

Архітектура

УДК 711.116

Рекуха Ярослав Валерійович

аспірант кафедри міського будівництва

Київського національного університету будівництва та архітектури

Рекуха Ярослав Валериевич

аспирант кафедры городского строительства

Киевского национального университета строительства и архитектуры

Rekukha Yaroslav

Post Graduate of the

Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ОБ'ЄМІВ ЗЕМЛЯНИХ МАС

ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ В НАСИПУ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ОБЪЁМОВ ЗЕМЛЯНЫХ

МАС ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ В НАСЫПИ

THEORETICAL BASES CALCULATION OF VOLUMES OF EARTH

MASES EMBANKMENT LINEAR OBJECTS

Анотація. Розглядається теоретичні основи підрахунку об'ємів земляних робіт на лінійних об'єктах в насипу, за допомогою формул інтегральних розрахунків та геометричних залежностей.

Ключові слова: картограма, земляні маси, баланс земляних мас, земляні роботи.

Аннотация. Рассматриваются теоретические основания расчета объёмов земляных работ на линейных объектах в насыпи, при помощи формул интегрального исчисления и геометрических зависимостей.

Ключевые слова: картограмма, земляные массы, баланс земляных масс, земляные работы.

Summary. *The theoretical bases for calculation of volumes of earthworks on linear objects in the embankment, with the help of the formulas of integral calculations and geometric dependencies are considered.*

Key words: *cartogram, earth masses, balance of earth masses, earthworks.*

Вступ. В сучасному світі, більшість операцій по розрахунку об'ємів земляних мас виконується автоматично за допомогою різноманітних програмних комплексів. В основі цих розрахунків лежать різні геометричні залежності, однак через те що проектна поверхня та поверхня землі утворюють складні фігури, людині важко перевірити результат отриманий автоматично без втрати точності, за рахунок геометричних наближень [1,3,7]. Використання формул інтегральних розрахунків дозволяє з великою точністю визначити об'єми земляних мас за допомогою інженерного калькулятора, що дозволить знизити кількість помилок отриманих при розрахунках автоматичним методом.

Розрахунок об'єму прямолінійної ділянки насипу

Прямолінійна ділянка земляного полотна в насипу це складна геометрична фігура – призматойд з поперечними розрізами перемінної площі [1].

Для зручності розрахунків, призматойд поділяється горизонтальною площиною на дві фігури:

1. Призматойд з постійним поперечним перерізом – V_2 ;
2. Клин з поперечним перерізом у вигляді трапеції – V_1 .

Основні змінні показники даних фігур зображені на рис.1.

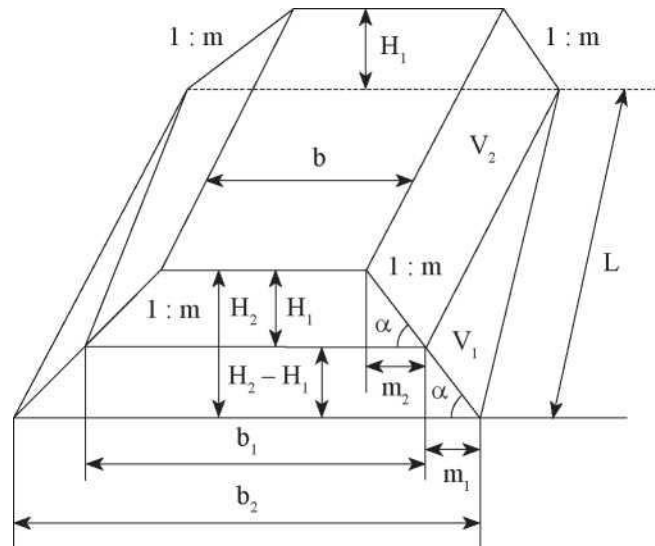


Рис.1. Основні змінні показники прямолінійної ділянки земляного полотна в насипу

Для визначення об'єму призматоїду V_2 необхідно визначити ширину відкосу m_2 .

$$m_2 = H_1 \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

Далі необхідно визначити ширину підосви призматоїду V_2 :

$$b_1 = b + 2 * m_2; \quad (2)$$

звідси об'єм призматоїду V_2 рівний:

$$V_2 = \frac{b + b_1}{2} * H_1 * L. \quad (3)$$

Об'єм клину V_1 визначається за наступною формулою:

$$V_1 = \int_0^L S(x) dx, \quad (4)$$

де $S(x)$ – перемінна площа поперечного перерізу клину. Для визначення даної площі необхідно розрахувати висоту перерізу клину $h(x)$ [2].

$$h(x) = \frac{(H_2 - H_1) * x}{L} \quad (5)$$

Згідно з геометричними залежностями:

$$S(x) = \frac{b_1 + b_2}{2} * h(x) \quad (6)$$

Повний об'єм прямолінійної ділянки земляного полотна в насипу:

$$V_{\pi} = V_1 + V_2, \quad (7)$$

підставимо отримані результати:

$$V_{\pi} = \frac{b + b_1}{2} * H_1 * L + \int_0^L \left(\frac{b_1 + b_2}{2} * h(x) \right) dx \quad (8)$$

Розрахунок об'єму криволінійної ділянки насипу

Об'єм криволінійної ділянки насипу визначається за формулою [1]:

$$V = \int_0^L F(x) dx, \quad (9)$$

Де $F(x)$ – площа поперечного перерізу з координатою x ($0 \leq x \leq L$), m^2 .

Площа поперечного перерізу залежить від робочої відмітки $H(x)$ та ширини земляного полотна $B(x)$ [4]. Якщо $H(x) > 0$, то

$$F(x) = [B(x) + s(x)] * H(x) + m[H(x)]^2, \quad (10)$$

де $s(x)$ – розширення земляного полотна за рахунок влаштування віражу, м;

m – коефіцієнт закладення відкосу.

