

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра автомобільних доріг, основ та фундаментів

03-03-201М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «**Технологія будівництва
автомобільних доріг та аеродромів
з курсовим проєктом**»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Будівництво та цивільна інженерія»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 4 від 21.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни **«Технологія будівництва автомобільних доріг та аеродромів з курсовим проектом»** для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Кузло М. Т., Зятюк Ю. Ю., Скрипник М. М. – Рівне : НУВГП, 2025. – 69 с.

Укладачі:

Кузло М. Т., д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів;

Зятюк Ю. Ю., канд. техн. наук, доцент кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів;

Скрипник М. М., канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Відповідальний за випуск: Кузло М. Т., д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

Караван В. В.

© М. Т.Кузло
Ю. Ю.Зятюк
М. М.Скрипник, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

| | Стор. |
|---|-----------|
| Вступ..... | 4 |
| <i>Частина 1 Технологія будівництва земляного полотна.....</i> | <i>5</i> |
| Практичне заняття № 1.1. Характеристика умов області (на прикладі Закарпатської області)..... | 5 |
| Практичне заняття № 1.2. Розробка дорожньо-кліматичного графіка для виконання земляних робіт..... | 6 |
| Практичне заняття № 1.3. Визначення умов використання ґрунту для спорудження земляного полотна..... | 8 |
| Практичне заняття № 1.4. Уточнення фактичних об'ємів земляних робіт..... | 14 |
| Практичне заняття № 1.5. Проектування розподілу та переміщення земляних мас..... | 18 |
| Практичне заняття № 1.6. Визначення технологічних параметрів процесів будівництва земляного полотна..... | 19 |
| Практичне заняття № 1.7. Розробка і складання технологічних карт із спорудження земляного полотна..... | 27 |
| <i>Частина 2 Технологія будівництва дорожнього одягу.....</i> | <i>30</i> |
| Практичне заняття № 2.1. Запроектувати технологію будівництва дорожнього одягу за наступними вихідними даними | 30 |
| Практичне заняття № 2.2. Аналіз умов будівництва та конструкції дорожнього одягу..... | 33 |
| Практичне заняття № 2.3. Обґрунтування основних параметрів технології будівництва дорожнього одягу та визначення об'ємів робіт..... | 35 |
| Практичне заняття № 2.4-2.5 Обґрунтування номенклатури та потреби в дорожньо-будівельних матеріалах для влаштування шарів дорожнього одягу..... | 40 |
| Практичне заняття № 2.6. Визначення відстані транспортування матеріалів..... | 61 |
| Практичне заняття № 2.7. Визначення продуктивності деяких машин..... | 63 |
| Практичне заняття № 2.8. Формування машинно-дорожньої ланки на влаштування шарів дорожнього одягу | 65 |
| Рекомендована література..... | 69 |

Вступ

Технологія будівництва автомобільних доріг і аеродромів є основою проектування будівництва автомобільних доріг і аеродромів. У результаті вивчення дисципліни “Технологія будівництва автомобільних доріг і аеродромів” студент повинен мати знання про види та склад дорожньо-будівельних процесів, перелік нормативних документів, способи виконання робіт, дальність переміщення ґрунту, характеристики землерийних машин та транспортних засобів, класифікацію ґрунтів в тому числі за складністю розробки та їх коротку характеристику, види робіт зі спорудження нових та реконструкції існуючих автомобільних доріг загального користування, склад проекту організації будівництва, потоковість будівельних процесів, контроль якості будівельних робіт і продукції, склад загального підготовчого періоду при будівництві автомобільних доріг та аеродромів, склад основного та заключного періоду.

Практично студент повинен уміти визначати умови, в яких виконуються дорожньо-будівельні роботи, та враховувати вплив зовнішнього середовища на виконання будівельних процесів, які чинники слід враховувати при виконанні й організації будівельних робіт, розробляти технологічні схеми і карти з окремих технологічних процесів, визначати трудомісткості окремих операцій, формувати ланки дорожніх машин для виконання робіт, при цьому дотримуючись технічних норм правил і стандартів діючих нормативних документів.

Частина 1 Технологія будівництва земляного полотна

Практичне заняття № 1.1. Характеристика умов області (на прикладі Закарпатської області).

1. Характеристика умов Закарпатської області

Закарпатська область — область на південному заході України в межах західної частини Українських Карпат та Закарпатської низовини. На півночі межує з Львівською, на сході з Івано-Франківською областями України. На півдні з Румунією, на південному заході з Угорщиною, на заході зі Словаччиною, на північному заході з Польщею. Обласний центр — Ужгород.

Територія Закарпаття має м'який помірно-континентальний клімат. Він сформувався під впливом сонячної радіації, що потрапляє на поверхню, циркуляції повітряних мас і рельєфу території.

На рівнині повітря протягом року прогрівається більше, ніж в горах. Середня температура липня тут досягає +20°C, а січня – -4°C. Амплітуда середніх місячних температур є найбільшою саме в рівнинній частині області. Тут же зафіксовано абсолютний максимум температур — +41°C у м. Берегове.

Закарпаття має достатнє зволоження. Найбільше опадів (понад 1400 мм) випадає в найвищій частині Карпатських гір – на сході та північному сході області. Їх кількість зменшується в південно-західному напрямі (до 500-600 мм) – у районі міст Чоп та Берегове.

Опади випадають переважно влітку (понад 60%), особливо у червні, а в горах – у липні. Влітку бувають зливи та грози.

Сніговий покрив у гірській частині області встановлюється в середині листопада, сходить на початку квітня, тривалість його – до 110 днів (Нижній Студений). На рівнині сніговий покрив триває з кінця грудня – початку січня до початку березня в районі м. Берегове (51 день). На

рівнинній території нерідко бувають зими без стійкого снігового покриву.

Протягом року над Закарпаттям переважають повітряні маси помірних широт. На рівнинній території найчастіше дують південно-західні вітри, в передгір'ях і горах – гірсько-долинні, а вище 1000 м панує західний перенос повітря. Взимку в Карпати по зниженнях річкових долин проникають північні вітри. В цю ж пору холодне повітря часто опускається з гір на рівнину у вигляді північних і північно-східних вітрів.

Транспортна мережа

Автомобільний транспорт має для Закарпатської області більше значення, ніж в інших частинах України, він доповнює залізничну мережу. Найважливіші відрізки автодоріг:

- автошлях М06 Чоп—Ужгород—Мукачеве—Свалява—Нижні Ворота—Львівська область;
- автошлях Р53 Ужгород—Перечин—Ужок—Львівська область;
- автошлях Н09 Мукачеве—Сільце—Хуст—Тячів—Рахів—Ясіня—Івано-Франківська область;
- автошлях Р21 Хуст—Міжгір'я—Торунь—Івано-Франківська область;
- повздожні гірські шляхи: Перечин—Свалява, Нижні Ворота—Міжгір'я—Колочава тощо.

