**3.1. Вертикальне планування майданчика**

Вертикальне планування майданчика полягає у виїмці ґрунту (в зоні виїмок), переміщенні його до зон насипу, відсипання і ущільненні в насипі відповідно до вимог проекту планування і забудови, забезпечення стоку води, влаштування проїздів тощо.

Планування майданчика може виконуватися під природний ухил, задану відмітку, заданий ухил, нульовий баланс.

При плануванні під природний ухил необхідно тільки зрізати невеликі горби і засипати западини.

При плануванні під задану відмітку – на плані ділянки указують відмітку проектної площини в якій-небудь точці майданчика.

При плануванні під нульовий баланс – червону відмітку знаходять таким чином, щоб об'єми виїмок і насипів були рівними. Такий спосіб планування є найбільш економічним, оскільки весь ґрунт, вироблений на виїмці, укладається в насип.

Проектні відмітки майданчиків, будівель і споруд, належить визначати з урахуванням:

а) збереження, по можливості, природного рельєфу;

б) якнайменшої різниці між об'ємами виїмок і насипів по чергам будівництва і по майданчику в цілому;

в) рівня ґрунтових вод на майданчику будівництва;

г) відведення атмосферних вод з майданчика будівництва;

Ухили майданчика повинні прийматися не менше 0,003 і не більше: для ґрунтів глинистих – 0,05, піщаних – 0,03, для тих, що легко розмиваються (лес, дрібнозернисті піски) – 0,01.

Рівень підлоги першого поверху будівель повинен бути, як правило, вище планувальної відмітки не менше, ніж на 15см.



**3.1.1. Підрахунок об'ємів земляних мас при**

**вертикальному плануванні майданчика**

Для підрахунку земляних мас у фігурах виїмки і насипу, при плануванні майданчика, необхідно визначити чорні, планувальну червону, робочі і середні робочі відмітки.

**Визначення чорних відміток вершин квадратів**

На план майданчику наносять планувальну сітку, яка ділить майданчик на квадрати з розмірами сторін від 10 до 100 м в залежності від величини планувального майданчика, рельєфу місцевості і необхідної точності підрахунку. Чим спокійніше рельєф, тим більшою може бути сторона квадрата. Квадрати нумеруються. Вершини квадратів позначаються буквою «Н» з числовим індексом в якому перша цифра позначає номер горизонтального ряду, а друга – порядковий номер точки в горизонтальному ряді, наприклад Н11 Н12 і т.д. (див. рис. 2).



Рис. 2. Визначення відміток вершин квадратів

В кутках планувальної сітки виставляють чорні відмітки (відмітки місцевості), їх визначають шляхом інтерполяції, користуючись горизонталями.

ПРИКЛАД: Визначити чорну відмітку вершини Н11 квадрату 1 (рис.3).

* *

Рис. 3. Визначення чорних відміток вершин квадрату

Чорні відмітки, що знаходяться між двома горизонталями, визначають таким чином.

Через вершину Н11 проводимо пряму лінію аb, (перпендикулярно до го-горизонталі) що сполучає дві суміжні горизонталі 183 і 184 і вимірюємо відрізок *l* і *L*. Якщо на відстані *L* перевищення складає *z* (тобто різниця відміток горизонталей рівна 184 – 183 = 1 м), то на відстані *l* від горизонталі 183 до точки Н11  перевищення визначається з відношення (1).

|  |  |
| --- | --- |
| $$\frac{z}{L}=\frac{x}{l}⇒x=\frac{z∙l}{L}$$ | (1) |

Чорна відмітка вершини Н11 буде дорівнювати

|  |  |
| --- | --- |
| $$H\_{11}=183+\frac{zl}{L}=21+\frac{l\left(183-184\right)}{L}$$ |  |

Окрім чорних відміток, в тих же кутках (в чисельнику) виставляють червоні (планувальні) і робочі відмітки.

Величина червоних відміток залежить від виду планування. Вид, у свою чергу, визначається умовами рельєфу, економічними міркуваннями або спеціальними вимогами і може бути наступним: під природний

нахил, задану відмітку, нульовий баланс.

