

## ТЕМА 4: ПРОЕКТУВАННЯ РЕЛЬЄФУ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ

### 4.1. Стадії розробки проектів вертикального планування

У містобудівельній практиці поширені наступні стадії розробки проектів планування та забудови міст:

→ генеральний план міста виконується в масштабах 1:5 000 або 1:10000. Для міст із проектною чисельністю населення 500 тис. чоловік і більше при розробці проекту генплану передує детальне опрацювання техніко-економічного обґрунтування розвитку міста з ескізом генплану;

→ проект планування промислової зони виконується в масштабі 1:5 000 для міст, генплан яких був виконаний у масштабі 1:10 000;

→ розділ “Житлово-громадське будівництво” у складі проекту промислового підприємства виконується з основним кресленням у масштабі 1:2 000;

→ проект детального планування окремої частини сельбищної території або інших функціональних зон, який розробляється в масштабі 1:2 000 або 1:1 000 на основі затвердженого генплану міста;

→ проект забудови кварталу, містобудівельного комплексу, групи житлових чи громадських будинків, промислового підприємства або окремої споруди, що виконується на підставі проекту детального планування в масштабі 1:500 або 1:1 000 в одну (робочий проект) або дві стадії (робочий проект і робоча документація).

На стадії генплану в складі *“Схеми інженерної підготовки та прогностичного стану міського середовища”* розробляється висотне рішення території міста (схема вертикального планування), масштаб якої відповідає масштабу генерального плану. Аналогічний матеріал входить і до складу проекту планування промислової зони.

У складі проекту детального планування промислового підприємства або розділу “Житлово-громадське будівництво” розробляється схема вертикального планування, яка відрізняється від аналогічної в генплані міста

більшою деталізацією та забезпечує висотну взаємну ув'язку вже забудованих територій із тими, що проєктуються. До того ж, на цій стадії встановлюються висотні відмітки характерних місць на плані.

Робочі креслення вертикального планування у складі проєкту забудови являють собою схему організації рельєфу у масштабі 1:500 або 1:1000.

#### 4.2. Аналіз рельєфу для цілей містобудівництва

Топографічні роботи виконуються на основі категорій місцевостей за енергією рельєфу (табл. 4.1). Для містобудівельного освоєння придатні лише місцевості, що відносяться до I і II категорій.

Таблиця 4.1.

#### Категорії місцевостей за енергією рельєфу

Категорії місцевостей	Характеристика
Плоскорівнинна	Ухили 2...6%. Енергія рельєфу незначна (від 20 м на 5 км до 10 м на 100 м). Виділяються невеликі пагорби заввишки 2...5 та заниження глибиною 1...2 м
Пересічнорівнинна та горбиста	Ухили схилів 20...30 (переважні) до 60%. Енергія рельєфу від 175 м на 5 км до 40 м на 100 м
Передгірська та гірська	Енергія рельєфу 500. .900 м на 5 км – 300...500 м на 1 км
Високогірська	Енергія рельєфу від 3000 м на 5 км до 1000 м на 1 км. Середня різниця висот між двома водорозділами і тальвегами – 90...300 м при відстані між ними 200...900 м

Для розміщення сельбищних територій найбільш придатні ділянки з ухилами у межах від 5 до 60 %. Так, при ухилах від 60 до 100 % виникають труднощі в розміщенні рядової багатоповерхової забудови вздовж схилу, а при ухилах понад 150 % можливе використання для забудови лише малоповерхових будинків або зі спеціальними конструктивними схемами.

В умовах складного рельєфу для детальної розробки початкових етапів проєктування генплану повинен виконуватись *геоморфологічний аналіз території*, що планується (*дефектовка рельєфу*), який дозволяє окреслити території з ухилами меншими та більшими за допустимі для розміщення відповідних планувальних елементів міста.

При великому обсязі робіт за дефектами рельєфу доцільно використовувати шаблони закладень. Кожен шаблон відповідає певному масштабу топооснови, перерізу рельєфу і значенням допустимих ухилів.