Практичне заняття № 1.2. Розробка дорожньо-кліматичного графіка для виконання земляних робіт.

Для побудови дорожньо-кліматичного графіку використовуємо дані по кліматичним характеристикам для Закарпатської області.

Дати можливого початку $Z_{\text{п}}^{\text{в}}$ і кінця $Z_{\text{к}}^{\text{в}}$ весняного бездоріжжя визначають за формулами

$$Z_{\text{п}}^{\text{в}} = T_0 + \frac{5}{\alpha},$$

$$Z_{\Pi}^K = Z_{\Pi}^B + \frac{0.7 \times h}{\alpha},$$

$$Z_{\Pi}^B = 10.03 + \frac{5}{4} = 12.03, Z_K^B = 12.03 + \frac{0.7 \times 16}{4} = 15.03.$$

де T_0 - дата переходу температури повітря весною чере 0°C за ДКГ;

T_0 - 10.03.

h - середньо максимальна глибина промерзання ґрунту в районі будівництва складає $h=16$ см.

α - кліматичний коефіцієнт, який характеризує швидкість відтавання ґрунту приймається $\alpha=4$ см/добу

Дати початку і кінця осіннього бездоріжжя

$$Z_{\Pi}^{\text{oc}}=20.11 \quad Z_K^{\text{oc}} = 30.12$$

Тривалість весняного $T_{\text{вес}}$ та осіннього $T_{\text{ос}}$ бездоріжжя визначають за формулами (2.3, 2.4)

$$T_{\text{вес}} = Z_K^B - Z_{\Pi}^B,$$

$$T_{\text{ос}} = Z_K^{\text{oc}} - Z_{\Pi}^{\text{oc}}.$$

$$T_{\text{вес}} = 15.03 - 12.03 = 3 \text{ дні},$$

$$T_{\text{ос}} = 30.11 - 20.11 = 10 \text{ днів}.$$

Календарна тривалість для лінійних робіт за

$$T_K = Z_K^B - Z_{\Pi}^{\text{oc}};$$

$$T_K = 15.03 - 20.11 = 250 \text{ днів}.$$

Термін будівництва за

$$T_p = T_K - T_1 - T_2 - T_3 - T_4,$$

де T_1 - кількість святкових і вихідних днів за період T_K ;

$$T_1=71 \text{ дні},$$

T_2 - кількість днів на технічне обслуговування та ремонт дорожніх машин ($T_2 = 0,04 \times T_K$);

$$T_2 = 0,04 \times 250 = 10 \text{ днів},$$

T_3 - кількість днів, необхідних на розгортання потоку, відраховують від початку роботи першої ланки до початку останньої в загальному потоці.

У залежності від видів та об'ємів робіт при влаштуванні земляного полотна можна прийняти $T_3 = 0,05 \times T_K$, а при влаштуванні дорожнього одягу необхідно користуватись

рекомендаціями про кількість змін (захваток) роботи ланок по влаштуванню конструктивних шарів

$$T_3 = 0,05 \times 250 = 13 \text{ днів,}$$

T_3 – кількість днів простоїв за кліматичними умовами, які припадають на робочі дні (за ДКГ - N5)

$$T_4 = 40.$$

$$T_p = 250 - 71 - 10 - 13 - 40 = 116 \text{ дні,}$$

Середня кількість робочих змін за даний період будівництва за

$$T_{зм} = T_p \times K_3$$

$$T_{зм} = 116 \times 1.47 = 171 \text{ змін}$$

де K_3 - коефіцієнт змінності, який визначають за формулою :

$$K_3 = \frac{N_1 + 2N_2}{N_1 + N_2}$$

де N_1 і N_2 – календарна кількість днів відповідно з одно- та двозмінною роботою.

$$N_1 = 133 \text{ день, } N_2 = 117 \text{ днів.}$$

$$K_3 = \frac{133 + 2 \times 117}{133 + 177} = 1.47$$

Практичне заняття № 1.3. *Визначення умов використання ґрунту для спорудження земляного полотна.*

Аналіз будівельних властивостей ґрунтів та умов їх використання

Таблиця 3.1 - Дані про ґрунти

| Область району будівницт | Тип ґрунту | Вологість на границі текучості, W_L , | Природна вологість ґрунту в період обстежень, | Щільність скелету ґрунту, ρ_{de} , | Товщина рослинного шару, |
|--------------------------|------------------|---|---|---|--------------------------|
| Закарпатська | Супісок пластич. | 26,9 | 20,0 | 1,89 | 30 |

Проаналізуємо будівельні властивості ґрунту.

1) Оптимальну вологість ґрунту у відсотках визначають за

$$W_{\text{opt}} = 0,7 \times 26,9 = 18,83\%$$

де коефіцієнт, який враховує гранулометричний склад ґрунту для важкого суглинку $K_1 = 0,7$.

2) Щільність твердої частини ґрунту для легкого суглинку приймають $\rho_s = 2,68 \text{ г/см}^3$, вміст повітря у ґрунті $V_n = 0,07$.

3) Знаходять максимальну стандартну щільність скелету ґрунту за

$$\rho_{d \text{ max}} = \frac{2,68(1-0,07)}{1+0,01 \times 2,68 \times 18,83} = 1,662 \text{ г/см}^3$$

4) Згідно [4] або додатку А район будівництва в Закарпатській області знаходиться у дорожньо-кліматичній зоні - У-IV. Для II-ї категорії дороги (табл. В.9), визначають найменші коефіцієнти ущільнення K_y ґрунту для елементів земляного полотна:

- для робочого шару насипу (до 1,5 м) $K_y = 0,98$;
- для насипу висотою до 1,5 м $K_y = 0,95$; до 6 м - $K_y = 0,96$; вище 6 м - $K_y = 0,98$.

Призначимо для розрахунку найбільше з наведених значень $K_y = 0,98$, зважаючи на тип дорожнього одягу.

5) Мінімальну потрібну щільність скелету ґрунту для різних елементів земляного полотна визначають за

$$\rho_{d \text{ потр}} = 0,98 \times 1,662 = 1,628 \text{ г/см}^3.$$

6) Коефіцієнт відносного ущільнення ґрунту за

$$K_{\text{від}} = \frac{1,628}{1,662} = 0,979$$

7) За рекомендаціями [4] та формулою визначають характерні вологості ґрунтів

$$W_1 = 0,9 \times 18,83 = 16,9\%,$$

$$W_2 = 0,48 \times 26,9 = 12,912\%,$$

$$W_3 = 0,67 \times 26,9 = 18,023\%,$$

де $K_{w1}=0,9$; $K_{w2}=0,48$; $K_{w3}=0,67$.

Згідно розрахунків можна проводити ущільнення без використання спеціальних заходів при інтервалі вологості від 16,9 % до 18,02 %.

8) Максимальна вологість ґрунту у річному циклі за

$$W_{\text{рц}} = \frac{20}{0,85} = 23,53\%$$

де коефіцієнт, що характеризує вологість ґрунту в період польових обстежень за VII місяць $\gamma_n=0,85$.

