

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТУ**

Кафедра «Будівельні конструкції і споруди»

**Методичні вказівки
для виконання
курсowego та дипломного проектів
з дисципліни
«Організація і планування виробництва»**

Для студентів спеціальності 6.100502 «Залізничні споруди та колійне господарство» денної та заочної форми навчання

Київ 2013

УДК 69(075.8)

Дорошенко О.Ю., Бамбура О.В.

Методичні вказівки для виконання курсового та дипломного проектів з дисципліни «Організація і планування виробництва». – К.: ДЕТУТ, 2014. – с.64.

Методичні вказівки призначені для студентів вищих навчальних закладів залізничного транспорту, що навчаються за спеціальністю 7.100502 «Залізничні споруди та колійне господарство».

В методичних вказівках викладено основні питання щодо порядку виконання та оформлення курсового проекту, побудови календарного графіка організації будівництва, графіка руху робочої сили та сітьового графіка.

Рекомендовані на засіданні кафедри (протокол № 6 від 22.12.2010 року) та узгоджені з методичною комісією факультету (протокол № 6 від 26.01.2011 року).

Укладачі: О.Ю. Дорошенко, канд. техн. наук, доц.,

О.В. Бамбура, канд. техн. наук, ст. викл.

Рецензенти: А.М. Бамбура, доктор техн. наук., зав. відділом надійності будівельних конструкцій ДП «НДІБК»

Г.М. Талавіра, канд. техн. наук, доц. ДЕТУТ.

<i>Вступ</i>	5
1. Визначення обсягів основних видів робіт.....	6
1.1. Складання схеми-дільниці нової залізничної лінії.....	6
1.2. Характеристика умов будівництва.....	6
1.3. Визначення категорії трудомісткості будівництва залізничної колії.....	6
1.4. Визначення нормативного терміну будівництва.....	7
1.5. Розроблення організаційної схеми та визначення термінів виконання основних видів робіт.....	7
2. Організація будівництва штучних споруд.....	11
2.1. Визначення обсягів робіт.....	11
2.2. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню штучних споруд.....	11
2.2.1. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню малих мостів.....	11
2.2.2. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню круглих та прямокутних труб.....	12
2.3. Розрахунок та побудова поточного графіка будівництва штучних споруд.....	13
2.4. Визначення коефіцієнта нерівномірності виконання робочої сили.....	14
3. Організація робіт по зведенню земляного полотна.....	17
3.1. Побудова кумулятивної кривої та поділ її на ділянки.....	17
3.2. Вибір головних машин по ділянках.....	20
3.3. Визначення термінів виконання робіт по ділянках.....	25
3.4. Підбір комплектів машин та визначення кількості робітників.....	25
3.5. Баланс земляних мас.....	28
4. Організація робіт по будівництву верхньої будови колії.....	29
4.1. Вибір колієукладача та підрахунок обсягів робіт з укладання колії.....	29
4.2. Визначення термінів укладальних робіт на перегонах та станціях.....	30
4.3. Підрахунок витрат праці, машино-змін та матеріалів для укладання колії.....	31
4.4. Визначення кількості робітників для укладання колії.....	32
4.5. Підрахунок обсягів робіт по баластуванню колії та підбір баластувальної машини.....	33
4.6. Визначення об'ємів баласту, що має перевозитися щодобово та кількості баластних вертушок.....	33
4.7. Визначення термінів баластування колії на пісок та щебінь.....	34

4.8. Підрахунок витрат праці, машино-змін, матеріалів при баластуванні колії та визначення кількості робітників.....	35
5. Організація робіт по зведенню будинків.....	36
6. Організація робіт з улаштування зв'язку, СЦБ та енергопостачання....	36
7. Календарний графік організації будівництва.....	37
8. Побудова графіка робочої сили.....	39
9. Побудова сітьового графіка.....	40
10. Техніко-економічні показники проекту організації будівництва.....	49
<i>Література</i>	44
<i>Додатки</i>	45

Вступ

Будівництво залізниці – це складний процес, при якому створюються залізничні лінії, споруди для технічного обслуговування залізниць, в т.ч. і рухомого складу, об'єкти соціальної та житлової сфер для працівників залізничного транспорту.

В основу організації та управління залізничним будівництвом покладені загальні для будівництва принципи, а саме: раціональне планування, індустріалізація, комплексна механізація, поточність з обов'язковим урахуванням багатогранної специфіки названого будівництва, в т.ч. взаємопоеднання його лінійності із сконцентрованим будівництвом великих та середніх штучних споруд, вокзалів, станцій з їх інфраструктурою, промисловими підприємствами залізниці.

Основними завданнями будівельників, є: підвищення ефективності будівельного виробництва і капітальних вкладень, введення об'єктів в експлуатацію у встановлені терміни, скорочення термінів будівництва, підвищення продуктивності праці, поліпшення якості будівництва, більш раціональне використання матеріальних і трудових ресурсів.

Перехід до ринкових відносин у сфері економіки, підвищення рівня конкуренції висувають перед будівельними організаціями такі проблеми, як удосконалення організаційних структур; перепідготовку і підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників, навчання основам менеджменту, утворення ефективних схем фінансування, створення сприятливого інвестиційного клімату; підвищення кваліфікації робітників у напрямках освоєння прогресивних технологій виконання робіт, суміжних професій, роботи з новими будівельними матеріалами, виробами, конструкціями тощо.