При більш детальному аналізі умов рельєфу у межах придатної для освоєння території виділяють ділянки з різною крутизною схилів. В переважній більшості випадків доцільно відрізняти ділянки з градацією ухилів скатів, %: 0...5; 5...60; 60...100; 100...150; понад 150. Конкретні значення ухилів на ділянці між сусідніми горизонталями можна визначити з допомогою палетки закладень.

### **4.3. Схема вертикального планування міської території**

Схема вертикального планування міської території (рис. 4.1) відображає загальну технічну можливість здійснення рішень генерального плану міста відповідно до ув'язки вуличної мережі з рельєфом, водотоками, залізничними лініями, існуючими інженерними спорудами (дамбами, мостами, шляхопроводами та ін.).

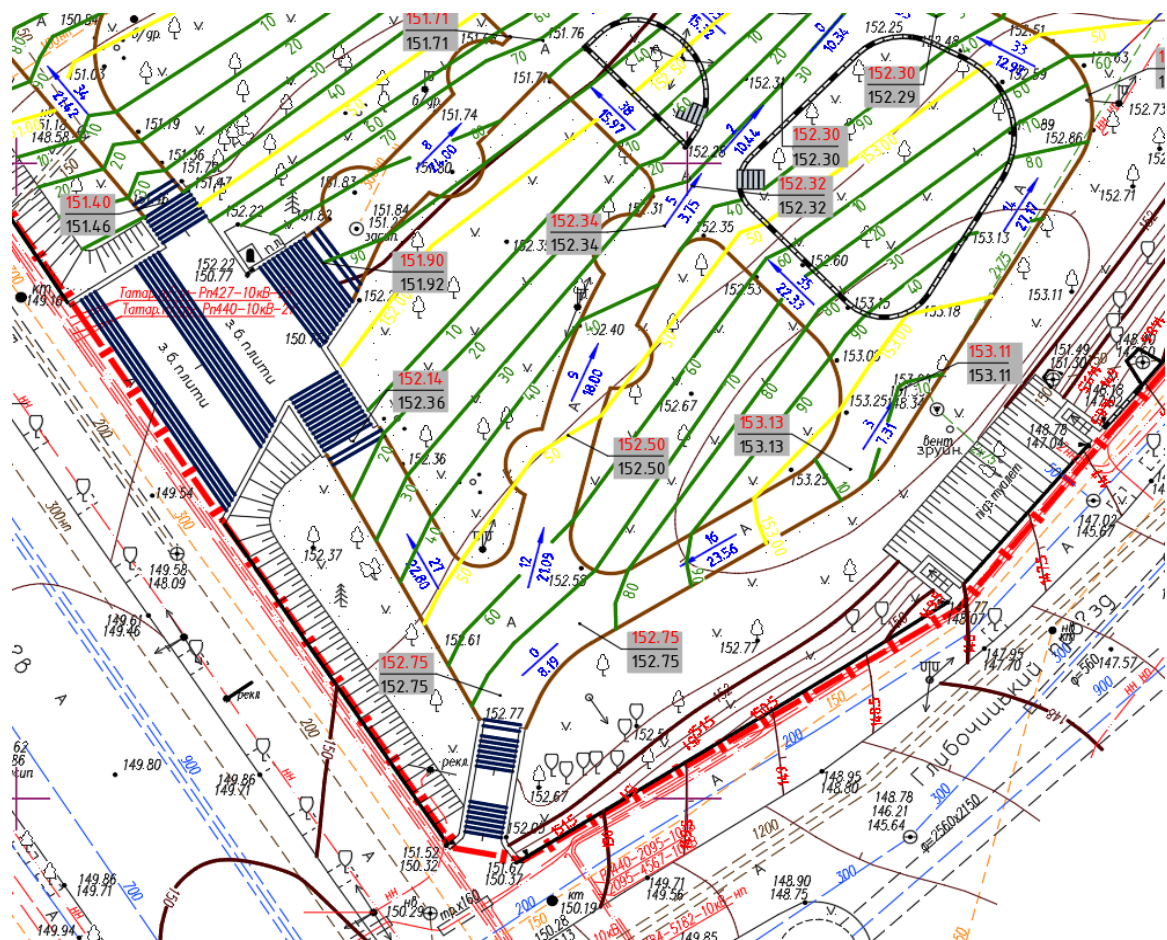


Рис. 4.1. Схема вертикального планування території міста (фрагмент)

Виконання вище перелічених завдань досягається двоетапним проектуванням схеми вертикального планування: попередньою проробкою висотного рішення всієї території міста або його окремих вузлів для встановлення можливостей здійснення накреслень генплану.