9) Вологість ґрунту в період будівництва земляного полотна та його ступінь зволоження визначають за залежностями і розрахунки представляють в табличній формі (табл. 3.5)

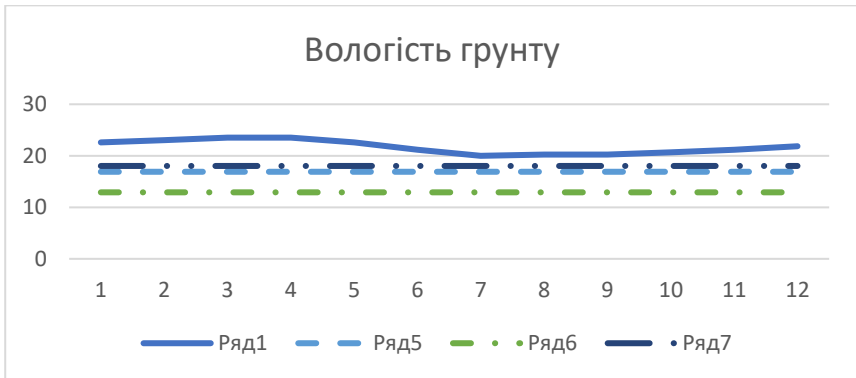


Рисунок 3.1 - Графік зміни вологості ґрунту в річному циклі

Таблиця 3.5 - Зміна вологості та ступеня вологості ґрунту
у, в річному циклі

| Показ- ники | Місяці | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|----------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| $W_i, \%$ | 22,59 | 23,06 | 23,53 | 23,53 | 22,59 | 21,17 | 20 | 20,23 | 20,23 | 20,7 | 21,17 | 21,88 |
| K_w | 1,2 | 1,22 | 1,25 | 1,25 | 1,2 | 1,12 | 1,06 | 1,07 | 1,07 | 1,1 | 1,1 2 | 1,16 |

За отриманими значеннями W_i (табл.3.5) будують графік зміни вологості у річному циклі. На графік також наносять межові значення вологостей W_1, W_2, W_3, W_{opt} .

8) Середня щільність вологого ґрунту в період будівництва за

$$\rho = 1,628(1 + 0,217) = 1,981 \text{ г/см}^3.$$

Усі розрахунки зводять у таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 - Фізичні характеристики ґрунту

| № | Показник | Одиниця | Поз | Числові значення | |
|----|--|-------------------|---------------------|------------------|-----------|
| | | | | задані | визначені |
| 1 | Щільність | г/см ³ | P _{de} | 1,662 | |
| 2 | Щільність твердої частини | г/см ³ | P _s | 2,68 | |
| 3 | Вологість на границі | % | W _L | 26,9 | |
| 4 | Оптимальна вологість | % | W _{opt} | | 18,83 |
| 5 | Вміст повітря при щільності | частка одиниці | V _n | | 0 07 |
| 6 | Максимальна щільність стандартному | г/см ³ | P _{d max} | | 1.662 |
| 7 | Найменший коефіцієнт ґрунту для елементів полотна: | частка одиниці | K _v | 0 98 | |
| | - робочий шар (насип до | | | 0 95 | |
| | - частина насипу в шарі | | | 0,96 | |
| | - нижня частина високого | | | 0,98 | |
| | розривкова величина | | | 0,98 | |
| 8 | Мінімальна потрібна скелету ґрунту | г/см ³ | P _{d потр} | | 1,628 |
| 9 | Коефіцієнт відносного ґрунту | частка одиниці | K _{ріп} | | 0,979 |
| 10 | Вологість ґрунту згідно ДБН В.2.3-4-2000 | % | | | |
| | $W_1 = K_{w1} \cdot W_{opt}$ | | | | 16,9 |
| | W_2 | | | | 12,912 |
| | W_3 | | | | 18,02 |
| 11 | Вологість ґрунту проведення польових | % | W _п | 20 | |
| 12 | Максимальна вологість річному циклі | % | W _{рц} | | 23,53 |
| 13 | Середня щільність в період будівництва | г/см ³ | ρ | | 1,981 |

Оскільки ґрунт для спорудження земляного полотна в зазначеному районі будівництва має середній та високий ступінь зволоження, виникає необхідність у

природному просушуванню до вологості, яка відповідає допустимій. Просушування буде проводитись у резерві. Коефіцієнти, які враховують вплив виду ґрунту, температури повітря і швидкості вітру, призначають за графіками, які наведено у додатку 1.

З урахуванням значень коефіцієнтів a_1 , a_2 , визначимо потрібну вологість ґрунту в період будівництва земляного полотна за

$$W^{\text{III}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,017 + 0,066) * 0,125 = 0,2\%.$$

$$W^{\text{IV}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,036 + 0,062) * 0,125 = 0,206\%.$$

$$W^{\text{V}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,05 + 0,062) * 0,125 = 0,209\%.$$

$$W^{\text{VI}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,056 + 0,061) * 0,125 = 0,21\%.$$

$$W^{\text{VII}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,082 + 0,061) * 0,125 = 0,215\%.$$

$$W^{\text{VIII}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,079 + 0,061) * 0,125 = 0,214\%.$$

$$W^{\text{IX}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,021 + 0,061) * 0,125 = 0,203\%.$$

$$W^{\text{X}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,015 + 0,061) * 0,125 = 0,202\%.$$

$$W^{\text{XI}}_{\text{потр}} = 0,1883 + 1,5(0,08 + 0,062) * 0,125 = 0,204\%.$$

Тоді час просушування ґрунту у резерві, при активному просушуванні визначимо за формулою

$$T^{\text{III}}_{\text{пр}} = \frac{0,2353 - 0,2}{0,017 + 0,066} = 0,42 \text{ доби} = 10,2 \text{ год},;$$

$$T^{\text{IV}}_{\text{пр}} = \frac{0,2353 - 0,206}{0,036 + 0,062} = 0,2 \text{ доби} = 4,87 \text{ год},;$$

$$T^{\text{V}}_{\text{пр}} = \frac{0,2259 - 0,209}{0,05 + 0,062} = 0,148 \text{ доби} = 3,55 \text{ год},;$$

$$T^{\text{VI}}_{\text{пр}} = \frac{0,2117 - 0,21}{0,056 + 0,061} = 0,014 \text{ доби} = 0,34 \text{ год},;$$

$$T^{\text{VII}}_{\text{пр}} = \frac{0,2 - 0,215}{0,082 + 0,061} = 0,104 \text{ доби} = 2,51 \text{ год},;$$

$$T_{\text{пр}}^{\text{VIII}} = \frac{0,2053-0,214}{0,079+0,061} = 0,08 \text{ доби}=1,9 \text{ год.};$$

$$T_{\text{пр}}^{\text{IX}} = \frac{0,2023-0,214}{0,021+0,061} = 0,085 \text{ доби}=0,2 \text{ год.}$$

$$T_{\text{пр}}^{\text{X}} = \frac{0,207-0,202}{0,015+0,061} = 0,065 \text{ доби}=1,5 \text{ год.}$$

$$T_{\text{пр}}^{\text{XI}} = \frac{0,2117-0,204}{0,08+0,062} = 0,89 \text{ доби}=2,14 \text{ год.}$$

Середній термін просушування складає $T_{\text{пр}}^{\text{ср}}=3,02$ год.

