній профіль вулиці проектують по осі проїзної частини. При особливих містобудівних умовах проектування поздовжнього профілю виконують по лотках, по верху трамвайної рейки. При проектуванні широких вулиць з декількома розділеними проїзними частинами чи розташуванні їх у різних рівнях, розробляють кілька поздовжніх профілів по кожній проїзній частині. Така необхідність часто зустрічається при реконструкції вулиць з розширенням існуючої проїзної частини і прокладанні додаткової.

Поперечні профілі вулиці проектують у напрямку, перпендикулярному осі проїзної частини, у місцях перетинання з іншими вулицями, примикання в'їздів до внутрішньоквартальної території, у місцях, що різко відрізняються обсягами земляних робіт. У межах поперечних профілів показують відмітки осі проїзної частини, лотків, верху бортового каменю, меж зелених смуг, тротуарів, червоних ліній, відмосток будинків, прилеглої до вулиці території на відстані 10...20 м від червоної лінії. При трасуванні вулиці у межах вже освоєної території на поздовжньому і поперечному профілях відображають інформацію про існуючі підземні інженерні мережі, транспортні тунелі, залізничні колії, надземні лінії електропередач і дорожно-транспортні споруди.

При проектуванні проектної лінії поздовжнього профілю необхідно прагнути до виконання таких умов: збереження допустимих ухилів для вулиць відповідно до їх категорії; скорочення об'ємів земляних робіт; збереження в допустимих межах глибин закладання існуючих комунікацій; дотримання допустимих меж підсипання або підрізування ґрунту на територіях, які розташовані біля червоної лінії; дотримання відстані між переломами поздовжнього профілю в межах 50...100 м.

Вертикальне планування вулиць здійснюють у такій послідовності:

- визначають точки перелому поздовжнього профілю, їх орієнтовні проектні відмітки, забезпечуючи мінімізацію земляних робіт, дотримання нормативних ухилів та збереження відміток опорних точок на осі проїзної частини;

– визначають відстані та поздовжні ухили між точками перелому поздовжнього профілю;

– у всіх переломних точках проставляють існуючі та проектні відмітки;

– на ділянці із постійним поздовжнім ухилом методом градування знаходять точки проектних горизонталей по осі вулиці; крок цих горизонталей залежить від обрису вулиці та запроектованого поздовжнього ухилу; рівні відстані між проектними горизонталями будуть зберігатися поки не зміниться поздовжній ухил вулиці;

– будують одну проектну горизонталь на проїзній частині та тротуарах між переломними точками у такій послідовності:

а) обчислюють відстань відхилення горизонталі від перпендикуляра до лінії бортового каменю l_1 за формулою:

$$l_1 = \frac{B}{2} \times \frac{i_{non}}{i_{noz\delta}}, \quad (2.1)$$

де B – ширина ділянки, м;

i_{non} , $i_{noz\delta}$ – поперечний і поздовжній ухили;

б) обчислюють відстань від місця горизонталі в лотку проїзної частини вулиці до її виходу на бортовий камінь в напрямку ухилу (l_2 на рис. 2.6) при ухилі лотка $l_{noz\delta}$ і висоті бортового каменю h_{δ}

$$l_2 = \frac{h_{\delta}}{i_{noz\delta}} \quad (2.2)$$

в) визначають місце виходу горизонталі на червону лінію аналогічно визначенню виходу до лотка вулиці

$$l_3 = \frac{B^m \times i_{non}^m}{i_{noz\delta}} \quad (2.3)$$

– інші горизонталі проводять паралельно вже побудованій через точки, знайдені при градуюванні вісі.

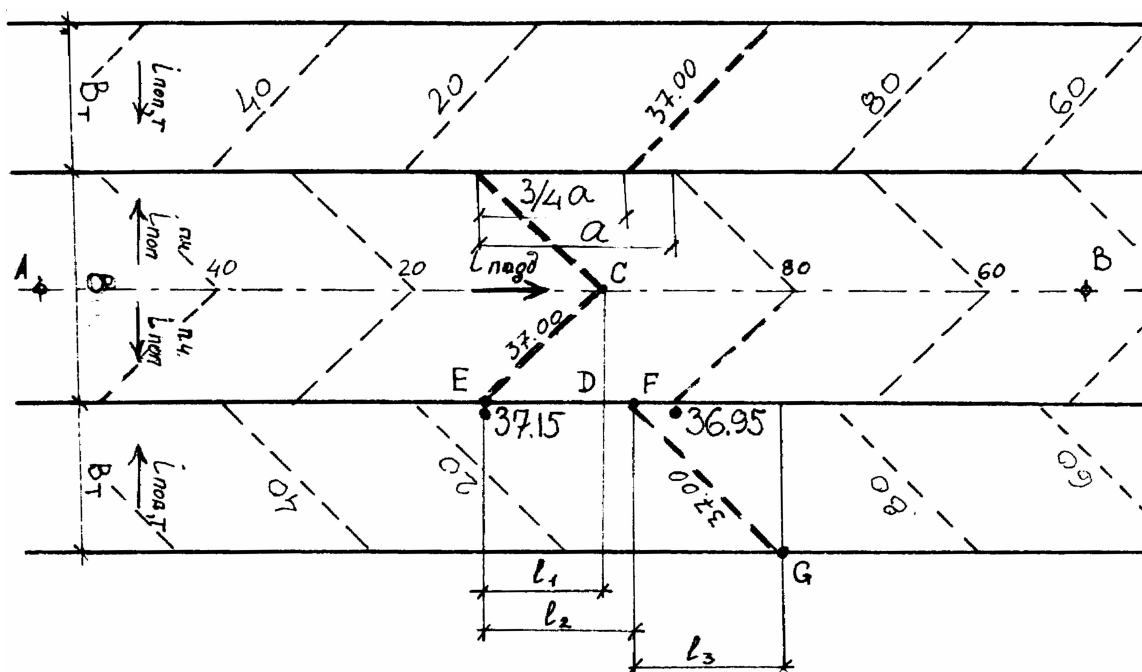


Рисунок 2.6 – Побудова проектних горизонталей на перегоні вулиці

Вертикальне планування перехрестя визначає висотне положення всіх його елементів – проїзної частини, тротуарів, газонів, направляючих острівців, – з урахуванням вимог організації руху транспорту та пішоходів.

При вертикальному плануванні перехрестя важливо виконати дві найважливіші вимоги – забезпечити зручність транспортного та пішохідного руху (плавність зміни ухилів та неперевикнення їх припустимих меж) і сприяти водовідведенню поверхневих вод.

Реалізація цих вимог досягається виконанням наступних умов:

– при перетинанні вулиць різних категорій поперечний профіль головної в межах перехрестя залишається незмінним, а другорядної – змінюється від двосхилого до односхилого відповідно до напрямку і значення поздовжнього ухилу головної вулиці;

- при перетинанні рівнозначних вулиць поперечні профілі обох вулиць змінюються на односхилі, при цьому, в центрі перехрестя утворюється односхила поверхня;
- вулицю, по якій прокладено полотно трамваю розглядають як головну;
- слід уникати прокладання поперечних водоперепускних лотків через головну вулицю;
- не можна допускати утворення безстокових місць на перехрестях, які не обладнані закритою дощовою каналізацією.

Вертикальне планування перехресть виконують методом проектних горизонталей з кроком 10 см. В умовах рівнинного рельєфу, при відсутності забудови крок горизонталей приймають через 20 см.

Поздовжні ухили вулиць, що утворюють перехрестя, приймають в межах 10...20%, найбільший допустимий ухил – 30%.

Найкращий тип перехрестя із ухилом в двох поздовжніх напрямках. Поверхневий стік, який прибуває до перехрестя, необхідно перехоплювати перед смугою пішохідного переходу і відводити у закриту дощеприймальну мережу.

Конкретні рішення вертикального планування перехресть можуть бути різноманітними в залежності від рельєфу місцевості, конфігурації перехрестя, умов організації руху. В умовах реконструкції, вони залежать від розташування будівель, споруд, зелених насаджень.

Розрізняють такі основні види рельєфу перехресть: на пагорбі, у тальвегу, на косогорі, в улоговині (рис. 2.7).

Найкращі умови для водовідведення при розташуванні перехресть на пагорбі і на косогорі. При розташуванні перехрестя на косогорі проїзну частину влаштовують односхилою зі зміщенням гребеня на другорядній вулиці або з влаштуванням на ній поперечного лотка. Найбільш небажаним є розташування

Важлива умова вертикального планування перехресть – плавне сполучення проектних горизонталей вулиць, що перетинаються, шляхом розмостки проїзної частини, суть якої полягає у переході від двосхилого профілю до односхилого, і навпаки. Цього досягають зміщенням гребеня проїзної частини вулиці або зміною поперечного ухилу половини проїзної частини.

При переході від двосхилого профілю до односхилого, проїзна частина з ухилом, направленим від осі до лотків, поступово перетворюється в односхилу. Її поперечний ухил співпадає з напрямком поздовжнього ухилу головної вулиці (на перехрестях) або направлений до центру кривої (на віражі). При цьому, протилежні лотки, які при симетричному профілі знаходяться на одному рівні, поступово підіймаються на висоту, обумовлену значенням поперечного ухилу односхилої поверхні.

Довжину ділянки розмостки визначають за такими формулами:

– при поздовжніх ухилах 20‰ і більше

$$l_p = \frac{B \times i_{non}}{0,2 \times i_{noz\delta}} \quad (2.4)$$

– при поздовжніх ухилах менше 20‰

$$l_p = \frac{B \times i_{non}}{0,004} \quad (2.5)$$

де B – ширина проїзної частини вулиці, м;

i_{non} – поперечний ухил односхилої проїзної частини;

$i_{noz\delta}$ – поздовжній ухил осі проїзної частини.

Проектування поверхні на ділянці розмостки виконують у кілька етапів (рис. 2.8):

– від відмітки по осі вулиці (36,85) виконують градування осі з ухилом $i_{noz\delta}$, відкладають відстань l_p , та виконують побудову крайніх горизонталей в межах двосхилого та односхилого профілів (відповідно горизонталі: 38,60 та 37,00);

– виконують побудову проектних горизонталей по тій частині вулиці, що не зазнає змін в результаті проектування розмостки;

- залежно від обраного способу, прокладають лінію зміщення осі або позначають точки проведення горизонталей по тій частині вулиці, що зазнає змін в результаті проектування розмостки;
- знайдені точки з'єднують із відповідними горизонталями.

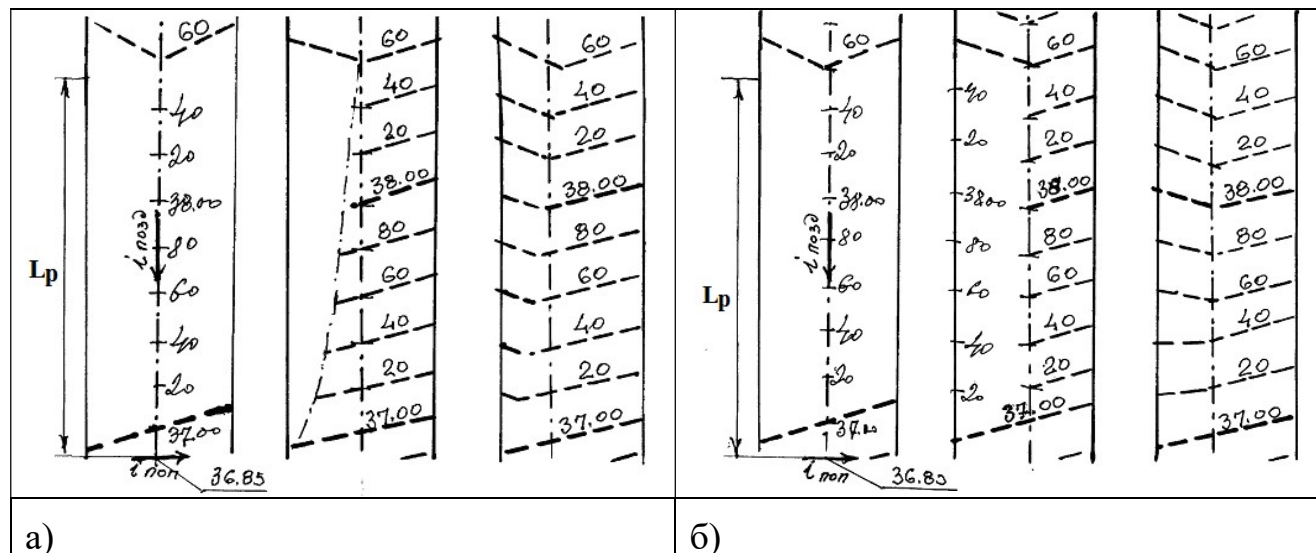


Рисунок 2.8 – Послідовність побудови проектних горизонталей в межах проїзної частини вулиці: а) зміщенням гребеня проїзної частини; б)– зміна поперечного ухилу

2.6. Вертикальне планування території житлової забудови, кварталів

На просторах, обмежених міськими вулицями і дорогами, розташовуються міські громадські центри, житлові квартали і мікрорайони, промислові підприємства, склади, території зелених насаджень різного призначення.

Незалежно від характеру використання міжмагістральної території висотна організація її поверхні розробляється із врахуванням наступних вимог:

- забезпечення вільного стоку поверхневих вод на навколишні вулиці;
- виконання внутрішньоквартальних проїздів із ухилами, що забезпечують вільний доступ транспорту до забудови;
- мінімізація об'єму земляних робіт;
- максимальне збереження існуючого рослинного шару;
- створення зручних майданчиків для розміщення будинків і споруд;
- створення естетичного рельєфу на міжмагістральній території.

Вертикальне планування міжмагістральної території визначається проектними відмітками прилеглих вулиць та існуючим рельєфом місцевості (рис. 2.9). Для забезпечення стоку із міжмагістральної території необхідно, щоб її відмітки були вищі, ніж на прилеглих до неї вулицях.

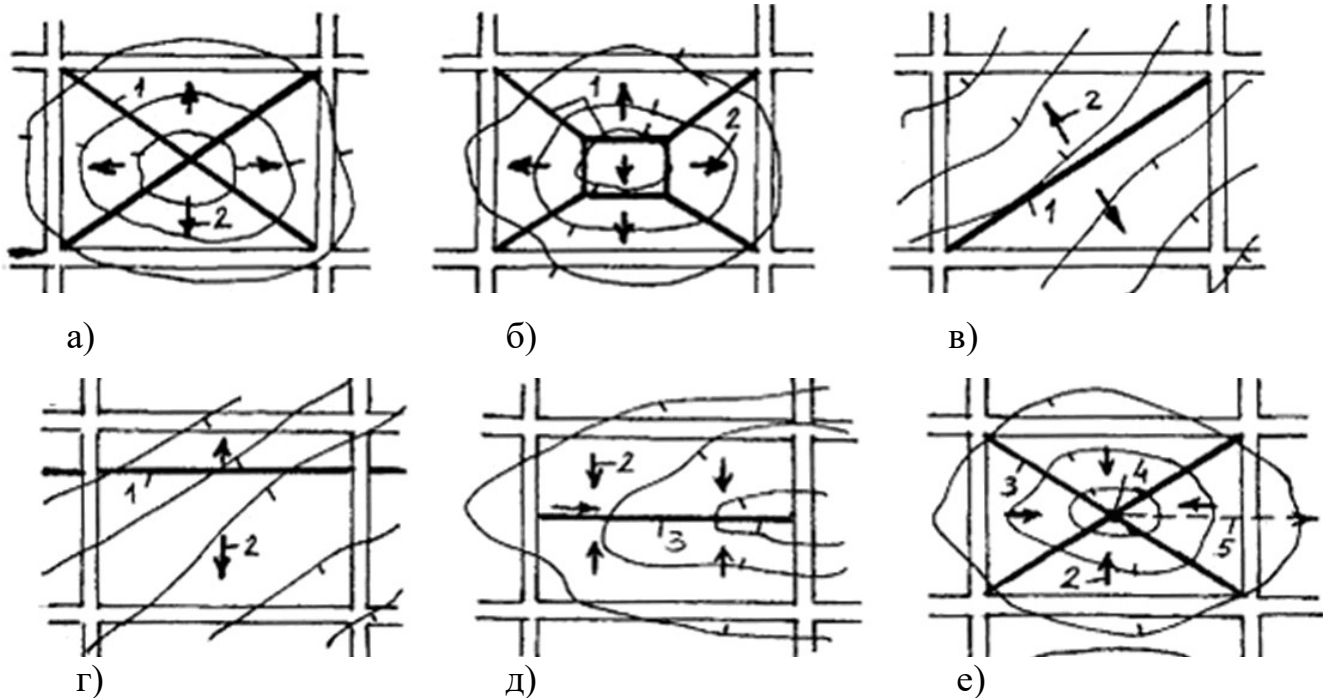


Рисунок 2.9 – Принципові схеми вертикального планування міжмагістральних територій: а, б) на погарбі; в) на водорозділі; г) на схилі; д) в тальвегу; е) в улоговині; 1 – водорозділ; 2 – ухил; 3 – тальвег; 4 – дощоприймальний колодязь; 5 – закритий водостік

На прийняття рішення щодо вертикального планування міжмагістральної території впливає її планувальне вирішення. При замкнутій периметральній забудові кварталу здійснюють планування поверхні усієї території. У випадку вільного розташування будинків компактної конфігурації виконують вирівнювання лише майданчиків під будинки.

Ретельний аналіз особливостей рельєфу, раціональний підбір типів будинків із врахуванням умов рельєфу, ув'язування мережі внутрішньоквартальних проїздів з мікрорельєфом території зменшують обсяг земляних робіт. Ступінь зміни природного рельєфу оцінюють за об'ємами земляних робіт зведених до 1 гектару забудованої території (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Залежність показників проектів вертикального планування території житлової забудови від складності рельєфу [1].

Тип рельєфу за складністю	Характеристика рельєфу території житлової забудови	Об'єм земляних робіт, м ³ /га
Простий	Рівнинні нерозчленовані ділянки. Рівномірний ухил по території не менше 5‰, на північних та південних схилах не більше 50‰.	800-1100
Відносно простий	Рівнинні ділянки з незначною горбистістю. Рівномірний ухил по території не менше 5‰, на північних та південних схилах не більше 50‰	1100-1600
Ускладнений	Ділянки з незначною горбистістю за рахунок окремих пагорбів, долин, тальвегів та відносним перевищенням не більше 2 м на площі менше 50% території житлової забудови. Середній ухил території не менше 5‰.	1600-3600
Складний	Більше 50% території житлової забудови – ділянки з пагорбами, долинами, ярами або ділянками з дуже малим ухилом при наявності безстічних понижень рельєфу	Більше 3600

Перетворення поверхні всієї забудовуваної території здійснюють при забудові:

- затоплюваних ділянок, створюючи гідронамивом поверхню з відмітками вище розрахункового горизонту затоплення;
- на площах з високим рівнем підземних вод;
- в улоговині нижче рівня навколишніх магістралей;
- невеликого за площею кварталу на території з крутими схилами, шляхом терасування, влаштування укосів або підпірних стінок.

При проектуванні забудови мікрорайону вертикальне планування складається з наступних етапів:

1) аналіз рельєфу, поділ території на ділянки з рельєфом, що зберігається, та ділянки, що вимагають зміни;

2) виконання креслення вертикального планування на копії генерального плану, на якому показують: натурні і проектні відмітки опорних точок, місця

переломів планування, осі проїздів із зазначенням ухилів і відстаней; проектні горизонталі; натурні і проектні відмітки входів і кутів будинків; проектні відмітки підлоги першого поверху будинків, проектні відмітки низу і верху підпірних стінок, сходів і пандусів;

3) складання плану земляних мас (картограми земляних робіт) з нанесенням: контурів основних споруд і будинків, меж ділянок; сітки квадратів із проектними, існуючими і робочими відмітками у вершинах квадратів; лінії нульових робіт з виділенням площі виїмок штриховкою, вказуванням площі квадратів і обсягу земляних робіт у межах кожного квадрату або іншої фігури, утвореної контуром планування усередині квадрату.

У випадку складного рельєфу розробляють додаткові креслення у вигляді профілів по основних планувальних осях, виконаних в масштабі плану, на якому показані лінії існуючої і проектної поверхні, контури будинків по зовнішніх контурах стін, усі цифрові матеріали висотної організації рельєфу у перетині профілю, а також поздовжні профілі по осях проїздів.

Для міста або його району основою висотної організації території є вертикальне планування вуличної мережі, для проектування ділянок міжмагістральної території вирішальними є проектні відмітки внутрішньоквартальних проїздів. Ухили внутрішньоквартальних проїздів приймають в межах 4...80‰, а в особливо складних умовах – до 100‰. Вони можуть мати двосхилий опуклий, увігнутий або односхилий поперечний профіль. З ухилами 20...40‰ для двосхилих та 10...40‰ для односхилих профілів. Перевага увігнутого профілю полягає у відсутності бортового каменю, який формує лоток, і легкій розмостці при виході проїзду на вулицю; двосхилий опуклий профіль варто застосовувати лише для головних проїздів із двома смугами руху.

Якщо ухили проїздів відрізняються від допустимих значень і їх трасування не забезпечує відводу поверхневих вод, здійснюють коректування горизонтального планування на окремих ділянках, частково змінюючи трасу

проїзду відповідно до рельєфу. На усіх інших ділянках проїздів проектні відмітки можуть бути прийняті близькими до існуючих.

При проектуванні рельєфу на ділянках з ухилом понад 60‰ проектна поверхня вирішується у вигляді окремих терас, а проїзди прокладають у вигляді серпантину. Для влаштування лотків, що перехоплюють воду біля брівок укосів, площини терас виконують із поздовжнім ухилом 5‰...20‰. Для забезпечення стоку води у лотки брівок укосу тераси планують із поперечним ухилом до 20‰.

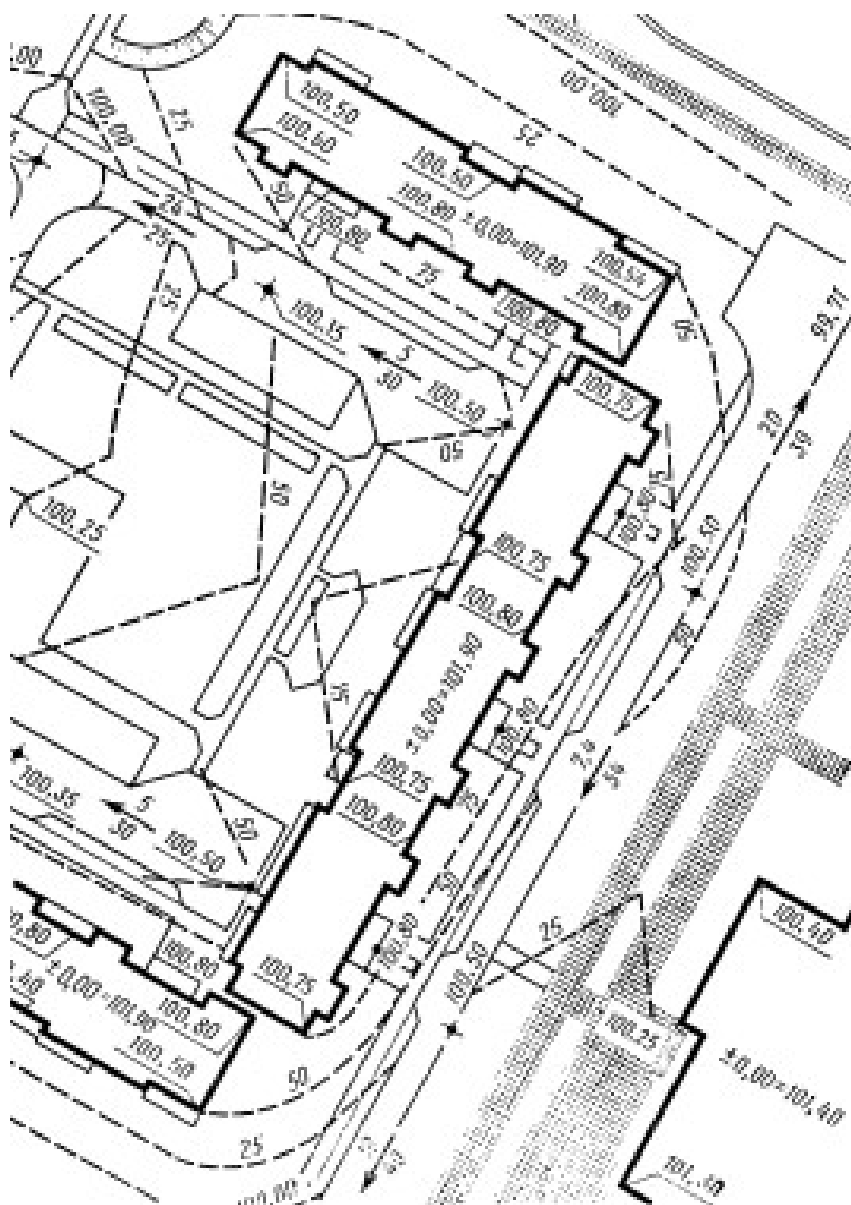


Рисунок 2.10 – Фрагмент вертикального планування території житлової забудови

2.7. Вертикальне планування виробничих територій

Принципи проектування рельєфу майданчиків під промислові підприємства аналогічні тим, які застосовують при вертикальному плануванні міжмагістральних територій.

Розміри промислових майданчиків відрізняються залежно від особливостей технології і щільності забудови, об'ємів виробничих споруд, насиченості технологічними комунікаціями, обслуговуючим транспортом, тощо.

Процес проектування території виробничих майданчиків здійснюється в такій послідовності:

- 1) оцінка існуючого рельєфу в межах промислової території (напрямок та крутизна схилів, понижені місця, перепад висот);
- 2) винесення на план опорних відміток міських вулиць, автомобільних та залізничних доріг, існуючих комунікацій, що оточують промислову зону;
- 3) аналіз технологічного процесу виробництва для виявлення спеціальних вимог щодо висотного розміщення окремих споруд по відношенню один до одного;
- 4) аналіз особливостей виробничих будівель та споруд для виявлення допустимих перепадів висот між окремими точками по їх контуру;
- 5) розробка принципового рішення вертикального планування території в цілому, поділ її на окремі планувальні площини;
- 6) визначення висотного положення під'їздних залізничних колій, побудова поздовжніх профілів;
- 7) побудова поздовжніх профілів по основних автомобільних проїздах;
- 8) перенесення проектних відміток профілів на план;
- 9) побудова системи профілів по основних планувальних осях території;
- 10) перенесення на план проектних відміток профілів по планувальних осях;

11) нанесення контурів планувальних майданчиків під окремі виробничі будівлі та розробка їх вертикального планування методом проектних горизонталей;

12) вертикальне планування проїздів методом проектних горизонталей;

13) розробка спряження окремих майданчиків в єдине ціле відкосами, підпірними стінками, сходами, пандусами;

14) розробка картограми земляних робіт.

Важливу роль у виборі висотного рішення території промислового майданчику відіграють профілі, побудовані в поздовжньому і поперечному напрямках по головним планувальним осям.

Характер рельєфу і щільність розміщення виробничих будівель на майданчику визначають застосування вибіркового або суцільного вертикального планування.

Вибіркове вертикальне планування застосовують при забудові майданчика будівлями з великими розривами і при відносно однорідному рельєфі. Воно передбачає вирівнювання поверхні лише під виробничі будівлі, споруди та під'їзні шляхи.

Необхідність виконання суцільного вертикального планування промислового майданчика виникає при щільному розміщенні виробничих будівель і складному рельєфі. При цьому створюється нова поверхня по всій території промислового підприємства.

Умови трасування під'їзних залізничних колій на території підприємства визначають витягнуту конфігурацію майданчика уздовж горизонталей топографічного плану. При цьому досягається незначний ухил у поздовжньому напрямку і відносно великий – у поперечному.

Напрямки схилів і особливості виробничих будівель визначають характерні типові рішення головних площин запланованої поверхні майданчика в поперечному напрямку (рис. 2.11, рис. 2.12).

Безтерасне планування (рис. 2.11) можливе при ухилах, що не перевищують 40%. Залежно від напрямку ухилу поверхня буває односхилою,

опуклою або увігнутою. На рівнинній місцевості може бути застосований пилоподібний багатосхилий профіль.

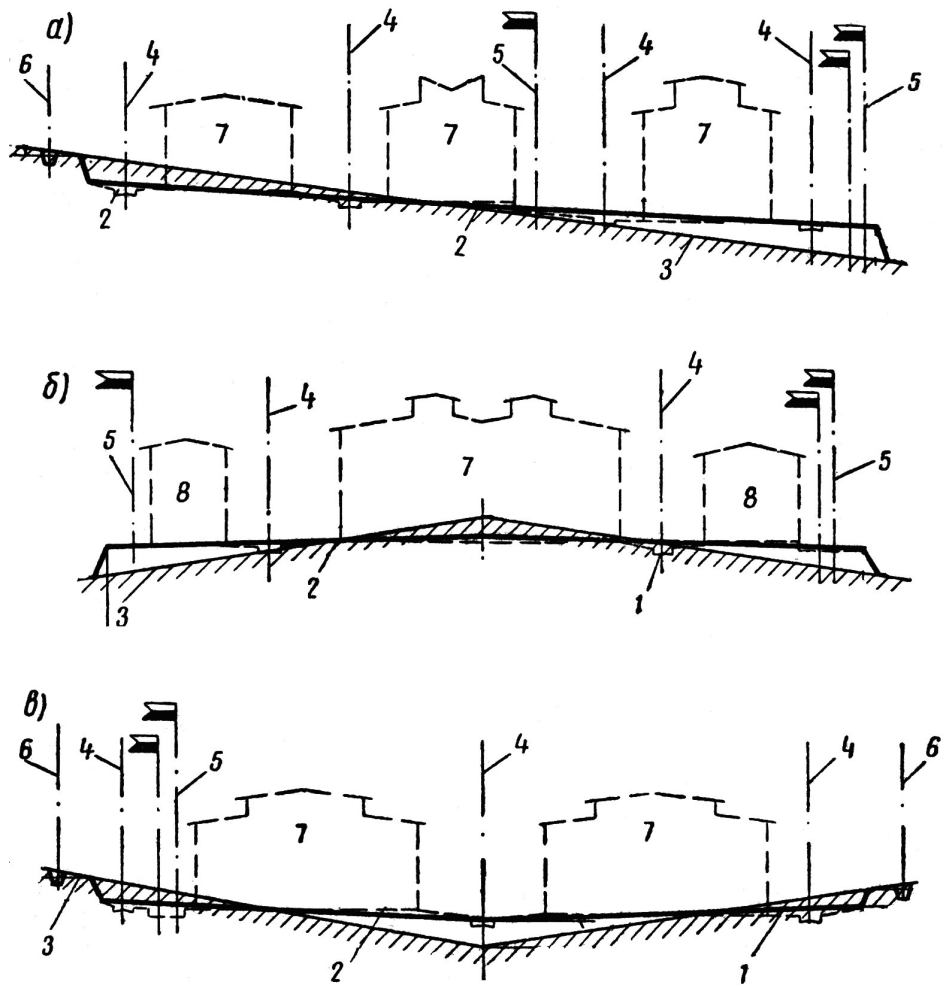


Рисунок 2.11 – Безтерасові схеми вертикального планування: а) при ухилі поверхні в один бік; б) при ухилі поверхні від середини до меж майданчику; в) при ухилі поверхні від меж до середини майданчика; 1 – лінія детального планування; 2 – основна планувальна поверхня; 3 – існуючий рельєф; 4 – вісь дороги; 5 – залізниця; 6 – нагірна канава; 7 – цех; 8 – склад

Терасові схеми (рис. 2.12) застосовують при значних поперечних ухилах, великій ширині виробничих будівель і малих розривах між ними в поперечному напрямку. Окремі тераси з'єднують укосами або підпірними стінками. При багатоповерхових виробничих будівлях відмітки терас визначають з умови можливості в'їздів з них на 1-й та 2-й поверхи будівлі. Транспортне сполучення між окремими терасами здійснюється по пандусах, що прокладені у поздовжньому напрямку.