**3.1.2. Визначення середньої відмітки площини планування**

**способом квадратних призм з нульовим балансом земляних мас**

При плануванні з нульовим балансом земляних мас, використовуючи спосіб квадратних призм, проектна відмітка (*Нсер*) визначається за формулою (2):

|  |  |
| --- | --- |
| $$H\_{сер}=\frac{\sum\_{}^{}H\_{1}+2\sum\_{}^{}H\_{2}+3\sum\_{}^{}H\_{3}+4\sum\_{}^{}H\_{4}}{4n}$$ | (2) |

де $\sum\_{}^{}H\_{1}$ – сума відміток вершин квадратів, що знаходяться в кутах майданчику, м;

 $\sum\_{}^{}H\_{2}$ – сума відміток вершин квадратів, що розміщені по периметру майданчику (без кутових) кожна пара яких має спільну вершину (сходяться два кути), м;

 $\sum\_{}^{}H\_{3}$ – сума відміток вершин всіх інших квадратів, кожна з яких має спільну позначку, що належить трьом суміжним квадратам, м;

 $\sum\_{}^{}H\_{4}$ – сума відміток вершин всіх інших квадратів, кожна з яких має спільну позначку, що належить трьом суміжним квадратам, м;

 $n$ – кількість квадратів.

Проектна відмітка (*Н*сер) наноситься на план майданчика (рис.2) пунктирною лінією (MN), чим визначається межа виїмки та насипу планування – лінія нульових робіт. Квадрати нумеруються, площа виїмки покривається косим штрихуванням.

При плануванні майданчика з нахилом в одну сторону, проектні відмітки в кутках квадратів () визначаються за формулою (3):

|  |  |
| --- | --- |
| $$H\_{чер(у)}=H\_{сер}\pm i∙l$$ | (3) |

де: *H*сер – планувальна відмітка майданчика без ухилу;

 *і* – запланований ухил майданчика;

 *l* – відстань від планувальної відмітки (*Н*сер) до точки, в якій визначається уточнена планувальна відмітка $H\_{чер(у)}$.

**3.1.3. Визначення робочих відміток вершин квадратів**

Робочі відмітки кожної вершини квадрата визначаються як різниця між червоною () і чорною () відмітками за формулою (4):

|  |  |
| --- | --- |
| $$h\_{роб}=H\_{чер}-H\_{чорн}$$ | (4) |

Прийнято вважати позитивними (+) робочі відмітки насипів і негативними (-) робочі відмітки виїмок. Отже, при позитивних відмітках необхідно робити підсипання, при негативних – виїмку ґрунту. Дані за визначенням робочих відміток і об'ємів земляних робіт заносяться в табл. 3.

Середня робоча відмітка квадрата або фігури визначається по формулі (5):

|  |  |
| --- | --- |
| $$h\_{сер}=\frac{h\_{1}+h\_{2}+h\_{3}+h\_{4}+…+h\_{n}}{n}$$ | (5) |

де $h\_{1}+h\_{2}+h\_{3}+h\_{4}+…+h\_{n}$ – робочі відмітки вершин квадрату або фігури.

 *n* – кількість позначок в квадраті чи фігурі.

**3.1.4. Підрахунок основних об'ємів земляних мас у фігурах**

Об'єм фунта в окремих квадратах або фігурах визначається за формулою (6), а результати заносяться в табл. 3.

|  |  |
| --- | --- |
| $$V=h\_{сер}∙F$$ | (6) |

де *h*cеp – середня робоча відмітка квадрата або фігури;

 *F* – площа квадрата або фігури, м2.

Таблиця 3

***Підрахунок основних об'ємів земляних мас***

***при вертикальному плануванні майданчика***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № фігури | Робочі відмітки вершин квадратів або фігур | середня робоча відмітка фігури *h*сер, м | Площа фігури, м2 | Об'єм ґрунту, м3 |
| *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | Виїмка | Насип |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Σ | Σ |
| Баланс ґрунту |  |  |

**3.1.5. Підрахунок об'ємів ґрунту в укосах насипу і виїмках**

Для підрахунку об'ємів фунта в укосах насипу і виїмки, по периметру планованого майданчика в кутках квадратів наносяться робочі відмітки (*h*p) і відповідно до модуля укосу *m* для даного ґрунту визначаємо величину закладання укосу *l* в кожній вершині квадрату, шляхом множення перетинів робочих відміток *h*p на модуль укосу *m* ($l=h\_{р}∙m$) і в масштабі відкладаємо отримані значення по периметру майданчика у вершинах квадратів. Потім плавною ламаною лінією викреслюємо контур укосів, з'єднавши вершини отриманих значень для насипу і виїмки (рис. 4).

Об'єм ґрунту в укосах насипу або виїмки в межах кожної фігури або квадрата можна підраховувати по формулах (7, 8 і 9).