Вихідні дані такі як і для генплану. Основними є топографічний план місцевості у масштабі 1:5 000 (1:10 000). В умовах складного рельєфу може використовуватись допоміжний *топографічний матеріал* інженерно-геодезичних вишукувань.

На етапі розробки принципового рішення генплану слід враховувати наступні умови: на територіях із складним рельєфом бажано запобігати жорстким архітектурно-планувальним рішенням із прямокутною сіткою вулиць; трасування вулиць бажано здійснювати по тальвегах; вулиці великої протяжності недоцільно прокладати вздовж горизонталей.

#### 4.4. Методи вертикального планування

Вертикальне планування міських вулиць, автомобільних доріг, проїздів, дамб обвалування та інших витягнутих у плані елементів базується на використанні *метода профілів*: у довгий бік проектують поздовжні, а перпендикулярно до них, за напрямом короткої сторони з частотою залежно від стадії проектування і складності рельєфу – поперечні профілі. Системою побудованих у різних напрямках профілів може бути відображена і поверхня ділянок компактної конфігурації. Щільність сітки, тобто відстані між лініями профілів у плані залежно від потрібної точності проектування, приймається від 10 до 50 м.

*Поздовжні профілі* проектуються вздовж осі або лотків проїжджої частини вулиці

*Поперечні профілі* проектують за напрямом, перпендикулярним до осі проїжджої частини, за осями перетинаючих вулиць та проїздів вглиб прилеглих територій.

На поперечних профілях відображаються існуючі й проектні відмітки осі проїжджої частини, потоків, бортових каменів, смуг вуличного озеленення, тротуарів, відмосток будинків і прилеглої до вулиці території на відстані 10...20 м від червоної лінії.

При нанесенні проектної лінії на профілі необхідно дотримуватись наступних умов:

→ проектні ухили повинні знаходитись в межах допустимих відповідно до категорії вулиці (табл. 4.2);

→ намагатися скоротити обсяги земляних робіт (для вулиць, що приймають поверхневий стік із прилеглих територій, більш бажана зрізка, ніж насип);

→ дотримуватись допустимого заглиблення існуючих підземних інженерних комунікацій;

→ урахувати можливість припустимої зрізки-насипу біля розташованих на червоних лініях існуючих будівель;

→ намагались досягти якомога більшої відстані між переломами проектної лінії поздовжнього профілю.