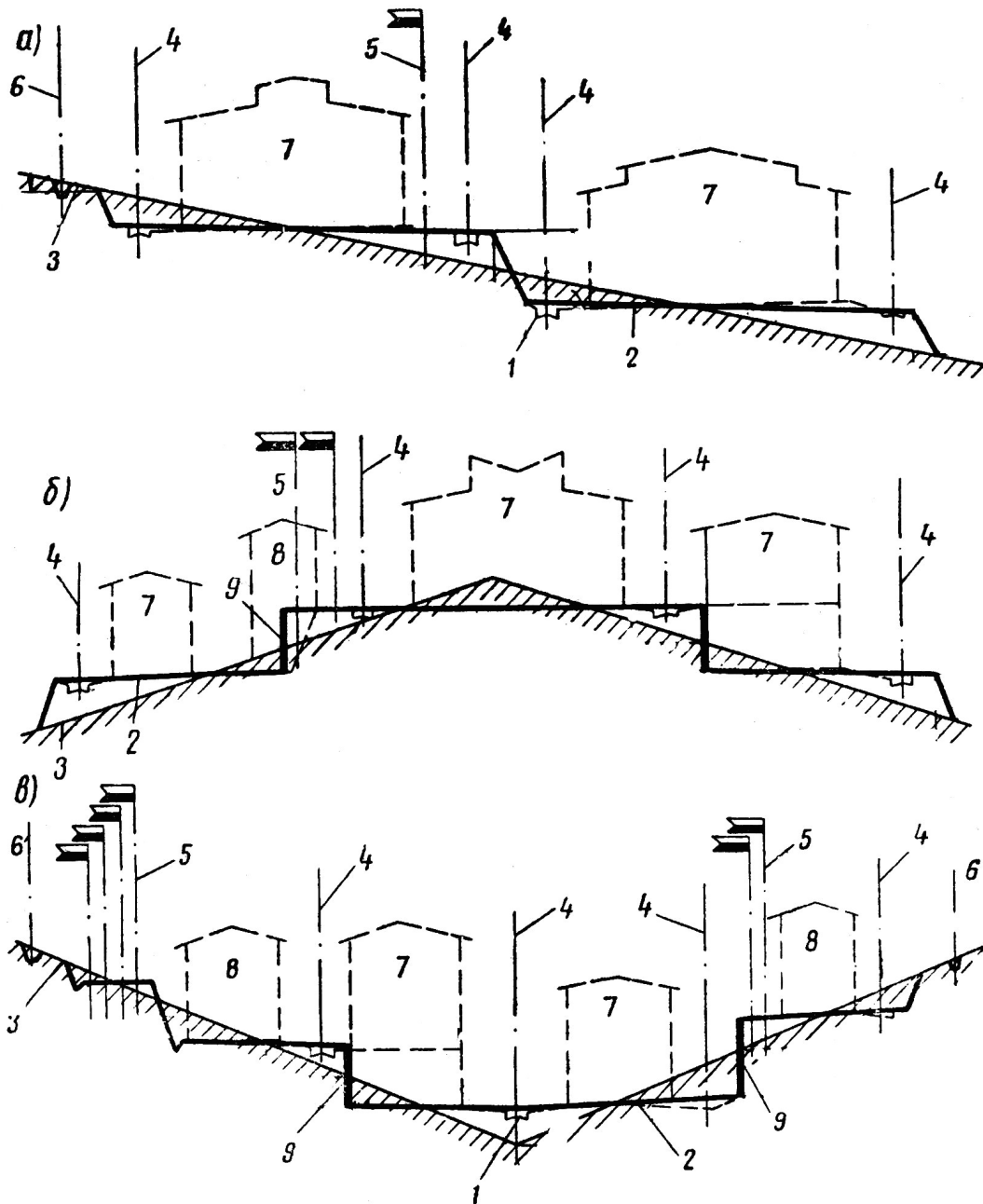


Рисунок 2.12 – Терасові схеми вертикального планування: а) при ухилі терас в один бік; б) при ухилі терас від середини до меж майданчика; в) при ухилі терас від меж до середини майданчика; 1 – лінія детального планування; 2 – основна планувальна поверхня; 3 – існуючий рельєф; 4 – вісь дороги; 5 – залізниця; 6 – нагірна канава; 7 – цех; 8 – склад; 9 – підпірна стінка

2.8. Вертикальне планування територій зелених насаджень

Під зелені насадження у місті відводять найменш придатні для іншого використання ділянки зі складним рельєфом. Роботи із вертикального планування озелених територій носять локальний характер і пов'язані лише з прокладанням транспортних і пішохідних шляхів, вирівнюванням невеликих

майданчиків під будівлі і споруди, сполужуванням або терасуванням схилів, що піддаються активним фізико-геологічним процесам (зсуви, яри й ін.).

Проектування вертикального планування ландшафтних об'єктів проводять методом проектних горизонталей у масштабі 1:500, який дозволяє зручно зобразити мікрорельєф – рельєф дорожньо-алейної мережі, майданчиків, гірок, інших елементів зі змінним ухилом.

При проектуванні території великих розмірів (міські парки, лісопарки) і наявності лінійних планувальних елементів, таких як паркові дороги господарського та транспортно-прогулянкового призначення, використовують метод профілів – проектують поздовжній профіль дороги, дотримуючись допустимих поздовжніх ухилів, а поперечні профілі, залежно від складності рельєфу, виконують через кожні 20, 50 чи 100 м. При проектуванні великих об'єктів в умовах складного рельєфу, в ряді випадків, використовують комбінований метод, що включає метод проектних профілів і метод проектних горизонталей.

Найважливішим фактором, що визначає загальне вертикальне планування ландшафтного об'єкту, є наявність на його території цінної рослинності – дерев і чагарників, трав'янистих рослин. Такі ділянки виявляються в процесі обстеження об'єкта та аналізу території і підлягають суворому обліку.

Вертикальне планування озелених територій виконують виходячи з вимог водовідведення та створення нормальних умов для існування рослин: виключення перезволоження ґрунту, застоювання води, заболочування і підвищення рівня ґрунтових вод.

При розробці проекту вертикального планування паркової території роботи ведуть, головним чином, по парковим дорогам, площам, майданчикам різного призначення, при цьому висотні відмітки ділянок дорожньо-алейної мережі прив'язують до проектних відміток прилеглих вулиць і площ, а також території навколишньої забудови. Ухили поверхні на паркових територіях приймають в межах 5-120%. При більш крутих ухилах по основних напрямках влаштовують сходи (закладання сходового маршу – 1:4, в одному марші об'єднують не більше 5...6 сходинок). Поряд зі сходами прокладають у тому ж напрямку пішохідну доріжку у вигляді пандуса без сходів.

Пішохідні доріжки влаштовують нижче рівня навколишньої території, і, залежно від поперечного профілю, вони можуть мати один або два

водовідвідних лотки. Широкі алеї можуть мати двосхилий опуклий профіль з поперечними ухилами 20...30‰ залежно від типу покриття.

Доріжки увігнутого профілю влаштовують на другорядних напрямках при незначному водостоці по її лоткові в умовах малих поздовжніх ухилів, коли неможливо виконати спряження двосхилої поверхні доріжки на примиканні з лотком проїзду. Мережу нешироких пішохідних стежок у висотному відношенні зазвичай не розробляють, а вирішують разом з ділянкою зелених насаджень, по якій вона прокладена. Планувальні відмітки прогулянково-дорожньої мережі є основними при проектуванні окремих майданчиків під паркові споруди (павільйони, будинки, відкриті театри, спортивні та ігрові майданчики, тощо).

На складному рельєфі вертикальне планування озелених територій вирішують шляхом влаштування консолей або платформ, терас, оформлених у вигляді укосів або підпирних стінок (рис.2.13, 2.14). Ці прийоми застосовують для створення видових майданчиків.

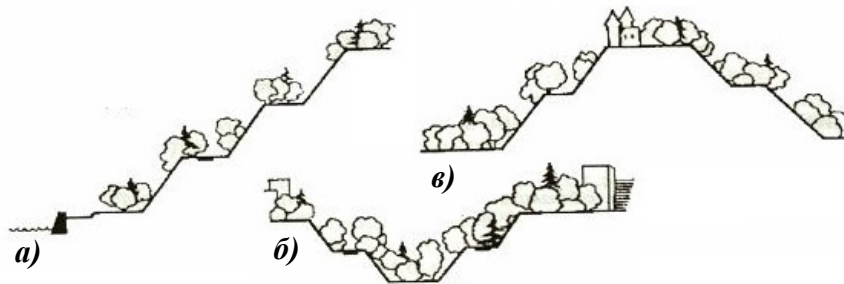


Рисунок 2.13 – Розміщення озелених територій на складному рельєфі:
a) на схилі поряд з річкою; *б*) в долині; *в*) на схил

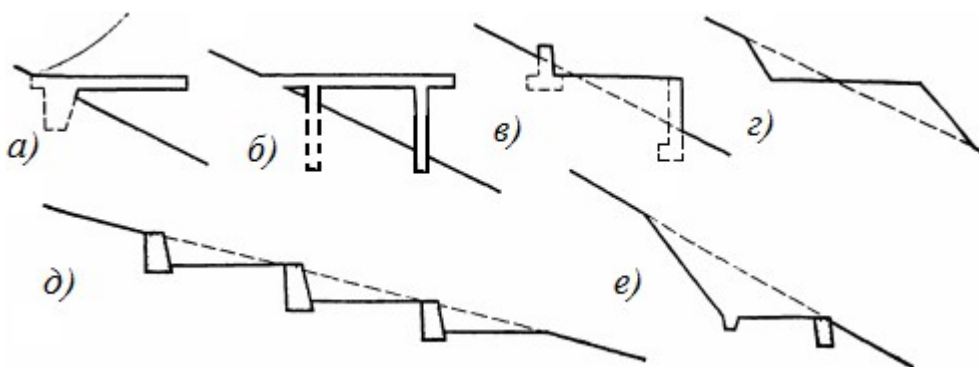


Рисунок 2.14 – Способи створення горизонтальної площини на схилах:
a) консоль; *б*) платформа на опорах; *в*, *г*) тераси, оформлені підпирними стінками і укосами; *д*) система терас; *е*) берма-алея

2.9. Вертикальне планування в умовах складного рельєфу

Здійснення забудови за типовими проектами та індустріальні методи зведення будинків у більшості випадків потребують їх розміщення на майданчиках з мінімальним перепадом висот по кутах будинку. Напрямок природного ухилу не завжди узгоджується із запроєктованим майданчиком під будинок, що обумовлюється архітектурно-просторовим рішенням забудови, вимогами інсоляції, провітрювання або вітрозахисту.

Посадка типового будинку, спрямованого довгою стороною уздовж ухилу, виконують змінюючи висоту цоколя або зберігаючи висоту цоколя постійною (рис. 2.15).

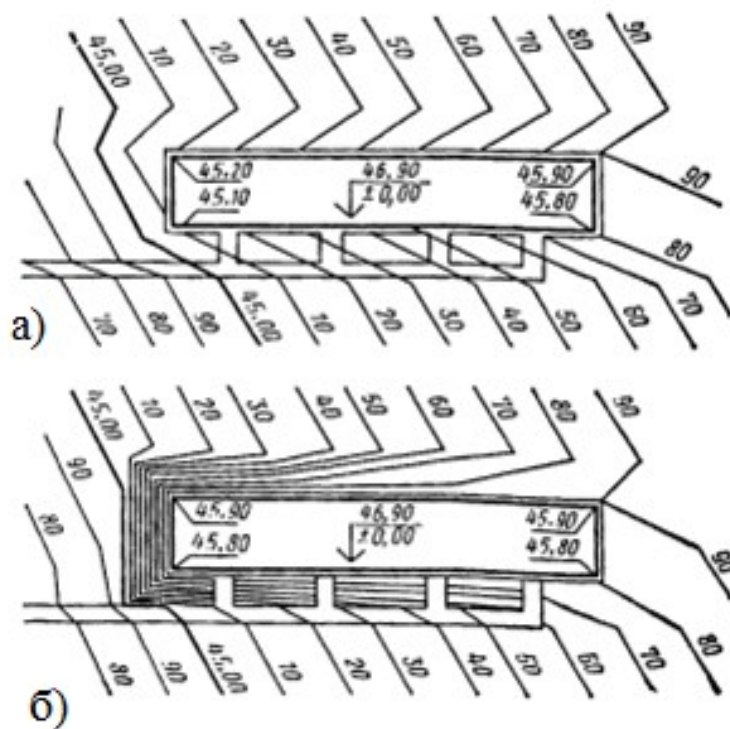


Рисунок 2.15 – Висотна прив'язка житлового будинку: а) зі змінною висотою цоколя; б) з постійною (типовою) висотою цоколя

У першому випадку природна поверхня не змінюється, а перепад відміток по кутах будинку компенсується влаштуванням цокольної частини змінної висоти (при великих ухилах влаштовують цокольний поверх), при цьому мінімізується обсяг земляних робіт. В другому випадку будинок розміщують на спеціально спланованому рівному майданчику, який спряжують укосами з навколишньою

територією. Якщо при посадці будинку на рельєф за першим варіантом (рис. 2.15, а) висота цоколя змінюється в межах 1,0...1,7 м, то у другому варіанті (рис. 2.15, б) – по усій довжині будинку вона рівна 1,0 м, а висота укосу насипаного майданчика не перевищує 0,7 м. Збільшення обсягів земляних робіт для створення штучної тераси компенсується застосуванням типового проекту без його переробки.

Вибір способу розміщення будинку визначається умовами його взаєморозміщення щодо меж міжмагістральних територій і сусідніх будинків.

При розміщенні будинку в кварталі невеликих розмірів, при периметральній забудові без розривів, в стиснутих умовах, висотне положення майданчика забудови визначається відмітками поверхні вулиці або точок по контурах існуючих будівель.

При мікрорайоній забудові розміщення будинку не так жорстко залежить від висотного розташування поверхні вулиць. В цих умовах широко застосовують будівництво на окремих майданчиках з місцевими зрізанням-підсипанням ґрунту.

Спланований майданчик під будинок може бути реалізований шляхом врізання в схил, насипу або напівзрізування-напівнасипу.

Висота укосів вирівняного майданчику обмежується конструктивними, естетичними і санітарними вимогами. Висота насипу не повинна перевищувати висоту фундаментів. Зазвичай, висота насипу складає 1,0 м. При будівництві на насипі ширина відмостки вздовж будинку повинна бути не менше 2,5 м. З майданчика, виконаного за рахунок насипу, краще здійснюється водовідведення.

Якщо майданчик утворено за рахунок урізання в схил, виникає необхідність достатньої інсоляції приміщень першого поверху, їх провітрювання, забезпечення оглядовості (смуга від стін будинку до укосу повинна бути не менше 5 м). Як правило, майданчик заглиблюють на 1,5...1,8 м нижче існуючих відміток. Врізаний в схил майданчик повинен мати поздовжній ухил (не менше 5‰), який забезпечує відведення води з підвідкісних лотків.

Обмежуючою обставиною при влаштуванні майданчика у виїмці є складність прив'язки будинку до існуючих чи запроектованих інженерних мереж.

Найбільш зручною для створення майданчиків під будівлі є територія з ухилом в межах 6...10%. При цьому найкраще забезпечується поверхневий стік, зв'язок входів із прибудинковим проїздом, постійна висота цокольної частини.

2.10. Підрахунок об'ємів земляних робіт при вертикальному плануванні

Об'єм земляних робіт підраховують для визначення їхньої вартості; вибору засобів виконання робіт; установлення необхідної кількості ґрунту (чи його надлишків). Треба враховувати найближчі об'єкти, де відсутній ґрунт можна брати чи використовувати надлишки. Бажано шукати найближчі об'єкти, тому що найбільшу вартість робіт складають транспортні витрати. Тому вертикальне планування слід вести, враховуючи баланс земляних мас. Земляні роботи варто виконувати без застосування перевантажувальних робіт (тільки бульдозерами, скреперами, автогрейдерами).

Об'єм земляних робіт впливає на черговість забудови і благоустрій окремих районів міста. Тому при проектуванні вертикального планування необхідно обстежувати можливі для підсипання ділянки, місця зниження рельєфу, яри, колишні смітники, набережні та ін.

Об'єм земляних робіт підраховують різними способами: за профілями, за червоними горизонталями, за нівелірною сіткою та ін.

1. Підрахунок об'ємів земляних робіт за поздовжнім профілем.

При цьому способі одержують приблизні об'єми для попереднього визначення кількості робіт при схематичному рішенні проекту вертикального планування.

Вважають, що величина робочої позначки однакова на всій ширині вулиці. Тоді об'єм земляних робіт дорівнює

$$V = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} l_1 + \frac{h_2 + h_3}{2} l_2 + \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} l_{n-1} \right) * B = (F_1 + F_2 + \dots + F_{n-1}) * B = B \sum_{i=1}^n F_i,$$

де V – об'єм земляних робіт, м³; F – площі насипу і виїмки, м²; B – ширина смуги, для якої складають проект вертикального планування, м; $h_1, h_2 \dots$ – робочі позначки по осі проїзної частини, м; $l_1, l_2 \dots$ – відстані між цими позначками, м.

2. Більш точно об'єми земляних робіт підраховують за поперечними профілями.

Поперечні профілі будують на кожному пікеті та у переломних точках. На кожному поперечнику підраховують площі насипу і виїмки окремо. При цьому складні перерізи, як і в першому випадку, розбивають на більш прості фігури – трикутник, прямокутник, трапецію. Площу можна вимірювати планіметром.

Результати вимірів чи обчислень заносять у відомість об'ємів земляних робіт (табл. 2.4):

Таблиця 2.4 – Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт за поперечними профілями

ПК...+...	Площа, м ²		Відстань між профілями	Об'єм, м ³	
	насип	виїмка		насип	виїмка
0+00	F_1	F_4	20	$\frac{F_1 + F_2}{2} 20$	$\frac{F_4 + F_5}{2} 20$
0+20	F_2	F_5		$\frac{F_2 + F_3}{2} 80$	$\frac{F_5 + F_6}{2} 80$
1+00	F_3	F_6	80		
			\sum_n	\sum_v	

3. Об'єми робіт для майданів і кварталів обчислюють за нівелірною сіткою.

Для цього всю територію розбивають на квадрати стороною 20 – 50 м (у складних умовах 10 м). Біля кожної вершини записують червону і чорну

позначки. Потім викреслюють поздовжні профілі по кожній лінії сітки квадратів. За кожним профілем визначають площі насипів і виїмок. Після цього підраховують об'єми земляних робіт:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L,$$

де V – об'єм земляних робіт, м³; F_1, F_2 – площі насипу чи виїмки, визначені окремо для першого і другого поздовжніх профілів, м²; L – відстань між сусідніми профілями, м.

Якщо відстань між усіма сусідніми профілями однакова, то об'єми земляних робіт визначають як середнє арифметичне площ насипів чи виїмок, помножене на відстань між крайніми профілями. Результати розрахунків зводять у табл. 2.5.

Розрахунок ведуть у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а потім беруть середнє значення з цих розрахунків.

Таблиця 2.5 – Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт за нівелірною сіткою

№ профілю	Площа, м ²		Відстань між профілями	Об'єм, м ³	
	насип	виїмка		насип	виїмка
I – I	F_1	F_4	L_1	$\frac{F_1 + F_2}{2} L_1$	$\frac{F_4 + F_5}{2} L_1$
II - II	F_2	F_5			
III - III	F_3	F_6	L_2	$\frac{F_2 + F_3}{2} L_2$	$\frac{F_5 + F_6}{2} L_2$
				Σ_n	Σ_6

Об'єми земляних робіт при такому способі підрахунку виходять трохи завищеними.

позначками, що мають різні знаки, знаходять на боках квадратів нульові точки. З'єднуючи ці точки між собою прямими лініями, одержують лінію нульових робіт, тобто межу насипу і виїмки.

Положення нульових точок знаходять, використовуючи подібність трикутників (рис. 2.17).

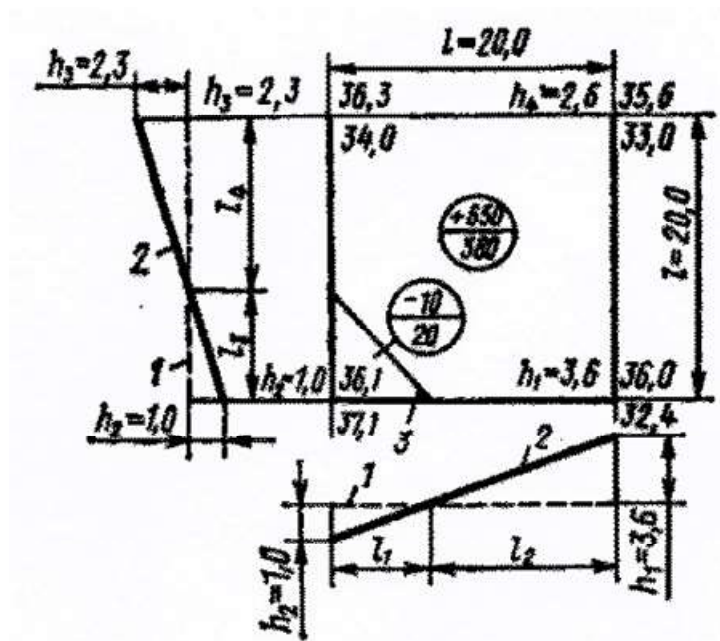


Рисунок 2.17 – Схема визначення лінії нульових робіт

Горизонтальні проекції закладення насипу і виїмки визначають за формулами

$$L_1 = + L h_1 / (h_1 + h_2),$$

$$L_2 = - L h_2 / (h_1 + h_2),$$

де h_1 , h_2 – робочі позначки насипу і виїмки у кутах квадрату, м; L – бік квадрату, м; L_1 , L_2 – відстань від лінії нульових робіт до кутів квадрату, м.

Об'єми земляних робіт визначають у такому порядку:

– якщо робочі позначки на кутах квадрата мають однаковий знак, тоді об'єми робіт визначають як для призми (рис. 2.24, а):

$$V = \pm L^2 * (\Sigma h_i) / 4,$$

де V – об'єм насипу чи виїмки, м³; L – бік квадрата, м; h_i – робочі позначки, м:

– якщо лінія нульових робіт розділяє квадрат на дві фігури (рис. 2.24, б), об'єм земляних робіт кожної фігури визначають за формулою:

$$V = \pm F \Sigma h_i / n,$$

де F – площа основи фігури, m^2 ; h_i – робочі позначки, м; n – кількість точок, що мають робочі позначки, включаючи нульові.

Визначені об'єми земляних робіт записують на картограмі в колах: зверху пишуть номер фігури, а знизу об'єм робіт у межах цієї фігури (рис. 2.18).

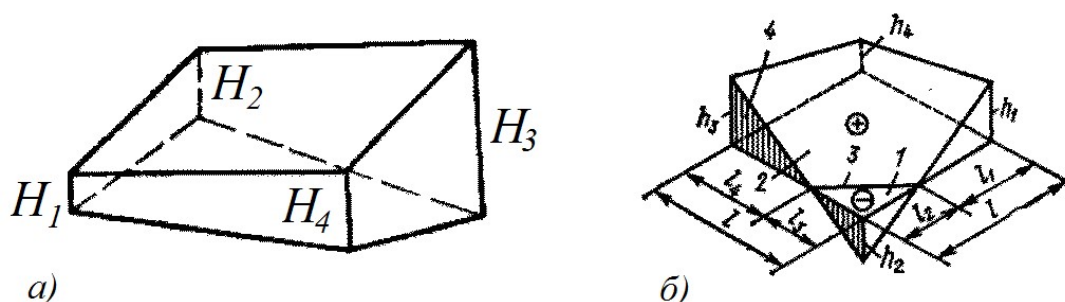


Рисунок 2.18 – Визначення об'ємів земляних робіт для різних фігур:
а) робочі позначки мають однаковий знак; б) лінія нульових робіт поділяє сусідні боки квадрата

Суму об'ємів земляних робіт підраховують за відомістю (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Відомість підрахунку об'ємів земляних робіт за картограмою

№ фігури	Площа фігури, m^2	Середня робоча позначка, м	Об'єм земляних робіт, m^3	
			насип	виїмка
1	F_1	h_1	V_1	V_4
2	F_2	h_2	V_2	V_5
3	F_3	h_3	V_3	V_6
			ΣV_n	ΣV_e

Орієнтований об'єм земляних робіт на значній території може бути визначений згідно з формулою:

$$V = h_{\text{сер}} * F, \text{ м}^3,$$

де F – площа території, м^2 ; $h_{\text{сер}}$ – середнє значення підсипання чи зрізання, м.

На лінійних ділянках (вулицях, дорогах), у межах яких висота чи глибина приблизно постійні, об'єм земляних робіт визначають за формулою

$$V = F * L,$$

де F – площа поперечного перерізу насипу (виїмки), м^2 ; L – довжина ділянки, м.

Об'єм ґрунту під корито дорожніх одягів:

$$V = B * h_{\text{д}} * L,$$

де B – ширина проїзної частини, м; $h_{\text{д}}$ – товщина дорожнього одягу, м; L – довжина вулиці, м.

Об'єм ґрунту, що витісняється фундаментом, обчислюють приблизно

$$V = a * h,$$

де a – площа фундаментів, м^2 ; h – глибина закладення фундаментів, м.

При реконструкції вулиць з об'ємів земляних робіт необхідно відняти об'єм існуючої конструкції проїзної частини.

При підрахунках об'ємів земляних робіт потрібно враховувати, що при розробці виїмки відбувається розпушування ґрунту і його об'єм збільшується (це необхідно враховувати при розрахунку транспорту для перевезень ґрунту).

$$V_{\text{виїм}} = V_{\text{в}} (1 + P_1/100),$$

де $V_{\text{виїм}}$ – об'єм ґрунту, який вивозять, м^3 ; $V_{\text{в}}$ – об'єм виїмки, м^3 ; P_1 – збільшення ґрунту, %.

При переміщенні ґрунту в насип виконують ущільнення ґрунту котками, а потім відбувається ще його природне ущільнення:

$$V_{\text{нас}} = V_{\text{н}} (1 + P_2/100).$$

Залежно від типу ґрунту його збільшення P_1 чи P_2 приймають, %:

Таблиця 2.7 – Коефіцієнти ущільнення ґрунту

Ґрунт	P_1	P_2
Піщаний	8 – 17	1 – 2,5
Торф	20 – 30	3 – 4
Суглинок	14 – 23	1,5 – 5
Глина	24 – 30	4 – 7
Важка глина	26 – 32	6 – 9
Кам'янистий	30 – 45	10 – 20
Скельний	45 – 50	20 – 30

При підрахунках об'ємів земляних робіт визначають для всієї території об'єм рослинного ґрунту, що підлягає зрізанню.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке вертикальне планування?
2. Які завдання вертикального планування?
3. Назвіть та охарактеризуйте методи вертикального планування.
4. Які нормативні поздовжні ухили проїзної частини на прямих ділянках вулиць різного значення?
5. Які нормативні поперечні ухили проїзної частини на прямих ділянках вулиць різного значення?
6. Яким методом виконують вертикальне планування вулиць?
7. В яких точках проектують поперечні профілі?
8. До виконання яких умов прагнуть при проектуванні проектної лінії поздовжнього профілю?
9. У якій послідовності здійснюють вертикальне планування вулиць?
10. Послідовність побудови проектних горизонталей на перегоні вулиці.

11. Які вимоги та умови слід виконувати при вертикальному плануванні перехресть?
12. Назвіть та охарактеризуйте основні види рельєфу перехресть.
13. Що таке розмостка? Як визначають довжину ділянки розмостки?
14. Етапи проектування поверхні на ділянці розмостки.
15. Послідовність вертикального планування перехрестя нерівнозначних вулиць.
16. Послідовність вертикального планування перехрестя рівнозначних вулиць.
17. Із врахуванням яких вимог розробляється висотна організація поверхні міжмагістральної території?
18. Зобразіть та охарактеризуйте принципові схеми вертикального планування міжмагістральних територій.
19. Етапи вертикального планування при проектуванні забудови мікрорайону.
20. Послідовність вертикального планування території виробничих майданчиків.
21. Зобразіть та охарактеризуйте планувальні профілі промислових територій.
22. Яким методом виконують вертикальне планування територій зелених насаджень?
23. Методи вертикального планування в умовах складного рельєфу.
24. Які методи підрахунку об'ємів земляних робіт Ви знаєте?

ЛЕКЦІЯ 3.

ТЕМА: ОРГАНІЗАЦІЯ СТОКУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
НА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

ПЛАН

- 3.1. Атмосферні опади і поверхневий стік
- 3.2. Організація стоку поверхневих вод
- 3.3. Основні принципи влаштування водостічної мережі міста

3.1. Атмосферні опади і поверхневий стік

Атмосферні опади є продуктом конденсації водяної пари в атмосфері та випадання на землю у вигляді опадів.

Дощові та талі води утворюють поверхневий стік. Поверхневі води стікають у відкриті водойми. Частина опадів знову випаровується, інша – проникає в ґрунт. Поверхневі води стікають згідно рельєфу місцевості в природні улоговини, русла і т.д. На своєму шляху поверхневі води затоплюють понижені ділянки, утворюючи заболоченості і болота. Поверхневих стік сприяє розвитку процесів ерозії ґрунтів і гірських порід, яроутворенню, активізації зсувів, підвищенню рівня підземних вод та розвитку інших фізико-геологічних процесів. Надлишкове зволоження знижує несучу здатність ґрунтів, що ускладнює умови будівництва будівель і споруд.

Основними параметрами, що характеризують дощі в даних кліматичних умовах міста, є інтенсивність, тривалість і повторюваність дощів.

Інтенсивністю дощу i , мм/хв, називають кількість опадів, які випали за одиницю часу, і визначається за формулою

$$i = h / t, \quad (3.1)$$

де h – величина шару дощу, який випав, мм;

t – час, протягом якого йшов дощ, хв.

Витратна одиниця вимірювання кількості опадів, які випадають, визначається згідно з формулою:

$$q = k \cdot i, \text{ л/га}, \quad (3.2)$$

де $k=166,7$ – перевідний об’ємний коефіцієнт;

i – інтенсивність опадів, *мм/хв*.

Тривалість дощів визначають в хвилинах спостереженням за допомогою дощомірів, автоматичних самозаписуючих приладів.

Суворої закономірності при випаданні дощів не спостерігається. Встановлена тільки деяка зворотна пропорційна залежність між інтенсивністю і тривалістю дощів – більш тривалі дощі мають меншу інтенсивність.

Повторюваність дощу визначається в роках для дощів певної інтенсивності. Дощі великої інтенсивності повторюються рідше, ніж дощі меншої інтенсивності. При розрахунках водостічних мереж ймовірність повторення інтенсивності дощів даної тривалості приймається рівною 1, 3, 5, 10 років.

3.2. Організація стоку поверхневих вод

Основною задачею організації стоку є збір і видалення з території міста дощових і талих вод шляхом вертикального планування міських територій, збору цих вод водовідвідними системами і пристроями та відведення вод у водойми або інші місця за межі території міста.

В інженерній підготовці міських територій організація стоку поверхневих вод є одним із основних заходів, що попереджує розмив укосів, ерозію ґрунтів, яроутворення, активізацію зсувних явищ та ін. В комплексі заходів з інженерної підготовки територій з несприятливими природними умовами організація стоку поверхневих вод відіграє дуже важливе значення.

Не менш важливе значення організація стоку поверхневих вод має при благоустрої міст. Вчасне видалення поверхневих вод з території міста попереджає можливість затоплення вулиць, підвальних і напівпідвальних

приміщень, а також забезпечує безперервний рух транспорту та пішоходів при будь-якій інтенсивності дощу.

Організація стоку поверхневих вод здійснюється комплексним вирішенням вертикального планування і системи водовідведення на основі генерального плану міста, зонування цієї території, характеру рельєфу, геологічних і гідрогеологічних умов, розміщення місць скидання зібраних вод і т.д.

Існують три системи організованого водовідведення поверхневих вод на міських територіях: відкрита, закрита і змішана.

Відкрита система водовідведення складається із бетонних лотків, кюветів, каналів (рис. 3.1). Характеризується простотою та невеликими витратами будівельних матеріалів і капіталовкладеннями. Відкрита система допускається на територіях дачних ділянок, невеликих селищ як перший етап благоустрою, а також при певних умовах на житлових територіях (в селищах засушливої зони) і зелених насадженнях в містах.

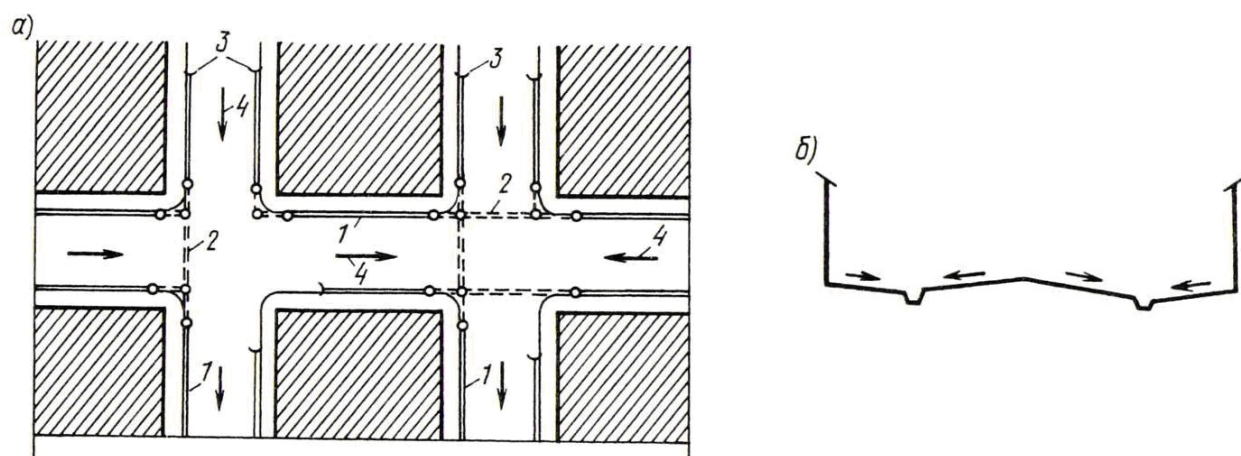


Рисунок 3.1 – Відкрита система водовідведення: а) план; б) поперечний профіль вулиці з кюветами; 1 – кювети; 2 – труби; 3 – початок кювету; 4 – повздовжній профіль вулиці

Відкрита система водопостачання має ряд недоліків: порівняно низька пропускна здатність і необхідність збільшувати ширину вулиці, влаштувати на всіх перехрестях вулиць і в'їздах в квартали переїзні мости або прокладати водопропускні труби. Все це знижує безпеку руху транспорту і пішоходів, погіршує санітарний стан і загальний благоустрій.

Закрита система найбільш сучасна і в повній мірі відповідає високому рівню благоустрою. При влаштуванні закритої системи поверхневі води відводяться з міської території за допомогою підземної системи трубопроводів, яка називається міською водостічною мережею або дощовою каналізацією.

Закрита водостічна міська мережа включає в себе: захисну мережу, яка перехоплює поверхневі стоки, що поступають з міських територій; водозбірну мережу, яка збирає поверхневі води з міської території; водовідвідну мережу, яка транспортує зібраний стік до місць скидання; водовідвідну мережу спеціального призначення, яка створюється як захід з інженерної підготовки (для перехоплення поверхневих вод біля ярів, зсувних схилів та ін.) із спорудами на мережі. Переваги закритої системи водовідведення – високий рівень благоустрою і забезпечення нормативних санітарних умов. Недолік – висока вартість будівництва.

На практиці, при організації стоку поверхневих вод, зустрічається змішана система водовідведення, при якій по вулицях і в центральній частині міста влаштовується закрыта водостічна мережа, а на інших територіях – відкрита.