Велике значення має проект організації будівництва, який є керівним виробничим документом, який базується на технологічних, економічних та в окремих випадках і на конструктивних розрахунках, без якого не можливо здійснення раціональної організації будівництва. Базуючись на рішеннях проекту організації будівництва, планується розподіл капітальних вкладень, забезпечення будівництва кадрами та матеріально-технічними ресурсами.

Проектом організації будівництва визначається порядок розгортання цього будівництва, місця розташування будівельних, матеріальних, ланкозбірних та інших необхідних баз, тимчасових селищ і споруд, послідовність здавання етапів будівництва у постійну експлуатацію із забезпеченням своєчасного введення в дію виробничих потужностей з

мінімально можливими або оптимальними витратами та при високій якості за рахунок підвищення організаційно-технічного рівня будівництва.

1. Визначення обсягів основних видів робіт

1.1. Складання схеми-дільниці нової залізничної лінії

Схематичний план та профіль залізничної лінії складається із окремих блоків, які необхідно розмістити в послідовності, що задана в завданні.

Умовні дані по варіантах вибирають згідно з умовним кодом, який визначають для кожного студента

Наприклад, останні три цифри номера залікової книжки (шифр студента) записують в зворотному порядку. Після цього від більшого числа віднімають менше. Різниця від віднімання і буде умовний код.

$342 - 243 = 099$ – умовний код.

Із додатка 1 студент вибирає блоки 0, 9, 9 та підсумовуючи їх довжини, отримує фактичну довжину дільниці залізниці, що підлягає будівництву. При цьому, станції розташовуються на початку та на кінці дільниці, роз'їзди на стиках блоків. Дані про розташування пунктів прилягання, баластних кар'єрів, керівного ухилу лінії приймаються по останній цифрі коду.

1.2. Характеристика умов будівництва

У даному розділі висвітлюються кліматичні та геологічні характеристики регіону будівництва, який обирається за останньою цифрою коду студента із додатка 5.

1.3. Визначення категорії трудомісткості будівництва залізничної колії

Для визначення категорії трудомісткості будівництва визначаємо кубатуру земляних робіт:

$$V_{np} = \sum V_n + \sum V_v + \sum V_{ст} + \sum V_{роз}, \text{ тис. м}^3, \quad (1.1)$$

де $\sum V_n$ – сумарний об'єм насипів, тис. м³;

$\sum V_v$ – сумарний об'єм виїмок, тис. м³;

$\sum V_{ст}$ – сумарний об'єм станційних земляних робіт, тис. м³;

$\sum V_{роз}$ – сумарний об’єм земляних робіт майданчиків під роз’їзди, тис. м³.

Об’єми робіт по відсипанню насипів і розробленню виїмок, визначаються за складеною схемою ділянки, складанням покілометрових об’ємів.

Об’єми земляних робіт на станціях і роз’їздах визначаються за формулою:

$$V_{ст} = 5.3 \cdot (N - 1) \cdot l_{ст} \cdot h_{ср} \quad , \text{ м}^3, \quad (1.2)$$

де N – кількість станційних колій (для станцій 5 – 6; для роз’їздів 2 – 3);

$l_{ст}$ – довжина станційної площадки (для станцій – 1600 м; для роз’їздів – 1400 м);

$h_{ср}$ – середня робоча позначка в межах станції.

За визначеною сумарною профільною кубатурою визначаємо середню кілометрову профільну кубатуру за формулою:

$$V_{ср.пр} = \frac{V_{пр}}{L_{гол}}; \quad \text{тис. м}^3/\text{км}, \quad (1.3)$$

де $L_{гол}$ – довжина головної колії всієї ділянки.

За визначеною середньою профільною кубатурою визначаємо категорію трудомісткості будівництва ділянки нової залізничної лінії та рельєф місцевості (додаток 2, 3).

1.4. Визначення нормативного терміну будівництва

Нормативний термін будівництва ділянки визначається залежно від загальної довжини нової залізничної лінії та району будівництва [5]. Для ліній залізниць малої довжини тривалість будівництва визначається за формулою:

$$T_n = K \sqrt{L_{гол}} \quad , \text{ міс.}, \quad (1.4)$$

де K – коефіцієнт, який приймається залежно від рельєфу місцевості:

рівнинний – 3,8;

горбистий – 4,9;

гірський – 6.

Тривалість підготовчого періоду $T_{пп}$ та заключного періоду $T_{зп}$, як правило, складає 15 – 20 % від загальної тривалості будівництва.

Для курсового проектування $T_{пп}$ та $T_{зп}$ можна прийняти за дод. 4.

1.5. Розроблення організаційної схеми та визначення термінів виконання основних видів робіт

Визначивши нормативний термін будівництва, необхідно розпочати побудову принципової схеми організації будівництва. При цьому враховуються опорні пункти траси, які показані на блоках, що «зшиваються» студентом і від яких може розпочинатися будівництво. По порядку розгортання будівництво може вестись за одно-, дво- та багатопроменевою схемою.

Залізничні лінії довжиною до 150 км, як правило, будують за однопроменевою схемою.

Загальна тривалість будівництва залежить від потужності та кількості механізованих колон, які зайняті на зведенні земляного полотна та будівельно-вантажних поїздів – на спорудженні штучних споруд та виконання робіт по верхній будові колії.