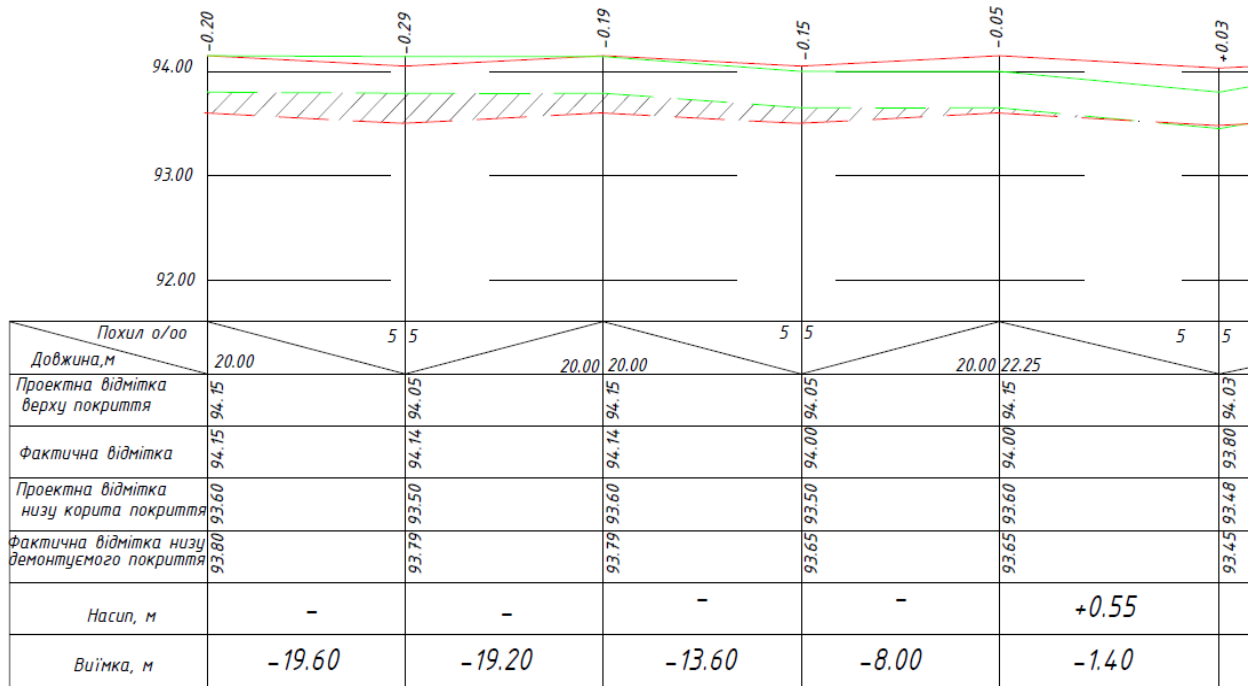


Рис. 4.2. Поздовжній профіль вулиці

Для виконання цих вимог доцільно вести одночасно проектування як поздовжнього, так і поперечних профілів.

Проектні відмітки проміжних точок між переломами ухилів визначаються за наступною залежністю:

$$H_e = H_a \pm i \cdot l,$$

де  $H_e$  – відмітка точки, м;  $H_a$  – відмітка попередньої точки, м;  $i$  – проектний ухил;  $l$  – відстань між точками, м.

У приведеному прикладі на рис. 4.2 відмітка точки ПК 0+36 (без урахування поправки на вертикальну криву) становить:

$$113,03 - 0,0105 \times 32 = 112,69.$$

Місце виходу на поверхню проектної лінії з певним поздовжнім ухилом (точка нульових робіт) обчислюється за суміжними робочими відмітками зрізки  $h_a$  та насипу  $h_b$  та відстані між ними  $L$ . Віддаленість  $l$  від точки  $a$  визначають за формулою:

$$l = \{ h_a / (h_a + h_b) \} L$$

Таблиця 4.2

## Допустимі ухили і радіуси вертикальних кривих

Категорії вулиць і доріг	Найбільший поздовжній ухил, %	Найменші радіуси вертикальних кривих, м		Алгебраїчна різниця ухил, %
		опуклих	увігнутих	
Магістральні дороги швидкісного руху	30	10000	2000	5 і більше
<b>Магістральні вулиці і дороги:</b> загальноміського значення безперервного руху	40	6000	1500	7 і більше
те саме, регульованого руху	50	6000	1500	7 і більше
районного значення	60	4000	1000	7 і більше
<b>Вулиці і дороги місцевого значення:</b> житлові вулиці	70	2000	500	15 і більше
дороги у промислових і комунально-складських зонах	60	2000	500	15 і більше
проїзди	80	–	–	–
велосипедні доріжки	40	–	–	–

У місця переломів проектної лінії вписують вертикальні криві. Їх можна не вписувати, якщо кут перелому (алгебраїчна різниця ухилів суміжних ділянок, табл.4.2) настільки малий, що при великих радіусах поправками на кривизну можна знехтувати. Параметри кривої знаходять за таблицями для розбивки на автомобільних дорогах, після чого обчислюють поправки проектних відміток точок у межах кривої. *Робочі відмітки* знаходять як різницю між червоними (з урахуванням кривої) та чорними відмітками.