Практичне заняття № 1.4. Уточнення фактичних об'ємів земляних робіт.

Будівельні геометричні розміри поперечного профілю земляного полотна у насипу (виїмці), які необхідні для підрахунків робочих об'ємів земляних робіт з урахуванням видалення шару рослинного ґрунту та його заміни, визначають за наступними вихідними даними:

- профільні об'єми робіт в насипах $V_{\text{п}}^{\text{H}}$ та у виїмках $V_{\text{п}}^{\text{B}}$;
- висота насипу $h_{\text{н}}$, глибина виїмки $h_{\text{в}}$;
- товщина рослинного шару $\Delta h_{\text{р.ш.}}=30\text{см}$;
- категорія ділянки дороги, що будується II ;
- ширина насипу або виїмки – $B=15$ (згідно з [4]);
- закладення укосів – $m=1:1,5$ (згідно з [4]);
- середня глибина кювету, яку можна прийняти як - $h_{\text{к}} = 0,3$
- $0,5$ м;
- ширина кювету, яку можна прийняти як - $b_{\text{к}}=0,3-0,5$ м;
- висота валика знятого рослинного шару $h_{\text{з.р.г}} = \mathbf{1,0}$ м;
- ширина берми $D=1,5$ м.

ВАРІАНТ 20 до

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ПО ЗВЕДЕННЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

| ПК | Насип | | | | Виймка | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | до 1 м | до 2 м | до 3 м | до 6 м | до 1 м | до 2 м | до 6 м |
| 1 | 0,5 | | | | | | |
| 2 | 0,9 | | | | | | |
| 3 | | 1,25 | | | | | |
| 4 | | 1,58 | | | | | |
| 5 | | 1,55 | | | | | |
| 6 | | 1,69 | | | | | |
| 7 | | 1,75 | | | | | |
| 8 | | 1,89 | | | | | |
| 9 | | 1,9 | | | | | |
| 10 | | 2 | | | | | |
| 11 | | | 2,28 | | | | |
| 12 | | | 2,5 | | | | |
| 13 | | | 2,8 | | | | |
| 14 | | | 2,7 | | | | |
| 15 | | | 2,45 | | | | |
| 16 | | | 2,2 | | | | |
| 17 | | | 2 | | | | |
| 18 | | 1,7 | | | | | |
| 19 | | 1,2 | | | | | |
| 20 | 0,83 | | | | | | |
| 21 | 0,74 | | | | | | |
| 22 | 0,45 | | | | | | |
| 23 | 0,82 | | | | | | |
| 24 | 0,98 | | | | | | |
| 25 | | 1,58 | | | | | |
| 26 | | 1,95 | | | | | |
| 27 | | | 2,46 | | | | |
| 28 | | | 2,87 | | | | |
| 29 | | | | 3,05 | | | |
| 30 | | | | 4,25 | | | |
| 31 | | | | 3 | | | |
| 32 | | | 2,75 | | | | |
| 33 | | | 2,5 | | | | |
| 34 | | | 2,1 | | | | |
| 35 | | 1,88 | | | | | |
| 36 | | 1,5 | | | | | |
| 37 | 0,9 | | | | | | |
| 38 | 0,4 | | | | | | |
| 39 | | | | | 0,3 | | |
| 40 | | | | | 0,84 | | |
| 41 | | | | | 1 | | |
| 42 | | | | | | 1,26 | |
| 43 | | | | | | 1,58 | |
| 44 | | | | | | 1,85 | |
| 45 | | | | | | | 2,2 |
| 46 | | | | | | | 2,45 |
| 47 | | | | 15 | | | 2,69 |
| 48 | | | | | | 1,99 | |
| 49 | | | | | | 1,65 | |
| 50 | | | | | 0,75 | | |

Будівельні геометричні розміри поперечного профілю земляного полотна визначають у такій послідовності:

1) Поправка до ширини земляного полотна, м

$$\Delta B_{p.ш.} = 2\Delta h_{p.ш.} \times m$$

для насипу $h_n = 1.0\text{м}$ $\Delta B_{p.ш.} = 2 \times 0.3 \times 4 = 2.4\text{м}$;

для насипу $h_n = 2-7\text{м}$ або виїмки для виїмки $h_v = 2-6\text{ м}$ $\Delta B_{p.ш.} = 2 \times 0.3 \times 1.5 = 0,9\text{м}$.

2) Ширина поперечного профілю в основі насипу (по низу)

$$B_n^H = B + 2mh_n + \Delta B_{p.ш.}$$

для виїмки поверху

$$B_v^B = B + 2(2mh_k + b_k) + 2mh_v - \Delta B_{p.ш.}$$

3) Ширина зняття рослинного шару ґрунту (відстань між валиками знятого рослинного ґрунту), м

- для насипу $B_{p.г.}^H = B_n^H + 2D$;

- для виїмки $B_{p.г.}^B = B_v^B + 2D$

За отриманими даними креслять поперечний переріз насипу

Підраховують загальні робочі об'єми

- в насипах $V_p^H = (V_n^H + V_{p.г.}^H) K_{від}$

- у виїмках $V_p^B = V_n^B - V_{p.г.}^B$

4) Таблиця розрахунків профільних земляних робіт

| КМ | ПК | Насип | | | | Виймка | | |
|----|------|--------|---------|---------|-------|---------|---------|----------|
| | | До 1м | До 2м | До 3м | До 6м | До 1м | До 2м | До 6м |
| 0 | 1 | 1745 | | | | | | |
| | 2 | 3429 | | | | | | |
| | 3 | | 4143,75 | | | | | |
| | 4 | | 5394,12 | | | | | |
| | 5 | | 5277,75 | | | | | |
| | 6 | | 5825,43 | | | | | |
| | 7 | | 6063,75 | | | | | |
| | 8 | | 6628,23 | | | | | |
| | 9 | | 6669 | | | | | |
| | 10 | | 7080 | | | | | |
| 1 | 11 | | | 8262,72 | | | | |
| | 12 | | | 9225 | | | | |
| | 13 | | | 10584 | | | | |
| | 14 | | | 10125 | | | | |
| | 15 | | | 9003,75 | | | | |
| | 16 | | | 7920 | | | | |
| | 17 | | | 7080 | | | | |
| | 18 | | 5865 | | | | | |
| | 19 | | 3960 | | | | | |
| 20 | 2984 | | | | | | | |
| 2 | 21 | 2555 | | | | | | |
| | 22 | 1364 | | | | | | |
| | 23 | | | | | 3046,77 | | |
| | 24 | | | | | | 4596,75 | |
| | 25 | | | | | | 5488,92 | |
| | 26 | | | | | | 6990,75 | |
| | 27 | | | | | | | 9195,48 |
| | 28 | | | | | | | 10986,75 |
| | 29 | | | | | | | 11892,48 |
| | 30 | | | | | | | 17892 |
| 3 | 31 | | | | | | | 11700 |
| | 32 | | | | | | | 10518,75 |
| | 33 | | | | | | | 9375 |
| | 34 | | | | | | | 7623 |
| | 35 | | | | | | 6700,32 | |
| | 36 | | | | | | 5175 | |
| | 37 | | | | | 2808 | | |
| | 38 | | | | | 1188 | | |
| | 39 | 999 | | | | | | |
| | 40 | 2767,5 | | | | | | |
| 4 | 41 | 3890 | | | | | | |
| | 42 | | 4180,68 | | | | | |
| | 43 | | 4893,75 | | | | | |
| | 44 | | 6264 | | | | | |
| | 45 | | | 7497 | | | | |
| | 46 | | | 9003,75 | | | | |
| | 47 | | | 9225 | | | | |
| | 48 | | 7038,63 | | | | | |
| | 49 | | 5667,75 | | | | | |
| | 50 | 2767,5 | | | | | | |