Кількість та потужність виробничих підрозділів студент підбирає самостійно, виходячи із умов забезпечення реалізації будівництва у нормативні терміни з мінімально можливою кількістю будівельних спецформувань.

$T_{БВБ}$

Як видно зі схеми (рис. 1.1), загальна тривалість будівництва складається з таких величин:

$$T_{БВБ} = T_{пп} + T_{оп} + T_{зп} = T_{пп} + t_{шс} + t_{зр} + t' + T_{ВБК} + T_{зп} \quad (1.5)$$

де $T_{пп}$ – тривалість підготовчого процесу, місяць;

$T_{оп}$ – тривалість робіт основного періоду, місяць;

$T_{ВБК}$ – загальна тривалість спорудження верхньої будови колії, місяць;

$T_{зп}$ – тривалість робіт заключного періоду, місяць;

$t_{шс}$ – час будівництва штучних споруд на початковій ординаті, місяць;

$t_{зр}$ – час зведення земляного полотна на початковій ординаті, місяць;

t' – інтервал між виконанням земляних робіт та роботами з укладанням колії, міс. (0,5–1,0 місяць.).

Визначимо ці величини.

Термін спорудження верхньої будови колії визначаємо за формулою:

$$T_{ВБК} = \frac{1,4 \cdot H_{ВБК} \cdot L_{ГОЛ}}{N_{БМК}}, \text{ днів}, \quad (1.6)$$

де $H_{ВБК}$ – трудомісткість улаштування одного км верхньої будови колії (додаток 6);

$L_{ГОЛ}$ – довжина головної колії; км;

$N_{БМК}$ – чисельність робітників БМП, які зайняті на улаштування верхньої будови колії (від 300 до 500 осіб);

1,4 – коефіцієнт проведення робочих днів у календарі.

Загальний темп зведення верхньої будови колії розраховуємо за формулою:

$$K = \frac{2 \cdot L_{ГОЛ} + (6 \div 10)}{T_{ВБК}}, \text{ км/день}, \quad (1.7)$$

де $(6 \div 10)$ км – інтервал між укладкою колії та балансуванням колії на пісок.

При розробленні організаційної схеми приймаємо, що час виконання робіт по укладанню колії, балансуванню колії на пісок та на щебінь приблизно однакові.

$$t_y = t_B' = t_B'' = \frac{L_{ГОЛ}}{K}, \text{ днів}, \quad (1.8)$$

де t_y – термін укладання рейко-шпальної решітки, днів;

$t_B' = t_B''$ – термін виконання робіт по баластуванню колії на пісок та щебінь, днів.

Відповідно до нормативних вимог інтервал між укладанням колії та баластуванням на пісок має дорівнювати 6 – 10 км.

Визначаємо тривалість робіт по зведенню земляного полотна за формулою:

$$T_{ЗР} = \frac{365 \cdot V_{ПРОФ} \cdot K_{РОБ}}{П_{МК} \cdot n}, \text{ днів}, \quad (1.9)$$

де $V_{\text{ПРОФ}}$ – профільна кубатура земляних робіт, тис. куб. м;

$K_{\text{РОБ}}$ – коефіцієнт переведення профільного об'єму у робочий (додаток 7);

$\Pi_{\text{МК}}$ – річна продуктивність однієї механізованої колони в межах ($\Pi_{\text{МК}} = 1000 - 2000$ тис. куб. м);

n – кількість одночасно працюючих механізованих колон на об'єкті.

Тривалість виконання земляних робіт на початковій ординаті:

$$t_{\text{ЗР}} = T_{\text{ЗР}} - t_{\text{У}}, \text{ днів.} \quad (1.10)$$

Тривалість будівництва штучних споруд визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ШС}} = \frac{1,4 \cdot H_{\text{ШС}} \cdot L_{\text{ГОЛ}}}{N_{\text{БМП}}}, \text{ днів} \quad (1.11)$$

де $H_{\text{ШС}}$ – трудомісткість будівництва штучних споруд на 1 км головної колії (додаток 8);

$N_{\text{БМП}}$ – чисельність робітників будівельно-монтажного поїзда (БМП) по спорудженню штучних споруд (від 150 до 250 осіб).

Термін будівництва штучних споруд на початковій ординаті визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ШС}} = T_{\text{ШС}} - t_{\text{У}}, \text{ днів} \quad (1.12)$$

Підставивши отримані дані у формулу (1.5), визначаємо загальний термін будівництва. У разі, якщо він більший за нормативний, виконуємо коректування кількості та потужності спеціалізованих підрозділів (МК, БМП).

Результатом розрахунків $T_{\text{БУД}}$ має бути максимально наближене до нормативного терміну будівництва $T_{\text{НОРМ}}$, але не перевищувати його.

**І
М
В**

Рис. 1.1. Організаційна схема будівництва

2. Організація будівництва штучних споруд

2.1. Визначення обсягів робіт

Кількість і типи штучних споруд наведені на схематичних блоках.

Довжина мостів зазначена на схематичних блоках.

Довжина труб визначається за такими формулами:

при висоті насипу до 6 м:

$$L_{TR} = B + 2 \cdot \left(H - \frac{d}{2}\right) \cdot m$$

, м,
(2.1)

при висоті насипу більше за 6 м:

$$L_{TR} = B + 12 \cdot m + 2 \cdot \left(H - 6 - \frac{d}{2}\right) \cdot n$$

, м,
(2.2)

де L_{TR} – довжина труби, м;

B – ширина основної площадки насипу поверху, яка залежить від категорії залізниці (7,6 м);

H – висота насипу, м;

n, m ($m = 1,5$; $n = 1,75$) – ухил укосів .