Досягти цього можна встановленням доцільного перерізу горизонталей відповідно до особливостей рельєфу і характеру планувальних робіт (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Рекомендовані перерізи горизонталей при різних ухилах поверхні, яка підлягає плануванню**

Перерізи горизонталей, м	Середні ухили поверхні, %, при роботі на планах у масштабі:		
	1:500	1:1000	1:2000
0,10	10...15	до 5	–
0,20 (0,25)	більше 15	5...30	до 10
0,50		більше 30	більше 10

**Основні властивості горизонталей:**

→ усі точки, розташовані на одній горизонталі, мають однакову відмітку, що дорівнює значенню горизонталі;

→ ознакою незмінності ухилу у певному напрямку є рівні відстані між горизонталями;

→ кути, сформовані горизонталями та направлені вістрям в бік більш низьких відміток, відображають *гребінь* (рис. 4.3, а), а в бік більш високих – занижене місце, лотік (рис. 4.3, б);

→ розриви горизонталей біля елементів плану, пересічення од-нойменних горизонталей відображають *вертикальну стіну* заввишки відповідно до різниці відміток горизонталей, що перетинаються (рис. 4.3, в, г);

→ замкнуті горизонталі, концентрично розташовані одна в одній, означають *пагорб* або *улоговину* (рис. 4.3, г);



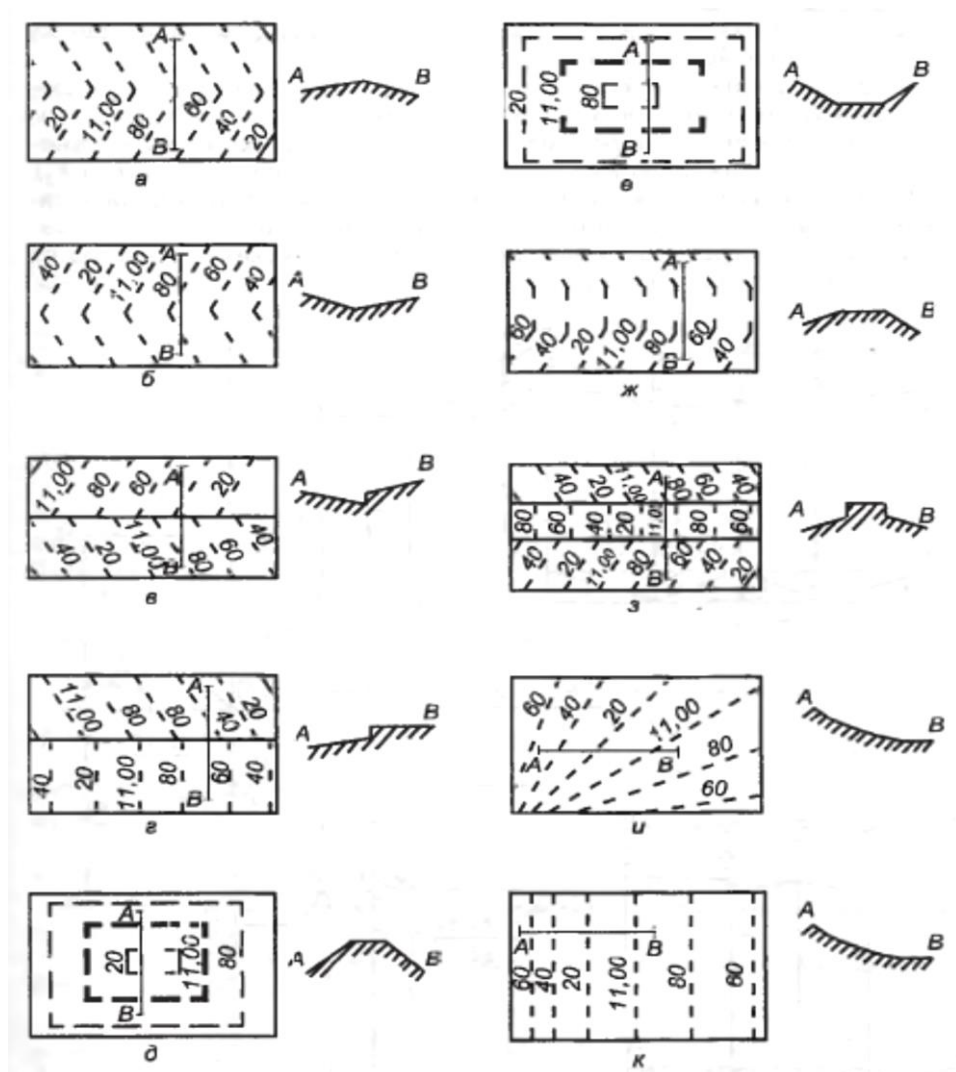


Рис. 4.3. Відображення проектними горизонталями різноманітних форм поверхні:

*a* – гребінь (водорозділ); *б* – лоток (тальвег); *в, з* – бордюр (підпірна стіна);  
*д* – пагорб дахоподібної форми; *з* – роздільна смуга, підвищена над двоскатною поверхнею; *и, к* – криволінійні поверхні  
 → горизонталі, які відображають площину, паралельні і розміщені на рівних відстанях одна від одної, при криволінійній поверхні – не паралельні (рис. 4.3, *и*) або паралельні, проте мають перемінне заложення (рис. 4.3, *к*).

#### 4.5. Елементарні задачі вертикального планування

Потреба пристосування рельєфу відповідно до вимог забудови суттєво впливає на економічні показники проектів забудов (табл. 4.4).

## Типи рельєфу за складністю при вертикальному проектуванні територій житлових кварталів

Тип рельєфу	Характеристика рельєфу	Об'єм земляних робіт, м <sup>2</sup> /га
Простий	Рівнинні ділянки. Рівномірний ухил по території не менше 5 і не більше 50%	800...1100
Відносно простий	Ділянки з незначною хвилястістю. Рівномірний ухил по території не менше 5 і не більше 50%	1100... 1600
Ускладнений	Ділянки з незначною хвилястістю у вигляді окремих бугрів з перевищеннями не більше 2м на площі 50% території. Середній ухил не менше 5%	1600...3600
Складний	Понад 50% ділянки з пагорбами, ярами або ділянки з дуже малим ухилом при наявності безстічних ділянок	понад 3600

Ширина терас залежить від умов планування. Із естетичних міркувань гранична висота ухилу повинна бути 2,5...3,0 м. Залежність між шириною тераси  $B$ , висотою ухилу  $h$ , ухилами тераси  $i_m$  схилу  $i_c$  визначається за наступною залежністю:

$$B = \frac{h}{i_c} - i_m. \quad (4.3)$$

Терасування поверхні території при забудові доцільно здійснювати при ухилах схилу, що перевищують 60%. При організації поверхні промислових підприємств, де планування може бути ускладнене наявністю залізничних колій, розмірами та конфігурацією промислових споруд, складним підземним господарством, необхідність терасування може виникнути і при менших ухилах (рис. 4.4).