Практичне заняття № 1.5. Проектування розподілу та переміщення земляних мас.

Проектування розподілу земляних мас

За даними відомості робочих об'ємів ґрунту у вигляді гістограми будують графік робочих об'ємів земляних робіт (рис. 5.3) та інтегральну криву розподілу земляних мас по підсумованому робочому об'єму (рис. 5.4). Використовуючи властивості горизонтальної січної розбивають інтегральну криву по довжині траси на три ділянок. Ділянки 2, 3, - мають баланс земляних мас: ґрунт з виїмок використовують для відсипки насипів. Ділянки 1 ділянки насипів. Для надлишкового об'єму ґрунту виїмки передбачаємо кавальєр, згідно завдання, на відстані 1000 м від ПК 1+00.

Дальність транспортування ґрунту самоскидами, при роботі екскаваторів, із кареру на ділянку 1 визначимо за формулою:

$$L=l_1+l_2+l_3$$

l_1 – відстань від ґрунтового кареру до заданого пікету на трасі, м.

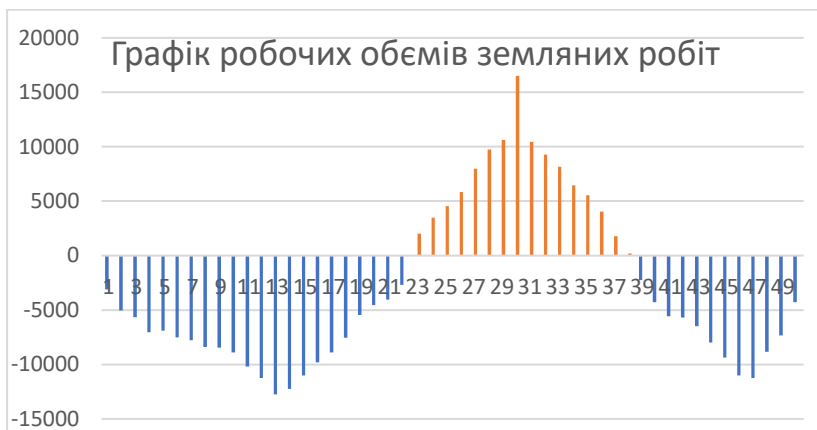
l_2 – відстань від заданого пікету на трасі до пікету початку ділянки відсипки насипу з привізного ґрунту.

$$L_1=1000+\frac{1827,78}{2}=1914 \text{ м}$$

$$L_2=412,34 + 480,67=892,96 \text{ м}$$

$$L_3=550 + 1119,35=1700 \text{ м}$$

За розрахунковою середньою дальністю траансротування на ділянках за таблицею вибираємо провідні машини для спорудження земляного полотна. Результати розрахунків заносимо у таблицю. Інтегральна крива є основною для складання відомості оплачуваних земляних робіт.



Таблиця. Відомість оплачувальних робіт.

| № ділянки | ПК+ | | Довжина ділянки, м | Загальний об'єм робіт м3 | | Робочий об'єм ґрунту в насипу, м3 | | |
|-----------|----------|----------|--------------------|--------------------------|---------|-----------------------------------|--------------|----------|
| | Початок | Кінець | | Насип | Виймка | Загалом | У тому числі | |
| | | | | | | | з виймки | з кареру |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 0+00 | 18+27,76 | 1827,76 | 146983 | - | 146983 | - | 146983 |
| 2 | 18+27,76 | 27+80,67 | 952,91 | 22139,5 | 22139,5 | 22139,5 | 22139,5 | - |
| 3 | 27+80,67 | 50+00 | 2219,33 | 84324,8 | 84324,8 | 84324,8 | 84324,8 | - |

Практичне заняття № 1.6. Визначення технологічних параметрів процесів будівництва земляного полотна.

Вибір параметрів технологічних процесів, марок провідних дорожніх машин, комплектування дорожніх механізованих ланок, вирішення питань з організації робіт здійснюють на основі аналізу рішень, прийнятих під час проектування розподілу земляних мас з урахуванням

термінів проведення робіт по спорудженню земляного полотна. Для цього підраховують:

- 1) Мінімальний змінний об'єм робіт для кожного типу провідних машин, м³/зміну.

$$V_{\text{ізм.мін}} = \frac{\sum V_{ip}}{T_{\text{зм}}}$$

$\sum V_{ip}$ – сумарний об'єм ґрунту, який підлягає розробці однією провідною машиною на всіх ділянках м³

- При роботі екскаватора в кар'єрі

$$V_{\text{екс.ізм.мін}} = \frac{146983}{171} = 859,55 \text{ м}^3/\text{зм}$$

- При роботі скрепера

$$V_{\text{екс.ізм.мін}} = \frac{22139,5+84324,8}{171} = 622,59 \text{ м}^3/\text{зм}$$

- 2) Тривалість робіт за директивним строком для кожного типу провідної машини на кожній з ділянок, в змінах:

$$T_{\text{і.дир.}} = \frac{\sum V_{ip}}{T_{\text{і.зм.мін}}}$$

Для провідної машини екскаватор

- На 1-ділянці $T_{\text{екс.дир.}} = \frac{146983}{859,55} = 171 \text{ м}^3/\text{зм}$

Для провідної машини скрепер

- На 2-ділянці $T_{\text{скр.дир.}} = \frac{22139,5}{622,59} = 35,56 \text{ м}^3/\text{зм}$

- На 3-ділянці $T_{\text{скр.дир.}} = \frac{84324,8}{622,59} = 135,44 \text{ м}^3/\text{зм}$

- 3) Визначають змінний об'єм робіт на кожній ділянці, підбирають ланки провідних машин.