2.2. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню штучних споруд

2.2.1. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню малих мостів

Для проектування організації робіт по спорудженню одноколійної залізниці, приблизний термін будівництва малих мостів складає:

• **для естакадно-пальових мостів:**

$$t = \kappa_1 \cdot [0,867 + 0,022 \cdot (n_{\text{ПРОГ}} - 2)] \cdot [11,63 + n_{\text{ПРОГ}} \cdot (0,883 + L_{\text{ПРОГ}})]$$

, днів, (2.3)

де $\kappa_1 = 0,7$ при кількості прогонів моста $n_{\text{ПРОГ}} = 1$;

$\kappa_1 = 0,8$, при кількості прогонів $n_{\text{ПРОГ}} = 2 - 3$;

$L_{\text{ПРОГ}}$ – довжина прогону моста, м;

$n_{\text{прог}}$ – кількість прогонів моста.

- **для стояково-естакадних мостів**

– при $L_{\text{прог}}=6$ м загальний термін t необхідно збільшити від розрахованого за (формулою 2.3) в 1,6 – 2 рази;

– при $L_{\text{прог}}=9,3$ м – в 1,3-1,6 рази;

– при $L_{\text{прог}}=11,6$ м – в 1,17-1,36 рази.

2.2.2. Визначення термінів виконання робіт по спорудженню круглих та прямокутних труб

Розрахунки виконуємо за такими формулами:

- для будівництва круглих труб:

$$t = 0,27 \cdot d \cdot n_{\text{отв}} \cdot K_1 \cdot [1 - 0,085 \cdot (d - 1)] \cdot \left[\frac{9,67}{1 + 0,54 \cdot (n_{\text{отв}} - 1)} + L \right], \text{ днів}, \quad (2.4)$$

де $K_1 = 1,0$ при $n_{\text{отв}} = 1$; $K_1 = 0,91$ при $n_{\text{отв}} = 2$ або 3 ;

- для будівництва прямокутних одновічкових труб:

$$t = 0,258 \times (0,931 + d) [1,432 (\text{Ø},37 \text{ d}) \text{ H}] \text{ , днів}; \quad (2.5)$$

- для будівництва прямокутних двовічкових труб:

$$t = 0,53 \times (0,124 + d) [2,212 (\text{Ø},09 \text{ d}) \text{ H}] \text{ , днів}, \quad (2.6)$$

де $n_{\text{отв}}$ – кількість вічків труби;

L – довжина труби, м;

d – діаметр труби, м.

Отримані розрахунки числа округляються до цілого більшого числа відповідно.

Як правило, будівництво малих штучних споруд здійснюється поточним методом. Організуються окремі потоки для спорудження круглих та прямокутних труб, а також для мостів. Для будівництва малих штучних споруд створюються комплексні бригади, які складаються із таких спеціалізованих ланок:

- ланка нульового циклу (улаштування котлованів, піщано-щебневої підготовки і фундаментів), орієнтовна чисельність ланки $5 \div 10$ осіб;
- ланка з виконання монтажних робіт ($5 \div 10$ осіб);

- ланка з виконання ізоляційних робіт та зворотного засипання ($5 \div 10$ осіб);
- ланка з улаштування замощення русел, конусів малих мостів та шляхопроводів, укосів в насипу ($5 \div 10$ осіб).

Склад ланок залишається постійним при переході з однієї споруди на іншу.

Визначивши загальну тривалість $T_{заг}$, необхідно визначити тривалість робіт по кожному циклу (по роботах спеціалізованих ланок), виходячи із нижче наведеного співвідношення:

- тривалість I циклу складає 25% від загальної тривалості будівництва;
- тривалість II циклу – 40%;
- тривалість III циклу – 20%;
- тривалість IV циклу – 15%.

Результати розрахунку тривалості циклів заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

№ споруд	Назва споруди	км +	Висота насипу, м	Довжина труби L, м	$T_{заг}$	T_1	T_2	T_3	T_4
1	КЗБТ 2x1,5	2,4 км	7,12	26,895	31,33	7,83	12,53	6,27	4,70
2	КЗБТ 2	7,6 км	8,3	30,15	19,68	4,92	7,87	3,94	2,95
3	ПЗБТ 2x2	11,0 км	6,9	25,25	38,61	9,65	15,44	7,72	5,79
4									

2.3. Розрахунок та побудова поточного графіка будівництва штучних споруд

Загальний термін будівництва групи споруд поточним методом визначаємо за формулою:

$$T = t_1 + \sum_1^N t_{оц} - t_{оц1} \quad (2.7)$$

де t_1 – термін будівництва першої споруди, днів;

$\sum_1^N t_{оц}$ – сумарна тривалість роботи бригади останнього циклу на всіх спорудах, днів;

$t_{оц1}$

– тривалість виконання останнього циклу робіт на першій споруді, днів.

Розрахунок загального терміну робіт і інтервалів між окремими видами робіт розглянемо на прикладі.

Приклад. Побудуємо графік виконання робіт по будівництву водопропускних труб поточним методом. Кількість споруд $N = 5$, а кількість циклів $n = 4$.