Відкриту і змішану системи організації стоку поверхневих вод необхідно розглядати як тимчасові, що підлягають в перспективі заміні їх на закриту систему водовідведення.

3.3. Основні принципи влаштування водостічної мережі міста

В кожному місті необхідно мати розроблену на основі генерального плану міста генеральну схему розвитку водостічної підземної мережі, що визначає шлях і черговість будівництва колекторів та елементів мережі. На основі цієї схеми розробляється проект водостічної мережі того чи іншого басейну стоку.

Проектування водостічної мережі міста включає наступні етапи:

- визначення басейнів стоку, трас головних колекторів, та місць випуску вод;
- окреслення мережі колекторів у кожному басейні і встановлення меж окремих басейнів кожного колектора;

- розміщення водоприймальних колодязів на вулицях і майданах міста у відповідності з трасами колекторів;
- визначення розрахункових ділянок на колекторах і розрахункових точок відповідно до басейнів стоку;
- визначення довжини кожної розрахункової ділянки і площі басейну стоку для розрахункової ділянки;
- встановлення повздовжніх ухилів кожної розрахункової ділянки і складання повздовжніх профілів по трасах колекторів;
- гідрологічний і гідравлічний розрахунки колекторів водостічної мережі.

На початковому етапі проектування на плані міста визначаються водороздільні лінії, які служать основою для визначення басейну стоку, і тальвеги, що визначають напрям траси основних колекторів в кожному басейні.

Вся територія міста поділяється на систему басейнів, в кожному з яких визначається головний колектор з випуском вод у водойму або інше місце їх скидання.

Межі басейнів визначаються за рельєфом, який відображається горизонталями і відмітками вертикального планування міської території. Як правило, використовують схеми або проекти вертикального планування, в яких рельєф визначається проектними (червоними) горизонталями або проектними відмітками із зазначенням напрямку стоку і водорозділів.

Доцільно і економічно обґрунтовано проектувати загальноміську мережу колекторів таким чином, щоб площа басейнів каналізування знаходилась в межах 75...100 га. При таких розмірах басейнів діаметри колекторів не перевищують 800...1200 мм.

В кожному загальному басейні головного колектора влаштовується також допоміжна мережа водостоків, причому, головний колектор має випуск зібраних поверхневих вод з площі даного басейну. Головні колектори трасують по тальвегах та інших понижених місцях, а при плоскому рельєфі, по можливості, посередині басейну. Водостоки (допоміжна мережа) прокладають по міських вулицях. Траси водостоків мають бути прямолінійними,

паралельними до червоних ліній, з мінімальною кількістю поворотів. Основна задача водостічної системи при повному обслуговуванні всієї території міста – найменша протяжність водостоків.

Водостоки є самопливними системами, тому вони проектуються в напрямку пониження рельєфу. Небажані зустрічні ухили рельєфу і водостоку, хоча вони можливі при відведенні поверхневих вод із замкнутих понижених місць.

Водостічні колектори прокладаються по вулицях міста та інколи по території мікрорайону. Повністю розвинута водостічна мережа охоплює всю територію міста. Фрагмент схеми водостічної мережі міста наведено на рис. 3.2.

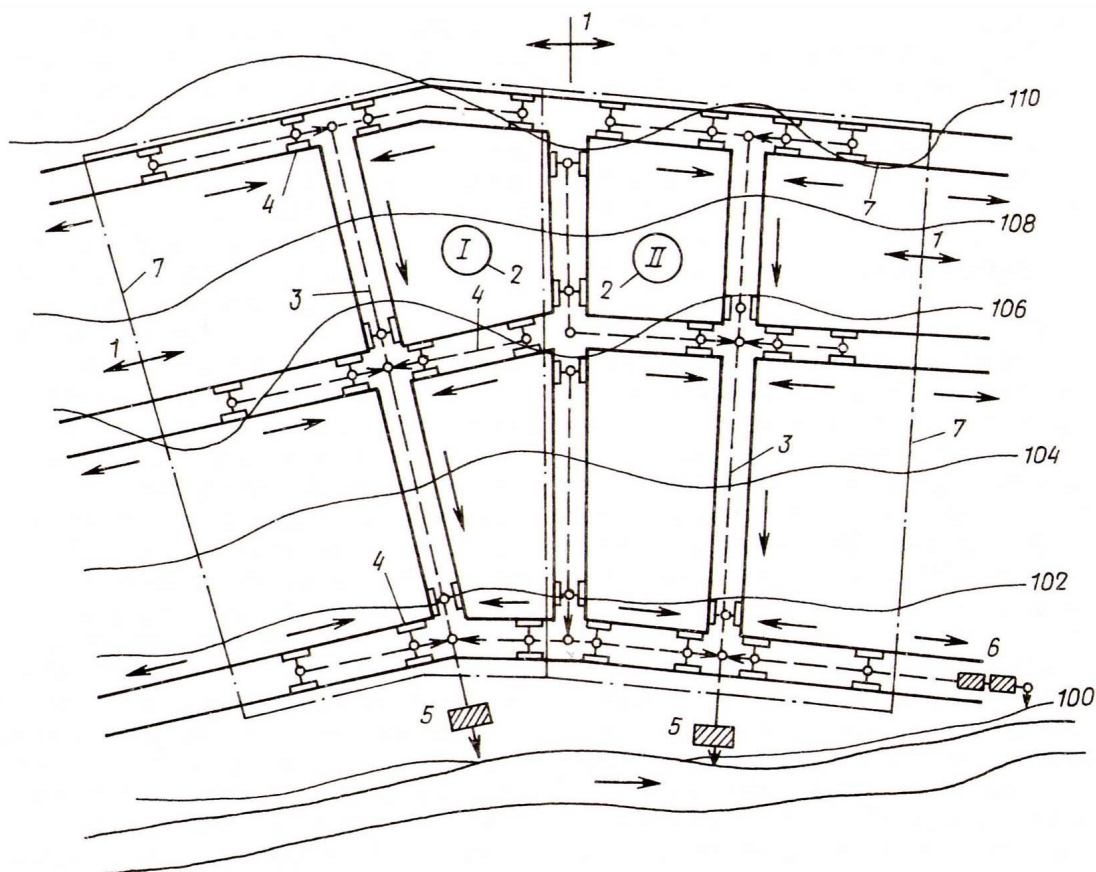


Рисунок 3.2 – Схема водостічної мережі міста: 1 – водорозділ; 2 – номер басейну стоку; 3 – колектор водостічної мережі; 4 – дощоприймач; 5 – аварійні випуски; 6 – технічні відстійники; 7 – межа басейну стоку

Найменша глибина закладання водостічних колекторів залежить від глибини промерзання ґрунту в даному районі. Лоток водостоку повинен розташовуватись на 0,3 м нижче глибини промерзання ґрунту при діаметрах до

500 мм і на 0,5 м – при більших діаметрах, але мінімальна глибина засипки над водостоком повинна бути не менше 1 м.

Поздовжні ухили водостоків приймають, по можливості, такими ж як і поздовжні ухили рельєфу місцевості або вулиць, по яких вони прокладаються, але не менше 0,003, щоб мінімальна швидкість води в трубах при повному наповненні складала – 0,7 м/с, а максимальна – 7...8 м/с.

Велике значення при проектуванні водостоків має розміщення дощоприймачів. Вони встановлюються в понижених місцях вулиць, із сторони притоку води до пішохідних переходів (рис. 3.3), на в'їздах і виїздах з територій мікрорайонів і по трасі водостоків з кроком 50...80 м залежно від повздовжнього ухилу вулиці.

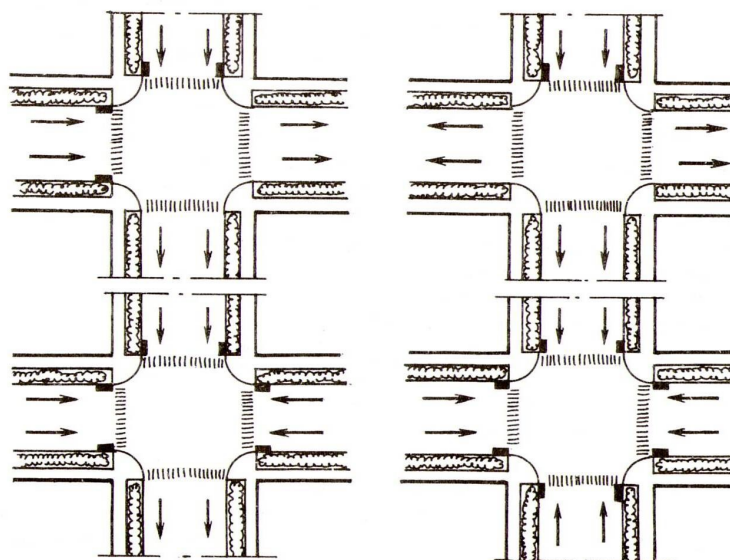


Рисунок 3.3 – Варіанти розташування дощоприймачів на перехрестях

Водостічні мережі обладнують оглядовими колодзями, які розташовують в місцях приєднання гілок від водоприймальних колодязів і допоміжних водостоків, в місцях зміни траси в плані (поворотів), в місцях зміни поздовжніх ухилів і діаметрів, перепадів і перетинання з іншими підземними спорудами, а також на прямих ділянках на відстані від 50 до 120 м залежно від діаметру колектора.

Випуски водостічної мережі необхідно здійснювати поза межами міської території нижче за течією річки. До випуску стоків в природні водойми необхідно проводити їх очистку на очисних спорудах.

На території зелених насаджень частіше всього застосовується відкрита система водовідведення, причому, при розміщені доріжок і проїздів серед зелених насаджень на порівняно невеликих площах стік поверхневих вод здійснюється безпосередньо на ділянки насаджень. При значних площах зелених насаджень (сади, парки) доцільною є закрита система водовідведення. Водостічні колектори в парках мають менші діаметри, ніж водостічна мережа на забудованій території, внаслідок меншого коефіцієнту стоку. На територіях зелених насаджень основний принцип застосування відкритих водостоків – найменша їх протяжність при найбільш повному обслуговуванні територій зелених насаджень.

Запитання для самоконтролю

1. Що являють собою поверхневі опади та поверхневий стік?
2. Яким чином визначається інтенсивність дощу?
3. Що є основною задачею при організації стоку поверхневих вод?
4. Які існують системи організованого водовідведення поверхневих вод з міських територій?
5. Які переваги і недоліки відкритої, закритої і змішаної систем водовідведення поверхневих вод з міських територій?
6. Які етапи вимагає проектування водостічної мережі міста?
7. Як визначаються межі басейнів стоку поверхневих вод?
8. Які встановлені вимоги до найменшої глибини закладання водостічних колекторів?

ЛЕКЦІЯ 4.

ТЕМА: ЗАХИСТ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ЗАТОПЛЕННЯ

ПЛАН

- 4.1. Причини, характер і наслідки затоплення міських територій
- 4.2. Заходи захисту міських територій від затоплення
- 4.3. Суцільна підсіпка затоплюваних територій
- 4.4. Розрахункові рівні води і відмітки територій
- 4.5. Обвалування затоплюваних територій
- 4.6. Пониження найбільших витрат річки

4.1. Причини, характер і наслідки затоплення міських територій

Міста в минулому і тепер будувались та будуються на берегах морів, річок, озер і водосховищ. Берегові території завжди є найбільш привабливими для забудови і розміщення промислових підприємств, транспортних споруд та рекреаційних об'єктів. Однак, берегові території, в першу чергу, підлягають впливу фізико-геологічних процесів. Характерні риси берегових територій – зсуви, яри, розмиті береги і підмиви берегових схилів.

До найбільш несприятливих явищ відносяться затоплення міських територій або підвищення рівня води у водоймах (річках і водосховищах). Такі явища називають повенями і паводками.

Повінь – фаза водного режиму річки, яка характеризується високим і тривалим підняттям рівня води, як правило, супроводжується виходом води із русла на заплаву. Викликається повінь головним джерелом живлення річки: на рівнинних річках – таненням снігів (весняна повінь), на високогірних – таненням снігу та льодовиків (літня повінь). Для річок однієї кліматичної зони повінь повторюється щорічно в один і той же сезон з різною інтенсивністю і тривалістю.

Паводок – швидке, порівняно короткочасне піднімання рівня води в будь-якому створі річки, що закінчується швидким спадом і, на відміну від повені, виникає нерегулярно. Величина підняття рівня і збільшення витрат води при паводках може в окремих випадках перевищувати рівень і найбільшу витрату

повені. Паводок виникає від дощів, але в умовах нестійких зим може бути обумовлений інтенсивним короточасним таненням снігів.

В результаті інтенсивних і короточасних атмосферних опадів затоплюються, в першу чергу, низькі ділянки – заплави, інколи міські житлові райони з капітальною багатоповерховою забудовою.

Залежно від причин виникнення і тривалості дії на міську територію розрізняють тимчасові та постійні затоплення.

Тимчасові затоплення носять сезонний характер і властиві територіям, які розташовані на берегах річок з нерегульованим режимом, в результаті різкого і короткотривалого підняття рівня води при таненні снігів та сильних дощах у весняний період, а на деяких річках і в осінній період.

Найбільш небезпечними є затоплення при одночасному інтенсивному таненні снігів і проходженні грозових дощів.

Коливання рівнів води в річках залежно від площі стоку і режиму річок знаходиться приблизно в межах: для малих річок 2...3 м, для середніх річок 5...8 м і великих річок 8...25 м.

Постійні затоплення міських територій виникають при проведенні крупних гідротехнічних робіт, що пов'язанні з влаштуванням водосховищ і будівництвом ГЕС, регулюванням стоку, зведенням обводнювальних систем, зведенням греблі та ін.

Тимчасові і постійні затоплення міських територій супроводжуються підтопленням територій, тобто підвищенням рівня ґрунтових вод.

Затоплення і підтоплення міських територій сприяє активізації фізико-геологічних процесів в межах берегової частини міста: зсувних процесів, яроутворення, переформування берегів.

Тимчасові і постійні затоплення та підтоплення територій вимагають заходів з огороження територій та їх захисту.

Захист територій від затоплення є одночасно вирішенням питання про раціональне використання заплави, освоєння яких можливе тільки після підняття відміток їх поверхні шляхом суцільної підсипки або обвалування.

4.2. Заходи захисту міських територій від затоплення

Для боротьби із затопленням міських територій застосовують різні заходи щодо їх захисту. Застосування тих або інших методів обумовлено місцевими умовами, гідрологічними режимами водойм (режим, витрати, рівні води) та

особливостями їх використання, характером забудови і благоустрою затоплюваних територій.

Основними заходами із захисту міських територій від затоплення є:

а) суцільна підсипка затоплюваних територій – підвищення поверхні території до деякої розрахункової відмітки;

б) обвалування території – огороження затоплюваної частини міста захисними дамбами – валами;

в) пониження найбільших витрат річки в межах міської території, регулювання стоку і витрат шляхом влаштування водосховищ вище міста по течії річки, створення відповідного скидного русла.

г) збільшення пропускної здатності річки в межах території міста для пропуску найбільших витрат при більш низьких горизонтах шляхом розчистки або заглиблення русла річки.

Застосування окремих заходів може обмежуватись територією міста і ділянкою річки в межах міської території. При необхідності та доцільності заходів вони поширюються і здійснюються не тільки в межах міста, але й за його межами.

В багатьох випадках є доцільним застосування за межами населеного пункту різних комплексних заходів. Комплексне проектування і впровадження заходів із захисту територій передбачає не тільки інтереси міста, але й одночасного вирішення задач народногосподарського значення, що пов'язані з використанням річок. Такими задачами є: забезпечення умов судноплавства, використання водної енергії (ГЕС), землекористування, забезпечення санітарно-технічних умов та ін. Комплексне вирішення цих задач потребує не лише виконання спеціальних робіт з вертикального планування, будівництва водостічної мережі та дренажної системи, але і проведення гідротехнічних робіт на території міста та вище за течією річки (водосховища, греблі та ін.).

4.3. Суцільна підсипка затоплюваних територій

Суцільна підсипка є одним із основних заходів захисту міських територій від затоплення. Вона здійснюється шляхом вертикального планування території та проведенням земляних робіт. Відведення поверхневих і підземних вод здійснюється звичайними способами.

Перевагою даного методу із захисту територій є гарантована незатоплюваність при розрахунковому рівні води в річці або водосховищі та

можливість проведення інженерної підготовки території під забудову, рис. 4.1. Суцільна підсипка дозволяє наблизити забудову міста до водного басейну.

Область застосування методу суцільної підсипки обмежується відносно невеликими територіями, при об'ємах земляних робіт і капіталовкладеннях, що обґрунтовуються техніко-економічними показниками.

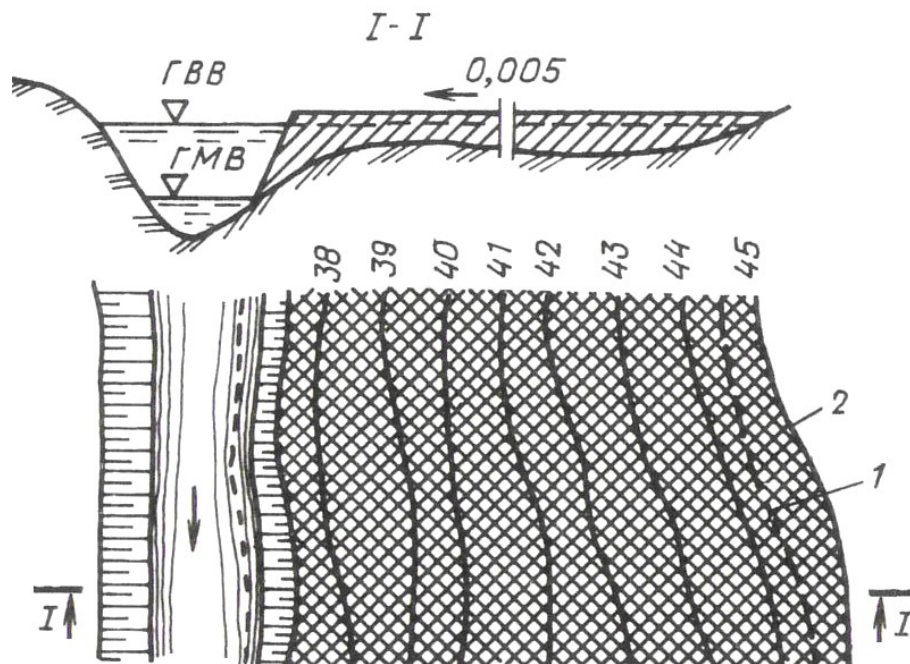


Рисунок 4.1 – Суцільна підсипка територій: 1 – межа затоплення; 2 – межа суцільної підсипки; ГМВ – горизонт мілких вод; ГВВ – горизонт високих вод

Підсипка затоплюваних територій здійснюється на основі спеціального проекту, який передбачає підвищення відміток існуючого рельєфу до незатоплюваного рівня.

В проекті підсипки територій встановлюються: основні параметри насипу (межі і площа території, що підсипається, висота насипу на окремих ділянках); об'єм земляних робіт по всій території та ділянках; спосіб виконання робіт; резерви ґрунту, спосіб його транспортування і ущільнення; розрахунок необхідної кількості машин, механізмів і т.д.

При визначенні найменшої відмітки території і, відповідно, висоти підсипки необхідно мати на увазі можливий підпір ґрунтових вод. При постійному затопленні (підймання рівня води в річці, будівництво водосховищ) величина підпору визначається за формулою:

$$Z_n = \sqrt{h_n^2 - h_p^2 + (h_p + Z_p)^2} - h_n, \text{ м}, \quad (4.1)$$

де Z_n – величина підпору ґрунтових вод в перерізі, що розглядається, м;

h_n – підвищення рівня ґрунтових вод над водоупором в тому ж перерізі, м;

h_p – підвищення рівня води в річці над водоупором в тому ж перерізі, м;

Z_p – підпір, що створюється в річці, м.

Проектування відміток території при її суцільній підсипці здійснюється методами вертикального планування з врахуванням найменшої відмітки, що забезпечує незатоплення території і умови стоку поверхневих вод.

Висота підсипки визначається різницею у відмітках існуючого рельєфу території та проектних відміток вертикального планування території, яка підсипається.

Організація стоку поверхневих вод забезпечується шляхом відповідних напрямків ухилів та їх значень. Поверхня повинна мати ухил у повздовжньому і поперечному напрямках. Найменший ухил приймається 0,004, у виняткових випадках 0,003. Рекомендований ухил поверхні підсипки становить 0,005. Однак, будь-яке підвищення ухилів викликає збільшення загального об'єму земляних робіт.

При інженерній підготовці територій промислових підприємств суцільною підсипкою ухили майданчиків рекомендується приймати в межах від 0,003 до 0,03, залежно від умов і вимог технології підприємств.

Стік поверхневих вод з поверхні підсипки проектується в напрямку до річки або водосховища. В окремих випадках, при підсипці великих майданчиків і можливості скидання поверхневих вод в поперечні до водойми водотоки, проектують штучні пониження в напрямку, що паралельний береговій лінії збору і відведення поверхневих вод. По пониженій лінії споруджується колектор водостічної мережі. При ускладненні в скиданні води із колектора споруджуються насосні станції перекачування зібраних вод. Такий варіант вертикального планування може сприяти різкому зменшенню об'ємів і вартості земляних робіт.

При високому рівні ґрунтових вод додатковим елементом захисту територій від затоплення є дренажна система. Проектування дренажних систем здійснюється за загальними правилами і нормами спорудження дренажних систем.

Укріплення укосу підсипки здійснюється різними типами одягу, який вибирається по ряду техніко-економічних показників: висоти укосу, режиму і рівні води в річці або водосховищі, умов і горизонту льодоходу, швидкості течії води, напрямку дії хвиль тощо. У виборі типу одягу також враховуються умови будівництва, наявність місцевих матеріалів, форма укосу і відповідність типу одягу архітектурним вимогам.

В якості одягу для укріплення відкосів можуть використовуватись дерн, кам'яне мощення, бетонний одяг у вигляді збірних або монолітних елементів.

В умовах міста, особливо в його центральних районах, укріплення відкосів виконують влаштуваючи підпірні бетонні і залізобетонні стінки, збірні конструкції без облицювання або з облицюванням зовнішньої сторони стінки гранітними або іншими плитами.

Земляні роботи із влаштування підсипки здійснюється шляхом суцільної підсипки привозним ґрунтом і за допомогою гідромеханізації, тобто наміванням ґрунту. У більшості випадків намівання ґрунту вимагає менших затрат, ніж суцільна підсипка території.

Роботи з підсипки та намівання ґрунту на територіях зі значною площею проводять по чергово згідно темпів освоєння міських територій.

4.4. Розрахункові рівні води і відмітки територій

Залежно від містобудівельного використання територій допускається можливість їх затоплення, що повторюється протягом кількох років. Періодичне затоплення територій один раз за певну кількість років характеризується забезпеченістю у відсотках.

Велике значення має капітальність забудови та поверховість будівель, а також щільність забудови і щільність населення.

Відповідно до правил і норм планування та забудови міст, території, що затоплюються частіше одного разу на 25 років (забезпеченість 4 %), з найвищим рівнем затоплення запливи більше 0,5 м, відносяться до несприятливих територій, які потребують захисту від затоплення.

Розрахункові рівні води і забезпеченість є вихідними даними у встановленні найнижчої відмітки підсипки при вертикальному плануванні

затоплюваної території та відмітки гребеню дамби. При встановленні розрахункового рівня води необхідно враховувати підвищення горизонту в річках при звуженні русла дамбами обвалування.

На малих річках при малій забезпеченості найнижча відмітка підсипки території визначається за формулою

$$H = H_e + a, \quad (4.2)$$

де H_e – розрахункова відмітка рівня води найвищого розрахункового горизонту, м;

a – запас по висоті відкосу над розрахунковим рівнем води, приймається 0,25...0,50 м.

На великих річках і великих водосховищах при розрахунку відмітки гребеня дамби враховують вплив вітрових хвиль і проводять хвильові розрахунки.

Розрахункова відмітка гребеня дамби при наявності вітрових хвиль визначається за формулою (рис. 4.2)

$$H = H_e + \Delta h + h_n + a, \quad (4.3)$$

де H_e – розрахункова відмітка високого рівня води, м;

Δh – піднімання горизонту води під впливом вітрового навантаження, м;

h_n – найбільша висота набігу хвилі на відкіс, м;

a – запас по висоті відкосу дамби, приймається рівним 0,25...0,5 м.

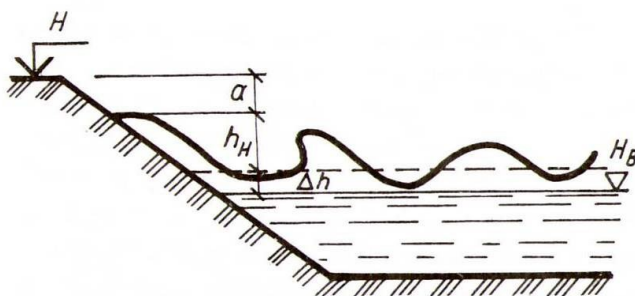


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема при врахуванні дії вітрових хвиль

Значення розрахункової відмітки високого рівня води (H_e) приймається на основі розрахункової витрати і забезпеченості, прийнятої для даної території. Піднімання горизонту води під впливом вітрового навантаження (Δh) приймається за місцевими спостереженнями в межах 0,3...1,0 м залежно від площі водойми; на малих водосховищах Δh становить 0,5 м, і на великих 1,0 м.

Найбільша висота набігу хвилі (h_n) приймається в межах 0,4...1,0 м, зазвичай вибір обмежується 0,5 м.

Повна висота дамби H визначається за формулою

$$H = H_e - H_0 + \Delta h + h_n + a, \text{ м}, \quad (4.4)$$

де H_0 – відмітка дна річки або водосховища біля дамби.

Розрахункову відмітку гребеня дамби або найнижчу відмітку підсипки території можна визначити і за такою формулою

$$H = H_e + \Delta h + 1,5h, \text{ м}, \quad (4.5)$$

де H_e – розрахунковий горизонт високих вод, м;

h – висота хвилі з врахуванням набігу, м.

Висота хвилі з урахуванням набігу (h) визначається за різними емпіричними формулами. Згідно з В.Г. Адрєяновим, [19] вона обчислюється за формулою:

$$h = 0,0208V^{5/4} / L^{1/3}, \text{ м}, \quad (4.6)$$

де h – висота хвилі, м;

V – швидкість вітру, м/с;

L – довжина розгону хвилі (відстань від відкосу до протилежного берегу), км.

Наведена формула застосовується при швидкості вітру до 15 м/с і довжині розгону хвилі до 30 км.

Для проведення попередніх розрахунків перевищення гребеня дамби (H_6) над розрахунковим рівнем води приймають рівним 1,5...3,0м.

4.5. Обвалування затоплюваних територій

Обвалування затоплюваних територій порівняно із суцільною підсипкою (рис. 4.3) має безперечні переваги внаслідок значно менших об'ємів земляних робіт. Однак, наявність дамб ускладнює стік поверхневих вод, особливо в період одночасного стояння високих рівнів води в річці та проходження дощів, і потребує проведення спеціальних заходів для організації стоку (насосні станції для перекачки води, створення регулюючих басейнів та ін.). Також ускладнюється задача пониження рівня ґрунтових вод, що вимагає влаштування дренажної системи, з перекачуванням вод у водойму.

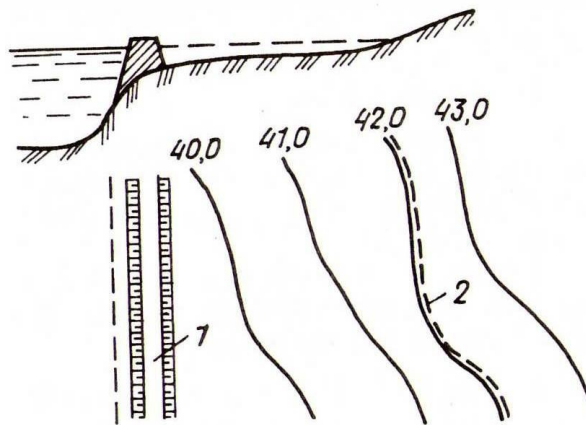


Рисунок 4.3 – Обвалування затоплюваних територій: 1 – дамба обвалування; 2 – межа можливого затоплення

Дамби відокремлюють територію міста від водного простору, ускладнюють вихід населення до води, що з містобудівельної точки зору не можна розглядати як позитивне явище.

Область застосування методу обвалування поширюється на великі за площею затоплення території, а також на території з існуючою капітальною забудовою.

Залежно від рельєфу затопленої міської території і необхідності в захисті від затоплення, обвалування охоплює всю територію міста або його частину.

Зокрема, обвалування може здійснюватись з метою захисту окремих ділянок або територій промислового підприємства.

Вибір принципової схеми обвалування залежить від місцевих умов: рельєфу, поширення вод при розрахунковому рівні, наявності водотоків на території міста і т.д.

Основними варіантами обвалування території міста є (рис. 4.4):

- розташування дамби вздовж водойми з примиканням до схилу долини на відмітках незатоплюваних територій;
- розташування дамби вздовж водойми і по межах території, що захищається з влаштуванням поперечних до водойми дамб, які примикають до незатоплюваних берегових схилів;
- огороження затоплюваної території ділянками, які влаштовують з метою пропуску значного водотоку;
- кільцеве (кругове) огороження території міста або ділянки території.

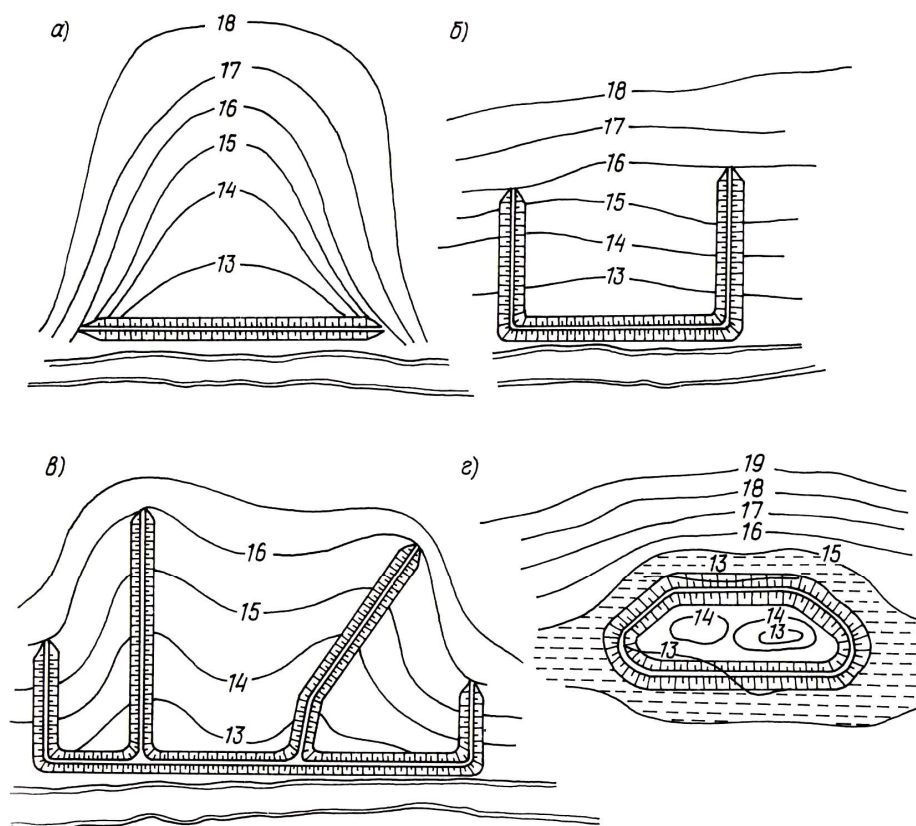


Рисунок 4.4 – Основні варіанти обвалування територій: а) дамба вздовж водойми з примиканням до схилів; б) дамба вздовж водойми з поперечними ділянками; в) огороження окремими ділянками; г) кільцеве обвалування

Як правило, при проектуванні розробляється кілька варіантів, траси дамб, що передбачає захист затоплюваної території. Вибір оптимального варіанту виконується на основі техніко-економічних показників і вартості будівництва, включаючи не лише влаштування дамб та пов'язаних з ними споруд, але й витрати по реконструкції, плануванні і забудові міста або його району на затоплюваній території (в існуючих містах).

Відповідно до прийнятої схеми обвалування території встановлюється розташування огорожуючих дамб в плані. Траси дамб прокладають прямолінійно або по плавним кривим з найменшою протяжністю. Вибір оптимальної траси дамби виконується з врахуванням розподілення швидкостей течії в річці та руслових процесів, що залежить від ширини русла річки при проходженні високих вод.

Дамби обвалування бувають незатоплювані і затоплювані. На територіях, які підлягають міській забудові, дамби споруджуються незатоплюваними, тобто без можливості переливання води через гребінь дамби при розрахунковому рівні. Вони служать постійним захистом території міста від затоплення. Затоплювані дамби застосовуються при огороженні території, періодичне затоплення яких допускається, як, наприклад, зелені насадження, розташовані в заплаві річки, і т.д.

Конструкція дамби повинна задовольняти вимоги стійкості відкосів, гребеня і дамби в цілому під дією води, хвиль, льоду, а також в умовах обмеження фільтрації води через дамбу.

Стійкість дамб визначається надійністю стабільного стану відкосів, та дамби разом з її основою.

Поперечний профіль дамби, як правило, має форму трапеції. При значній висоті дамби можливе влаштування берми зі сторони берегу шириною 1,5...2м (рис. 4.5). Ширина дамби по верху визначається умовами її використання. При роботі дамби тільки як огорожуючої захисної споруди ширина по гребеню приймається: при влаштуванні дамби із суглинистих ґрунтів з протифільтраційним пристроєм не менше 3м; із піщаних фільтруючих ґрунтів –

не менше 10...15м. Найменша ширина в 3...4 м забезпечує проїзд по дамбі автомобілів і спеціальних машин при ремонті дамби і в аварійних випадках.