Для роботи на 1-ділянці, при влаштуванні насипу з привізного ґрунту кар'єру, визначають норму часу екскаватора, місткістю ковша 0.65 м³, згідно група 17, норма 1-17-8 за залежністю:

$$\Pi = \frac{T \cdot \text{Вимірник}}{H_{\text{ч}}}$$

T – тривалість зміни (8 год.)

Вимірник – вимірник виконаного об'єму робіт

N_n – норма часу, яку необхідно затратити для виконання певного об'єму робіт

$$N_n = 36,38 \text{ маш-год.}$$

$$П = \frac{8 \cdot 1000}{36,38} = 219,9 \approx 220 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Визначаємо необхідну кількість машин на дану ділянку за виразом:

$$N = \frac{V_{\text{екс.зм.мін}}}{П}$$

$$N_{\text{екс}} = \frac{859,55}{220} = 3,9 \text{ приймаємо 4 екскаватора.}$$

Середня довжина ділянки відсипки шару ґрунту за зміну становить:

$$L_{\text{зм.}} = \frac{V_{\text{ізм}}}{h_y \cdot k_y \cdot B_{\text{відс}}}, \text{ м,}$$

$V_{\text{ізм}}$ – змінний об'єм робіт ділянки

$$V_{\text{ізм}} = П \cdot N_{\text{екс}} = 220 \cdot 4 = 880 \text{ м}^3/\text{зм}$$

h_y – товщина шару ґрунту в період ущільнення його котками
 $h = 0,30 \text{ м}$

k_y – коефіцієнт відносного ущільнення ґрунту $k_y = 1,08$

$B_{\text{відс}}$ – ширина відсипки шарів ґрунту в насип,

| | Норма часу | Продуктив. 1 машини | Необхідна кількість машин | Змінний об'єм ланки | Середня довжина ділянки відсипки за зміну |
|----------------------|------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---|
| Ділянка 1 екскаватор | 36,38 | 219,901045 | 3,9 | 880 | 65,35772959 |

За аналогічними формулами визначаємо змінний об'єм для на ступних ділянок з ведучою машиною скрепер група 23, норма 1-23-4 та 1-23-12

| | Норма часу | Продуктив. 1 машини | Необхідна кількість машин | Змінний об'єм ланки | Середня довжина ділянки відсіпки за зміну |
|-----------|------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---|
| Ділянка 2 | 41,312176 | 193,6475096 | 3,2258549 | 772 | 58,15284859 |
| Ділянка 3 | 63,99 | 125,0195343 | 4,98072 | 625 | 46,44492004 |

1) Відповідно до змінного об'єму робіт на ділянках визначаємо фактичну тривалість робіт за виразом:

$$T_{i,\text{факт.}} = \frac{V_{i,\text{р.}}}{V_{i,\text{зм.}}}$$

$V_{i,\text{р.}}$ – об'єм робіт на ділянці

$V_{i,\text{зм.}}$ – змінний об'єм робіт ділянки

| № ділянки | Об'єм | Змінний об'єм ланки | Фактична тривалість робіт |
|-----------|---------|---------------------|---------------------------|
| 1 ділянка | 146983 | 880 | 167,02614 |
| 2 ділянка | 22139,5 | 772 | 28,678109 |
| 3 ділянка | 84324,8 | 625 | 134,91968 |

Результати розрахунків зводимо у таблицю Визначення фактичних об'ємів і термінів будівництва ділянок

| № Ділянки | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|------------|------------------|------------------|
| Провідна машина | Екскаватор | Скрепер | Скрепер |
| Довжина ділянки | 1827,76 | 952,91 | 2219,33 |
| Вид преміщення ґрунту | з карсеру | з виїмки в насип | з виїмки в насип |
| Відстань транспортування | 1914 | 892,96 | 1700 |
| Об'ємів робіт на ділянці | 146983 | 22139,5 | 84324,8 |
| Мінімальний змінний об'єм | 859,55 | 622,59 | 622,59 |
| Змінний об'єм | 880 | 772 | 625 |

| | | | |
|--|-------|-------|--------|
| Тривалість робіт за директивним строком зміни | | | |
| Тривалість робіт фактична | 167 | 28,68 | 134,92 |
| Середня довжина ділянки відсіпки шару ґрунту за зміну, м | 65,36 | 58,16 | 45,45 |

Сумарний об'єм рослинного шару складає 58008,3 м³

1) Площа доущільнення основи насипу (при висоті насипу до 1.5 м) за формулою $F_{o.n.} = B_H^H * L$

| Ділянка | Пікет | Відстань | Ширина основи насипу | Площа доущільнення |
|---------|-------|----------|----------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 100 | 34,9 | 3490 |
| | 2 | 100 | 38,1 | 3810 |
| 2 | 20 | 100 | 37,3 | 3730 |
| | 21 | 100 | 36,5 | 3650 |
| | 22 | 100 | 34,1 | 3410 |
| 3 | 39 | 100 | 33,3 | 3330 |
| | 40 | 100 | 36,9 | 3690 |
| | 41 | 100 | 38,9 | 3890 |
| 4 | 50 | 100 | 36,9 | 3690 |

2) Група ґрунту за складністю обробки (згідно ДБН Д2.2-1-99):

Супісок пластичний за складністю обробки – II, група рослинного ґрунту-I.

3) Об'єм розпушеного ґрунту за виразом:

$$V_{роз.} = B_B^B * L_i * h_{роз.}$$

B_B^B – ширина виїмки по верху, м

L_i – довжина ділянки, м

$h_{роз.}$ – глибина максимального занурення робочого органу при різанні провідною машиною, м

На протязі всієї виїмки:

$$V_{роз.} = 35,98 * 1500 * 0,35 = 18893,1 \text{ м}^3$$

4) Товщина шару ґрунту в період ущільнення його котками на пневматичних шинах за виразом: $h_y =$

$$0.45 \frac{W_i}{W_{opt}} * \sqrt{Q}$$

Q – навантаження на колесо котка, кг (для котків - 3125кг)

W_i – вологість ґрунту в період будівництва

W_{opt} – оптимальна вологість ґрунту.

| Місяць | Оптимальна вологість | Вологість ґрунту в період будівництва | Навантаження на колесо котка | Товщина шару |
|----------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Березень | 18,83 | 23,53 | 3125 | 31,4346864 |
| Квітень | 18,83 | 23,53 | 3125 | 31,4346864 |
| Травень | 18,83 | 22,59 | 3125 | 30,1789021 |
| Червень | 18,83 | 21,17 | 3125 | 28,2818662 |
| Липень | 18,83 | 20 | 3125 | 26,7188155 |
| Серпень | 18,83 | 20,25 | 3125 | 27,0528006 |
| Вересень | 18,83 | 20,23 | 3125 | 27,0260818 |
| Жовтень | 18,83 | 20,7 | 3125 | 27,653974 |
| Листопад | 18,83 | 21,17 | 3125 | 28,2818662 |