На ділянці відгону ширина земляного полотна $B(x)$ змінюється за лінійним законом, тому якщо ввести поняття граничного розширення земляного полотна δ – розширення на 1 м відгону, то отримуємо залежність:

$$B(x) = B(0) + \delta x, \quad (11)$$

де $B(0)$ – ширина земляного полотна на початку ділянки.

$$\delta = \frac{\Delta_{зп}}{l_{взп}}, \quad (12)$$

де $\Delta_{зп}$ – розширення земляного полотна на криволінійній ділянці, м;

$l_{\text{ВЗП}}$ – довжина відгону розширення земляного полотна, м.

Зміна поперечного ухилу в межах відгону віражу визначається функцією:

$$i(l) = \frac{(B_0 + \Delta_{\text{ПЧ}})i_{\text{В}} l}{B_0 l_{\text{ОВ}} + \Delta_{\text{ПЧ}} l}, \quad (13)$$

де B_0 – ширина проїжджої частини на прямому відрізку дороги, м;

$\Delta_{\text{ПЧ}}$ – розширення проїжджої частини на криволінійній ділянці, м;

$i_{\text{В}}$ – ухил віражу;

l – відстань від початку відгону до перерізу, що розглядається, м;

$l_{\text{ОВ}}$ – довжина відгону віражу, м.

Поперечний ухил $i(x)$ змінюється за лінійним законом на ділянці обмеженої довжини в межах відгону віражу [6]

$$i(x) = i(0) + \gamma x, \quad (14)$$

де $i(0)$ – поперечний ухил на початку ділянки призматоїду ($x=0$), що визначається за формулою (13);

γ – приріст ухилу на 1м відгону віражу.

На початку відгону віражу при $l=0$

$$\gamma = \frac{(B_0 + \Delta_{\text{ПЧ}}) * i_{\text{В}}}{B_0 * l_{\text{ОВ}}}, \quad (15)$$

на кінці віражу при $l=l_{\text{ОВ}}$

$$\gamma = \frac{B_0 * i_{\text{В}}}{(B_0 + \Delta_{\text{ПЧ}}) * l_{\text{ОВ}}}. \quad (16)$$

Якщо на кривій не передбачається розширення проїжджої частини $\Delta_{\text{ПЧ}} = 0$, тоді

$$\gamma = \frac{i_{\text{В}}}{l_{\text{ОВ}}}. \quad (17)$$

$$s(x) = B(x) * i(x) * m = (B(0) + \delta x) * (i(0) + \gamma x) * m, \quad (18)$$

Тоді

$$F(x) = [(B(0) + \delta x) + ((B(0) + \delta x)(i(0) + \gamma x)m)]H(x) + m[H(x)]^2. \quad (19)$$

Звідси об'єм земляних робіт на криволінійній ділянці насипу визначається за формулою:

$$V = \int_0^L ([(B(0) + \delta x) + ((B(0) + \delta x)(i(0) + \gamma x)m)]H(x) + m[H(x)]^2) dx. \quad (20)$$

Формула (20) дозволяє точно розрахувати об'єм земляних робіт на ділянках кривих в плані, де влаштовуються віражі, та на відгонах віражів.

Висновок. Отримані аналітичні залежності дозволяють визначити об'єм насипу прямих та кривих в плані ділянок з врахуванням параметрів земляного полотна. Також завдяки даним залежностям є можливість перевірити розрахунок земляних робіт, проведений в системі автоматизованого проектування автодоріг, вручну або за допомогою пакету програм Mathcad, з врахуванням повздовжнього ухилу основи та додаткового розширення земляного полотна за рахунок підняття верхнього краю проїзної частини. Це дозволяє оптимізувати виробничі процеси, та знизити витрати на земляні роботи для будівництва в цілому.

Література

1. Мулін В.І. Расчет основных технико-экономических параметров вертикальной планировки территорий. - М.: Стройиздат, 1974. 145 с.
2. Организация, планирование и управление железнодорожным строительством : учебник / Под общ. ред. В. П. Химченко ; Военно-транспортный университет железнодорожных войск Российской Федерации. - Санкт-Петербург : ООО «Вит-принт», 2004. 480 с.
3. Ніщук В.С. Справочник по проектированию инженерной подготовки застраиваемых территорий. –К.: «Будівельник», 1983. 192 с.

4. Подсчет объемов земляных работ : учеб. пособие / Ю. Ф. Вейков, В. И. Напалков. – Санкт- Петербург : ВТИ ЖДВ, 1995. 20 с.
5. Алябьев В.И., Кувалдин Б.И., Грехов Г.Ф. Сухопутный транспорт леса: учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1990.
6. Транспорт леса. В 2-х т. Т. 1. Сухопутный транспорт / Под ред. Э.О. Салминена. М.:ИЦ «Академия», 2009. 368 с.
7. Евтушенко М.Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест. М.: Стройиздат, 1982. 201 с.
8. Priymachenko O.V., 2017, Model for effectiveness evaluation of planning measures for protection of areas surrounding main roads from the influence of environmental pressures on the Kyiv main road network. Underwater Technologies, Vol. 05, 67-73. DOI: 10.26884
9. Priymachenko O.V., Shilova T.A., 2017, Determination of limits for acoustical pollution from main roads at the stage of urban area zoning. Underwater Technologies, Vol. 07, 49-56. DOI: 10.26884
10. Priymachenko O.V., Kobzar O., 2018, Methodology of studies for selecting engineering decisions in territory planning International scientific journal, Vol.1(1), 17-25. DOI: 10.31493/tit1811.0102.