Споруди однотипні, але з різними обсягами робіт. Тому, між суміжними циклами на кожній споруді матимуть місце інтервали Δ .

Значення тривалості робіт по кожному із циклів заносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Споруди	Цикли та інтервали						
	T_1	Δ	T_2	Δ	T_3	Δ	T_4
1	5	0	8	13	5	6	3
2	8	0	12	6	7	2	5
3	9	3	13	0	7	0	5
4	4	12	6	1	3	2	2
5	2	16	4	0	2	2	1

Розглянемо по черзі кожну пару суміжних циклів, наприклад 1 і 2.

Для пари, яка розглядається, визначаємо підсумкову тривалість робіт за усіма можливими варіантами шляхом переходу з циклу на цикл у межах кожної споруди послідовно.

Інтервали Δ визначаються як різниця між максимальним T_{1-2} терміном, який отримуємо при переході з циклу на цикл, у межах споруди, що розглядається.

№ п/п	T_{1-2}	Δ
1	На першій споруді: $T_{1-2}=5+8+12+13+6+4=48$	0
2	На другій споруді: $T_{1-2}=5+8+12+13+6+4=48$	0
3	На третій споруді: $T_{1-2}=5+8+9+13+6+4=45$	3
4	На четвертій споруді: $T_{1-2}=5+8+9+4+6+4=36$	12
5	На п'ятій споруді: $T_{1-2}=5+8+9+4+2+4=32$	16

Термін $T_{1-2}^{max}=48$ днів

Аналогічно розглядаємо наступну пару циклів 2-3, а потім 3-4.

Тепер за формулою 2.7 визначаємо загальний термін будівництва групи штучних споруд, які залучені до будівельного потоку.

При цьому, складові формули 2.7 дорівнюють:

$$t_I = 5+0+8+13+5+6+3 = 40 \text{ днів};$$

$$\sum_1^N t_{OII} = 3+5+5+2+1 = 16 \text{ днів};$$

$$t_{OIII} = 3 \text{ дні.}$$

$$T = 40 + 16 - 3 = 53 \text{ дні.}$$

2.4. Визначення коефіцієнта нерівномірності виконання робочої сили

Для оцінювання якості поточного графіка будівництва штучних споруд (рис. 2.1), визначаємо такі параметри:

коефіцієнт нерівномірності використання робітників по днях будівництва:

$$K_H = \frac{n_{max}}{n_{CEP}}, \quad (2.8)$$

де n_{max} – максимальна необхідна кількість робітників, осіб;

n_{CEP} – кількісний склад ланки i -го циклу, осіб:

$$n_{CEP} = \frac{\sum t_i \cdot n_i}{T}, \text{ осіб}, \quad (2.9)$$

де $\sum t_i$ – загальна тривалість роботи ланки циклу;

n_i – кількісний склад ланки i -го циклу, осіб.

У нашому прикладі:

$$n_{max} = 30 \text{ осіб};$$

$$n_{CEP} = \frac{10 \cdot 5 + 20 \cdot 21 + 30 \cdot 2 + 20 \cdot 9 + 30 \cdot 11 + 20 \cdot 2 + 10 \cdot 3}{53} = 21 \text{ особи};$$

$$K_H = \frac{30}{21} = 1,43$$

Необхідно прагнути, щоби числове вираження коефіцієнта нерівномірності було якнайближче до одиниці, а його верхня припустима межа становила 1,5.

Покращення значення коефіцієнта нерівномірності використання робочої сили виконується шляхом оптимізації графіка за трудовими ресурсами (перерозподіл складу ланок).

Коефіцієнт щільності поточного графіка робіт ($K_{цільн}$) визначається як відношення сумарної величини тривалості «чистої роботи», яка виконується на всіх об'єктах, до відповідної тривалості цієї роботи з урахуванням організаційних інтервалів:

$$K_{цільн} = \frac{\sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^N t_{oij}}{\sum_{j=1}^N t_i} \quad (2.10)$$

де t_{oij} – тривалість робіт i -го циклу на споруді j ;

t_i – термін будівництва j -ї споруди з урахуванням інтервалів між окремими циклами.

Для нашого прикладу:

$$K_{цільн} = \frac{111}{174} = 0,64$$

Чим вищий ступінь щільності графіка, тим вищий ступінь суміщення робіт у потоці та краще використання фронту робіт в ньому.

K

Рис. 2.1. Календарний графік будівництва малих штучних споруд

3. Організація робіт по зведенню земляного полотна

3.1. Побудова кумулятивної кривої та поділ її на ділянки

Проектування організації робіт по спорудженню земляного полотна та вибір раціональних методів виконання робіт необхідно починати з розподілу земляних мас. Вирішення цього завдання ґрунтується на побудові кумулятивної кривої, яка будується методом послідовного підсумовування покілометрових та станційних обсягів робіт, що підлягають розподілу. Обробку кумулятивної кривої необхідно виконувати послідовно у напрямі, що визначений організаційною схемою, супроводжуючи одночасним вибором способів виконання робіт та вибором землерийної техніки.

Спочатку розбиваємо криву на ділянки, використовуючи її властивості, при цьому необхідно, якщо дозволяють властивості ґрунтів, прагнути до того, аби максимально використовувати повздовжнє перевезення ґрунту.