При використанні дамби в якості міського проїзду, зокрема для швидкісного руху, або місця відпочинку і прогулянок населення міста у вигляді бульвару із зеленими насадженнями, ширина дамби по верху визначається додатковими розрахунками.

Ухил верхнього відкосу дамби зі сторони водойми приймають в межах від 1:2 до 1:4, залежно від типу кріплення, а нижній зі сторони берегу – в межах від 1:1,5 до 1:2. Для виконаних дамб із фільтруючих ґрунтів ухил верхнього відкосу приймають в межах від 1:4 до 1:10, а нижнього – від 1:2,5 до 1:4. При відсутності укріплення відкосів їм надають похилого значення з ухилом від 1:20 до 1:50.

Відкіс із сторони водойми повинен бути захищеним від дії течії, хвиль і льоду. Типи укріплень відкосів такі ж, як і при суцільній підсипці територій.

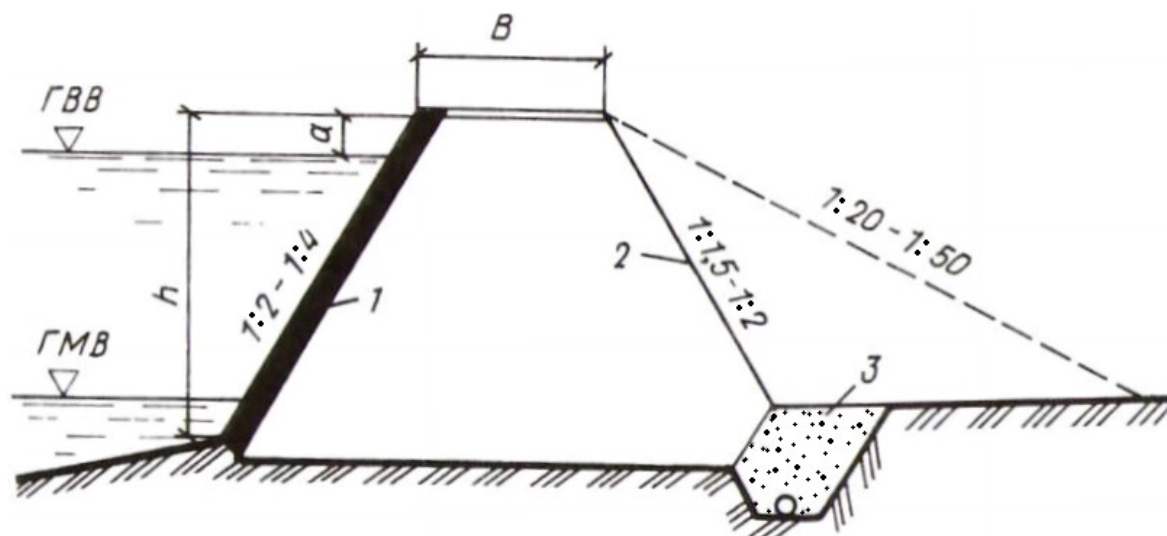


Рисунок 4.5 – Поперечний профіль дамби обвалування: 1 – верхній відкіс з кріпленням; 2 – нижній відкіс; 3 – придамбовий дренаж; a – запас по висоті; b – ширина дамби по верху; h – висота дамби

При високому рівні води в тілі дамби створюється фільтраційний потік. Тому при проектуванні дамби виконується розрахунок її поперечного профілю на фільтрацію, визначається фільтраційна витрата і будується крива депресії. Для зменшення фільтрації (при необхідності) в дамбі передбачають

водонепроникні ядра, екрани або діафрагми. Зі сторони берега вздовж дамби проектується дренаж.

Особливої уваги заслуговує комбінована система захисту міських територій від затоплення, що включає елементи суцільної підсипки і обвалування. Суть такої системи полягає в підсипці території до відмітки, що відповідає деякому забезпеченню та розрахунковому рівню при піднятті води в річці, і спорудженні дамби на підсипці меншої висоти, яка відповідає більш високій забезпеченості й високим рівням води в річці.

4.6. Пониження найбільших витрат річки

Захист від затоплення методом регулювання стоку, тобто пониження найбільших витрат річки, здійснюється в період найбільших витрат і найвищих рівнів пропуском в нижній б'єф водосховища тільки таких витрат, які не викликають підняття рівня води в річці вище розрахункового рівня, що забезпечує незатоплення міської території.

При граничній витраті річки (Q_{don}) і розрахунковій максимальній витраті (Q_p) регулюючий об'єм водосховища (V) визначається для малих річок за формулою:

$$V = W \left(1 - \frac{Q_{don}}{Q_p} \right), \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

де W – об'єм стоку річки за період розрахункового паводка або повені, $\text{м}^3/\text{сек}$.

Влаштування водосховищ, що регулюють рівень води в річках, створює значні за об'ємом роботи, особливо при великому річному стоці. Доцільність застосування цього методу безперечно при влаштуванні водосховищ з комплексним їх використанням (обводнення річок, енергетика і т.д.) Однак, можливість використання водосховищ в інтересах захисту затоплюваних територій залежить від функціонального їх призначення.

4.7. Збільшення пропускної здатності русла річки

Збільшення пропускної здатності русла річки досягається розчисткою, заглибленням, а також його виправленням, що супроводжується великими об'ємами робіт, які визначаються витратами річки та повздовжніми ухилами її русла.

Даний метод найчастіше доповнює основні методи – підсіпку і обвалування територій. Його перевагою є можливість пониження розрахункової відмітки поверхні території або гребеню дамби (рис. 4.6). Крім того, метод розчистки, заглиблення або розширення русла річки є вирішальним при розв'язанні інших інженерних задач, що пов'язанні із благоустроєм міста.

При пониженні рівня води в річці шляхом заглиблення русла заглиблення виконують по довжині вгору по течії річки, для запобігання розмиву при збільшенні ухилу і вниз по течії, для запобігання підпору від нижньої нерегульованої ділянки річки.

Область застосування даного методу обмежується малими річками з малими площами водозбору. На великих річках з малими повздовжніми ухилами збільшення пропускної здатності русла річки є не ефективним.

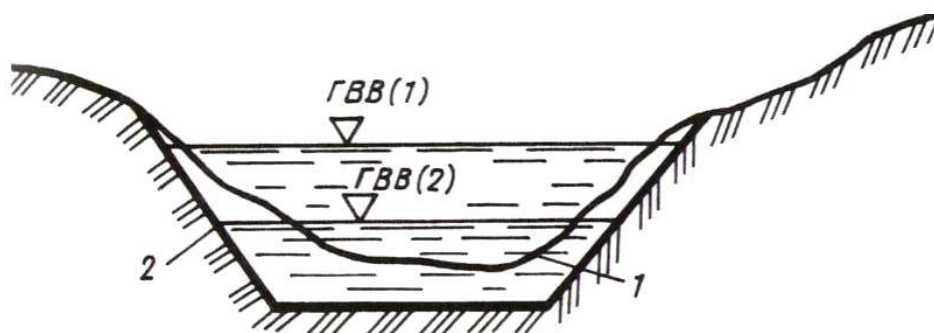


Рисунок 4.6 – Збільшення пропускної здатності русла річки: 1 – існуюче русло; 2 – нове русло; ГВВ (1) – горизонт високих вод при існуючому руслі; ГВВ (2) – горизонт високих вод при новому руслі

При вирішенні питань захисту територій міст від затоплення і пов'язаних з ними питань інженерної підготовки міських територій важливим є вірний вибір і техніко-економічне обґрунтування заходів, що проєтуються та

впроваджуються. Економічна оцінка заходів із захисту територій визначається вартістю робіт на 1 га території, що захищається від затоплення.

4.8. Водотоки і водовідведення в умовах обвалування територій

При захисті міських територій від затоплення методом обвалування необхідно враховувати, що в період підняття горизонту води виникає ряд обставин, що ускладнює експлуатацію дамби. Вони потребують проведення спеціальних заходів, пов'язаних з можливістю: затоплення міської території поверхневими водами в басейні огороженої території у зв'язку зі складністю їх скидання самопливом внаслідок різниці відміток водостічної мережі та рівня води в річці або водоймі; затоплення територій водотоків, які проходять по огороженій території, через різницю у відмітках рівнів води у водотоці та річці; підтоплення міської території внаслідок підпору і фільтрації води через тіло дамби та її основу.

Організація стоку поверхневих вод з міської території при захисті її від затоплення дамбами обвалування на відміну від суцільної підсипки має свої особливості, що пов'язано зі складністю відводу поверхневих вод в період високих рівнів в річці. При низьких рівнях води в річці скидання поверхневих вод здійснюється самопливом через тіло дамби, причому труби забезпечуються спеціальними клапанами і засувками, що перекривають стік під час повені та паводків.

Для запобігання затоплення міської території поверхневими водами, застосовуються такі заходи: тимчасова акумуляція поверхневих вод в накопичувальних басейнах та інших регулюючих ємкостях; перекачування зібраних поверхневих вод через дамбу за допомогою насосних станцій. В якості накопичувальних басейнів на території міста можуть використовуватись існуючі та новостворені ставки.

Водостічна мережа міста проектується таким чином, що траси головних колекторів, які збирають поверхневі води із всього басейну стоку, закінчуються в 2-3 місцях розташування накопичувальних басейнів. Об'єм накопичувальних

басейнів розраховується за максимальними витратами водостічних колекторів. Розрахунок проводиться на максимальні витрати із 1% забезпеченістю (одноразове переповнення басейну можливе 1 раз у 100 років). При визначенні місця для зведення накопичувального басейну необхідно враховувати, що при перевищенні розрахункового дощу, що приймається для визначення ємкості накопичувального басейну, може затоплюватись деяка територія, яка розташована біля басейну.

Об'єм накопичувального басейну при повній акумуляції поверхневого стоку (V) визначається за формулою:

$$V = 10h \cdot \psi \cdot F, \text{ м}^3 \quad (4.8)$$

де h – максимальний шар опадів за період паводку, *мм*;

ψ – середній коефіцієнт стоку, який приймається залежно від благоустрою міської території;

F – площа водозбірного басейну, *га*.

Накопичувальні акумулюючі басейни виконують свої функції збору поверхневих вод тільки під час паводків, але в декоративних та рекреаційних цілях вони зберігають своє значення як міські водойми впродовж року. Із накопичувальних басейнів зібрана вода скидається в річку після пониження в ній рівня.

Другий спосіб скидання поверхневих вод, який забезпечує незатоплюваність міської території – механічне перекачування їх у водойму. Водостічна мережа в такому випадку проектується таким чином, щоб зібрані води направлялись до насосних станцій. Насосні станції розташовуються в кожному басейні стоку, в понижених місцях. Залежно від розміщення насосних станцій трасуються головні колектори дощової каналізації рис. 4.7.

Кількість насосних станцій та їх розміщення визначається залежно від кількості басейнів стоку, площі стоку, загальної протяжності водостічної мережі міста і розрахункової витрати в колекторах цієї мережі. При наявності

значних площ стоку, а також при великій протяжності дамби вздовж берегу річки необхідно передбачати спорудження кількох насосних станцій.

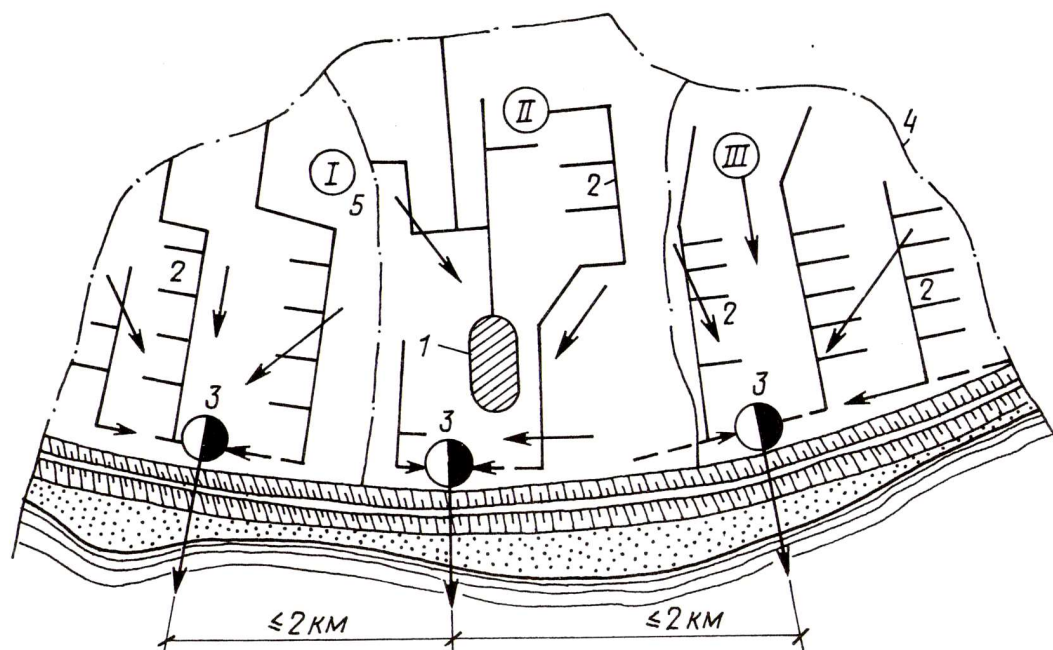


Рис. 4.7. Схема організації стоку поверхневих вод з механічним перекачуванням: 1 – накопичувальний басейн; 2 – водостічний колектор; 3 – насосна станція; 4 – межа загального басейну стоку; 5 – номер басейну стоку

Оскільки дощі випадають нерівномірно, поступання води на насосні станції також характеризується нерівномірністю і періодичністю. Нерівномірність стоку, в свою чергу, пов'язана з різним режимом роботи насосних станцій. Щоб запобігти таким обставинам, доцільно влаштовувати на насосних станціях регулюючі резервуари з відповідними об'ємами. Їх зведення дає можливість створити оптимальні умови роботи станцій, що дозволяє зменшити потужність насосів за рахунок збільшення часу перекачування поверхневих вод.

Пониження та стабілізація горизонту поверхневих вод на підтоплюваній території здійснюється шляхом влаштування дренажної системи – берегового дренажу з перекачуванням зібраних дренажних вод у річку або водосховище.

Запитання для самоконтролю

1. Які явища називають повенями та паводками?
2. Які затоплення територій відносять до тимчасових, а які до постійних?
3. Наведіть основні заходи із захисту міських територій від затоплення.
4. Яка суть методу суцільної підсипки затоплюваних територій? Область застосування, переваги і недоліки.
5. Яка суть методу обвалування затоплюваних територій? Область застосування, переваги і недоліки.
6. Які основні варіанти обвалування територій міста?
7. Як здійснюється захист від затоплення міських територій методом регулювання стоку у річках?
8. Як можливо збільшити пропускну здатність русла річки?

ЛЕКЦІЯ 5.

ТЕМА: ЗАХИСТ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ

ПЛАН

- 5.1. Загальні відомості про підземні води
- 5.2. Задачі інженерної підготовки підтоплюваних територій
- 5.3. Типи дренажів і дренажних систем
- 5.4. Проектування дренажів

5.1. Загальні відомості про підземні води

Всі гірські породи поділяються на водопроникні та водонепроникні. Перші поглинають воду і транспортують її в своєму середовищі. Другі не пропускають воду і, підстилаючи водонепроникні шари, є для них водоупором.

Джерелами живлення ґрунтових вод на території міста є:

- атмосферні води, які проникають в ґрунт шляхом інфільтрації опадів;
- підземні води, які поступають з верхніх територій у вигляді потоків води в товщі водоносних шарів;
- руслові води річок і водосховищ, які проникають в товщу берегового ґрунту в результаті фільтрації цих вод.

Підземні води в межах міських територій за видами джерел живлення і положенням під поверхнею землі поділяють на такі групи:

- верховодка – атмосферні води, які просочились з поверхні землі та затримались на окремих водоупорних шарах на порівняно невеликій глибині (рис. 5.1а); утворюється в період дощів або танення снігів, має непостійний рівень внаслідок поступового просочування води. Утворення верховодки залежить від організації поверхневого стоку і загального благоустрою території міста;
- води у зваженому стані утворюються атмосферними опадами, які випадають і просочуються на ділянках слабопроникних ґрунтів; не мають водоупору та утримуються в ґрунті капілярним натягом (рис. 5.1б). Зберігаються нетривалий період і просочуються до водоносного горизонту. Утворення таких вод визначається станом поверхні, рівнем організації стоку і благоустрою території;

– ґрунтові води утворюються інфільтрацією атмосферних опадів в землю і фільтрацією із водойм, створюючи потік підземних вод. Це перший від поверхні водоносний шар, який залягає на витриманому водоупорі, з розповсюдженням на великі площі (рис. 5.1в). Рівень ґрунтових вод підлягає зміні залежно від пори року та опадів. Ґрунтові води часто зустрічаються на порівняно невеликій глибині від поверхні ґрунту та відіграють головну роль у підтопленні міських територій і, відповідно, в інженерній підготовці та благоустрої;

– міжпластові води – підземні води, розташовані між двома водоупорами (рис. 5.1г). Вони можуть бути безнапірними і напірними. Вони залягають на великій глибині та рідко підтоплюють міські території. Однак, в деяких випадках у верхньому водоупорному шарі можливе капілярне підняття води, що може викликати надлишкове зволоження ґрунту або підтоплення території;

– артезіанські води – підземні води, які перебувають під тиском, що значно перевищує атмосферний, і належать до водоносних горизонтів, які залягають між водотривкими пластами в межах геологічних структур (рис. 5.1д).

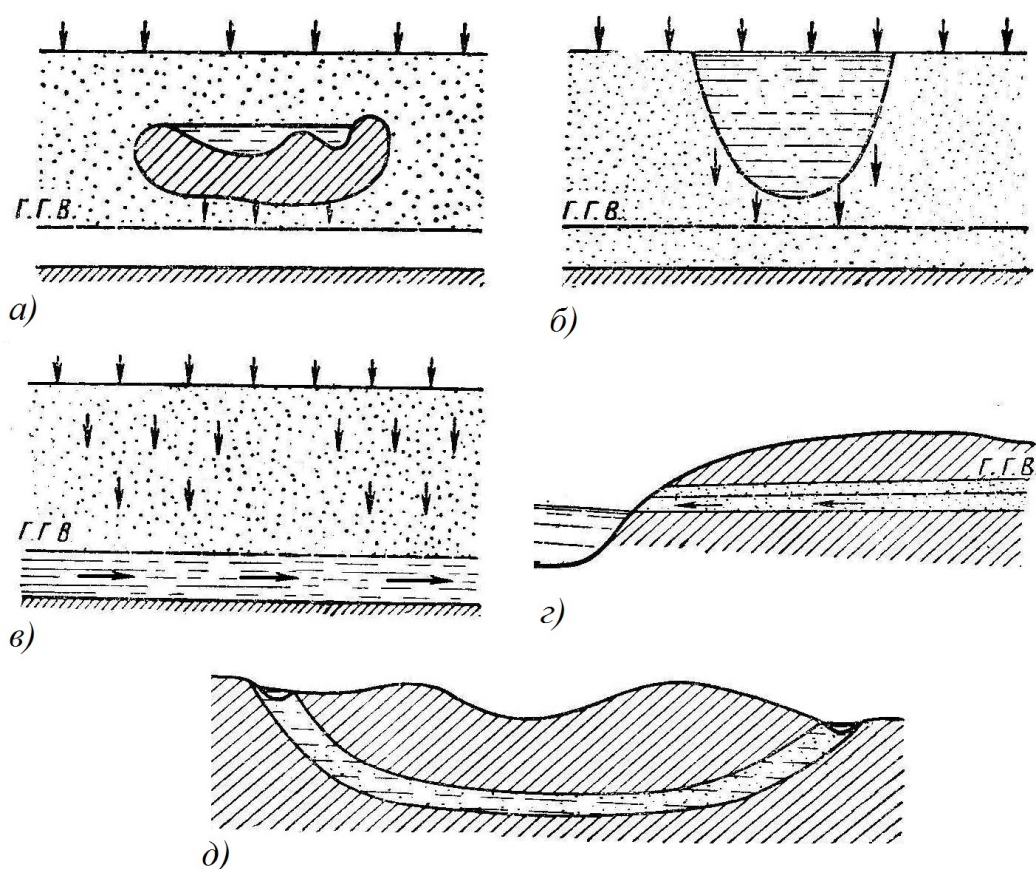


Рисунок 5.1 – Види підземних вод: а) верховодка; б) води у зваженому стані; в) ґрунтові води; г) міжпластові води; д) артезіанські води; ГГВ – горизонт ґрунтових вод

5.2. Задачі інженерної підготовки підтоплюваних територій

Підтоплення міських територій виникає при високому рівні підземних вод і супроводжується зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів, зменшенням їх несучої здатності та природного ґрунтового опору, ускладнює будівництво та експлуатацію будівель і споруд, погіршує санітарні умови міських територій. Вода, яка виходить на поверхню або наближається до неї, утворює заболочення або болота.

Підтоплення призводить до зміни хімічного складу ґрунтових вод, забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтового покриву.

Підземні води сприяють ерозії ґрунтів, утворенню ярів, активізації зсувних процесів та ін.

Задачами інженерної підготовки при підтопленні території є: пониження рівня підземних вод, осушення територій, захист міських будівель і споруд від підтоплення.

Ці задачі вирішуються шляхом влаштування дренажних систем в комплексі з вертикальним плануванням міської території і організацією стоку поверхневих вод.

Дренажні системи застосовуються в інженерній підготовці і благоустрої територій з ярами, зсувними схилами, при захисті міської території від підтоплення водами річок і водосховищ, при підйомі в них рівня води, який викликаний підвищенням рівня ґрунтових вод, а також при захисті будівель і споруд від затоплення. Дренажні системи влаштовують при будівництві міських вулиць і доріг, підземних тунелів, глибокоземних споруд, підпірних стінок на набережних та в інших випадках.

Граничні глибини залягання ґрунтових вод залежить від призначення підтопленої території, існуючих та запроектованих будівель і споруд. Для різних за призначенням і забудовою міських територій гранична глибина залягання ґрунтових вод становить [2] (табл. 5.1). На територіях промислових зон та окремих підприємств граничні глибини залягання ґрунтових вод

визначаються відповідно до технологічних вимог виробництв, стандартів підприємств, галузевих стандартів. Однак, на прилеглих до промислових зон територіях іншого призначення ці глибини повинні відповідати до призначення території.

Таблиця 5.1 – Граничні глибини залягання ґрунтових вод для територій міст та селищ

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 підшви фундаментів споруд Те саме
Малоповерхова садибна забудова	Не менше 1,5	Не менше глибини промерзання
Вулиці, дороги, площі	Не менше 1,0	Те саме
Міжміські шляхи в межах міст та селищ	Згідно з нормами будівництва автомобільних доріг	Не менше глибини промерзання
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
*Граничні значення залягання ґрунтових вод, необхідні для нормального росту дерев: тополя – 0,4 м; фруктові дерева – 1,0-1,5 м; береза – 1,5 м; для інших порід дерев – за спеціальними довідниками.		

5.3. Типи дренажів і дренажних систем

Дренаж представляє собою систему пристроїв для штучного пониження рівня ґрунтових вод, який розрахований на тривалий період безперервної дії.

Дренажні системи – це окремі лінії або дренажні мережі, які складаються з дрен осушувачів, дрен збирачів, колекторів для відводу підземних вод, які надходять в мережу і спеціальних споруд на мережі (оглядових колодязів, насосних станцій та ін.).

Загальна ідея роботи дренажної системи полягає в тому, що ґрунтові та інфільтраційні води (атмосферні) поступають в дрени в силу зменшення опору дрен у порівнянні з ґрунтом і різким збільшенням коефіцієнту фільтрації в конструкціях дрен. Вода спрямовується до дрен по лінії найменшого опору. Залежно від положення водоупору і дрен, а також джерел ґрунтових вод вода поступає в дрени з різних напрямків.

Для інженерного захисту від підтоплення ґрунтовими водами територій і споруд влаштовують дренажі наступних видів:

- відкритий;
- закритий з дренажним матеріалом;
- закритий трубчастий;
- галерейний;
- вертикальний;
- пластовий.

Відкритий дренаж найпростішого типу – це система відкритих каналів або траншей, дно яких влаштовують нижче рівня ґрунтових вод. Їх глибина обмежена умовами виконання робіт і експлуатації.

Застосування відкритих дренажів в умовах міста несумісне з благоустроєм міських територій, з міськими вулицями і забудовою. Тому, відкритий дренаж може влаштовуватись на незабудованій території, на ділянках зелених насаджень, в приміській зоні міста і в зоні відпочинку. Однак, і в цих умовах відкриті канали і траншеї необхідно розглядати як тимчасові заходи, які при першій можливості необхідно замінити підземним дренажем.

Закриті дренажі – це траншеї з вертикальними стінками (рис. 5.2 а), заповнені дренажними матеріалами. Такий дренаж не перешкоджає використанню території з містобудівельною метою, але в містах з капітальною

багатоповерховою забудовою цей тип дренажу не може забезпечити стабільне пониження рівня ґрунтових вод і не виключає можливість виникнення аварій і катастроф. Надійність роботи закритого дренажу, можливість його постійного засмічення і складність очищення визначає його застосування тільки на територіях з некапітальною тимчасовою забудовою, на ділянках зелених насаджень, в приміській зоні і т.д.

Різновидом закритого підземного дренажу є *трубчастий дренаж*, який використовують в міських умовах (рис. 5.2 б) Конструкція трубчастого дренажу представляє собою дренажну трубу з дренажною обсіпкою, яка захоплює ґрунтові води. Траншея трубчастого дренажу засипана повністю і на поверхню землі виходять лише люки колодязів, які встановлені на дренажних лініях.

Для влаштування трубчастого дренажу використовуються керамічні, бетонні і азбестоцементні труби. Ґрунтові води поступають в труби через незаповнені стики, щілини і отвори. Найбільш доцільно застосовувати перфоровані азбестоцементні труби із стиками з муфтами або без них.

Діаметри дренажних труб знаходиться в межах 100...250 мм, але можуть бути і більші, дренажних колекторів, які відводять зібрані води – 400 мм і більше.

В якості фільтраційного матеріалу в дренажній системі використовують гравій, щебінь та крупнозернисті піски. Фільтраційний матеріал (обсіпку) – є основним елементом дренажу, що здійснює захват підземних вод. Обсіпка є проміжним шаром між дрібними фракціями водонасиченого ґрунту і водоприймальними отворами дренажних труб. Вона запобігає виносу частинок водонасиченого ґрунту в дренажну трубу, але й сама не повинна проникати в неї. Тому в обсіпці повинна бути дрібна і крупна фракції матеріалу, який використовується. В кожному конкретному випадку виконується підбір складу обсіпки з врахуванням крупності зерен ґрунту водонасиченого шару і самої обсіпки.

Альтернативою трубчастого дренажу є трубофільтри – пористі труби, стінки яких виконують функції обсіпки. В такій конструкції звичайна обсіпка

відсутня або застосовується у простішому вигляді. Трубофільтри виготовляють із пористого бетону, керамзитобетону і керамзитового скла. Трубофільтри з пористого керамзитобетону застосовуються у ґрунті поза зоною промерзання і при відсутності агресивних вод, трубофільтри із керамзитового скла – в умовах агресивних вод.

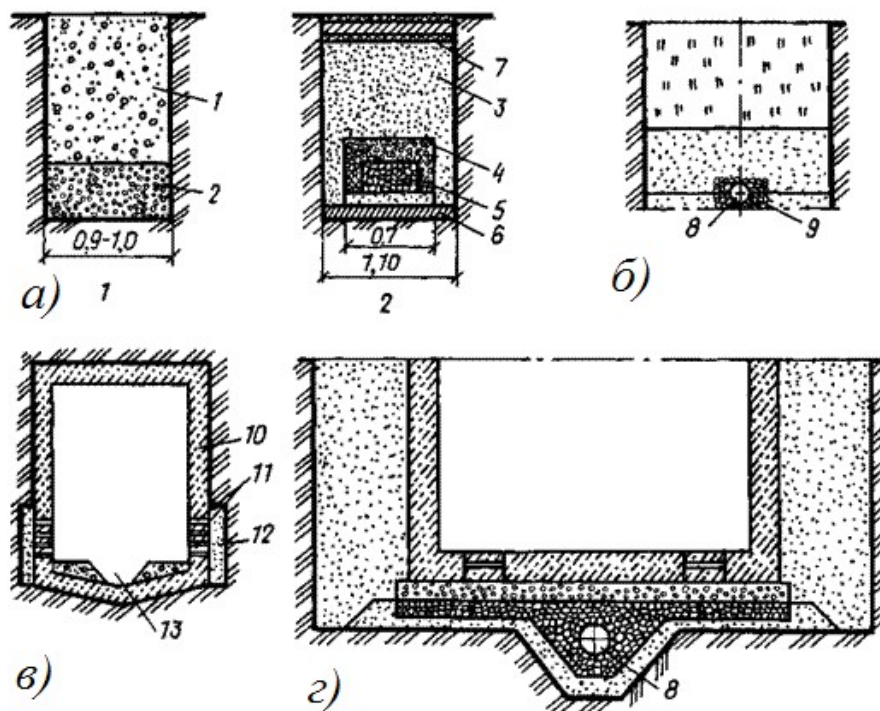


Рисунок 5.2 – Конструктивні рішення дренажів: а) закритий дренаж найпростішого типу; б) закритий, трубчастий дренаж; в) галерейний дренаж; г) пластовий дренаж; 1 – щебеневий дренаж; 2 – кам'яно-щебеневий дренаж; 1 – місцевий ґрунт; 2 – щебінь або гравій; 3 – пісок; 4 – гравій; 5 – кам'яна викладка; 6 – глинобетонна подушка; 7 – два шари дерну з глиняним прошарком; 8 – дренажна труба; 9 – дренажна обсіпка; 10 – монолітна залізобетонна конструкція; 11 – водоприймальні отвори в стінках; 12 – дренажний шар гравію; 13 – лоток в галереї

В якості підземних дренажів в несприятливих умовах, зокрема, на зсувних територіях, застосовують *галерейні дренажі* прохідного або напівпрохідного типів (рис. 5.2 в), що прокладаються у відкритих траншеях або за допомогою підземних проходок. В практиці використовують штольні або щитові проходки. Матеріалом для будівництва галерейних дренажів служить бетон або залізобетон.

Вертикальний дренаж – ряд або група вертикальних трубчастих колодязів, що є дренами-осушувачами. Колодязі об'єднуються трубами, що

відводять воду, і з'єднуються із насосною станцією. Видалення зібраних вод здійснюється за допомогою насосів (рис. 5.3а) або сифонної установки (рис. 5.3б). Поступаючи на насосну станцію в приймальний резервуар дренажні води перекачуються за допомогою відцентрових насосів у водойми або міський колектор водостічної мережі.

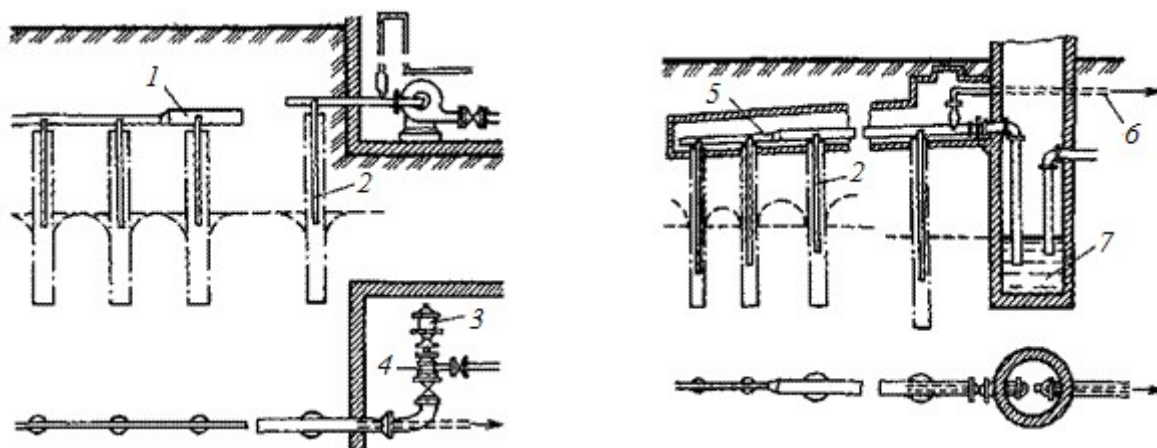


Рисунок 5.3 – Схема влаштування вертикального дренажу: а) із всмоктуючим трубопроводом; б) з сифоном; 1 – всмоктуючий трубопровід; 2 – всмоктуюча труба; 3 – електродвигун; 4 – насос; 5 – сифонний трубопровід; 6 – до вакуум-насосу; 7 – приймальний резервуар

Робота насосної станції полягає у створенні вакууму в дренах і в колекторах, які відводять воду, а також у перекачуванні зібраних вод у водоймища або водостічну мережу. Пониження рівня ґрунтових вод відбувається при безперервному відкачуванні і відведенні води.

Основним елементом вертикального дренажу є вертикальні трубчасті колодязі-дрени, водовідвідна труба-колектор і насосна станція.

При роботі дренажної системи навколо кожного колодязя утворюється чарунка, обрис якої представляє собою криву депресії. При ряді кількох колодязів депресійні криві з'єднуються і утворюють загальну депресію ґрунтових вод. Кожна депресійна чарунка характеризується величиною

$$R_{\text{депресії}} \cdot$$

Принцип роботи вертикального дренажу сифонного типу полягає у створенні вакууму в трубчастих колодязях-дренах і дотриманні умов сполучених посудин.