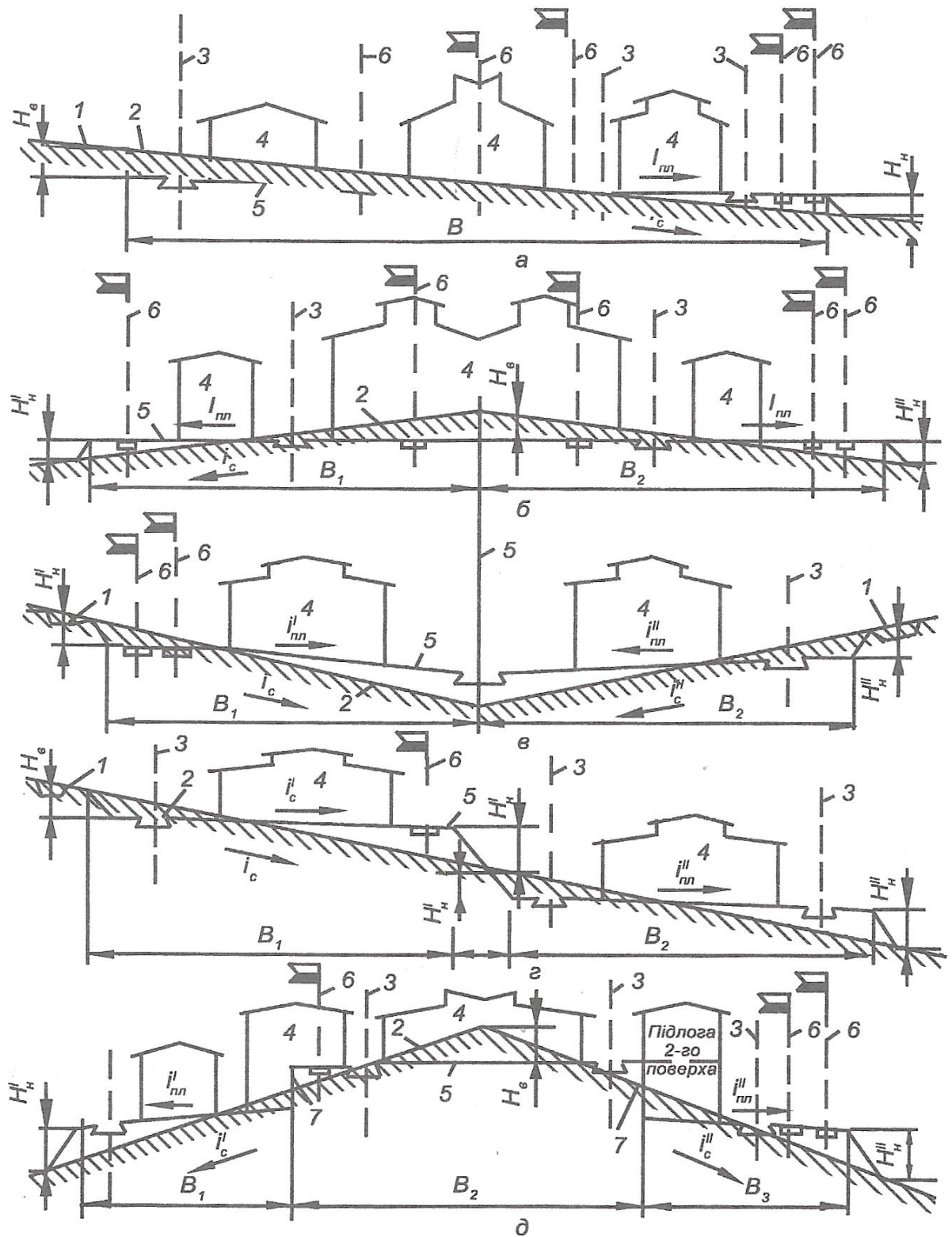


Рис. 4.4. Планувальні профілі промислової території:

а, б, в – безтерасний; г, д – терасний

(1 – нагорна канава; 2 – існуючий рельєф; 3 – осі автодоріг;

4 – промислові споруди; 5 – проектна поверхня;

6 – осі залізничних колій; 7 – підпірна стінка)

Найефективнішим прийомом вертикального планування територій нових житлових кварталів є *часткове планування*.

Досягти врівноваження об'ємів насипу і зрізки дозволяє графоаналітичний метод проектування Н.А. Корнеєва, який полягає у наступному:

→ на основі фіксованих на червоних лініях та встановлених за вимогами функціонального призначення на проїздах та інших ключових місцях проектних відміток розробляється попередній план організації рельєфу в проектних горизонталях, якомога наближений до існуючого рельєфу;

→ розробляється картограма земляних робіт, згідно з якою обчислюються об'єми насипу і зрізки від планувальних робіт;

→ підраховуються об'єми ґрунту, який витісняється фундаментами ( $V_f$ ), підвалами ( $V_n$ ), дорожніми одежами проїздів ( $V_w$ ), підземними інженерними мережами ( $V_m$ ):

$$V_f = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \sum b \cdot H_f \cdot l_f; \quad (4.4)$$

$$V_n = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \sum F \cdot H_n; \quad (4.5)$$

$$V_w = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \sum h \cdot B_w \cdot l_w; \quad (4.6)$$

$$V_m = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \sum (\omega_1 \cdot l_m + \omega_2 \cdot H_k \cdot n); \quad (4.7)$$