При розподілі земляних масивів на робочі ділянки з використанням кумулятивної кривої слід враховувати її властивості:

- ордината будь-якої точки, що знаходиться на кривій, являє собою алгебраїчну суму виїмок і насипів, що лежать у межах ділянки від початкової точки побудови кривої до даної точки;
- екстремуми кривої відповідають нульовим точкам поздовжнього профілю;
- будь-яка лінія, проведена паралельно осі абсцис, відтинає на кривій ділянку земляного полотна, що відповідає на профілі частинам виїмки і насипу, об'єми яких рівні між собою і вимірюються висотою відсіченого сегмента;
- площа зазначеного сегмента являє собою добуток об'єму виїмки на середню дальність переміщення ґрунту в насип, тобто є роботою з переміщення ґрунту з виїмки в насип.

Обробку кумулятивної кривої необхідно виконувати послідовно у напрямі, що визначений організаційною схемою, супроводжуючи одночасним вибором способів виконання робіт та вибором землерийної техніки.

Спочатку розбиваємо криву на ділянки, використовуючи її властивості, при цьому необхідно, якщо дозволяють властивості ґрунтів, прагнути до того, аби максимально використовувати повздовжнє перевезення ґрунту.

Зазначені властивості кривої наростаючих об'ємів дозволяють вирішувати певні практичні задачі при розподілі земляних мас, а саме установити, яка частина виїмок розміщується в прилеглих насипах, визначити приблизно середню дальність поздовжньої возки в насип.

Наприклад (рис. 3.1), перпендикуляр проведений із точки В на кривій, відтинає на профілі ділянку O^1B^1 з нульовим балансом земляних мас (ділянка І). Такі самі ділянки з нульовим балансом визначаються в межах відрізків B^1F^1 і

Q^1M^1 (ділянки II та IV). Надлишок ґрунту у виїмці на ділянці F^1Q^1 розробляється в кавальєр поперечною возкою (ділянка III).

У результаті розподілу земляних мас (ґрунту) траса поділяється на робочі ділянки з поздовжньою і поперечною возкою ґрунту.

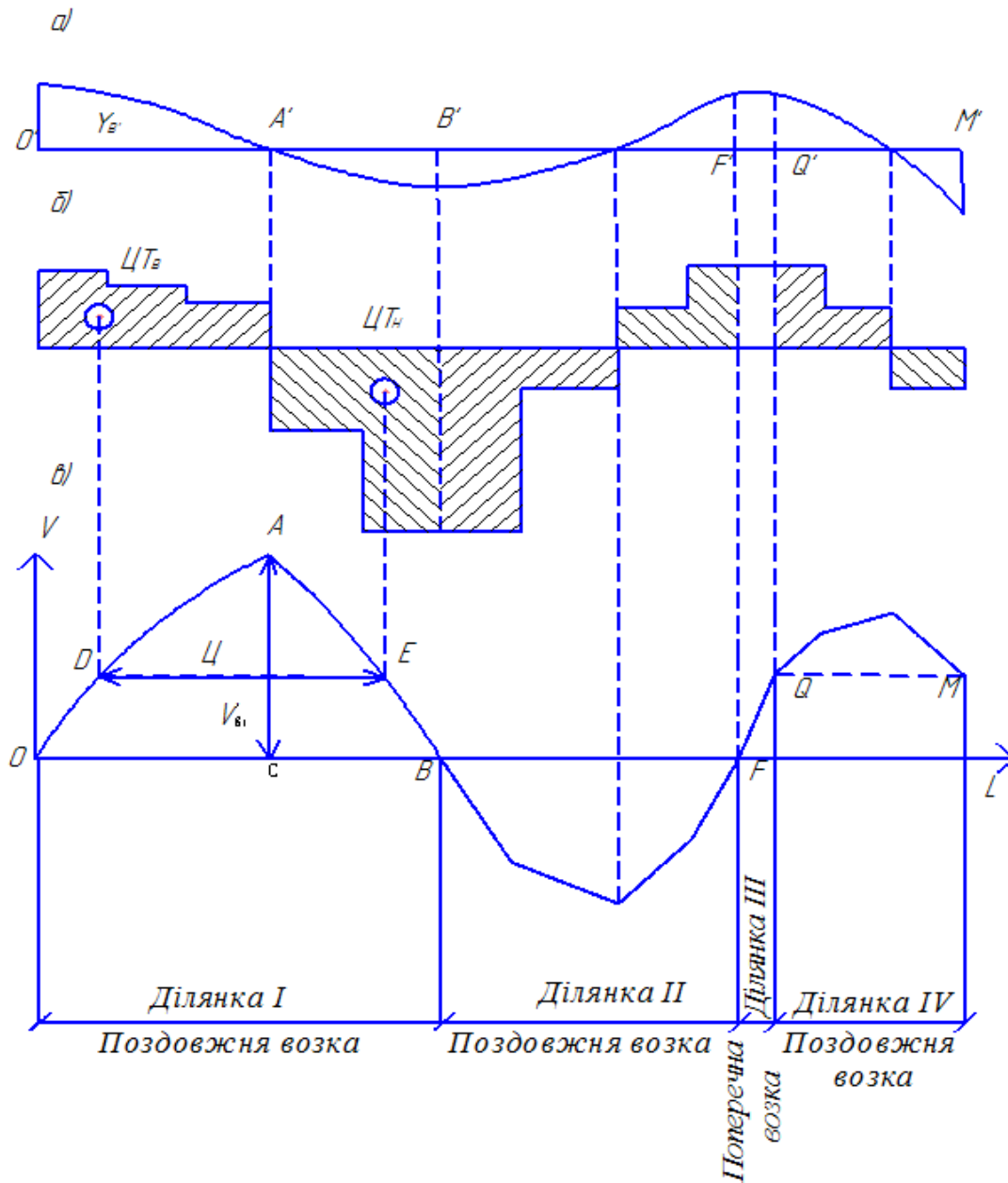


Рис. 3.1 Розподіл земляних мас: а) схема поздовжнього профілю; б) графік пікетних обсягів; в) кумулятивна крива і варіант розподілу земляних мас