Встановлення трубчастих колодязів виконується опускним способом або з допомогою бурового обладнання. Прокладання колектора, який відводить воду, здійснюється у відкритій траншеї. Насосна станція споруджується у відкритих котлованах.

Вертикальна дренажна система застосовується при великому притоці води і при необхідності перехвату цих вод на великій глибині. Найбільш часто вертикальний дренаж застосовується в якості берегового дренажу для перехвату фільтруючих вод з річки, а також при локальному захисті окремої глибокоземної споруди (підземні гаражі, підвали, тунелі та ін.).

Пластові дренажі всіх видів мають локальне значення у відведенні ґрунтових вод від окремих будівель і споруд (рис. 5.2 з) В інженерній підготовці міських територій при значних площах осушення вони суттєвого значення не відіграють, а відносяться до будівельних робіт із зведення окремих об'єктів.

Призначення пластового дренажу полягає в прийомі води із ґрунту, що прилягає до споруди і захисту споруди від проникнення в неї ґрунтових вод.

Пластові дренажі є стрічковими та площинними. Прикладом стрічкового пластового дренажу є дренаж крупних підземних колекторів і загальних колекторів для сумісної прокладки в них підземних комунікацій. Площинні пластові дренажі служать для осушення підвалів будинків та основ дорожньої конструкції. У випадку осушення підвалів будинків, площинний пластовий дренаж суміщається із пристіночним дренажем, який призначений для перехвату ґрунтових вод і верховодки біля фундаменту будівель та застосовується при неглибокому водоупорі.

Залежно від потужності потоку підземних вод і розрахункових витрат, а також від призначення дренажу, дренажні системи можуть бути:

- а) однолінійними, з горизонтальними або вертикальними дренами;
- б) дволінійними, при влаштуванні двох паралельних дренажних ліній;

в) у вигляді системи паралельних дренажних ліній, більш або менш рівномірно розташованих по осушувальній площі.

Залежно від положення по відношенню до водоупору розрізняють дренажі вдосконаленого типу (розташовані безпосередньо над водоупором) і невдосконаленого типу (не доходять до водоупору і знаходяться у зваженому стані в ґрунті).

За своїм призначенням і розташуванням відносно підтоплюваних територій розрізняють наступні дренажні системи: (рис. 5.5):

– **головний дренаж** – перехоплює підземний потік, який іде у напрямку міста. Основна задача цієї системи полягає в захисті території міста від підтоплення.

– **систематичний (площинний) дренаж** – призначений для осушення порівняно великих територій шляхом пониження рівня ґрунтових вод по всій території.

– **кільцевий (контурний) дренаж** – прокладається навколо або по контуру споруди, групи будівель і споруд. Задачею кільцевого дренажу є захист підземних (підвальних) приміщень від підтоплення ґрунтовими водами, а також осушення території.

– **береговий дренаж** – призначений для захисту територій міста від підтоплення фільтраційними водами зі сторони річки, або іншої водойми при високому рівні або періодичних паводках на річці.

– **спеціальний дренаж** – призначений для перехвату вод і осушення окремих ділянок міської території у зв'язку із заходами з інженерної підготовки.

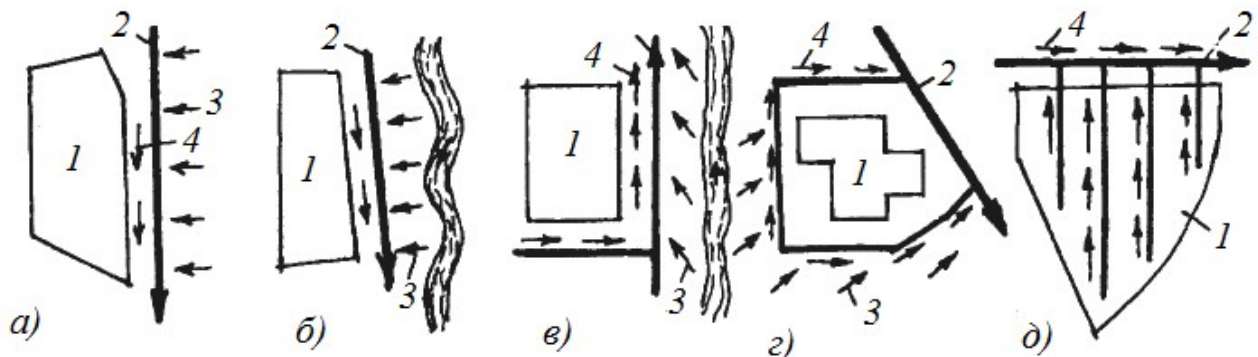


Рисунок 5.5 – Схеми дренажних систем: а) головний дренаж; б) береговий дренаж; в) подвійно лінійна система в) кільцевий дренаж; г) систематичний дренаж; 1 – територія, що захищається; 2 – траса дренажу; 3 – напрямок руху потоку ґрунтових вод; 4 – ухил по трасі дренажу.

5.4. Проектування дренажів

Траси дренажів проектують, з огляду на загальні вимоги розміщення підземних мереж, забезпечуючи умови ефективної роботи водо-понижувальних споруд. З цих міркувань їх розміщують поза проїзною частиною вулиць і за межами вимощення будівель, в місцях, де забезпечується максимальних перехоплення ґрунтових вод дренажами. Так, при підживленні цих вод атмосферними опадами трасу дрен, що знижує РГВ, прокладають по можливості в зоні максимальної їх інфільтрації. Якщо ж джерелом живлення служать притікає «збоку» ґрунтові води, то трасу, прокладати нормально до напрямку потоку, розміщують на ділянках з найбільш високими відмітками покрівлі водоупору. Для спостереження за роботою дренажних систем на мережі проектують оглядові колодязі, розміщуючи їх на прямих ділянках траси з певним кроком, а також в місцях зміни його напрямку та з'єднання окремих гілок дренажу.

Глибину закладення дренажу, відстань між дренами та необхідне положення РГВ, а також його дебіт визначають гідрогеологічних (фільтраційним) розрахунком. При цьому враховують, що найменше заглиблення дренажних колекторів обмежують глибиною промерзання ґрунту, а найбільше беруть в залежності від необхідного рівня зниження ґрунтових вод і способів виконання робіт.

Проектні ухили горизонтальних дрен призначають, враховуючи гідравлічні умови їх роботи, потужність і падіння водоносних пластів. Ухили досконалого дренажу в значній мірі визначають умови водоносного пласта, а недосконалого - диктують гідрогеологічні особливості та допустимі глибини закладення. Мінімальні поздовжні ухили при трасуванні дренажів орієнтовно приймають: для літаків 0,003 ... 0,005, закритих із суцільним заповненням 0,01, трубчастих при діаметрах $d < 0,2 \text{ м}$ - 0,002 ... 0,003, при $0,3 \text{ м} > d > 0,2 \text{ м}$ - 0,0015, а при великих діаметрах 0,0005, галерейних дрен 0,001.

Для запобігання замулювання дрен швидкість течії дренажних вод повинна бути у відкритих лотках не менше 0,2 м / с, а в трубчастих 0,15 ... 0,3 м / с. Максимальні не розмивають швидкості залежать від матеріалу труб або типу кріплення відкритих дрен і зазвичай вони не перевищують 2 м/с, а оптимальні лежать в межах 0,5 ... 0,7 м/с. При закладенні дренажу на

водоупоре, що має крутий ухил, для зменшення швидкостей течії доводиться вдаватися до устрою перепадних колодязів або інших спеціальних споруд.

Заглиблення вертикальних трубчастих колодязів, як і горизонтальних, визначають фільтраційним розрахунком, задаючись величиною необхідного РГВ. Робочу частину дрени в напірних і безнапірних, але однорідних за складом пластах розміщують з різним заглибленням, а при неоднорідному пласті - в найбільш проникних шарах.

Розміри дрен визначають гідравлічним розрахунком відповідно до його розрахунковим дебітом. За умовами експлуатації мінімальні діаметри трубчастих дрен обмежують 0,1 ... 0,15 м. Діаметри колодязів вертикального дренажу залежать від розмірів його фільтрувальної частини, яку розраховують з урахуванням водо-захоплюючої здатності і габаритів обладнання, призначеного для відкачування води.

Конструкції дренажів вибирають в залежності від містобудівних і гідрогеологічних умов і характеристики урвового режиму водоприймача, використовуюваного для скидання дренажних вод.

Проектуючи дренажні системи, розробляють альтернативні варіанти. Остаточне рішення обґрунтовують техніко-економічним порівнянням цих варіантів.

Запитання для самоконтролю

1. Яким чином можливо організувати стік поверхневих вод з міських територій при захисті їх від затоплення дамбами обвалування?
2. З яких джерел живляться підземні води на території міста?
3. На які види поділяють підземні води?
4. Які задачі з інженерної підготовки необхідно вирішувати при підтопленні міських територій?
5. Що являє собою дренаж і дренажна система? Призначення. Принцип роботи.
6. Як за конструктивним рішенням поділяють дренажні системи?
7. Які типи дренажних систем використовують на території міст?
8. Перелічте загальні вимоги до проектування дренажів

ЛЕКЦІЯ 6.

ТЕМА: ОСВОЄННЯ ТЕРИТОРІЙ, РОЗДІЛЕНИХ ЯРАМИ

ПЛАН

- 6.1. Загальні положення
- 6.2. Причини яроутворення
- 6.3. Проектування інженерна підготовки територій розділених ярами

6.1. Загальні положення

Питання з раціонального використанні таких територій вирішують на стадії розробки генерального плану міста. Склад заходів і конструкцій використовуваних споруд при інженерної підготовки територій залежить не тільки від функціонального використання території, а й від того, де знаходиться яр: в межах міста або приміській зоні.

Освоєння територій, рельєф яких пересічений ярами, включає комплекс загальних і спеціальних заходів, спрямованих на запобігання подальшої ерозії ґрунту і раціональне використання схилів і природних виїмок. Склад спеціальних заходів зумовлюється містобудівної цінністю території, інтенсивністю процесів яроутворення і розмірами ярів.

Заходи із інженерної підготовки територій з ярами доцільно проводити одночасно із заходами зовнішнього благоустрою міської території (рис. 6.1).

Заходи з інженерної підготовки території з ярами включають такі роботи:

1. Вертикальне планування території, яке здійснюється за рахунок земляних робіт.
2. Будівництво закритих підземних і відкритих систем для відведення поверхневих (атмосферних) вод.
3. Будівництво дренажних систем для пониження або перехвату ґрунтових вод.
4. Висаджування зелених насаджень з метою укріплення поверхні території з ярами і самих ярів (ухилів, дна).

Вертикальне планування включає наступні заходи:

- суцільну засипку або залив яру;

- часткову засипку із підвищенням відмітки дна;
- вертикальне планування поверхні засипаного яру або пологих схилів і дна яру при його збереженні, а також вертикальне планування прилеглої до яру території;
- зменшення або терасування схилу яру.

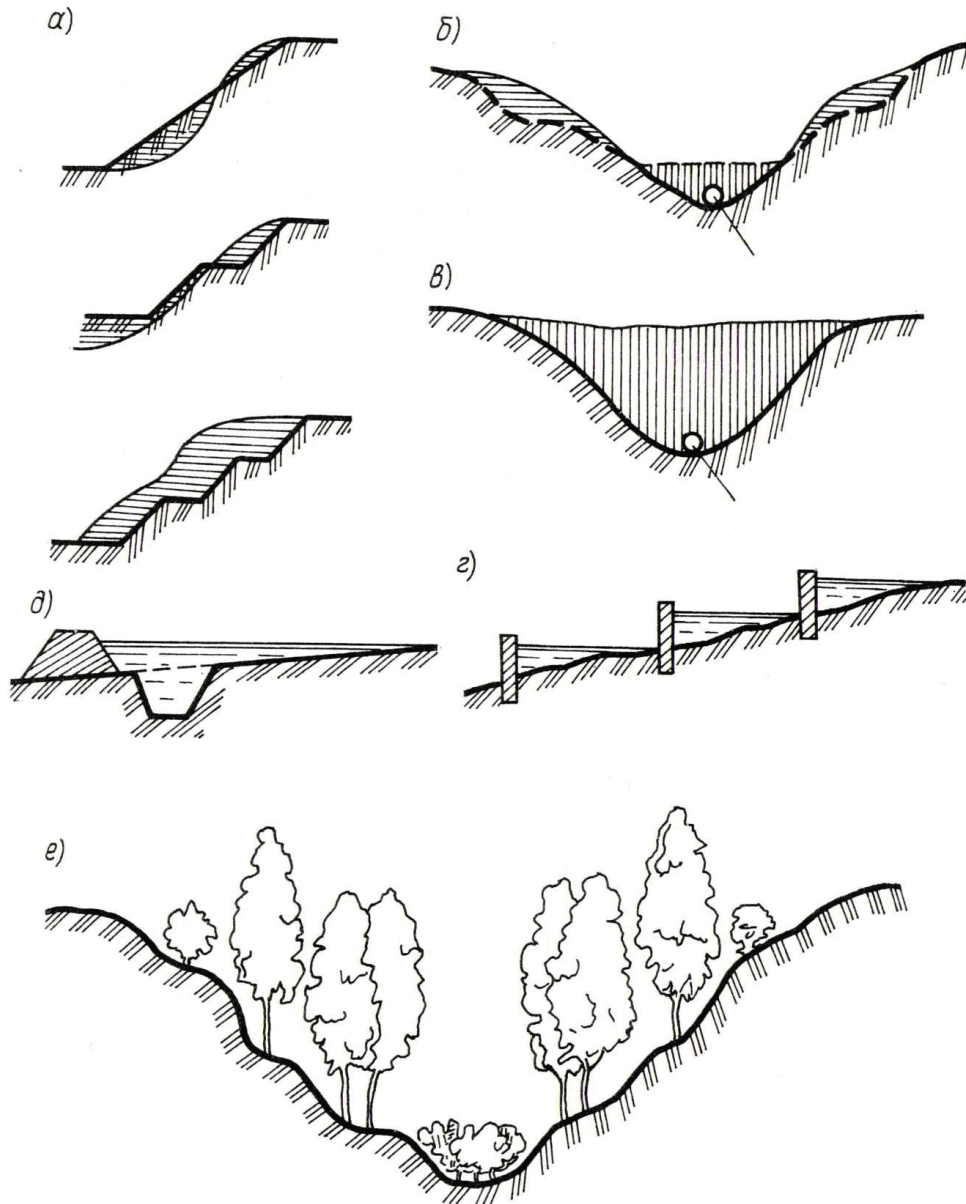


Рисунок 6.1 – Заходи із інженерної підготовки і благоустрою ярів:

- а) зменшення і терасування ухилів; б) часткова засипка; в) суцільна засипка;
- г) влаштування каскаду заплав; д) гірська канава для перехвату поверхневих вод;
- е) озеленення яру

Поверхневі води, які перехоплюються, відводяться у водостічну мережу або по відкритій системі каналів за межі яру.

Відкрита система водовідведення включає: лотки, які збирають поверхневі води по верху яру; направляючі лотки по схилах яру (рис. 6.2); канави або підземні колектори, які відводять поверхневі води у водойму.

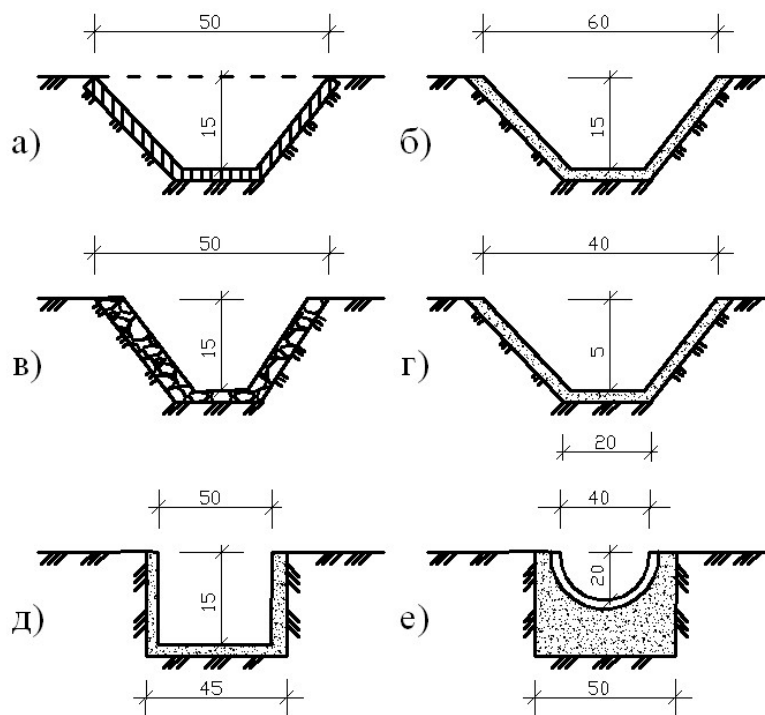


Рисунок 6.2 – Канави і лотки, що влаштовуються на схилах яру:
 а, б) бетонні малі канави; в) канава з кам'яним укріпленням ухилів;
 г) дрібний лоток; д) прямокутний переріз канави, лотка; е) лоток напівкруглого перерізу

6.2. Причини яроутворення

З геологічної точки зору утворення ярів є наслідком струйчатої ерозії, викликаної періодичної діяльністю води. Під час сніготанення і рясних дощів потоки поверхневих вод поступово утворюють на схилах поверхні витягнуті промоїни - яри, так звані депресії рельєфу.

Найбільш сильного розмиву схильні до лесовидні і глинисті ґрунти, особливо при відсутньої рослинності і розчленованості рельєфу. У розвитку ярів можуть брати участь і ґрунтові води, які розкриваються при врізанні дна і схилів яру в товщу водоносних порід.

Яри можуть утворюватися в наслідок господарської діяльності людини. Безсистемна розробка ґрунту на схилах та у їх підніжжя, неорганізований скид відпрацьованої води, витoki з каналізаційних і водопровідних мереж є причинами яроутворення.

Параметри поздовжнього і поперечного профілю залежать від стадії розвитку яру. Поздовжній профіль дна яру має неоднаковий ухил. Його величина зменшується від вершини до гирла (рис. 6.3). У плані яри утворюють різні форми, відповідні топографії місцевості. Нерідко вони мають бічні відгалуження - отвершки, це яри в початковій стадії розвитку.

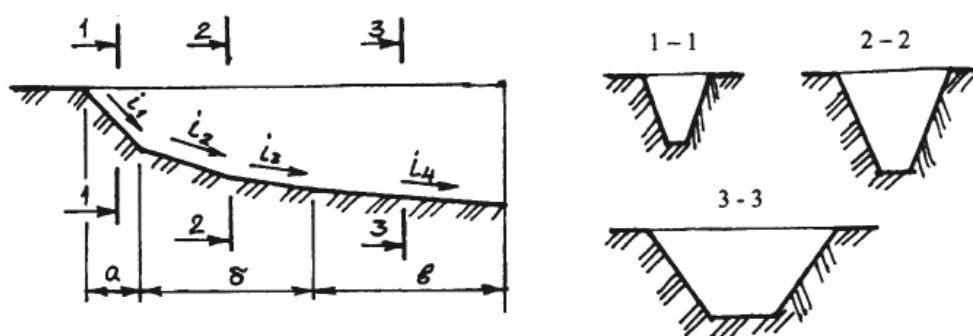


Рисунок 6.3 – Схеми поздовжнього і поперечного профілів яру:

а, б, в) відповідно верхня, середня і гирлова частини з ухилами

6.3. Проектування інженерної підготовки територій розділених ярами

Інженерна підготовка спрямована на запобігання розвитку процесів яроутворення з урахуванням містобудівного призначення освоєваних земель.

Для ярів, розташованих в межах міста, в першу чергу організують поверхневий стік на прилеглий території, передбачаючи виключення скидання дощових вод в яр за рахунок обгінних водовідвідних систем, а при необхідності проектують і дренажні пристрої. Одночасно планують схили яру, роблячи їх більш пологими (рис. 6.2) і супроводжуючи вертикальне планування захистом схилів від водної та вітрової ерозії.

При висоті укосів понад 5 ... 6 м з міркувань забезпечення стійкості влаштовують берми (рис. 6.2, б), ширину яких беруть не менше 2 м.

Нерідко берми використовують в якості пішохідних доріжок, тоді їх ширину призначають відповідно до вимог горизонтального планування.

Поперечний ухил берм проектують в сторону водовідвідного лотка, а його розміщують біля основи вищого схилу.

До терасування схилів вдаються в тих випадках, коли на схилах яру розміщують будівлі (схема в). Виконання схилів більш пологими та терасування зазвичай поєднується з кріпленням їх поверхні. Для цього на схилах сіють трави, укладають дерен, садять дерева, а на деяких ділянках застосовують кам'яні матеріали.

Поперечний переріз яру може бути засипано частково або повністю. Частково засипають, коли по його дну проектують дороги або інші інженерні споруди (рис. 6.2, а, б), а повністю, якщо в безпосередній близькості проектується будівництво капітальної забудови. Наближення будівель до бровки уположеного або засипаного яру обмежують безпечною відстанню - не менш 20 м.

Поверхневий стік в яру організують, збираючи зливові води системою лотків, розташованих на бермах або по дну і відводячи їх в місця скидання. На засипаних ділянках яру попередньо укладають дощовий, а при необхідності й дренажний колектор.

Для захисту від розмиву лотки відкритої системи зміцнюють, а їх поперечний переріз визначають з урахуванням пропуску розрахункових витрат та створення швидкостей які не розмивають споруду.

Прокладання лотків зумовлює поздовжні ухили дна яру, при великих величинах яких профіль лотків проектують ступінчастим або крутопохилих.

У передмістях на прилеглий до яру водозбірної площі проводять лесомеліоративні роботи в поєднанні з пристроєм найпростіших гідротехнічних споруд. Все це включає посадку захисних лісосмуг і створення системи нагірних перехоплюючих і водовідвідних каналів. На оброблюваних сільськогосподарських землях в першу чергу проводять агротехнічні та лесомеліоративні заходи. Якщо ж вони неефективні, то додатково проектують земляні гідротехнічні споруди.

До них відносять горизонтальні і похилі вали-тераси, водозатримуючі і водовідвідні вали-канави, розпилювачі стоку. Вали-тераси створюють для скорочення швидкості стоку поверхневих вод і одночасного зменшення ухилів на схилах. Тераси розміщують поперек руху води уздовж горизонталей рельєфу, зазвичай на оброблюваних сільськогосподарських угіддях з ухилами поверхні $3 \dots 8^\circ$.

Для відведення дощових вод проектують водозатримуючі вали, які мають бути розташовані у вершини яру (рис. 6.2, а) або трохи нижче. Багаторядна система валів, розміщених вище вершини яру, пов'язана з втратою великих площ. Очевидні переваги з цієї точки зору має устрій одного вала за схемою б, що затримують великі обсяги стоку.

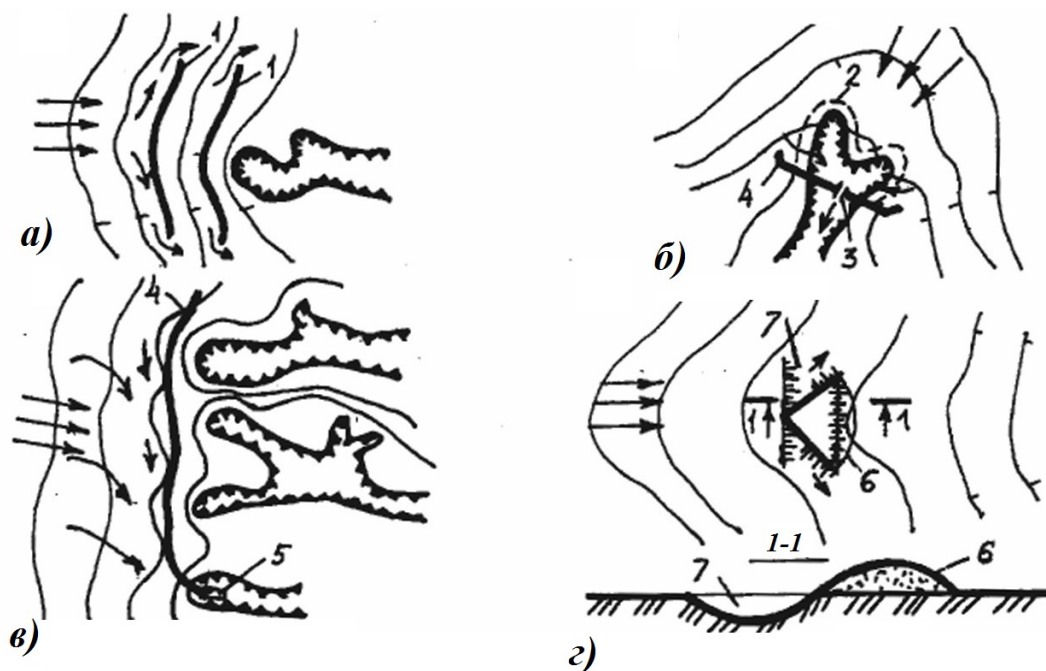


Рисунок 6.2 – Протиерозійні гідротехнічні споруди: 1 - водозатримуючий або водовідвідний вал; 2 - межа уполаживання схилу; 3 - донний водовипуск; 4 - водовідвідний вал; 5 - водозбірна споруда; 6 - розпилювач (земляний вал); 7 - лоток (виїмка)

Водозатримуючі вали особливо ефективні, коли є глибокі, сильно розгалужені яри з крутими схилами, а схили водозбірної площі рівномірно, амфітеатром спускаються до яру. Тоді розміщують дугоподібні в плані вали, що охоплюють вершину яру. Такі вали трасують по горизонталях,

забезпечуючи затримання всього стоку, що прямує до вершини, і виключаючи, таким чином, необхідність будівництва дорогих кріплень вершини.

Водозатримуючі вали відіграють допоміжну роль в регулюванні стоку на прилеглий території, тому їх проектують в поєднанні з протиерозійними заходами на схилах яру.

Водовідвідні вали-канави застосовують для перехоплення і відводу поверхневих вод від ярів з великим числом відгалужень. Розміщення їх в плані визначається топографічними особливостями території (рис. 6.2, в).

Поперечний переріз водозатримуючих і водовідвідних валів-каналів може бути двох варіантів (рис. 6.3). Параметри перетину визначають спеціальним розрахунком для зливого стоку 10% -ної забезпеченості. При цьому позначку гребеня проектують зазвичай не менш ніж на 0,2 м вище розрахункового рівня води при витратах до $1 \text{ м}^3/\text{с}$, якщо витрати стоку знаходяться в межах $1 \dots 10 \text{ м}^3$, перевищення роблять не менше $0,4 \dots 0,5 \text{ м}$.

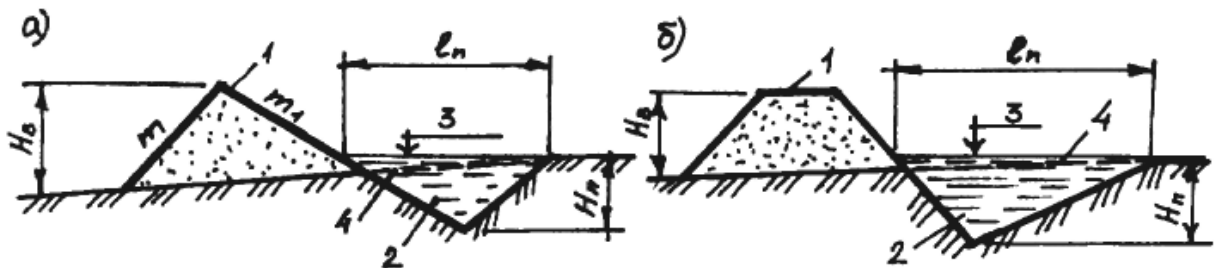


Рисунок 6.3 – Поперечні профілі водозатримуючих і водовідвідних валів-каналів: а) трикутний; б) трапецієподібний; 1 - земляний вал; 2 - прудок-канава; 3-розрахунковий рівень води в ставку; 4 - рівень поверхні території

Досвід будівництва та експлуатації валів показав, що найбільш доцільні широкі вали-балки з пологими схилами ($m_1 = 5 - 8^\circ$) мають глибину $H = 0,5 \dots 0,6 \text{ м}$ та ширину по дну $1,0 \dots 1,5 \text{ м}$.

Поздовжній ухил каналів призначають за тими ж принципами, що і відкритої дощової мережі.

Розпилювачі стоку є найпростіше земляне спорудження (валик) з паралельно розташованим лотком, перегороджують улоговину під кутом 45°

(рис. 6.2, г). Такі споруди дозволяють розосередити водний потік і послабити його руйнівну (розмиваючу силу).

При проектуванні розпилювачів визначають довжину валиків і виїмок, їх розміщення на місцевості та конструктивні елементи. Спеціальних розрахунків при цьому не потрібно, так як параметри залежать від ширини і глибини природної улоговини або інших перешкод, що викликають концентрування стоку.

Розглянуті вище водовідвідні споруди проектують комплексно. Вони в поєднанні з іншими заходами складають загальну систему регулювання поверхневого стоку на прилеглий території. Так, захисні лісосмуги, розміщені поперек стоку, здатні вплинути на його регулювання та затримати ерозійні процеси.

Запитання для самоконтролю

1. Опишіть причини яроутворення
2. Як раціонально використовувати у містобудуванні території розділених ярами
3. У чому полягає інженерна підготовка території розділених ярами
4. Опишіть принцип дії протиерозійних гідротехнічних споруд
5. Принципи розміщення водозатримуючих і водовідвідних валів-каналів
6. Як поділяють яри? Як їх класифікують?
7. Які задачі з інженерної підготовки необхідно вирішувати на міських територіях з ярами?

ЛЕКЦІЯ 7

ТЕМА: ЗСУВИ І ПРОТИЗСУВНІ ЗАХОДИ

ПЛАН:

- 7.1. Причини утворення і характеристики зсувів
- 7.2. Задачі інженерної підготовки зсувних територій
- 7.3. Протизсувні заходи

7.1. Причини утворення і характеристики зсувів

Зсув це фізико-геологічне явище, повільний, а в окремих випадках швидкий рух (переміщення, ковзання, зсування) земляних мас вниз по схилу під дією сили тяжіння у зв'язку зі зміною фізичних властивостей ґрунтів за участю поверхневих, підземних вод і атмосферних опадів.

Причини виникнення зсувних явищ поділяють на:

- пасивні - рельєф місцевості та геологічна будова, крутизна схилу;
- активні - діяльність поверхневих і підземних вод, атмосферних агентів (сонце, вітер, опади, температура), сейсмічних явищ, а також діяльність людини, що активізує зсувний процес (навантаження схилу будівлями та ін.).

Активізації зсувів сприяють поверхневі води. В результаті їх дії відбувається зволоження ґрунтів зсувного схилу, розмив берега, відмив дна, змочування поверхні ковзання. У розмиві відкосів на берегах морів і великих річок має прибіг хвиль.

Діяльність підземних вод призводить до зволоження порід, створення гідродинамічного тиску потоку, до різкого падіння природного тиску на підстилаючи пласти.

Дія атмосферних агентів проявляється у вивітрюванні ґрунтів зсувного схилу.

Суттєве значення мають сейсмічні умови - землетруси, в результаті дії яких порушується зв'язність і зчеплення в породах, що утворюють зсувний схил.

Активізації зсувних явищ сприяє і діяльність людини. Підрізка схилів, навантаження схилів при будівництві споруд, вирубка зелених насаджень на

схилах призводить до порушення рівноваги земляних мас зсувного схилу та переміщенню центру ваги зсуву.

Суттєво активізує зсувні явища будівництво ГЕС і водосховищ, спортивних споруд та мостів, що порушують рівновагу земляних мас на зсувних схилах.

За активністю зсуви поділяються на:

- діючі активні;
- тимчасово призупинені;
- неактивні.

За характером руйнувань розрізняють наступні види зсувів (рис. 7.1):

- **зсуви ступінчасті** - найбільш небезпечні. Вони характеризуються великою потужністю при русі, утворюють зсувні уступи. Ступінчасті уступи можуть мати велику ширину смуги зміщення. Після деякого часу грані уступів згладжуються і утворюють кілька рядів.

- **суфозійний зсув** - зміщення зсувного тіла внаслідок виносу піщаних та інших дрібних частинок із ґрунту зсувного схилу фільтраційним потоком.

- **контактні зсуви** характерні для зсувних зон з геологічною будовою у вигляді явно виражених почергових шарів вапняку і піщаника з глинистими сланцями при їх похилому розміщенні.

- **кам'яні і щебенисто-глинисті потоки** характеризуються обвалами, що утворюють навали малих і великих глиб, що спускаються вниз по схилу.

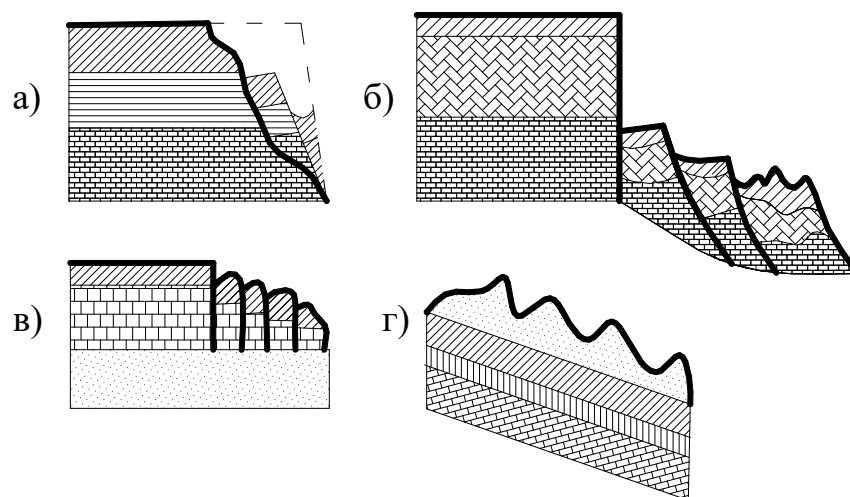


Рисунок 7.1 – Види зсувів: а) зсув ступінчастий; б) ступінчастий зсув видавлювання; в) суфозійний зсув; г) контактний зсув

7.2. Основні містобудівельні задачі у боротьбі із зсувами

Основними містобудівельними задачами у боротьбі із зсувами є:

- забезпечення стабільного стану зсувного схилу, тобто збереження рівноваги всіх діючих на схил сил;
- використання зсувного схилу і прилеглих територій з тією чи іншою містобудівельною метою.