де  $p$  – відсоток залишкового розпушення ґрунту;  $b$  – ширина фундаменту, м;  $H_f$  – глибина закладання фундаменту, м;  $l_f$  – довжина фундаменту, м;  $F$  – площа підвалу,  $m^2$ ;  $H_n$  – глибина підвалу, м;  $h$  – товщина дорожньої одежі, м;  $B_w$  – ширина проїздів, м;  $l_w$  – довжина проїздів, м;  $l_m$  – довжина трубопроводу, м;  $\omega_1$  – площа перерізу трубопроводу,  $m^2$ ;  $H_k$  – висота колодязя на трубопроводі, м;  $\omega_2$  – площа перерізу колодязя,  $m^2$ ;  $n$  – кількість колодязів, шт.;

→ об'єми ґрунту від усіх видів робіт сумуються і визначаються розміри залишку (+) або нестачі (-) ґрунту –  $\pm V$ ;

→ раціональне висотне положення проектних площин, що забезпечить баланс об'ємів зрізки і насипу, досягається рішенням наступного рівняння:

$$F \cdot h_0 \pm V = \pm C, \quad (4.8)$$

де  $F$  – площа ділянки разом із площею забудови,  $m^2$ ;  $h_0$  – поправка до усіх проектних відміток поверхні ділянки,  $m$ ;  $\pm C$  – об'єм ґрунту, який згідно з умовою потрібно завезти (+) або вивезти з ділянки (-),  $m^3$ . За відсутності такої умови  $C = 0$ ;

→ з приведенного рівняння знаходиться поправка  $\pm h_0$ , на величину якої згідно з її знаком збільшуються або зменшуються усі попередньо обчислені проектні відмітки всередині ділянки, а також проектні та робочі відмітки картограми земляних робіт;

→ за відкоригованою картограмою обчислюються уточнені об'єми земляних робіт;

→ відповідно до уточнених проектних відміток розробляється новий план вертикального планування – оскільки у процесі роботи було здійснено паралельне перенесення площин, усі проектні горизонталі пропорційно зміщуються паралельно раніше проведеним у бік і на відстань відповідно до знаку і значення поправки  $h_0$ .

#### **4.6. Висотна прив'язка споруд**

Індустріальні методи спорудження будинків (споруд) і використання типових проектів вимагають їхнє розміщення на спланованих ділянках із *мінімальними перепадами висот* у їхніх межах. Проте напрямок ухилів земної поверхні не завжди співпадає з бажаним розміщенням будови, яке враховує як архітектурно-просторове рішення забудови, так і інші фактори (вимоги інсоляції, провітрювання території або захист від вітру і т.п.). У таких умовах доцільно розміщати кожний будинок на окремій ділянці, сформований за рахунок насипу (найчастіше), напівнасипу-напівврізки або врізки у схил.

При висотній прив'язці будинків гранична висота укосів у насипу не повинна перевищувати висоти фундаментів, зменшеної на 0,5 м (але не більше 1,8 м навіть при глибоких фундаментах). Висота укосів при врізці у схил також не повинна перевищувати 1,8 м.

Вирівняна ділянка в насипу може не мати поздовжнього ухилу, що особливо відповідає для посадки типових будинків, проте в межах зрізки необхідно надавати хоча б мінімальний ухил (5%) для забезпечення стоку з підукосних лотків.

Гранична довжина будинку при розміщенні на окремій ділянці:

– при ділянці в насипу або врізці:

$$L = h_{1,2} / (i_3 - i_4); \quad (4.9)$$

– при ділянці в напівнасипу-напівврізці,

$$L = (h_1 + h_2 - B i_4) / (i_3 - i_4) \quad , \quad (4.10)$$

де  $L$  – довжина будинку, м;  $h_{1,2}$  – найвища висота насипу або врізки, м;  $B$  – ширина ділянки, м;  $i_3$  – ухил існуючої поверхні землі вздовж будинку;  $i_4$  – поперечний ухил ділянки.

Ухили схилів 5...15% кращі умови для будівництва та залежать від довжини будівель. При таких умовах забезпечується зв'язок входів із проїздом і відведення поверхневих вод.