1. Для кутових укосів (тип 1) рис. 5*а*.

|  |  |
| --- | --- |
| $$V=\pm \frac{m^{2}h^{3}}{3}$$ | (7) |

де *m* – крутизна укосу (модуль укосу);

*h* – робоча відмітка кута майданчика, м;

2. Для укосів типу 2 (рис. 5*б*)

|  |  |
| --- | --- |
| $$V=\frac{am}{4}(h\_{1}^{2}+h\_{2}^{2})$$ | (8) |

де *а* – сторона квадрата, м;

*h1, h2*  – робочі відмітки вершин квадратів (сусідніх), розташованих по периметру майданчика, м;

3. Для укосів з однією нульовою робочою відміткою (тип 3) рис. 5*в*.

|  |  |
| --- | --- |
| $$V=\frac{a\_{1}mh^{2}}{6}$$ | (9) |

де *а*1 - частина сторони квадрата від робочої відмітки до нульової точки, м.



Рис. 5. Типові фігури укосів виїмки та насипу.

Складаємо таблицю 4 загальних об'ємів земляних мас по вертикальному плануванню майданчика.

Таблиця 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Найменування об'ємів** | **Кількість** |
| **Виїмка** | **Насип** |
| 1 | Основні об'єми на майданчику |  |  |
| 2 | Додаткові об'єми в укосах |  |  |
|  | **Всього** |  |  |
|  | Баланс ґрунту |  |  |
|  | Розбіжність в об'ємах |  |  |

Ураховуючи неточності і помилки при обчисленні чорних відміток методом інтерполяції, розбіжність в об'ємах насипу і виїмки вважати допустимим в межах ±5%.

|  |  |
| --- | --- |
| $$\frac{V\_{н}-V\_{в}}{max⁡(V\_{н};V\_{в})}⋅100\%$$ | (10) |

Якщо розбіжність в об'ємах виїмки і насипу склала більше ±5%, робиться поправка до планувальної відмітки, обчисленої по формулі (2).

Ця поправка до планувальної відмітки визначається по формулі (11):

|  |  |
| --- | --- |
| $$Н\_{чер}\_{(ут)}=Н\_{сер}\pm \frac{V\_{д}}{ΣF}$$ | (11) |

де $Н\_{чер}\_{(ут)}$ – уточнена планувальна відмітка для майданчиків;

 $Н\_{кр}$ – планувальна відмітка;

 $V\_{д}$ – об’єм надлишку чи недостачі ґрунту, м3;

 $ΣF$ – площа майданчику, що планується.

Якщо переважає насип, то $\frac{V\_{д}}{ΣF}$ необхідно брати із знаком мінус (-), а якщо переважає виїмка – із знаком плюс (+).

Після знаходження уточненої планувальної відмітки всі розрахунки за визначенням робочих відміток і об'ємів ґрунту проводять повторно.

Ґрунт, якого бракує для насипу, завозиться автосамоскидами з суміжної ділянки. Зайвий ґрунт вивозиться. В разі рівності об'ємів вийде, так званий «нульовий баланс». При влаштуванні насипу, ґрунтової подушки, зворотної засипки ґрунт треба ущільнити до середнього значення коефіцієнта щільності ґрунту (*γ*ск) *ρ*d=l,65-1,7 т/м3) в цілях отримання мінімального значення коефіцієнта фільтрації. Необхідна кількість ґрунту за об’ємом розраховується виходячи з середнього значення густини (об’ємної ваги скелета).

Необхідний об'єм (*VТ*) ґрунтового матеріалу при влаштуванні майданчика обчислюється за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
| $$V\_{Т}=V\_{н(n)}⋅\frac{K\_{n}}{K\_{o}}≈1,15⋅V\_{н(n)}$$ | (12) |

де *VT* – необхідний об’єм ґрунту для влаштування насипу, ґрунтової подушки, ущільнення ґрунту при зворотній засипці, м3;

$V\_{н(n)}$ – об’єм насипу ґрунтової подушки, зворотної засипки, м3;

$\frac{K\_{n}}{K\_{o}}$ – коефіцієнт ущільнення ґрунту (*Ку*) *Ку* = 1,15÷1,21;

 $K\_{n}$ – коефіцієнт первинного збільшення об’єму даного ґрунту після розробки %;

 $K\_{o}$ – залишкове розпушування фунта %; (ЕНиР, 2 стор. 206): (додаток 7).