Середня товщина шару становить $h_y = 28,67$ см

5) Щільність скелету ґрунту на початок роботи котків визначимо за виразом:

$$\rho_{d_0} = \frac{\rho_{d_e} * K_1 * K_2}{K_\rho} \text{ г/см}^3$$

ρ_{d_e} – щільність скелету ґрунту;

K_1 – коефіцієнт, що враховує спосіб ведення робіт: при скреперних роботах – 1.2; при транспортуванні ґрунту автомобілями-самоскидами 1.05;

K_2 – коефіцієнт, який враховує регулювання руху землерийно-транспортних машин по ширині земляного полотна: робота без регулювання руху 1.0

K_ρ – коефіцієнт розпушення ґрунту, що у середньому рівний 1.3

При транспортуванні ґрунту автомобілями-самоскидами на 1-ділянку

$$\rho_{d_0} = \frac{1,662 * 1,05 * 1,0}{1,3} = 1,342 \text{ г/см}^3$$

При скреперних роботах на 2-й і 3-й ділянках:

$$\rho_{d_0} = \frac{1,662 * 1,2 * 1,0}{1,3} = 1,534 \text{ г/см}^3$$

б) Максимальна щільність скелету, двофазного ґрунту:

$$\rho_{d \max} = \frac{\rho_s}{1 + 0,01 * W_i^i * \rho_s}$$

ρ_s – щільність твердої частини ґрунту

W_i^i – вологість ґрунту під час ущільнення,

приймаємо $W_i^i = W_{opt}$

$$\rho_{d \max} = \frac{2,68}{1 + 0,01 * 18,83 * 2,68} = 1,78 \text{ г/см}^3$$

7) Необхідна кількість проходів котка по одному сліду:

$$N = \frac{1}{\beta} * \ln \frac{\rho_{d \max} - \rho_{d_0}}{\rho_{d \max} - \rho_{d \text{ потр}}}$$

Де β – параметр, який для пневмо-котків масою більше $20\text{т}=0.25$ а манеше $20\text{т} - 0,2$.

$\rho_{d \max}$ – максимальна щільність скелету на початок роботи котків

$\rho_{d \text{ потр}}$ – мінімальна потрібна щільність скелету ґрунту

ρ_{d_0} – щільність скелету ґрунту на початок роботи котків

При транспортуванні ґрунту самоскида на 1 ділянку:

$$N = \frac{1}{0,25} * \ln \frac{1,78-1,342}{1,78-1,628} = 4 * \ln 2.88 = 4.23 \approx 5 \text{ проходів};$$

При скреперних роботах на 2, 3 ділянці:

$$N = \frac{1}{0,25} * \ln \frac{1,78-1,534}{1,78-1,628} = 4 * \ln 1,618 = 1,92 \approx 2$$

проходів;

8) Об'єм ґрунту, для розробки кюветів:

$$V_k = 2(b_k + mh_k) * h_k * L$$

b_k – ширина кювету

m – закладання укосів

h_k – середня глибина кювету

L – довжина ділянки

По довжині всій виїмці

$$V_k = 2(0,5 + 1,5 * 0,3) * 0,3 * 1500 = 855 \text{ м}^3$$

9) Кювети в поперечному профілі насипів не передбачають.

10) Площу планування верха земляного полотна для всіх ділянок визначаємо за виразом: $F_{\text{зп}} = B * L$

На 1-ділянці $F_{\text{зп}} = 14,5 * 1827,76 = 26502,52 \text{ м}^2$

На 2-ділянці $F_{\text{зп}} = 14,5 * 952,81 = 13817,2 \text{ м}^2$

На 3 ділянці $F_{\text{зп}} = 14,5 * 2219,33 = 32180,29 \text{ м}^2$

11) Площу планування насипів та виїмок визначимо за виразом: $F_{\text{укр}} = 2 * L_{\text{укр}} * L \text{ м}^2$

$L_{\text{укр}}$ – довжина укосу, м

$$L_{\text{укр}} = (h_n + \Delta h_{\text{р.ш}}) * \sqrt{1 + m^2} - \text{для насипу}$$

$$L_{\text{укр}} = (h_n - \Delta h_{\text{р.ш}}) * \sqrt{1 + m^2} - \text{для виїмки}$$

L – довжина ділянки

На 1-й ділянці:

$$\text{Насип до 1 м } L_{\text{укр}} = (0,66 + 0,3) * \sqrt{1 + 4^2} = 3,84 \text{ м}$$

$$\text{Насип до 2 і 6 м } L_{\text{укр}} = (1,96 + 0,3) * \sqrt{1 + 1,5^2} = 4,074 \text{ м}$$

$$\text{Насип до 1 м } F_{\text{укр}} = 2 * 3,84 * 500 = 3840 \text{ м}^2$$

$$\text{Насип до 2 і 6 м } F_{\text{укр}} = 2 * 4,074 * 1500 = 12222 \text{ м}^2$$

На 2-й ділянці:

$$\text{Насип } L_{\text{укр}} = (0,96 + 0,3) * \sqrt{1 + 1,5^2} = 2,27 \text{ м}$$

$$F_{\text{укр}} = 2 * 2,27 * 450 = 2044 \text{ м}^2$$

$$\text{Виймка } L_{\text{укр}} = (2,089 - 0,3) * \sqrt{1 + 1,5^2} = 3,225 \text{ м}$$

$$F_{\text{укр}} = 2 * 3,225 * 50 = 3244,35 \text{ м}^2$$

На 3-й ділянці:

$$\text{Насип } L_{\text{укр}} = (1,5 + 0,3) * \sqrt{1 + 1,5^2} = 3,24 \text{ м}$$

$$F_{\text{укр}} = 2 * 3,24 * 1250 = 8100 \text{ м}^2$$

$$\text{Виймка } L_{\text{укр}} = (2,089 - 0,3) * \sqrt{1 + 1,5^2} = 3,225 \text{ м}$$

$$F_{\text{укр}} = 2 * 3,225 * 1150 = 7417,5 \text{ м}^2$$

Практичне заняття № 1.7. Розробка і складання технологічних карт із спорудження земляного полотна.

Для врахування умов робіт при виконанні певних технологічних операцій треба визначити норми часу деяких машин:

1) Норма часу бульдозера за виразом:

$$N_{\text{ч}} = N + \Delta N * \frac{L-10}{10}$$

Для знаття рослинного шару і переміщення ґрунту використовуємо групу 25, норма 1-25-2, 1-25-10)

| Ділянка | Ширина плотна | 1-25-2 | 1-25-10 | Норма часу |
|---------|------------------|--------|---------|------------|
| | | | | |

| | | | | | |
|---|--------|-------|----|-------|----------|
| 1 | Насип | 35,62 | 17 | 14,28 | 53,58536 |
| | Виймка | | | | |
| 2 | Насип | 35,08 | 17 | 14,28 | 52,81424 |
| | Виймка | 34,01 | 17 | 14,28 | 51,28628 |
| 3 | Насип | 35,56 | 17 | 14,28 | 53,49968 |
| | Виймка | 36,64 | 17 | 14,28 | 55,04192 |

Норми часу самохідного скрепера для розробки і переміщення ґрунту на ділянках № 2, 3 та екскаватора для розробки ґрунту в кар'єрі і влаштування насипу на ділянці №1 визначенні в попередніх розрахунках.