Відстань між центрами ваги масивів виїмки ЦТ_в і насипу ЦТ_н може бути визначена графічно, як показано, на ділянці І. Ордината АС кумулятивної кривої, що відповідає обсягу виїмки V_{в1}, поділяється навпіл і через її середину проводиться горизонтальна лінія (DE) до перетинання з кумулятивною кривою, яка обмежена висхідною і спадною вітками кривої, лінія DE і буде середньою відстанню між центрами ваги масивів виїмки і насипу (L₁).

При наявності обмежень з використання резервів чи кавальєрів передбачається доставка чи вивіз ґрунту відповідно з кар'єру або у відвал, що розташовуються осторонь від споруджуваної залізниці. На кумулятивній кривій показують вісь кар'єру або відвала і вказують відстань до них від траси. Якщо в завданні на курсовий проект ці відстані не зазначені, то вони можуть бути прийняті: для кар'єру 1,5-2 км, для відвалу 0,5-1 км.

При розбивці кумулятивної кривої на ділянці необхідно враховувати таке:

- врахувати властивості кривої, що перераховані вище;
- прагнути до мінімальної кількості ділянок, у тому числі, намагатися уникати поперечної возки ґрунту, тому що вона припускає збільшення ширини смуги відводу з заняттям родючих земель і вирубкою лісонасаджень;
- врахувати наявність водяних та інших перешкод, мостових переходів, що можуть перешкоджати ефективному використанню поздовжньої возки ґрунту.

При зведенні насипів з резервів і розробці виїмок з кавальєрів дальність транспортування ґрунту може бути прийнята залежно від робочих відміток земляного полотна по таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Дальність транспортування ґрунту

Робочі відмітки земляного полотна, м	Відстань між в'їздами і з'їздами, м	Середня дальність транспортування ґрунту, м
+/- 1	50	40 - 50
+/- 2	65	70 - 80
+/- 3	80	100 - 110
+/- 4	95	120 - 130
+/- 5	110	150 - 180
+/- 6	130	190 - 210
+/- 7	140	250 - 270
+/- 8	150	350 - 400

3.2. Вибір головних машин по ділянках

Вибір способів провадження робіт і ведучих машин комплектів здійснюється залежно від технологічних параметрів земляного полотна, технологічних і організаційних вимог, що впливають на провадження робіт, області застосування ведучих машин і конструктивно-експлуатаційних параметрів, а також техніко-економічних показників роботи цих машин на розглянутих ділянках і виконується з урахуванням:

- конструкції земляного полотна;
- характеристики ґрунтів і трудомісткості їхньої розробки;
- робочих відміток;
- обсягів робіт і термінів їхнього виконання;
- дальності транспортування ґрунту;
- умов рельєфу місцевості;
- часу року і кліматичних умов;
- технічних можливостей застосування тих чи інших типів машин у заданих умовах провадження робіт.

Розглянемо область застосування різних землерийних і землерийно-транспортних машин.

Бульдозерна розробка виїмок з переміщенням ґрунту в насип доцільний при робочих відмітках зазвичай 1,5-2 м і дуальностях переміщення максимум до 150 м. Бульдозери як самостійні землерийно-транспортні машини застосовуються при розробці дрібних виїмок рідше, зазвичай для невисоких насипів, а також при улаштуванні земляного полотна поблизу від нульових місць, коли ними розробляються початкові ділянки виїмок і відсипаються початкові ділянки насипів. Обсяги робіт, виконуваних бульдозерами, зазвичай бувають невеликі і істотно не впливають на загальний розподіл земляних мас.

Скрепери застосовують для роботи в ґрунтах I-II груп залежно від труднощі розробки. У ґрунтах III групи потрібне попереднє розпушування, що істотно здорожує скреперні роботи. Головне обмеження в застосуванні скреперів – дальність возки для причіпних – близько 600 м для самохідних – близько 3000 м. Тому область застосування причіпних скреперів – поперечна возка ґрунту при робочих відмітках до 5-6 м, а самохідних скреперів – розробка виїмок у насип або відвал.

Екскаваторна безтранспортна відсипка насипів з резервів заснована на використанні великих радіусів різання і вивантаження, що мають драглайни. При наявності бульдозера, що підгортає ґрунт з резерву в робочу зону драглайна, вона може бути застосована при будь-якому ухилі місцевості і будь-яких форм резервів, що вимагаються за умовами закладення.

Однак використання драглайнів обмежується висотою насипу. При драглайнах з ковшами до 1 м³ найбільша висота при відсипанні з однобічного резерву не перевищує 1,5-2,0 м. Найефективніші у разі відсипання насипів з маломінливою висотою.