Вирішення цих задач здійснюється шляхом інженерної підготовки зсувних територій і схилів із застосуванням протизсувних заходів.

Протизсувні заходи поділяються на:

- профілактичні;
- докорінні.

Профілактичні заходи мають на меті зберегти рівновагу сил і стабілізацію зсуву; докорінні – усувають основні причини виникнення і дії зсувів, затримують і перешкоджають руху зсуву, виключаючи тим самим його активізацію в майбутньому.

Профілактичні заходи у боротьбі із зсувами виконувати набагато легше порівняно із заходами, які здійснюються на тій же ділянці при повному розвитку зсувного процесу.

Вирішення завдань інженерної підготовки територій із зсувними явищами вимагає наявності вичерпної інженерно-геологічної, гідрогеологічної і гідрологічної інформації.

При цьому основними завданнями є встановлення:

- суті явища і причину його виникнення;
- меж розповсюдження зсувних явищ вздовж схилу і можливості впливу на територію міста;
- характеру руху зсуву;
- дії зсуву в перспективі.

Вивчення зсувного схилу включає вивчення явища зсування і супутніх процесів на прилеглих територіях (яроутворення, підтоплення схилу, рух підземних вод).

При проектуванні протизсувних заходів використовують матеріали і дані інженерних досліджень, в склад яких входить: збір і систематизація матеріалів, які відносяться до зсувної ділянки; вивчення тіла зсуву за допомогою геодезичних зйомок, геофізичних, бурових та інших видів робіт; вивчення

властивостей ґрунтів і режиму підземних вод; спостереження за рухом зсуву, що включає визначення швидкості і характеру руху зсувної маси та встановлення причин активізації руху.

7.3. Заходи боротьби зі зсувами

В якості основних протротизсувних заходів використовують:

- організацію стоку поверхневих вод в зоні зсувної та прилеглої до неї міської території;
- дренажування підземних вод шляхом створення відкритих і закритих дренажних систем;
- огороження схилів і захист їх від підмивання та розмивання проточними водами рік або хвилями морів;
- зменшення крутизни схилу та навантаження на нього контрбанкетів шляхом:
 - висаджування зелених насаджень по верху схилу і на зсувному схилі;
 - штучного закріплення мас зсувного тіла;
 - зведення штучних споруд для утримання ґрунтових мас.

Ці заходи здійснюють: за допомогою вертикального планування і виконання земляних робіт; шляхом прокладання комунікацій водостічної і дренажної систем; застосовуючи агролісомеліоративні заходи з організації стоку поверхневих вод, осушення територій, висаджування лісів; зведення споруд (підпірні стінки), виконання спеціальних робіт (випал ґрунту, цементация, силікатизация та ін.).

За допомогою вертикального планування та виконання земляних робіт здійснюють зменшення ухилів і влаштовують контрбанкети. Зменшення ухилів схилу забезпечує його стійкість і доцільне як профілактичний захід при не активному зсуві. Також, доцільність зменшення ухилів схилу, визначається об'ємами земляних робіт і характером ґрунтів.

Влаштування контрбанкетів в нижній частині зсуву збільшує його вагу, що створює протидію сповзаючій масі зсуву. Щоб запобігти надлишкового зволоження основи та самого контрбанкету необхідно передбачити відведення води із під нього. Контрбанкет виконується із ґрунту або привізного піску.

Організація стоку поверхневих вод забезпечує їх перехват з прилеглих територій і не допускає попадання в тіло зсуву. Поверхневі води перехоплюються лотками або закритими водостоками та відводяться у водойму, обминаючи схил зсуву. При необхідності відведення води відкритою системою через зсувний схил

влаштовують укріпленні лотки, конструкція яких передбачає можливість деякої деформації.

При дренаванні зсувного схилу використовують два типи дренажів: головний, який перехоплює ґрунтові води вище схилу, і відкосний дренаж для осушення тіла зсуву.

Основний дренаж влаштовують вище зсувного схилу. Він перехоплює ґрунтові води та запобігає виносу частинок ґрунту, змочуванні поверхні ковзання та осушує тіло зсуву. Застосовується відкритий дренаж, горизонтальний трубчастий дренаж, а при значній потужності водоносного шару – дренаж галерейного типу (прохідний і напівпровідний). Відкосний дренаж представляє собою систему відкритих каналів невеликої глибини, розташованих безпосередньо по схилу.

Опір руху зсуву досягається влаштуванням підпірних стінок, пальових рядів, контрфорсів (рис. 7.2).

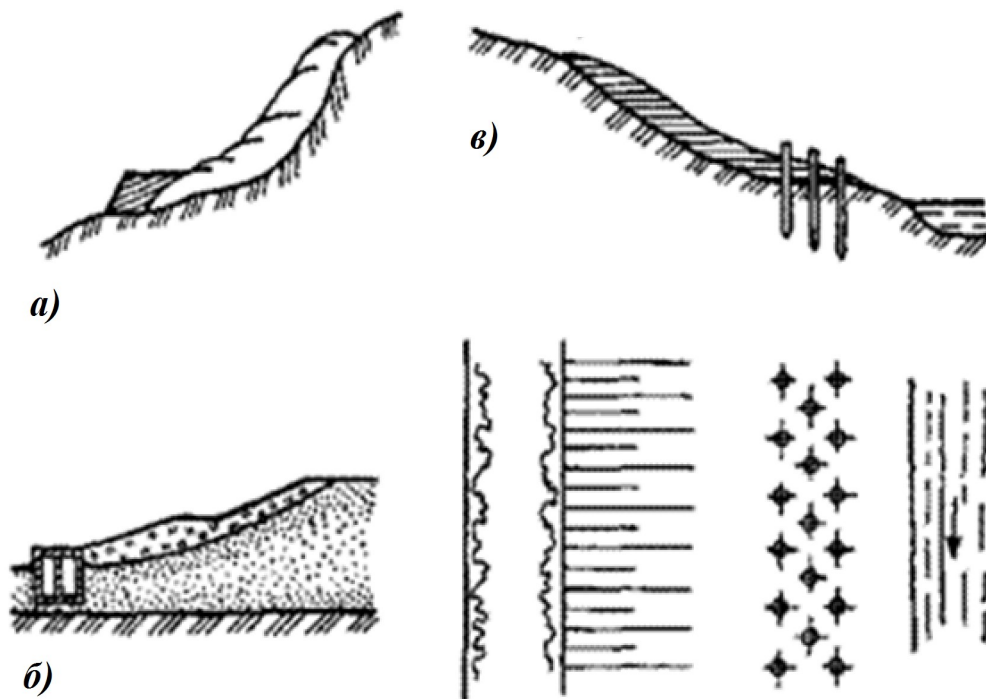


Рисунок 7.2 – Влаштування протизсувних заходів: а) контрбанкет; б) контрфорс; в) пальові ряди

Підпірні стінки, як правило, використовують при малих потужностях зсувного шару. При цьому вони повинні бути встановлені нижче поверхні ковзання.

Пальові ряди застосовують при в'язких, але не сипучих і не текучих зсувних масах. Палі забивають в шахматному порядку не менше ніж на 2 м в

нековзаючий ґрунт і не менше ніж на $\frac{2}{3}$ довжини палі. Кількість рядів обмежується двома-трьома.

Влаштування контрфорсів передбачає влаштування тонкостінних залізобетонних корпусів, які заповнюються після встановлення піском і закриваються залізобетонними плитами. Доцільність такої конструкції виникає при скельній основі, яка виключає можливість влаштування пальових основ (рис. 7.3 а).

В якості берегових укріплень, що захищають контрфорси від розмиву використовують тетраподи, які вкладають рядами по висоті (рис. 7.3 б).

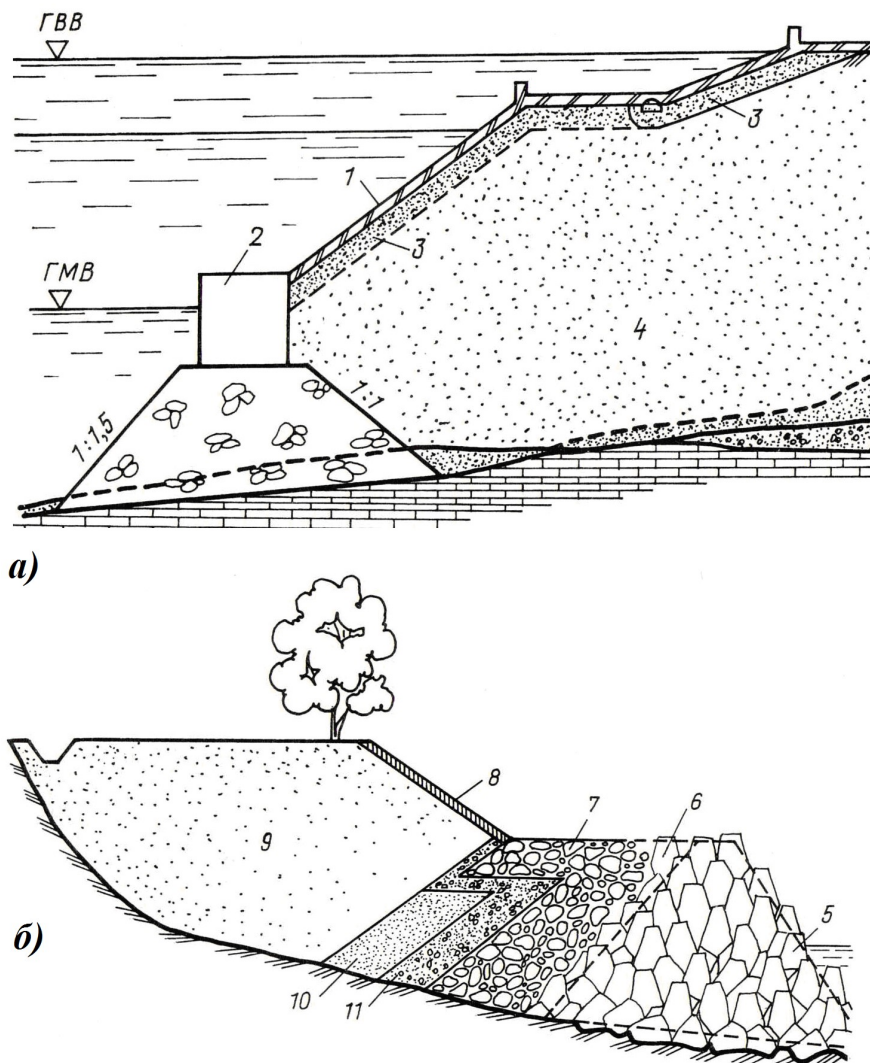


Рисунок 7.3 – Протизсувні берегові укріплення: а) контрфорс з опорним поясом із масивів-корпусів; б) берегове укріплення із тетраподів;
 1 – укріплення схилу із збірного залізобетону; 2 – масиви із тонкостінного залізобетону; 3 – фільтр; 4 – контрфорс із намитого піску; 5 – кладка із тетраподів масою 7,5 т; 6 – тетраподи масою 3,5 т; 7 – камінь крупністю 30×35 мм; 8 – збірні залізобетонні плити; 9 – місцевий ґрунт; 10 – дрібнозернистий пісок; 11 – фільтр

В протизсувних заходах влаштування зелених насаджень протидіє вивітрюванню ґрунтів з поверхні зсувного схилу і підвищенню в'язкості в зсувному тілі. При виборі порід дерев і кущів перевагу віддають тим видам, в яких розвинена коренева система. Насадження здійснюють таким чином, щоб взимку вони не затримували сніг. Насадження ефективні при крутизні схилу не більше 30...40°. Для насаджень на зсувних схилах рекомендуються: клен, вільха, акація.

В деяких випадках можливе використання спеціальних заходів: просушення тіла зсуву повітрям, або гарячим газом; випалом ґрунту; цементація, силікатизація; електродренування та ін.

В деяких випадках можливе використання спеціальних заходів: просушення тіла зсуву повітрям, або гарячим газом; випалом ґрунту; цементація, силікатизація; електродренування та ін.

Запитання для самоконтролю

1. Які основні заходи використовують для захисту міських територій від зсувів?
2. Що називають зсувами?
3. Які основні містобудівельні задачі ставлять у боротьбі зі зсувами?
4. В яких випадках в якості протизсувних заходів доцільно застосувати влаштування зелених насаджень?
5. Класифікація зсувів за активністю та характером руйнувань
6. Які причини виникнення зсувних явищ?
7. Що способствує активізації зсувних явищ?

ЛЕКЦІЯ 8

ТЕМА: ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЙ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

ПЛАН:

- 8.1. Особливості гірських районів
- 8.2. Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів
- 8.3. Принципи освоєння територій із селевими явищами
- 8.4. Захист територій від лавин
- 8.5. Особливості освоєння територій із сейсмічними явищами

8.1. Особливості гірських районів

Гірські райони характеризуються складним рельєфом, глибокими звивистими долинами рік, складною геологічною будовою місцевості.

Сильно розчленований рельєф викликає необхідність влаштування великого числа інженерних споруд на перетинах річок і ущелин.

Природні умови різко міняються на короткому проміжку, особливо різко виявляється вплив вертикальної зональності (зміни кліматичних умов по мірі підняття над рівнем моря) і експозиції схилів стосовно сторін світу.

Долини гірських рік мають великі поздовжні ухили. Паводки раптово виникають і швидко проходять. У сухий час року багато водотоків пересихають.

У зв'язку з великими поздовжніми ухилами навіть при малих водозбірних басейнах зливові потоки несуть із собою камені. У весняний період під час танення снігу збільшується можливість сходу лавин.

Гірські райони характеризуються підвищеною сейсмічністю.

Усі ці обставини вимагають урахування оцінки при проектуванні й будівництві різних об'єктів. У зв'язку із складними природними умовами гірських районів вживають спеціальні заходи для захисту споруд. Труднощі виконання будівельних робіт на гірських схилах і їхня висока вартість вимагають розглядати різні варіанти проектування з метою прийняття найбільш оптимального вирішення.

8.2. Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів

Обвал - швидкий відрив і обвалення, що супроводжується перекиданням, дробленням і скочуванням гірської маси униз схилом (рис. 8.1). На відміну від обвалу, осип - це тривалий, безперервний і повільний рух накопичених на схилі уламкових продуктів вивітрювання, що містять щебінь і крупні кам'яні брили.



Рисунок 8.1 – Місце обвалу на гірській дорозі

Причиною обвалів є надмірна крутість схилів, на яких не можуть утримуватися уламки, що втратили зв'язок з основним масивом. Обвали супроводжують: руйнування гірських порід процесами вивітрювання; підрізування похилих пластів порід; тріщинуватість гірських порід, як природна через тектонічні порушення, так і викликана штучними вибухами; розширення води при замерзанні у тріщинах гірських порід та ін.

Ділянки обвалів завжди доцільніше обходити. При неможливості цього за такими ділянками треба здійснювати безперервний нагляд, регулярно оглядати укоси і скидати великі камені, що почали втрачати стійкість.

На ділянках, де обвали і каменепади особливо ймовірні, для захисту на схилах установлюють металеві ґратчасті щити чи завішують укіс сіткою з товстого дроту (рис. 8.2).

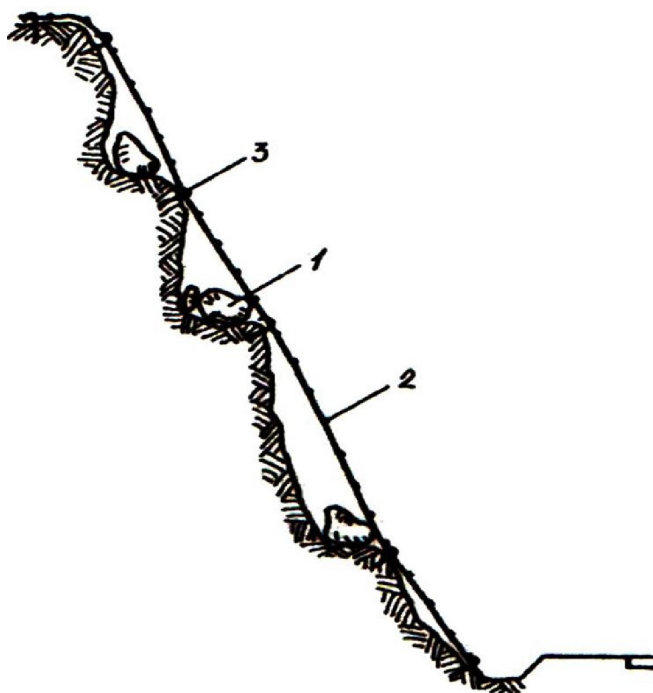


Рисунок 8.2 – Захист автомобільної дороги від каменепаду за допомогою сітки: 1 - каміння; 2 - сітка; 3 - костили

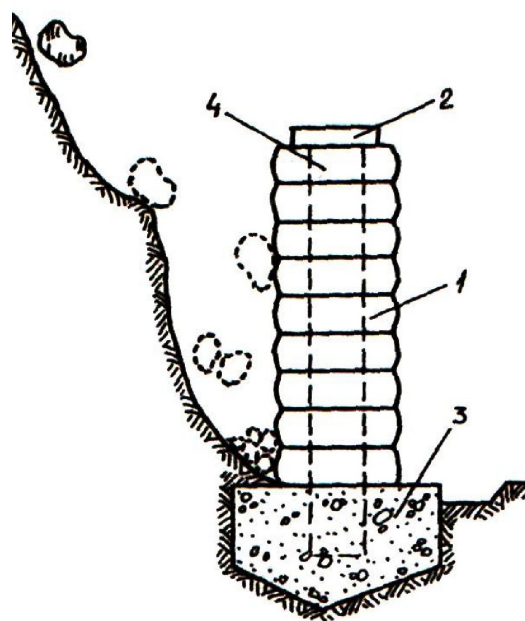


Рисунок 8.3 – Каменевловлювальна підпірна стінка: 1 - автомобільні покришки; 2 - насадка; 3 - бетонний фундамент; 4 - стовп

Для захисту від великих каменів улаштовують рови з валом чи стінки, що вловлюють їх (рис. 8.3, 8.4).



Рисунок 8.4 – Захист автомобільної дороги підпірною стінкою

На гірських дорогах з інтенсивним рухом у деяких випадках будують захисні галереї (рис. 8.5). Конструкцію каменезахисної галереї показано на рис. 8.6

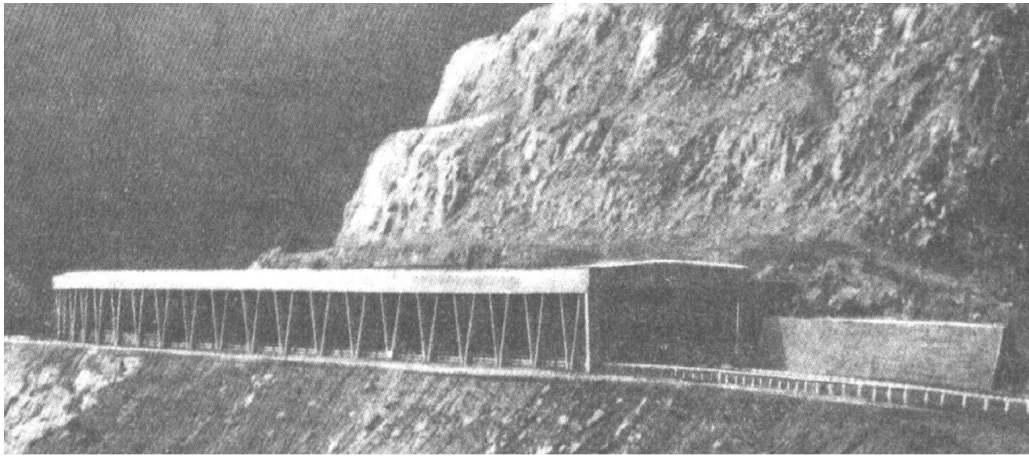


Рисунок 8.5 – Камenezахисна галерея на автомобільній дорозі

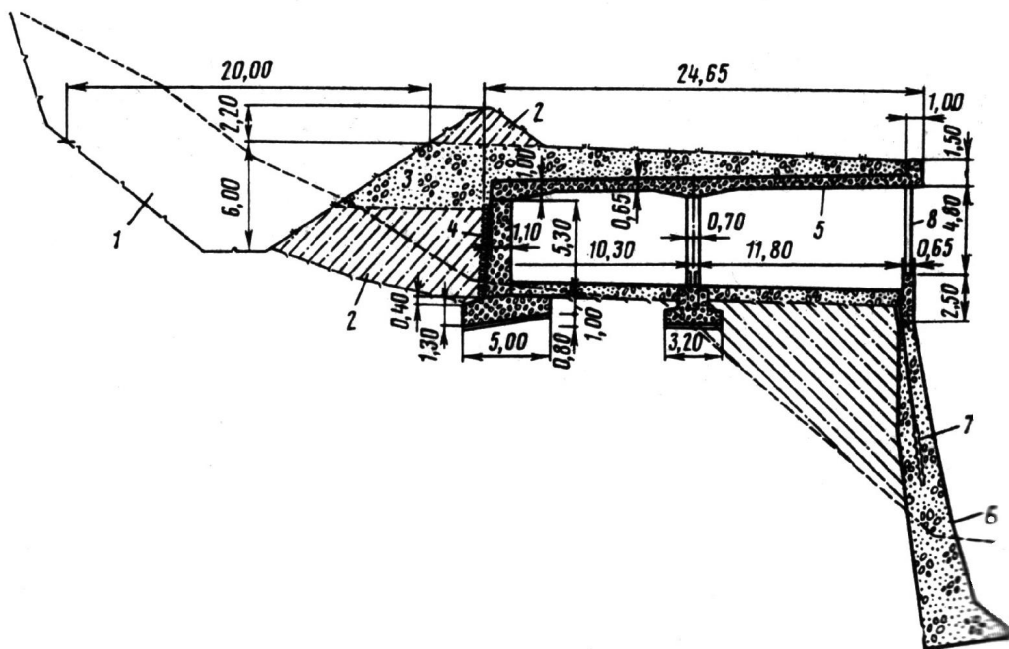


Рисунок 8.6 – Конструкція камenezахисної галереї: 1 - вловлюючий ров; 2 - ґрунт; 3 - гравійна суміш; 4 - дренажний шар; 5 - галерея із збірних залізобетонних елементів; 6 - низова підпірна стінка; 7 - анкер, що закріплює поздовжню бетонну балку; 8 - металева стійка

Залежно від інтенсивності надходження матеріалу розрізняють осипи діючі, зростання яких продовжується, загасаючі і загаслі. Загаслі осипи заростають травою, чагарником і деревами. Матеріал осипів, що навіть заросли, знаходиться у стані нестійкої рівноваги. Підрізування нижньої частини осипу виїмкою, сейсмичні поштовхи, перевантаження насипом можуть активізувати осип і привести його до руху.

За ступенем рухливості осипи поділяють на рухливі (живі) (рис. 8.7), слабо рухливі й відносно нерухомі.



Рисунок 8.7 – Діючий осип

Відносно нерухомі осипи можуть бути використані для розміщення в їхній нижній частині земляного полотна дороги в невисоких насипах без додаткових споруд.

Рухливі осипи варто обходити, а якщо це неможливо, необхідно передбачати заходи для забезпечення стійкості земляного полотна.

Шлейфи осипів, складених з великоуламкового добре фільтруючого матеріалу, можна перетинати дорогою.

При діючому осипу, коли відбувається накопичення відкладень, перед дорогою зводять стінку для затримки уламків, що обсипаються. Стінки влаштовують із сухої кладки висотою 1,5 - 2 м, шириною 0,8 - 1 м при глибині закладення не менше 0,5 м. Стіну періодично нарощують і будують додаткові на масиві осипу (рис. 8.8).

При активних великих осипах, шлейф яких досягає берега водотоку, часто більш доцільно перенести трасу дороги на інший схил долини. Це викликає необхідність побудови додатково двох мостів. Можливо також перетинати такі осипи тунелем.

Іноді при малому об'ємі матеріалу доцільно ліквідувати осип замість того, щоб будувати верхівкові підпірні стіни.

Матеріали осипів можна використовувати для відсіпання насипів, якщо вони задовольняють вимогам до міцності кам'яних матеріалів, а також для влаштування дорожнього одягу і готування бетону.

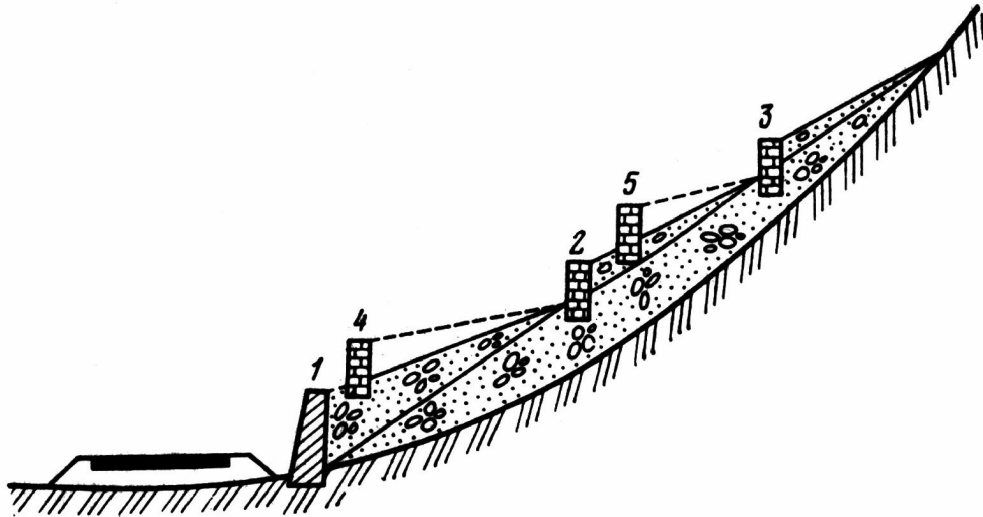


Рисунок 8.8 – Захист дороги, що проходить на шлейфі слабкорухливого осипу, підпірними стінками. (Цифри вказують послідовність зведення стінок)

8.3. Принципи освоєння територій із селевими явищами

8.3.1. Причини утворення селевих потоків

Селі, характерні для гірських районів, де раптові короткочасні паводки, що виносять з гірських районів у долини велику кількість ґрунтів і уламкових матеріалів. Вони мають величезну руйнівну силу.

Маса селів складається з потоків води, великої кількості твердих матеріалів, різної величини валунів, уламків скель, іноді дерев. Рідкою складовою потоку є зливи і талі води з гірських схилів і частково ґрунтові води.

Руйнівна сила селевих потоків в десятки разів перевищує силу звичайного водного потоку. Найбільшу небезпеку представляють високогірні селі.

Селеві потоки виникають через такі причини: падіння рельєфу гірських долин, ухил яких у верхів'ях доходить до 0,35, а в низов'ях на “конусах виносу” зменшується до 0,04 - 0,05;

- наявність у межах водозбору пухких продуктів вивітрювання гірських порід;
- зливи, снігопади, танення льодовиків, прорив льодовикових озер, що створюють швидкі багатоводні потоки;
- активна ерозійна діяльність у гірському басейні при рідкій рослинності;

- зсувні процеси;
- виверження вулканів;
- сейсмічні явища.

Сель - тимчасовий потік. Він виникає у сухих долинах, балках, ярах чи в долинах рік. Найбільш ймовірне утворення селя в результаті перших злив після посушливого періоду.

Селеві потоки завдають величезних збитків. Так, у 1946 р. в м. Єревані на р. Гедарі пройшов сель двома валами до 4 м висоти. Він заніс каменями і грязюкою частину міста. Об'єм селю був 494 тис. м³.

Водно-кам'яний сель спостерігався у червні 1959 р. в басейні р. Прут в Карпатах. Сель проходив двома валами швидкістю 5 м/с. Об'єм його наносів склав 216 тис. м³, відкладання яких мали довжину 50 км. Взагалі, у післявоєнні роки в Українських Карпатах створилися сприятливі умови для розвитку селів у зв'язку з інтенсивним вирубуванням лісу.

У 1970 р. в Перу в районі Кордильєр на місто Юнгай обрушився сель з виносом 80 млн. м³, знищивши місто за 5 хвилин, вкривши його 10 метровим шаром каменів і грязюки.

Грязьово-кам'яні селі в Криму найчастіше виникають між Алуштою і Судаком. Тут на гірських схилах утворюється багато сипкого матеріалу, який під час злив легко змивається і зноситься. Влітку 2002 р. під час сильних злив, що супроводжувались повінню, у Судацькому районі сходили з гір незначні селі. Хоча об'єм їх був невеликий, але наноси мулу, кам'яного матеріалу і грязюки на вулицях м. Судака склали до 30 см.

Площу, в межах якої виникає сель, називають селеносним басейном.

Діяльність гірського потоку характеризують різними проявами: знесенням матеріалу (угорі), переносом матеріалу (у середній частині), і відкладеннями, виносом їх (у нижній частині).

У верхній частині знаходиться осередок твердих складових потоку. Верхня частина називається зоною формування селів.

У середній частині сель рухається руслом з відносною постійністю. Ця частина називається транзитною зоною.

У нижній частині утворюються відкладення велико- і дрібноуламкового матеріалу - конуси виносу. Ця частина називається зоною загасання. Конуси,

що злилися, утворюють шлейфи біля підніжжя гори. Такі відкладення називають пролювіальними.

8.3.2. Класифікація селевих потоків

Селеві потоки поділяють на три типи залежно від загального об'єму виносу за один сель 3 у млн. м :

1 тип - більше 1 млн. м³;

2 тип - від 0,5 до 1 млн. м³;

3 тип - до 0,5 млн. м³.

За характером руху селів, що залежить від ступеня насиченості твердим матеріалом, селі поділяють на дві категорії: зв'язні чи структурні і текучі чи турбулентні.

У структурному чи ламінарному потоці рухаються зв'язні потоки. Їхній рух відбувається майже прямолінійно із слабким розтіканням убік. При зупинці такі потоки не розпадаються на складові, а застигають. За структурою ламінарний потік нагадує бетонну масу, що тече лотком.

Незв'язні потоки рухаються у турбулентному режимі. Для них характерне розтікання в межах русла, а на конусі виносу відбувається деякий розподіл матеріалу за крупністю фракцій.

Е.К. Рибаківа запропонувала класифікацію селів за гранулометричним складом твердої складової:

1 категорія (зв'язна, структурна) - грязьова. Об'ємна вага 1,9 - 1,6 т/м³. Склад потоку - не більше 25 - 30 % від твердої частини є глинисті фракції, інше - пісок, щебінь, галька, валуни. Потік рухається як структурне ціле, при зупинці застигає, не розпадаючись на основні частини. Руйнується усе на його шляху.

2 категорія (текуча, турбулентна) - водокам'яна. Об'ємна вага 1,6 - 1,3 т/м³. Мала насиченість потоку мілкоземом, перевага великоуламкового матеріалу - до 60 %. Велика руйнівна сила. На конусі виносу відбувається сортування матеріалу за крупністю.

3 категорія (текуча, турбулентна) - грязьокам'яна. Об'ємна вага 1,4 - 1,05 т/м³. Потік насичений звішеними і донними наносами галечникового складу. Беззаторне протікання потоку, руйнування перешкод відбувається внаслідок підмиву.

За станом рідкої складової селеві потоки поділяють на зв'язні і незв'язні. У перших практично уся вода знаходиться у зв'язному стані. Це грязьові і грязьокам'яні потоки. У незв'язних (водокам'яних потоках) є велика кількість вільної води.

Швидкість руху селів - 2,5 - 3 м/с, іноді при значних ухилах місцевості вона може досягати 6 м/с.

8.3.3. Заходи боротьби із селевими потоками

При виборі території для нового будівництва треба обходити русла селеносних басейнів.

Щоб попередити виникнення нових селевих осередків і знешкодити можливі селеві потоки, що загрожують містам, застосовують такі заходи:

а) організаційно-господарські: оздоровлення існуючих лісів і ланів, сприяння їхньому природному поновленню способом регулювання випасу худоби і системи землеробства у водозбірному басейні, стабілізація крутих схилів селеносних басейнів;

б) профілактичні агролісомеліоративні: затримка стоку у верхів'ях басейну з метою різкого ослаблення ерозійно-селевих потоків, полезахисне лісорозведення, терасування гірських схилів крутістю не більше 35°, не підданих зсувним процесам. При цьому лісорозведення - це не тільки протиселевий захід, але і створення навколо населеного місця захисного зеленого пояса.

Регулювання поверхневого стоку у зоні зародження селевих потоків є найбільш ефективним способом зміни режиму сніготанення, спуску льодовикових озер, перенесення центра зливи. Процес сніготанення регулюють, створюючи димові екрани чи зачорніння сніжного покриву. У першому випадку відбувається уповільнення сніготанення, у другому - прискорення. Штучне перенесення центра зливи відноситься до методів регулювання погоди. Роботи в цьому напрямку проводяться в нашій країні, зокрема у м. Харкові, і за її межами.