Екскаратори можуть використовуватися для розробки ґрунтів з навантаженням на транспортні засоби, що вивозять ґрунт у насипи або в кавальєри (відвали). Екскаратори застосовуються в кар'єрах, при розробці виїмок великого обсягу. Екскараторна розробка виїмок застосовується в ґрунтах, де застосування скреперів є недоцільним, при дуальностях возки порядку 1 км, і більше. Для застосування «прямих лопат» необхідна глибина виїмок не менше 2,5-3,0 м. У іншому випадку доцільніше використовувати драглайн або «зворотну лопату», що можуть розробляти ґрунт нижче підшви вибою. Автосамоскиди до екскараторів підбираються по розрахунку.

Ефективність використання екскараторів, які працюють у комплекті з транспортними засобами, перебуває у залежності від співвідношення місткості ковша (м³) до вантажопідйомності транспортної одиниці (додток 10).

Одноковшеві фронтальні навантажувачі розробляють ґрунти I-III груп без розпушування і IV-VI груп з попереднім розпушуванням. Використовуються при подовжній та при поперечній схемі транспортування ґрунту. Розробка ґрунту, починаючи з II групи і вище, передбачена в комплекті з бульдозером, що попередньо насуває стоси для подальшої розробки навантажувачем. Одноковшеві навантажувачі працюють як у комплекті з автосамоскидами, так і без них. В останньому випадку дальність переміщення ґрунту не повинна перевищувати 300 м, а максимальна робоча відмітка насипу, що відсипається, – 4 м. При розробці важких розпушених скельних ґрунтів доцільно використовувати гусеничні навантажувачі. Одноковшові навантажувачі з місткістю ковша більш 3 м³ застосовуються в кар'єрах.

Ведучі машини комплектів, що рекомендуються, і сфера їхнього застосування надані в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Сфера застосування ведучих машин комплектів

Найменування машин	Група ґрунтів	Поперечна возка	Подовжня возка
1	2	3	4
Бульдозер	I - III	$H_{cp} \leq 2 \text{ м}$	$L_v \leq 150 \text{ м}$

Скрепер причепний	I - III	$H_{cp} \leq 6 \text{ м}$	$L_B \leq 600 \text{ м}$
1	2	3	4
Скрепер самохідний	-	-	$L_B \leq 3000 \text{ м}$
Екскаватор- драглайн	I - III	$H_{cp} \leq 3 \text{ м}$	$L_B \geq 500 \text{ м}$
Екскаватор «обернена лопата»	I - VI	$H_{cp} \leq 2,5 \text{ м}$	$L_B \geq 500 \text{ м}$
Екскаватор «пряма лопата»	I - VI	Кар'єр, відвал	$L_B \geq 500 \text{ м}$
Одноковшовий фронтальний навантажувач	I - III	$H_{cp} \leq 3 \text{ м}$	$L_B > 250 \text{ м}$ (з автосамоскид.) $L_B \leq 300 \text{ м}$

Для визначення кількості головних машин кожного типорозміру заповнюємо табл. 3.3.

Об'єм ґрунту, що розробляється по кожній ділянці, заносимо до граф 2 – 7 залежно від розподілу земляних мас по кумулятивній кривій (V_{ij}), норми витрат машинного часу ($H_{час.ij}$), що розраховані за ДБН Д.2.2-1-99. Збірник 1. Земляні роботи, заносимо до граф 10 – 14. Потім розраховуємо витрати машинного часу в машино-змінах на кожній ділянці, для кожної головної машини комплекту (M_k) за формулою:

$$M_{kij} = V_{ij} \cdot H_{час.ij} , \quad (3.12)$$

де: i – номер робочої ділянки;

j – типорозмір машини.

Ці дані заносимо до граф 15 – 19. Підсумовуючи витрати машинного часу на ділянках, де передбачена робота однакового типорозміру,

$$M_K = \sum_{ij} M_{kij} , \quad (3.13)$$

отримуємо загальну суму витрат по графах 15 – 19.

Для визначення кількості провідних машин необхідно також знати середній фонд робочого часу (Φ_K) машин кожного типорозміру впродовж

терміну $T_{зр}$ (за оргсхемою), для чого попередньо розраховується річний фонд

робочого часу машин (Φ_p) у змінах, за формулою:

$$\Phi_p = \frac{T_K - T_{CB} - T_M - T_{ПБ} - T_{ВП}}{1 + K_p \cdot t_{зМ} \cdot K_{зМ}} \cdot K_{зМ}, \text{ змін}; \quad (3.14)$$

де T_K – кількість календарних днів у році;

T_{CB} – кількість святкових та вихідних днів;

T_M – кількість днів із несприятливими метеоумовами ($7 \div 12$ – для екскаваторів, $10 \div 15$ – для скреперів);

$T_{ПБ}$ – кількість днів на перебазування машин (для екскаваторів та скреперів $4 \div 10$ днів);

$T_{ВП}$ – простій машин з випадкових причин (3 % календарного робочого часу);

K_p – коефіцієнт для визначення кількості днів знаходження машини в технологічному обслуговуванні та ремонті, визначається як частка часу (для екскаваторів $0,01 \div 0,0165$, для скреперів $0,009 \div 0,011$);

$t_{зМ}$ – тривалість зміни (8 годин);

$K_{зМ}$ – коефіцієнт змінності ($2 \div 3$).