Боротьба із селями є дуже важкою і вимагає проведення дуже складних інженерних заходів. Основні з них:

а) селевий потік перехоплюють загатами (баражами) на конусі виносу; влаштовують систему загат для зниження ухилів і зменшення донного і бічного розмивів. Поперечні загати влаштовують у руслі селевого потоку. Загати утримують деяку частину твердої складової селевого потоку. Поперечні загати виконують у вигляді бетонних чи залізобетонних підпірних стін. Можна застосовувати габіонові підпірні стіни. Для пропуску води у нижній частині загат залишають отвори;

б) селеві потоки припливів основного русла перехоплюють греблями; прояснені потоки з притоків надходять у русло ріки. Греблі зводять з місцевих кам'яних матеріалів способом спрямованого вибуху. Прикладом такої споруди може служити гребля висотою 150 м, побудована у 1967 р. в урочищі Медео;

в) селевий потік на конусі виносу відхиляють убік і коротким каналом селеву масу скидають у найближчий тальвег, ріку чи озеро. Дно такого каналу укріплюють бетонними порогами, а береги - кам'яними стінками;

г) на всій площі водозбору насаджують дерева і чагарники з терасуванням схилів і відводом ґрунтових вод за допомогою дренажів, а атмосферних вод - за допомогою нагірних каналів.

При будівництві доріг найбільш доцільно перетинати селеві потоки у межах транзитного русла, де є стійкі скельні береги і русло потоку, як правило, жорстко фіксовано. Русло перекривають мостом. Низ прогінної будови повинен підніматись над горизонтом проходження селевого потоку не менше, ніж на 1 м. Мости варто робити з прогонами, що не стискають селевий потік.

При перетинанні селевих потоків дорогами з малою інтенсивністю руху можна селевий потік пропускати лотком, що розташований на одному рівні з проїзною частиною. На дорогах з великою інтенсивністю руху проектують селедуки, що пропускають селеві потоки над дорогою (рис. 8.10).

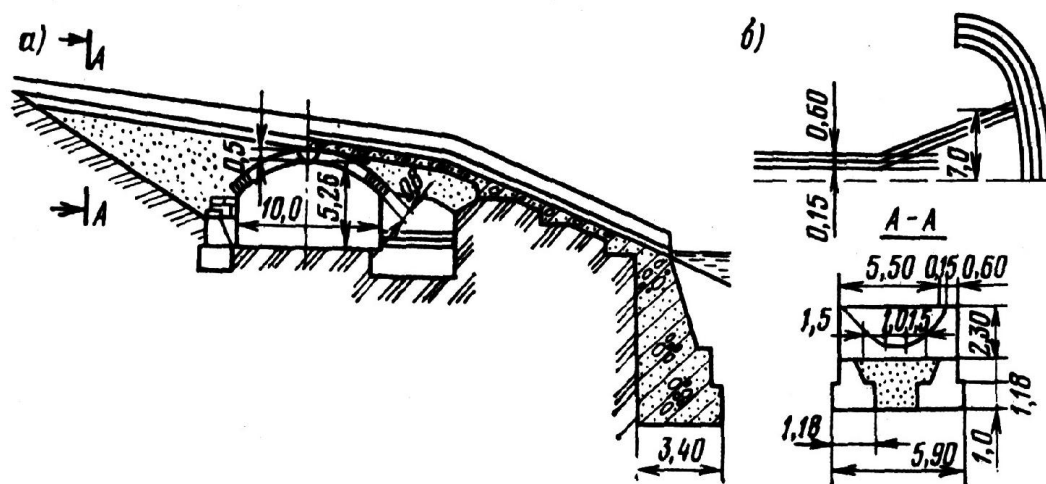


Рисунок 8.10 – Конструкція селедука: а) загальна схема; б) план кінцевої ділянки

8.4. Захист територій від лавин

8.4.1. Утворення і класифікація лавин

У гірських районах, де випадає багато сніжних опадів, часто відбуваються сніжні обвали - лавини. Лавинами називають сніжні маси об'ємом у десятки і сотні тисяч, а іноді і мільйонів м³, що втратили зчеплення з підстилаючою поверхнею. Лавини з дуже великою швидкістю спрямовуються униз схилом, руйнуючи все на своєму шляху. Перед лавиною рухається повітряна хвиля. Вона викликає руйнування в тих місцях, до яких лавина не доходить.

У міру збільшення товщини снігового покриву й утворення в ньому ослаблених прошарків стійкість снігу на схилі зменшується. При досягненні критичної рівноваги іноді буває досить самого невеликого поштовху, струсу повітря від пориву вітру, пострілу чи навіть голосної мови, щоб обрушилася лавина.

Розрізняють сухі і мокрі лавини. Сухі утворюються в періоди морозів. При їхньому падінні сухий сніг сильно розпорошується, утворюючи своєрідну сніжну хмару, що рухається униз з великою швидкістю.

Мокрі лавини утворюються навесні чи під час сильних відлиг.

Сніжні обвали відбуваються у районах з крутими логами і тальвегами, що мають у верхів'ях западину - снігозбірний басейн, в якому накопичується сніг. Сніг, що прийшов у рух, сковзає каналом стоку - лавинним лотком. У підніжжя схилу лавина розширюється, сповільнює свій рух. Після зупинки утворюється конус виносу із снігу і захоплених каменів, ґрунту, стовбурів дерев та ін. Висота конусів досягає 10 - 20 м.

Найбільш небезпечні щодо лавиноутворення схили з крутістю 25 - 45°, на яких може накопичуватись велика кількість снігу, що поступово приходить у нестійкий стан.

За характером руху сніжної маси проф. Г.К. Тушинський розрізняє три типи лавин:

1. Особи, в яких вся маса снігу рівномірно зміщується схилом без строгого фіксованого русла.

2. Лоткові лавини, в яких сніг із снігозбірного басейну спочатку сковзає лотком - каналом стоку. Схили каналу позбавлені рослинності та мають сліди лавинної ерозії.

3. Стрибучі лавини, що спочатку зміщуються каналом стоку, а потім, коли він утворює горизонтальний майданчик чи ухил його збільшується, злітають з уступу й обрушуються на дно долини.

Лавини залишають на місцевості характерні сліди, за якими можна орієнтовно оцінити частоту їхнього сходу. При сході лавин кілька разів на рік лавинні лотки чітко вироблені, відсутній трав'яний покрив і чагарники. У місцях конусів виносу з'являється вологолюбна рослинність. Якщо лавини утворюються рідко, в лавинних лотках може рости листяний і змішаний ліс.

8.4.2. Заходи захисту територій від лавин

Для боротьби з лавинами передбачають ряд заходів, спрямованих на зменшення накопичення снігу в лавинозбірних басейнах, підвищення стійкості снігу на схилах, уповільнення руху сніжних мас, відхилення лавини від забудови чи пропуск її над забудовою.

Для затримання снігу на плато влаштовують кам'яні стіни і встановлюють у декілька рядів снігозбірні щити. На рівних гладких схилах споруджують кам'яні стіни, земляні вали і тераси.

У деяких випадках при сприятливому рельєфі місцевості лавину можна відхиляти за допомогою відбійних дамб. Дамби споруджують у вигляді насипу висотою до 10 - 15 м (рис. 8.11).

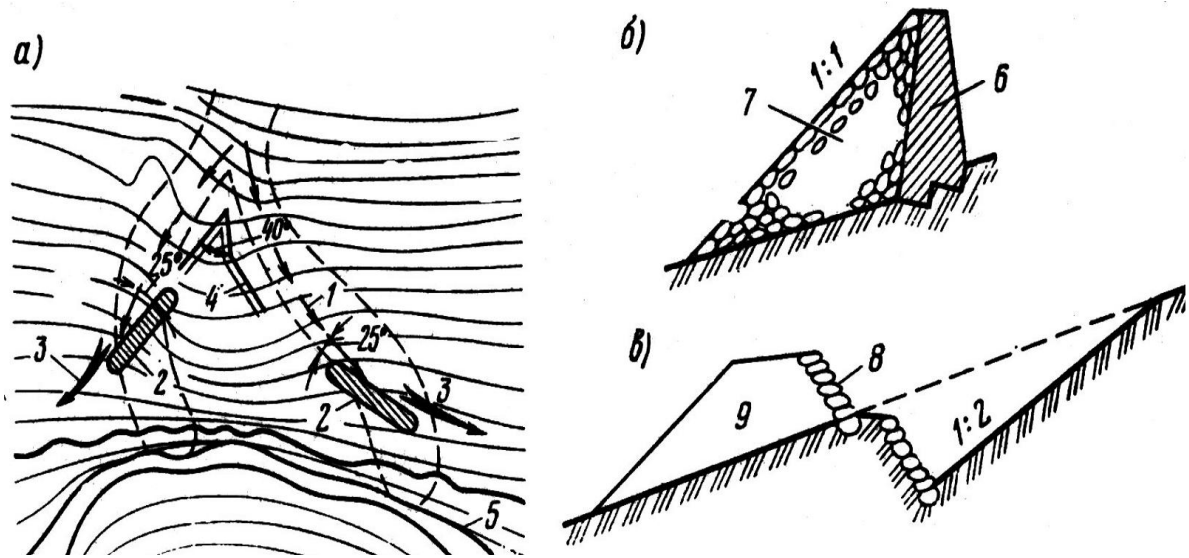


Рисунок 8.11 – План розміщення та конструктивні рішення дамб: а - план місцевості і розміщення дамб; б - відбійна дамба; в - відбійна дамба з ровом; 1 - шлях руху лавини; 2 - відбійна дамба; 3 - шлях відхиленої лавини; 4 - лавиноріз; 5 - дорога; 6 - підпірна стіна; 7 - кам'яний накид з викладенням верхнього ряду; 8 - викладення великим каменем; 9 - ґрунт

Для відвертання несподіваного сходу лавини, виконують штучне обвалення сніжних мас за допомогою вибухів.

При будівництві слід уникати лавинонебезпечних місць. Коли обійти таке місце неможливо (наприклад, при будівництві залізниць і автомобільних доріг), споруду розташовують над дном долини на такій висоті, щоб її не закривали сніжні завали від лавин.

Найбільш надійним способом захисту доріг від лавин є галереї (рис. 8.12).



Рис. 8.12 - Снігозахисна галерея

Щоб сніжна маса проходила на покрівлі без удару, галерею розташовують на полках, які вриваються у схили тальвегу, де сходять лавина. Над галереєю виконують засипку, щоб вийшло природне продовження схилу місцевості. Галереї будують переважно закритими із збірних залізобетонних елементів (рис. 8.13).

8.5. Особливості освоєння територій із сейсмічними явищами

8.5.1. Загальні відомості про сейсмічні явища

У результаті дії внутрішніх сил землі виникають рухи земної кори, що викликають сейсмічні явища - землетруси.

Сейсмічність проявляється у вигляді пружних коливань земної поверхні і може бути наслідком природних і штучних процесів. До природних процесів відносять вулканічні виверження, гірські обвали, карстові провали і тектонічні процеси. Найбільш руйнівними є тектонічні явища, викликані природним процесом утворення гір. Вони охоплюють великі площі, а не обмежуються локальними зонами, і можуть періодично повторюватись. Штучні процеси зв'язані з промисловими вибухами, із створенням водосховищ та іншою діяльністю людини.

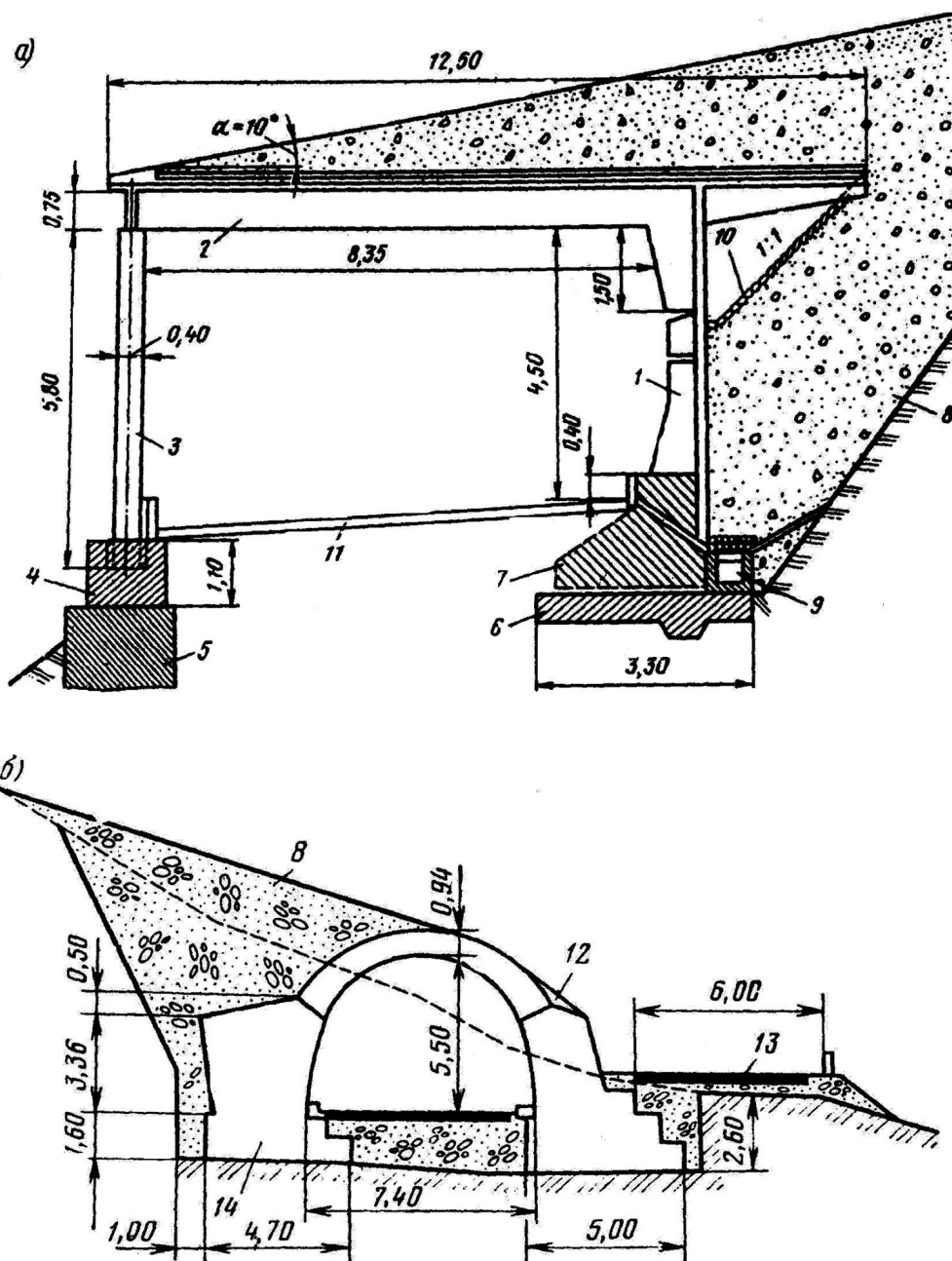


Рисунок 8.13 – Конструкції протилавинних галерей: а - балочна консольна; б - аркова; 1 - стійка верхівкової опори; 2 - залізобетонна балка; 3 - вертикальна чи похила стійка; 4 - горизонтальна опорна балка; 5 - фундаментна подушка; 6 - фундаментна плита; 7 - фундамент верхівкових опор; 8 - засипка; 9 - дренажний лоток; 10 - мощення; 11 - бетонне покриття; 12 - худий бетон; 13 - літній шлях; 14 - основи галереї

Землетруси постійно спостерігаються у гірських районах східної і західної півкулі. Області, де часто виникають землетруси, називають сейсмічними. Головний сейсмічний пояс - це узбережжя Тихого океану, де відбувається велика кількість землетрусів. Цей пояс починається на півдні Чилі, досягає

Тихоокеанського узбережжя Південної і Центральної Америки (охоплюючи Карібське узбережжя), проходить уздовж Мексиканського узбережжя до Каліфорнії і далі йде до Аляски, Камчатки. Проходячи Курильськими і Алеутськими островами, він досягає Японії, Філіппін, Індонезії, Нової Гвінеї і численних південних тихоокеанських островів.

Більшість землетрусів в історії Землі пов'язані з Тихоокеанським сейсмічним поясом. Але існує ще один сейсмічний пояс, що бере початок у Японії і йде в Китай, Індію, Іран, Туреччину, Грецію і Середземномор'я.

Область зародження землетрусів знаходиться на деякій глибині від поверхні землі, її називають осередком чи гіпоцентром. Над ним на поверхні землі розміщується зона, де землетруси виявляються дуже сильно. Її називають епіцентром. Від епіцентру в усіх напрямках поширюються поздовжні, поперечні й довгі хвилі. Довгі хвилі передаються поверхнею землі, вони переміщуються повільніше поздовжніх і поперечних хвиль, але мають більший розмах і є причиною усіх видимих руйнувань.

Залежно від будови земної поверхні в одному районі, але з різними природними умовами можуть розташовуватись ділянки з підвищеною сейсмічністю. До таких ділянок відносять заболочені території, зсувні схили, ділянки з високим рівнем ґрунтових вод, ділянки, складені з пухких порід, території із складним рельєфом.

Інтенсивність землетрусів виражають у балах. Для цього використовують дванадцятибальну шкалу. Особливо відчутні землетруси вище 6 балів. Вони активізують зсуви, обвали й осипи на гірських схилах.

При інтенсивності землетрусів понад 9 балів відбуваються сильні й масові пошкодження чи повні зруйнування будівель, споруд, комунікацій; виплескування води з каналів, озер і рік, можуть виникати нові джерела води чи зникати існуючі; на рівнинах можуть виникати повені, а на поверхні води великі хвилі; на ґрунті з'являються тріщини, розриви і переміщення у вертикальному і горизонтальному напрямках. На територіях, сейсмічність яких перевищує 9 балів, зводити будівлі і споруди, як правило, не допускається.

Гірський Крим і прибережна його частина відзначаються високою сейсмічністю, що зумовлена сучасною інтенсивністю тектонічних рухів. За сейсмічним районуванням ця територія належить до восьмибальної зони. Залежно від місцевих інженерно-геологічних умов (ступеня вивітрілості, обводнення, тектонічної тріщинуватості) бальність може підвищуватись або знижуватись на 1 - 2 бали. За рік на південному березі Криму мають місце до 40 поштовхів різної сили. Вважають, що південно-східний беріг Криму за сейсмічною активністю й у тектонічному плані більш спокійний порівняно з південним берегом. Гірський Крим зазнає проявів новітніх коливальних рухів у формі куполоподібного підняття, а прибережна частина - опускання. Наприклад, за картою сучасних вертикальних рухів земної кори (1971 рік) підняття Ялти становить 4 - 6 мм/рік, а прибережна смуга опускається на 1,4 мм/рік.

Силу землетрусів установлюють на основі інструментальних спостережень за допомогою сейсмографів, які розташовують у різних місцях по усьому світі. Вони щодня фіксують коливання земної кори, тому що вона ніколи не буває у спокійному стані.

8.5.2. Особливості інженерної підготовки у сейсмічних районах

Найбільш небезпечними ділянками для будівництва є зони із сильно розчленованим рельєфом, береги рік, схили ярів, ущелин, а також ділянки з вивітрелими породами, підземними водами, просадними ґрунтами, райони осипів, відвалів і гірських виробок. Такі ділянки намагаються обходити.

При забудові територій у сейсмічних районах слід уникати спорудження будинків, що мають велику довжину, складну конфігурацію у плані і високу поверховість. Ширину вулиць намічають не менш трьох-, чотириразової висоти будинків. На внутрішньоквартальних територіях залишають вільні від забудови простори біля дитячих установ і шкіл, що мають бути зручно пов'язані з вулицями для швидкої евакуації населення.

Для забезпечення більшої надійності транспортних шляхів їх дублюють. Перехрестя магістральних вулиць виконують у вигляді невеликих майданів, щоб уникнути утворення завалів.

Вертикальне планування проводять, враховуючи підвищені вимоги до стійкості укосів насипів і виїмок. Укоси проектують більш положистими, ніж у несейсмічних районах. При проектуванні підпірних стін обмежують їхню висоту.

Дороги трасують на невивітрилих скельних і напівскельних породах і щільних сухих великоуламкових ґрунтах. На нескельних косогорах дороги, по можливості, не проектують. Майданчик під земляне полотно доріг, що проектують на косогорі, цілком врізають у схил. Поперечні профілі типу напівнасипи-напіввиїмки не рекомендуються через оповзання насипної частини.

Залізничні насипи на косогорах укріплюють тільки підпірними стінками, чи розміщують їх на естакадах, виключаючи укисне вирішення. При будівництві залізничного насипу на косогорі передбачають заходи для запобігання влученню на шлях осипного ґрунту. Для цього між верхівковим укосом (схилом) і основним майданчиком влаштовують розширену і заглиблену траншею чи уловлюючі стіни.

Підземні комунікації укладають у загальний колектор для вільного контролю за станом інженерних мереж під час землетрусів.

Елементи водовідвідних і дренажних систем виконують із гнучким з'єднанням стиків. На мережах влаштовують аварійні випуски для захисту території від затоплення стічними водами у випадку аварії.

Рівні ґрунтових вод знижують дренажами на більшу глибину, ніж потрібно, тому що цим знижується сейсмічність.

Гідротехнічні споруди доцільно розташовувати на ділянках, віддалених від тектонічних розламів. Не рекомендується розміщувати гідротехнічні споруди на ділянках, де протилежні схили складені з порід, що різко відрізняються механічними властивостями. Слабкі ґрунти варто вилучати чи укріплювати.

Конструкції будівель і споруд виконують з монолітного залізобетону чи дерева. Цегла мало придатна для будівництва у сейсмічних районах.

Запитання для самоконтролю

1. Опишіть особливості комплексного освоєння гірських районів
2. Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів.
3. Які причини та Методи боротьби з обвалами?
4. Які потоки називають селевими?
5. На які види поділяють селеві потоки?
6. Які основні задачі необхідно вирішувати у боротьбі із селевими потоками?
7. Які заходи необхідно здійснювати для вирішення задач у боротьбі із селевими потоками?
8. Дайте визначення лавинам. Які параметри їх характеризують? Які причини їх виникнення?
9. Які заходи необхідно застосовувати у боротьбі із сніговими лавинами?
10. Причини виникнення землетрусів.
11. Що таке гіпоцентр, епіцентр землетрусів?
12. Які особливості інженерної підготовки в сейсмічних районах?

ЛЕКЦІЯ 9

ТЕМА: ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ЗАБОЛОЧЕНИХ І ЗАТОРФОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

ПЛАН:

9.1. Утворення боліт та їх класифікація

9.2. Заходи інженерної підготовки при освоєнні заболочених територій

9.1. Утворення болот та їх класифікація

Болотами називають територію, де надлишкова волога сприяє розвитку характерної рослинності та процесу формування торфу. Заболочені ґрунти – території, надлишкове зволоження яких призвело до розвитку вологолюбної рослинності та перших стадій торфоутворення. Таким чином, заболоченість території є початковим етапом утворення болота.

Основні показники, які характеризують заболочені території: тривалість стояння ґрунтових вод на глибині менше 0,5 м від поверхні; наявність болотної рослинності, нерозкладної органічної маси (торфу) і аморфного перегною.

При потужності шару торфу більше 0,5 м ці території відносяться до боліт або торф'яників, а при меншому шарі торфу – до мінеральних боліт, заболочених лісів, луків або до заболочених земель. Ділянки місцевості з поширенням покладів торфу різної товщини відносять до заторфованих територій.

До причин утворення заболочених територій належать наступні природні фактори:

- значна кількість атмосферних опадів;
- плоский рельєф територій або наявність замкнутих низин, що ускладнює або унеможлиблює стік поверхневих вод, неглибоке залягання водоупорних пластів, що перешкоджає відтоку ґрунтових вод;
- зміна ухилів місцевості, що створює можливість виходу підземних вод на поверхню;

– ґрунтові біологічні процеси, пов'язані з умовами несприятливими для розкладання рослинних залишків;

– глибоке промерзання ґрунтів і повільне їх відтаювання.

Утворенню заболоченості та боліт може сприяти і нераціональна діяльність людини. Так, при дорожньому будівництві насипи залізничних і автомобільних доріг стають перешкодами на шляху руху грозових і талих вод, які впадали раніше в струмки та річки. Заводнена низина заболочується і підтоплення, яке відбувається, може стати причиною загибелі лісів на значних відстанях (до 2...3 км і більше).

До утворення заболочених територій призводить також неорганізований стік з міських територій промислових і комунально-господарських вод.

Болота поширюються окремими локальними масивами, які розвиваються в низинах, а також системами масивів, які утворюються при розростанні або злитті окремих масивів. Болотний масив характеризується його площею, а системи масивів – наявністю боліт на даній території у відсотках.

Мікроландшафт заболочених територій обумовлюється умовами водного живлення, що, в свою чергу, пов'язано з певними формами рельєфу (рис. 9.1).

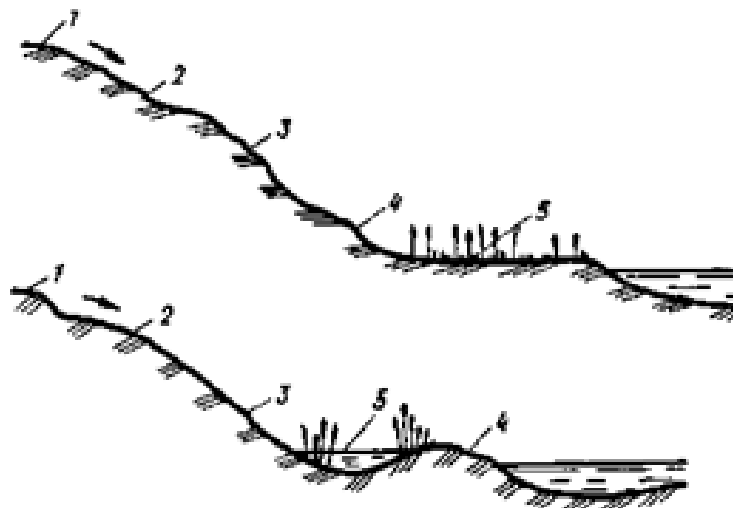


Рисунок 9.1 – Геоморфологічна схема боліт: 1) водорозділ; 2) схил долини; 3,4) тераси; 5) болото

На водорозділах при надлишковому живленні атмосферними опадами можуть утворюватись *верхові* або *мохові болота* – перший тип боліт. У випадку, коли верхні та середні ділянки схилів річкових долин отримують зволоження внаслідок просочення вод, які поступають із схилів, і виклинює ґрунтові води, утворюються болота другого типу, які називаються *перехідними* або *схилувими*. Третій тип – болота на понижених ділянках схилів. Живлення цих боліт проходить за рахунок атмосферних опадів, вод, які поступають із схилів, ґрунтових і поверхневих вод.

Відповідно до вищеназваних типів боліт типи торф'яних ґрунтів поділяють на верховий і низинний.

За товщиною шару торфу болота поділяють на дрібні (до 2 м), середні (до 4 м) і глибокі (з товщиною торф'яних пластів більше 4 м). Вміст вологи у торфі сягає 96%, причому більша частина вологи знаходиться у вільному стані. Певне чергування пластів різних типів болотних ґрунтів визначає макроструктуру кожного болота і його специфіку (рис. 9.2).

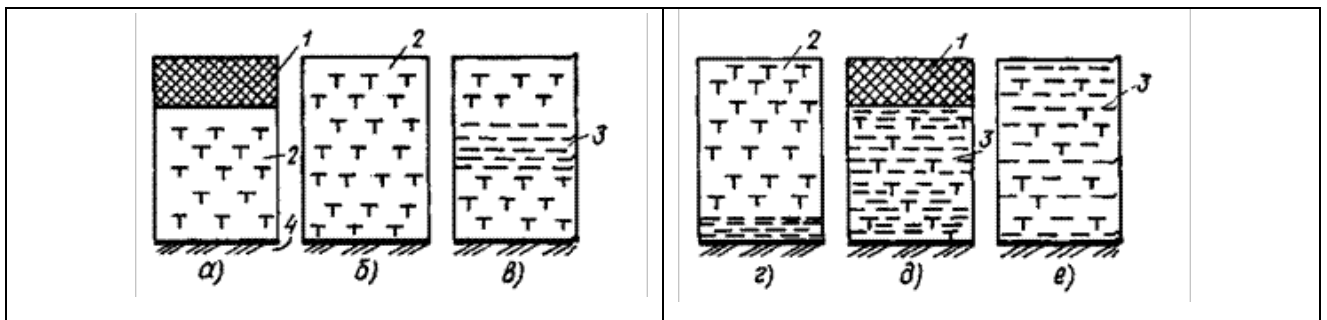


Рисунок 9.2 – Макроструктура торф'яного пласту: *а)* з волокнистою товщею по верху; *б)* з однорідним торф'яним ґрунтом; *в)* із слабким прошарком; *г)* із слабкими донними відкладеннями; *д)*– теж, із розрідженим торфом; *е)* з розрідженим торфом; 1 – волокнистий ґрунт; 2 – щільний торф'яний ґрунт; 3 – розріджений шар і прошарок; 4 – мінеральне дно болота

Заторфовані території характеризуються:

- високою стисливістю торф'яних покладів під навантаженням;
- тривалими і нерівномірними деформаціями в результаті зсуву і під дією навантаження;
- несприятливим впливом на мікроклімат (різні коливання температури протягом доби, тумани та ін);

– здатністю осушених територій піддаватись вітровій ерозії; ймовірністю займання в посушливі роки; швидким перезволоженням в період інтенсивних опадів.

9.2. Заходи інженерної підготовки при освоєнні заболочених територій

Врахування розглянутих факторів визначає конкретні заходи з інженерної підготовки заболочених територій із врахуванням їх технічної та економічної доцільності. Однак сучасна техніка дозволяє освоювати практично будь-які заболочені території, але все залежить від економічності. На сучасному етапі малоприсадними для забудови необхідно вважати болота глибиною більше 10 м, а також болота складені розрідженими торфами з потужністю шару більше 3...5 м.

При використанні заторфованих територій з містобудівельною метою необхідно проводити комплекс заходів із їх інженерної підготовки. Поряд з такими заходами як вертикальне планування, організація стоку поверхневих вод, осушення територій, на заболочених ділянках застосовують спеціальні заходи, а саме навантаження торф'яного шару шаром мінерального ґрунту, часткове або повне виторфовування із заміною видаленого шару мінеральними ґрунтами (рис. 9.3). Застосування тих або інших заходів пов'язано із функціональним використанням території.

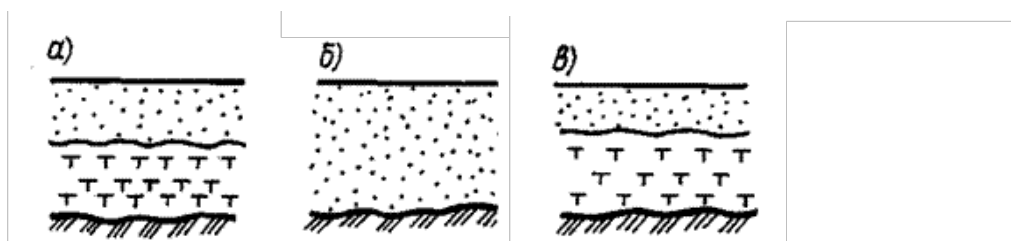


Рисунок 9.3 – Заходи з інженерної підготовки заторфованих територій:

- а) навантаження шаром мінерального ґрунту; б) повне виторфовування із заміною мінеральним ґрунтом; в) часткове виторфовування

На ділянках залягання торфу, призначених під забудову, доцільно здійснювати навантаження поверхні мінеральними ґрунтами. При цьому товщину шару мінеральних ґрунтів встановлюють з врахуванням подальшого

осідання торфу і забезпечення ухилів поверхні території для організації стоку поверхневих вод. Ці роботи проводять паралельно з пониженням рівня ґрунтових вод. На територіях житлових мікрорайонів, зелених насаджень загального користування, спортивних споруд мінімальний шар мінерального ґрунту приймають рівним 1 м, а на проїжджій частині вулиць і доріг встановлюється залежно від інтенсивності руху транспорту. В окремих випадках при відповідних обґрунтуваннях допускається використовувати метод виторфовування.

Навантаження боліт дозволяє ліквідувати просідання торф'яних ґрунтів в результаті створення насипу, який сприймає динамічні (від руху транспорту) і статичні (від будівель і споруд) навантаження. Будівлі зводять на пальовому фундаменті, що передає навантаження на міцні підстилаючі шари.

Для зменшення об'ємів земляних робіт вертикальне планування території на навантажених болотах виконується з використанням мінімальних ухилів, що забезпечує організацію поверхневого стоку. При цьому, найбільш часто використовують пилоподібний профіль як вулиць і проїздів, так і територій забудови.

Осушувальну мережу, яку використовують для тимчасового пониження рівня ґрунтових вод перед навантаженням торф'яного шару, влаштовують, як правило, відкритого типу.

Метод виторфовування полягає в повному видаленні торф'яного шару із заміною його мінеральним ґрунтом. Висота необхідного насипу визначається як різниця між планувальною відміткою поверхні території і відміткою поверхні мінерального дна болота. Основний недолік цього методу у порівнянні з методом навантаження – великий об'єм земляних робіт, особливо при потужності торф'яного шару більше 1,5...2 м. Тому виторфовування застосовують локально, на окремих ділянках, головним чином на вулицях, майданчиках, промислових територіях.

В комплексі інженерних заходів із містобудівельного використання заболочених і заторфованих ділянок значна увага приділяється благоустрою

природних та штучних водойм, які входять в загальну систему осушення території. Найголовнішу роль при цьому відіграє визначення відмітки водної поверхні водойми для підсилення дренажу прилеглих територій.

Заходи із інженерної підготовки боліт і заболочених територій дозволяють забезпечити санітарні та містобудівельні норми осушення, стабілізацію поверхні, умови для вирощування зелених насаджень і, в кінцевому випадку, створити умови для нормального проживання населення.

Запитання для самоконтролю

1. Які території відносять до заболочених і боліт?
2. За якими показниками характеризують заболочені території?
3. Які природні фактори належать до причин утворення заболочених територій?
4. Які особливості заторфованих територій?
5. Які заходи з інженерної підготовки необхідно проводити на заторфованих територіях?

ЛЕКЦІЯ 10**ТЕМА: ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЙ
В ВАЖКИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ.****ПЛАН:**

- 10.1. Інженерна підготовка територій із карстовими явищами
 - 10.1.1. Типи карсту та форми його проявлення
 - 10.1.2. Містобудівельна оцінка територій з карстом
 - 10.1.3. Заходи захисту будівель і споруд
- 10.2. Інженерна підготовка підроблювальних територій
 - 10.2.1. Оцінка умов забудови територій
 - 10.2.2. Інженерні заходи щодо освоєння територій

10.1. Інженерна підготовка територій із карстовими явищами**10.1.1. Типи карсту та форми його проявлення**

Карстові процеси проявляються у вигляді специфічних поверхневих та підземних форм, своєрідності якостей річково-озерної мережі та циркуляції підземних вод.

Карстові процеси спостерігаються у вапняках, доломітах та перехідних карбонатних породах, у вапняних конгломератах, крейдових породах, гіпсі, ангідриті, кам'яній солі, калійних, калійно-магнієвих та інших соляних породах, а також - при певних умовах у крейдо подібних мергелях та мрамурі.

Карстові явища та процеси поділяють за типами деформації земної поверхні, за літологічним складом та особливостями залягання карстових порід.

У важкорозчинних породах розвиваються карбонатні (вапняки, доломіти, крейда), сульфатні (гіпс) та сульфатно-карбонатні типи, а у легкорозчинних спостерігається соляний тип карсту.

Розрізняють такі типи карстових деформацій земної поверхні: провали, осідання, корозія земної поверхні.

Провали виникають: у випадку провалювання покрівлі карстових порожнин, у випадку карстово-суфозійних явищ, які виникають внаслідок просочування в карстові порожнини та тріщини пухкого матеріалу з покривних відкладень і, у випадку, змішаних процесів.

Поступові осідання земної поверхні (невеликі за площею місцеві осідання та осідання на великій площі) інколи приводять до утворення великих мульд осідання та депресій.

Корозія земної поверхні утворюється у місцях виходу на поверхню розчинних гірських порід.

Часто зустрічаються комбіновані та проміжні типи деформацій земної поверхні.

За особливостями залягання карст поділяють на два типи: відкритий (карстові породи безпосередньо на поверхні) та прихований або закритий (карстові породи перекриваються шарами нерозчинних водонепроникних або водопроникних гірських порід). По відношенню до рівня підземних вод карстові породи можуть залягати у зоні аерації, постійного водонасичення або в обох одночасно.

10.1.2. Містобудівельна оцінка територій з карстом

Містобудівельна оцінка територій з карстовими явищами проводиться за даними інженерно-геологічних досліджень умов формування карсту, інтенсивності та характеру його розвитку. Мета досліджень - виявлення ділянок, які придатні для зведення будівель, споруд, а також проектування заходів боротьби з карстом під час будівництва та експлуатації об'єктів.

Стійкість територій визначають на підставі інженерно-геологічного районування за умовами розвитку карстових явищ. Для її кількісної оцінки використовують показники середньорічної кількості карстових провалів, які відносяться до одиниці площі, та середньорічного враження територій карстовими провалами.

Середньорічна кількість карстових провалів, яка відноситься до одиниці площі, визначається за формулою:

$$P = \frac{n}{St}, \quad (10.1)$$

де n - кількість провалів, що зареєстровані на площі S , км², за час t , років.

Величина зворотна до P , - середня періодичність провалів, яка показує, через який час на площі 1 км^2 відбудеться один провал визначається за формулою:

$$\frac{1}{P} = \frac{St}{n}, \quad (10.2)$$

Середньорічна враженість території карстовими провалами визначається за формулою:

$$B = \frac{\sum S}{St} \cdot 100\%, \quad (10.3)$$

де $\sum S$ - сума площин провалів, км^2 , які з'явилися на території за t років.

При районуванні виділяють такі категорії карстових територій за ступенем їх стійкості відносно провалів: дуже нестійкі ($P > 1,0$), нестійкі ($P = 0,1-1,0$), недостатньо стійкі ($P = 0,05-0,10$), зниженої стійкості ($P = 0,01-0,05$), відносно стійкі (утворення провалів виключається).

Для оцінки швидкості розвитку карсту використовують показник активності карстового процесу. Швидкість розвитку карсту виражається відношенням об'єму розчиненої породи, яку виносять підземні води із карстового масиву, до загального об'єму карстової породи за умовний проміжок часу (за тисячоліття).

Показник активності карстового процесу, % за 1000 років визначається за формулою:

$$A = \frac{V}{V'} \cdot 100, \quad (10.4)$$

де V - об'єм розчиненої породи, м^3 , яка буде винесена підземними водами за 1000 років;

V' - загальний об'єм масиву карстових порід, м^3 .

Об'єм розчиненої породи, що виноситься підземними водами з карстового масиву, визначають за середнім хімічним складом водних джерел, який відображає загальний результат умов, що впливають на інтенсивність

карстового процесу (склад та потужність порід, агресивність підземних вод та швидкість їх переміщення).

Ступінь придатності ділянки під будівлю в межах території з карстовими явищами визначається окремо для сельбищної, промислової та транспортної зони залежно від середньорічної кількості провалин на 1 км² за рік (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 – Ступінь придатності територій з карстом під забудову залежно від середньорічної кількості провалин

Зона забудови	Території		
	придатні	Обмежено придатні	непридатні
Сельбищна	Менше 0,01	Від 0,01 до 0,1	Більше 0,1
Промислова та транспортна	Провалини виключаються	Менше 0,05	>0,05

Ділянки під будівлі і споруди обирають на стійких не порушених карстовим процесом блоках порід. Не рекомендується розміщувати будівлі і споруди безпосередньо на місцях старих карстових форм (чарунок, впадин) та поблизу їх скупчення. Території, які непридатні під забудову, використовують для зелених насаджень.

10.1.3. Заходи захисту будівель і споруд

Вибір заходів захисту будівель і споруд, що зводяться у карстових районах, виконують залежно від умов розвитку та характеру виявлення карсту, призначення та конструктивних об'єкту, який проектується.

Інженерна підготовка основ будівель та споруд, які проектуються на територіях з карстовими явищами включає:

- вертикальне планування та відведення дощових, стічних, дренажних вод за межі водозбірних площин поверхневих вод;
- засипку карстових впадин глинистим матеріалом;
- тампонаж водостійким матеріалом (цементацию) всіх водопоглинаючих чарунок та тріщин, що виходять на поверхню, а також бурових свердловин та інших інженерно-геологічних виробок;

- заповнення підземних порожнин (небезпека виникнення провалів та осідання будівель та споруд може бути зменшена або ліквідована тампонажем порожнин та тріщин у карстовому масиві та заповненням карстових порожнин бутобетонною кладкою);

- влаштування водонепроникних завіс навколо ділянок забудови методами цементації, бітумізації, силікатизації;

- влаштування глибоких фундаментів на бурі набивних палях або на опорах глибокого закладання, якими проходять карстові породи.

З метою забезпечення міцності, стійкості та експлуатаційної надійності будівель і споруд у разі появи карстових провалів влаштовують спеціальні фундаменти, застосовують заходи посилення конструкцій та покращення умов їх роботи, будують промислові споруди нових типів та ін.

При експлуатації інженерних мереж необхідно взагалі усунути можливість витоків із водогону, каналізаційних, теплофікаційних та інших мереж.

Витоки агресивних промислових стоків у ґрунт не допускаються.

10.2. Інженерна підготовка підроблювальних територій

10.2.1 Оцінка умов забудови територій

Оцінку територій, що розроблюються гірничими виробками, виходячи з умов забудови виконують на підставі гірничо-геологічного обґрунтування, яке складається спеціалізованою організацією і містить у собі:

- геологічні та гідрогеологічні дані про розроблену товщу;
- плани гірничих робіт з перспективою розробок корисних копалин;
- відомості про системи розробки корисних копалин та контури площин залягання їх балансового та забалансового запасу;
- відомості про контури площин територій різних груп за величинами очікуваних деформацій земної поверхні;
- дані про місця виходу наносів тектонічних порушень та пластів корисних копалин, розташування гирл старих вертикальних та скісних виробіток;

- дані про місця, де можливо утворення провалів, про уступи наземної поверхні, які проявилися, про тектонічні порушення та провали;

- оцінку змін геоморфологічних, гідрологічних та гідрогеологічних умов ділянки забудови внаслідок осідання земної поверхні, а також можливих змін фізико-механічних властивостей ґрунтів у разі зміни гідрогеологічних умов території.

Під забудову, насамперед, використовують території, під якими залягають непромислові корисні копалини або вже вироблені промислові корисні копалини та процес деформації земної поверхні скінчився, а також території, де розроблення корисних копалин очікується після закінчення часу амортизації об'єктів, що проектується. Забороняється будівництво будівель та споруд на розроблених територіях, де за прогнозом можливо утворення провалів та зсувів або перевищення припустимих значень деформацій земної поверхні.

На розроблених територіях у місцях виходу робочих та розроблених пластів та тектонічних порушень, а також у районах зі старими гірськими виробітками, що пройдені на малих глибинах, зведення будівель та споруд здійснюється тільки при наявності відповідного висновку організацій, що спеціалізуються у даній області.

Території, що розроблені виробітками на глибинах, вищих за безпечні, можливо забудувувати після закінчення процесу зсуву або після вживання заходів, що виключають можливість виникнення провалів (замулення виробіток через свердловини, закладення виробіток породою). На цих горизонтах гірські роботи повинні виконуватися з застосуванням гірських та конструктивних заходів захисту.

Допустимі величини деформацій об'єкту залежать від його призначення та народногосподарської цінності, „чутливості” будівельних конструкцій та обладнання до деформацій основи, а також від виду технологічного процесу.

Безпечна глибина розробки, починаючи з якої гірські виробки не викликають у споруд деформацій, що більші за допустимі:

$$H_b = k_1 \frac{m}{[\varepsilon]}, \quad \text{або} \quad H_b = k_2 \frac{m}{[i]}, \quad (10.5)$$

де k_1 та k_2 - коефіцієнти, які залежать від групи родовищ та кута падіння пласту; m - потужність шару ґрунту, м;

$[\varepsilon]$ та $[i]$ - відповідно припустима горизонтальна деформація та уклон земної поверхні, мм/м.

Якщо для об'єкту встановлені допустимі величини горизонтальної деформації та ухилу, за безпечну глибину приймають найбільше значення H_b .

На територіях, що розроблені на глибинах, вищих за безпечні, водойми споруджують за спеціальними проектами, які передбачають заходи захисту гірських виробіток від проникнення води.

Розроблені території забудовують з врахуванням активізації процесу зсуву над вже розробленими пластами при кожному наступному розробленні, незалежно від її глибини.

10.2.2. Інженерні заходи щодо освоєння територій

До заходів, що забезпечують експлуатаційну придатність забудов та споруд, які зводяться на розроблених територіях, відносять:

- вертикальне планування;
- раціональну орієнтацію забудов та споруд відносно призначених до проведення (або вже існуючих) виробіток та вибір оптимальних габаритів об'єктів будівництва;
- використання будівельних та гірничо-технічних захисних засобів; використання раціональних конструкцій та ефективних будівельних матеріалів (табл. 10.2).

Для запобігання проникненню води у гірничі виробки при інженерній підготовці територій необхідна організація відведення дощових, стічних, дренажних та інших вод за межі водозбірних площин. При цьому слід враховувати можливість проникнення води через шурфи та інші гірничі

виробки, які мають вихід на денну поверхню, а також через незатампоновані або неякісно затампоновані свердловини.

Таблиця 10.2 – Групи територій в залежності від очікуваних деформацій земної поверхні

Очікувані деформації земної поверхні			
Групи територій	Відносна горизонтальна деформація розтягування або стиснення e , мм/м	Нахил i , мм/м	Радіус кривизни R , км
I	$12 \geq e > 8$	$20 \geq i > 10$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq e > 5$	$10 \geq i > 7$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq e > 3$	$7 \geq i > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq e > 0$	$5 \geq i > 0$	$12 \leq R < 20$

Поздовжні вісі забудов орієнтують: для I та II груп територій (табл. 10.2) у напрямку простирання або перпендикулярно до напрямку простирання пластів корисних копалин; для I_k - III_k груп територій (табл. 10.3) - перпендикулярно до напрямку простирання означених пластів.

Таблиця 10.3 – Групи територій в залежності від очікуваної висоти уступу h , см

I_k	$25 \geq h > 15$
II_k	$15 \geq h > 10$
III_k	$10 \geq h > 5$
IV_k	$5 \geq h > 0$

Примітка.

Будинки розміщують між уступами на земній поверхні.

Будинки та споруди на територіях з гірничими виробками проектують за жорсткими, піддатливими або комбінованими конструктивними схемами.

За жорсткою схемою проектуються об'єкти порівняно невеликих розмірів у плані, а також об'єкти, в яких за умовами експлуатації не допускається взаємного зміщення конструкцій.

За піддатливою схемою проектують об'єкти більших розмірів у плані, власна жорсткість яких незначна. Піддатливість будинків та споруд забезпечується влаштуванням швів плинну, шарнірними сполученнями елементів

рухомих опір, розподілом будинків та споруд деформаційними швами на відсіки та інше. Тонелі, галереї, естакади та ін., що встановлені або примикають до будинків, також відокремлюють від будинків деформаційними швами.

Як гірничі засоби охорони ділянки земної поверхні проектують повну або часткову закладку відробленого простору; розробку корисних копалин з відривом у часі та просторі широким фронтом кількома лавами, не залишаючи міжлавних целиків; розробку пластів неповної потужності або площини.

Припустима потужність витягнутого пласту, m , визначається за формулою:

$$[m] = \frac{m[\varepsilon]}{\varepsilon_m}, \quad (10.6)$$

де $[\varepsilon]$ - припустимі деформації земної поверхні в основі розроблюваного об'єкту, $мм/м$;

ε_m - максимальні деформації земної поверхні, що виникають при розробці пласту на повну потужність m , $мм/м$.

Як міра захисту будинків і споруд передбачається у процесі експлуатації вирівнювання будинків, споруд, їхніх окремих конструкцій і технологічного обладнання з допомогою домкратів і інших вирівнювальних приладів.

Запитання для самоконтролю

1. Які інженерні заходи використовують щодо освоєння містобудівних територій з карстом?
2. Дайте класифікація карстових явищ?
3. Що враховує оцінка умов забудови територій з карстом?
4. Що враховує «безпечна глибина розробки»?
5. Яке призначення містобудівельної оцінки територій з карстом?
6. Яка мета досліджень містобудівельної оцінки територій з карстовими явищами?
7. Основны заходи інженерної підготовки основ будівель та споруд, які проектується на територіях з карстовими явищами

ЛЕКЦІЯ 11**ТЕМА: ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ****ПЛАН:**

11.1. Загальні відомості про порушення територій

11.2. Особливості інженерної підготовки при відновленні порушених територій

У містобудівній практиці досить часто виникає необхідність в інженерної підготовки територій, порушених в результаті виробничої діяльності людини. Значну площу в числі порушених територій складають ділянки в місцях вугільних, рудних і нерудних родовищ.

Містобудівне використання порушених територій можливо лише після проведення комплексу відновлювальних заходів, складність, і характер яких визначають залежно від типу порушення поверхні, природних умов і розміщення ділянок в плані міста.

11.1. Загальні відомості про порушеннях територій

Типи порушень поверхні при видобутку корисних копалин широко варіюються, але всі вони представляють собою антропогенні форми мікрорельєфу, різноманіття яких зводиться до двох основних типів: порушень аккумулятивного і порушення денудационного типу.

Порушення аккумулятивного типу (рис. 11.1, а - д) представляють собою утворення без пошкодження земної поверхні. До них відносять відвали порожніх шахтних порід, відходів переробних виробництв, золо- і шлаковідвали. Поширеною формою шахтних відвалів є терикон (схема а). Лобовий схил відвалів знаходиться в межах природного укосу матеріалу, а хвостовий зазвичай складається під меншим кутом $-12 \dots 20^\circ$. Висота териконів може досягати 50 м і більше.

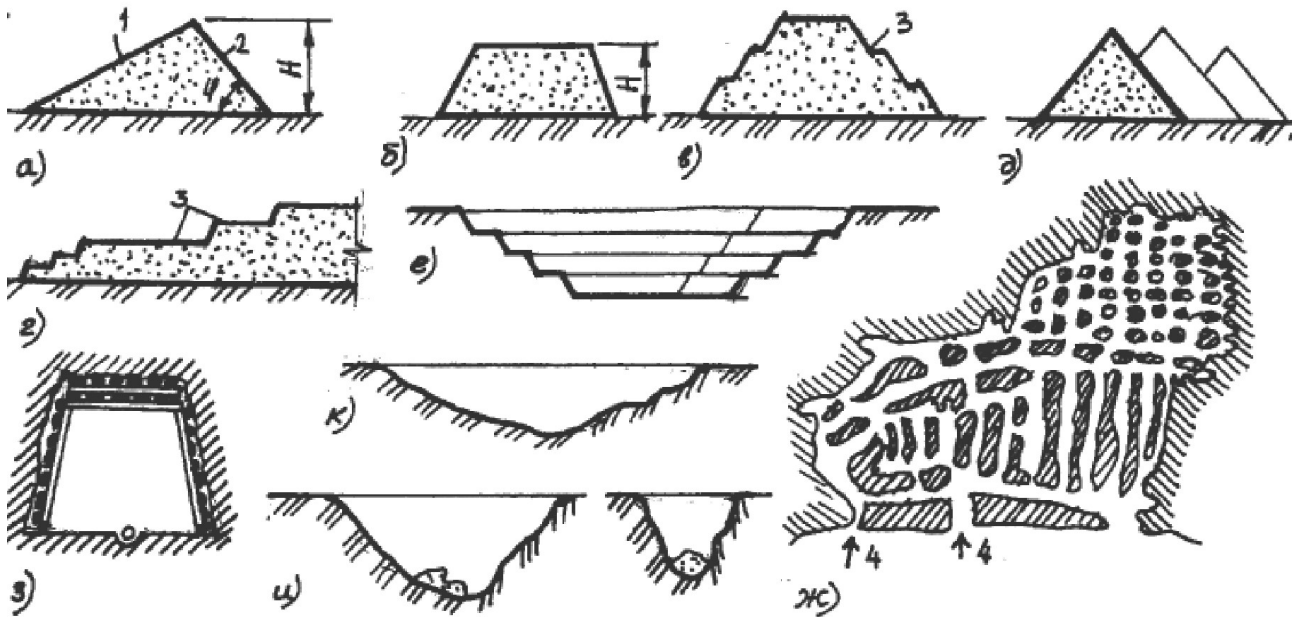


Рисунок 11.1 – Типи порушень рельєфу: 1-хвостовій схил; 2-лобовий схил; 3-тераса; 4-входи

Певні шахтні породи здатні самозайматися, якщо вони складені у відвали висотою більше 10м.

Відвали розкривних порід - це відходи відкритих розробок корисних копалин, зазвичай розкривних порід. Розміри і форма відвалів різні й залежать від гірничотехнічних умов, що визначають технологію відвалоутворення (рис. 11.1, б-д). Відмінною особливістю таких відвалів є значна площа, займана ними. Розміри територій, що знаходяться під відвалами розкривних порід, можуть перевершувати площу відпрацьованого кар'єру в 3 .. 4 рази.

Порушення денудаційного типу - це кар'єри, різні підземні виробки, провали, тріщини, прогини і просідання поверхні (рис. 11.1, е-к).

Кар'єри є гірничими виробками, утвореними при видобутку корисних копалин відкритим способом. Зазвичай вони мають регулярні схили, що спускаються вниз терасами (схема е). З плином часу ці схили втрачають під дією вітру і атмосферних опадів геометричність форм.

Кар'єри, що залишаються в результаті розробки будівельних матеріалів, зазвичай розташовані уздовж річкових берегів і займають невеликі площі. Вони часто виявляються залитими ґрунтовими та поверхневими водами. Великі

кар'єри, розташовані на великих площах, охоплюють вододіли і частіше за все не обводнені.

Вироблені підземні простори є занедбані штольні, штреки та підземні галереї. Вони займають іноді значні площі. На рис. 11.1, ж показана каменоломня, територія якої перевищує 4 га.

У підземних виробках слабкі ґрунти стабілізують під час розробки, встановлюючи кріплення (схема з), які поступово руйнуються. Змінні порода даху є потенційною небезпекою обвалів. Виймки в скельних породах кріплять не завжди, а під дією хімічно агресивного середовища дах втрачає міцність і тоді відбувається руйнування.

Провали і прогини на поверхні землі (рис. 11.1, і, к) утворюються в результаті обвалення даху підземних виробок і пустот, коли вони залягають на невеликій глибині. Обсяг руйнувань нерідко буває значним, якщо геологія ділянки представлена наносними ґрунтами - піщаними або глинистими. Провали іноді охоплюють великі площі, осідають породи, глибина воронк обвалення сягає 50 м.

Порушені території можуть бути розташовані як поза міською межею, так і в межах міської забудови.

11.2. Особливості інженерної підготовки при відновленні порушених територій

Питання про відновлення порушених територій зводиться до визначення умов доцільності освоєння і вибору комплексу інженерних заходів, необхідних для конкретного виду містобудівної використання.

Містобудівне використання територій передбачає розміщення житлового, культурно-побутового і промислового будівництва, облаштування водоймищ, садів і парків. У приміській зоні відновлені території використовують для організації місць відпочинку або сільськогосподарських угідь. Підземні виробки з міцною або спеціально укріпленою дахом можуть служити місцями розміщення об'єктів інженерного обладнання міста, системи соціального обслуговування, торгових і громадських центрів, гаражів та автостоянок,

вокзалів рейкового і безрейкового транспорту, споруд зі спеціальними акустичними і геотермічними режимами.

Заходи інженерної підготовки практично зводяться до вертикального планування, а при необхідності до устрою дренажних та водовідвідних систем, усунення причин провалів і осідань.

При вертикальному плануванні не тільки організують стік поверхневих вод, але розбивають терикони, засипають воронки обвалення, зменшують ухили схилів відвалів і виїмок (рис. 11.2).

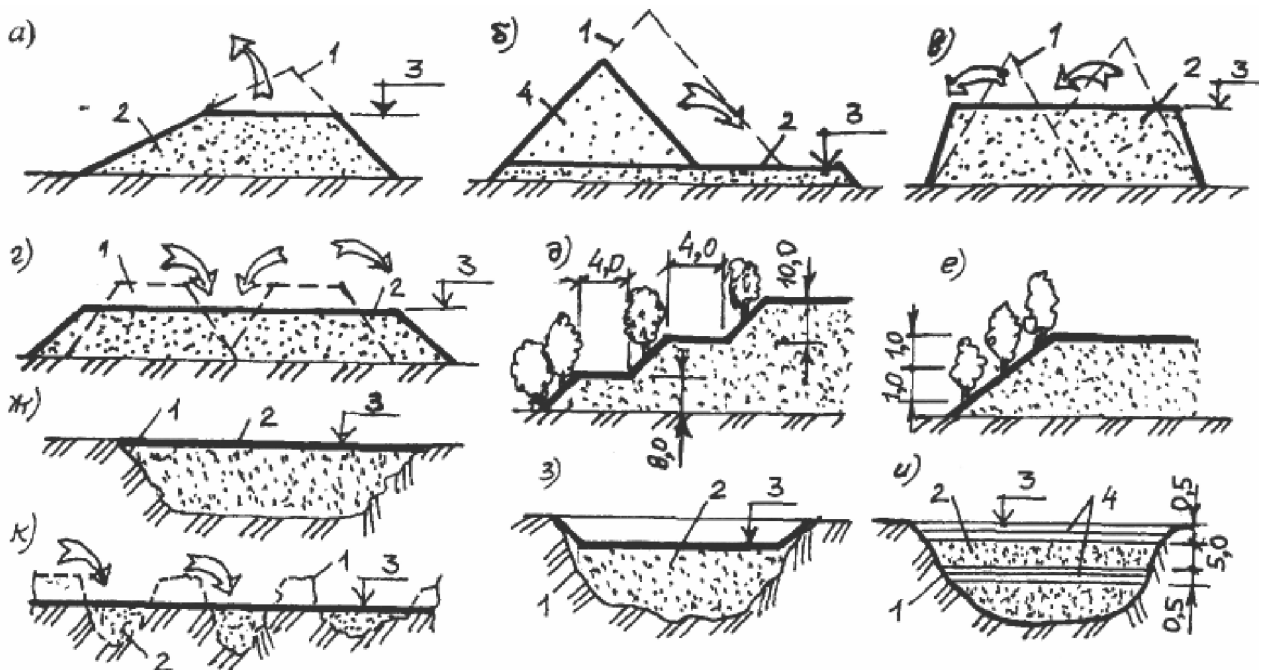


Рисунок 11.2 – Інженерні заходи щодо відновлення територій з порушеннями: 1 – існуюча поверхня; 2 – породи що зберігаються або насипний ґрунт; 3 – проектна поверхня; 5 – шар глини.

Шахтні терикони та відвали розкривних порід ліквідують повністю або частково. Ліквідація їх необхідна, якщо вони потрапляють в зону забудови і є перешкодою для подальшого будівництва. Повна розробка териконів виправдовує себе в тих випадках, коли породи, що їх складають, можуть бути використані як сировина для виробництва будівельних матеріалів або необхідні для вертикального планування і засипки місцевих знижень-провалов.

Найчастіше терикони розбирають частково до висоти 10 ... 15 м, щоб виключити їх самозаймання (рис. 11.2, *а, б*) і влаштовують пологі укоси.

Відвали розкривних порід зазвичай розрівнюють або зрізають (схеми *в, г*) до певного рівня, позначку якого призначають з урахуванням подальшого містобудівного використання території. Видалений ґрунт служить для підвищення позначок прилеглої території або є резервом для вертикального планування прилеглих ділянок.

Схили відвалів планують, приймаючи ухили менше кута внутрішнього тертя порід і зміцнюють, засаджуючи травами, кущами і деревами (рис. 11.2, *д, е*).

Асортимент чагарників і дерев підбирають з урахуванням пило- та газоустойчивості. Рослинний шар наносять спільно з одернуванням або при посіві трав'янистої сумішшю.

Насипи, що формуються з териконів і відвалів, використовують в основному для зелених масивів, вільних від забудови, оскільки процес стабілізації ґрунтів завершується через 15 - 20 років з моменту їх складування і навіть після цього щільність підстави становить приблизно 86% від щільності цілини - ґрунту в природному стані.

Кар'єри можуть бути повністю засипані до рівня денної поверхні (рис. 11.2, *е, к*), якщо вони розташовані серед міської забудови, де передбачається розташування зелених зон або зведення будівель. Зазвичай до таких заходів вдаються, якщо глибина кар'єрів не перевищує 7 м.

Для засипки використовують ґрунт, що розробляється в котлованах фундаментів, або відходи промислового виробництва. Цей матеріал підбирають з урахуванням несучої здатності основ для будівель і споруд. Будинки зводять тільки після процесу стабілізації поверхні землі.

Повну засипку обмежують в кар'єрах, де раніше були відпрацьовані потужні пласти покладів, покриті малопотужної розкрив. Тут враховують дальність - доставки закладного матеріалу і містобудівну цінність відновлюваної ділянки. При великій дальності перевезення передбачають

часткову засипку кар'єрів до знижених по відношенню до денної поверхні позначок (схема з).

В не засипаних кар'єрах влаштовують водойми, які виконують різні функції: декоративні, що регулюють стік поверхневих і підземних вод та ін. При використанні кар'єрів для створення ставків попередньо зменшують крутизну їх укосів. Чашу водойми вистилають водонепроникним екраном з глини або важкого суглинку.

Кар'єрний простір використовують не тільки для водойм і зелених зон, але і розміщення транспортних споруд гаражів, тунелів, а на лінійних виїмках - і для ділянок транспортних магістралей. У відкритих спорудах укоси зміцнюють відповідно до вимог, що пред'являються до стійкості гірських розробок. Ними передбачена планування схилів, перехоплення поверхневих вод і уполаживаніє дна кар'єра.

Освоєння територій з провалами і осіданням має свої складності. Вони полягають в тому, що майже всі провали обводнені, а осушення досить важко. Провали, розташовані на території ліквідованих шахт, можуть бути засипані породою териконів, а поблизу діючих шахт - порожній породою, яка видається на поверхню. Для захисту від самозаймання їх прикривають шаром глини, як показано на рис. 10.2, і.

При розміщенні відновлюваного ділянки з провалами в межах забудови передбачають повну їх засипку до відміток денної поверхні. Часткову засипку виробляють, коли рівень планування не пов'язаний з відмітками закладення фундаментів і входами в будівлю.

Провали вирівнюють за рахунок ґрунту межпровальних просторів до зниженої по відношенню до денної поверхні землі позначки (схема к). На таких ділянках, освоєних для міського будівництва, ускладнюється організація водовідведення та умови їх підключення до існуючого каналізаційного колектору. З цієї точки зору найбільш доцільна повна засипка провалів, звичайно, при наявності закладного матеріалу.

Будинки розміщують на провалах, що ліквідуються повністю або частково тільки після закінчення процесу опади.

Водовідвід і дренажні системи на відновлюваних територіях влаштовують відповідно до вимог, викладених раніше. У зв'язку з тим, що для порушених територій характерні деформації поверхні, потрібно запобігти можливим зсувним явищам.

Запитання для самоконтролю

1. Які труднощі виникають при освоєнні територій з провалами і осіданням?
2. Які заходи інженерної підготовки застосовуються при відновленні порушених територій?
3. В чому полягають особливості порушень територій акумулятивного типу?
4. У чому полягають особливості порушень територій денудаційного типу?
5. Які особливості освоєння кар'єрного простору?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВА ТЕРИТОРІЙ. ДБН Б.2.2-12:2019.. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 185 с.
2. Інженерний захист та освоєння територій: довідник (за ред. В. С. Ніщука). – К. : Основа, 2000. – 334 с.
3. Леонтович В. В. Вертикальная планировка городских территорий: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Городское строительство» / В. В. Леонтович. – М. : Высш.шк., 1985. – 119 с.
4. Бутягин В. А. Планировка и благоустройство городов: Учебник для вузов / В. А. Бутягин. – М.: Стройиздат, 1974. – 381 с.
5. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / Владимир В. В., Давидянц Г. Н., Расторгуев О. С., Шафран В. Л. – М. : Архитектура-С, 2004. – 240 с.
6. Денисов В. Н. Благоустройство территорий жилой застройки / В. Н. Денисов, Ю. Х. Лукманов. – СПб. : МАНЭБ, 2006. – 224 с.
7. Николаевская И. А. Благоустройство территорий / Николаевская И. А. – М. : Академия, 2002. – 272 с.
8. Ліп'янін В.А.. Інженерна підготовка і благоустрій міських територій. Навчальний посібник/ В.А. Ліп'янін, І.В. Стародуб– Рівне. : 2015. – 293 с.
9. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5:2018. –К.: Мінрегіон України, 2018.– 61 с.
10. Леонтович В. В. Вертикальне планування території групи житлових будинків. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Комплексне освоєння міських територій» / В. В. Леонтович, О. В. Носар. – К. : КНУБА, 1999. – 30 с.
11. Чередніченко П. П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст: Навч. посібник / П. П. Чередніченко. – К.: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2002. – 180 с.

12. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та за-топлення. ДБН В.1.1-25-2009. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 30 с.

13. Горохов В. А. Городское зеленое строительство: Учеб. пособие для вузов / В. А. Горохов. – М. : Стройиздат, 1991. – 416 с.

14. Теодоронский В.С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова; под ред. В. С. Теодоронского. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

15. Болотова М. Н. Благоустройство промышленных предприятий / М. Н. Болотова, В. А. Рыгалов. – М. : Стройиздат, 1973. – 149 с.

16. Лейкина Д. К. Ландшафтная организация промышленных узлов / Д. К. Лейкина. – М. : Стройиздат, 1984. – 115 с.

17. Яковлевас-Матецкис К. М. Комплексное благоустройство промышленных территорий / К. М. Яковлевас-Матецкис. – Киев. : Будивельник, 1989. – 136 с.

18. Теодоронский В. С. Садово-парковое строительство: учебник для студ. вузов по спец. „Садово - парковое и ландшафтное строительство” / В. С. Теодоронский. – М. : МГУЛ, 2003. – 335 с. – ISBN 5-8135-0164-9.

19. Містобудування. Довідник проектувальника / за ред. Т. Ф. Панченко. – К. : Укрархбудінформ, 2001. – 192 с.

20. Руководство по инженерной защите территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016 – К.: Мінрегіон України, 2016.– 112 с.

21. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. ДБН В.1.1-45:2017.–К.: Мінрегіон України, 2017.– 64с.

22. Руководство по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. – М. : Стройиздат, 1986. – 304 с.

23. Бетонні та залізобетонні конструкції. ДБН В.2.6-98:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 72 с.

24. Захист територій, будинків і споруд від шуму. ДБН В.1.1-31:2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015.– 64 с.

25 Линик І. Є. Інженерна підготовка населених місць / Линик І. Є., – Харків. : ХНАМГ, 2004. – 337 с.

26. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / Владимирова В. В., Давидянц Г. Н., Расторгуев О. С., Шафран В. Л. – М. : Архитектура-С, 2004. – 240 с.

27. Бабич Є. М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти / Є. М. Бабич, Ю. О. Крусь. – Рівне. : РДТУ, 2001. – 367 с.

28. Клиорина Г. И. Инженерная подготовка городских территорий / Клиорина Г. И., Осин В. А., Шумилов М. С. – М. : Вища школа, 1984, 272 с.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу «КОМПЛЕКСНЕ ОСВОЕННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ
МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія)

(Електронне видання)

Укладач: Уваров Павло Євгенович

Оригінал - макет

П.Є. Уваров

Підписано до друку _____

Формат . Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____ . Обл.-вид.арк. ____ .

Тираж ____ прим. Вид. № ____ . Замовл. № ____ . Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38(050) 218 04 78,

E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com