Норма часу котка на пневмоколісному ході при ущільненні шарів ґрунту в насипу

$$H_{\text{ч}} = H + \Delta H * (N - 1), \text{ маш-год.}$$

H – норма часу на один прохід котка

ΔH – норма часу на кожний понад одного проходу котка

N – кількість проходів котка по одному сліду

$$H_{\text{ч}} = 1,72 + 1,72 * (4 - 1) = 6,88 \text{ маш-год.}$$

Норма часу для автосамоскида при ремонті і утриманні землевозних доріг за групою 19, норма 1-19-2, визначають за виразом:

$$H_{\text{ч}} = H * (L_{\text{сер.}} / 0,5)$$

$L_{\text{сер.}}$ – відстань транспортування ґрунту автосамоскидом, км

$$H_{\text{ч}} = 4,17 * \left(\frac{1,83}{0,5} \right) = 15,26 \text{ маш-год.}$$

Зміну продуктивність машин для всіх технологічних операцій, розраховуємо за залежністю

$$П = \frac{T * \text{Вимірник}}{H_{\text{ч}}}, \text{ та заносимо до таблиці}$$

T – тривалість зміни (8год.)

Вимірник – вимірник виконаного об'єму робіт

$H_{\text{ч}}$ – норма часу, яку необхідно затратити для виконання певного об'єму робіт

При відсутності даних продуктивності самоскида визначаємо за виразом:

$$P_{AC} = \frac{T_3 * Q_{AC} * k_B * k_{ВП}}{\frac{2L_{ісер.}}{V_{тр.гр.}} + t_{НР}}$$

Де Q_{AC} – місткість кузова автосамоскида;

k_B – коефіцієнт використання автосамоскида в часі (0.85);

$k_{ВП}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності (1.0);

$L_{ісер.}$ – довжина транспортування;

$V_{тр.гр.}$ – середня швидкість руху (22 км/год)

$t_{НР}$ – час на завантаження та розвантажування автосамоскидом (0.2 год)

При перевезенні ґрунту з кар'єру на ділянку №1

$$P_{AC} = \frac{8*7,2*0,85*1,0}{\frac{2*1,83}{22}+0,2} = 136 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Частина 2 Технологія будівництва дорожнього одягу
Практичне заняття № 2.1. Запроектувати технологію
будівництва дорожнього одягу за наступними вихідними
даними:

- 1) Область району будівництва – Вінницька область.
- 2) Категорія дороги – І.
- 3) Довжина ділянки дороги 20 км.
- 4) Конструкція дорожнього одягу.

| Найменування шарів | | Товщина шару, см. |
|---|--|-------------------|
| Покриття | Цементобетон | 22 |
| | Щебневий шар, влаштований методом заклинювання | 5 |
| Основа | Шар щебеню підбраного складу | 6 |
| | Грунт укріплений цементом | 16 |
| Матеріал для узбіч | Щебінь чорний (змішаний на дорозі) | 12 |
| | Ущільнений ґрунт | |
| Матеріал для укріплення прибрів очної смуги узбіч та укосів земляного полотна | Рослинний ґрунт | 20 |
| | Суміш трав | |

Конструкція узбіччя по ширині укріпленої смуги відповідає основній конструкції дорожнього одягу. Наведений матеріал для узбіч влаштовується по ширині зупинкової смуги.

5) Характеристика ґрунту земляного полотна

| Тип ґрунту | Показники | |
|-----------------|--|----------------------|
| | Мінімальна потрібна щільність скелету ґрунту | Оптимальна вологість |
| Суглинок легкий | 1,68 | 19,25 |

6) Розміщення кар'єрів, складів та заводів

| | | | | |
|------------------------|------------------------|-----|-----|-----|
| ЦБЗ | ПК | | 110 | |
| | Відстань від траси, км | | 4 | |
| Склад щебеню | ПК | № 1 | 40 | |
| | | № 2 | 200 | |
| | Відстань від траси, км | № 1 | 1 | |
| | | № 2 | 4 | |
| | Ґрунтовий кар'єр | ПК | № 1 | 10 |
| | | | № 2 | 250 |
| Відстань від траси, км | | № 1 | 4 | |

| | | | |
|------|---------------------------|--------|-----|
| | | № 2 | 2 |
| Вода | ПК | | 100 |
| | Відстань від траси, км | | 1,5 |

Характеристика умов Вінницької області

Як і на більшій частині території Правобережного Лісостепу України, клімат Вінниччини помірно континентальний. Для нього характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи, порівняно коротка, несувора зима.

За своїм географічним положенням територія області перебуває в сфері впливу насичених вологою повітряних мас.

Вінниччина, як і вся Україна, розташована в помірному поясі. Саме географічне положення в середніх широтах визначає помірність клімату області.

Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим - липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25°. Під дією континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні знижується навіть до -32°...-38°. Влітку температура підвищується іноді до +37°.

Максимум опадів припадає на травень - липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. В грудні - лютому випадає від 65 до 80 мм.

Середньорічні суми опадів на території області становлять 440-590 мм. На холодний період року припадає 20-25% річної суми опадів.

Вночі та зранку бувають тумани. Найчастіше вони з'являються в зниженнях рельєфу - в балках, низовинах, долинах річок. Тумани у весняні та осінні місяці внаслідок конденсації дають іноді за добу до 0,5 - 1 мм опадів.

Влітку досить часті сильні роси. Як і тумани, найбільші роси випадають у долинах річок.

Перехід від однієї пори року до другої відбувається поступово.

Стійкий перехід середньої добової температури через 0° є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними рисами весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходить стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря о 13-й годині досягає +10...+13°. Перехід середньої добової температури повітря через +5° відбувається у першій декаді квітня, а через +10° - наприкінці третьої декади.

Транспортна мережа

Основні залізничні вузли регіону – Козятин, Жмеринка, Вінниця, Вапнярка, Калинівка, Рудниця.

Через область проходять автомобільні магістральні дороги:

M12 — а/д Стрий-Тернопіль-Кіровоград-Знам'янка — 181,9 км

M21 — а/д Житомир-Могилів-Подільський — 178,1 км.

Регіональні дороги:

P08 а/д Немирів-Ямпіль — 118,6 км

P17 а/д Біла Церква-Тетіїв-Липовець-Гуменне — 93,7 км

P31 а/д Кременець-Козятин-Ружин — 45,0 км

P32 а/д Бердичів-Хмільник-Літин — 58,7 км

P36 а/д Немирів-Могилів-Подільський — 107,1 км

Практичне заняття № 2.2. Аналіз умов будівництва та конструкції дорожнього одягу.

На основі характеристик умов району будівництва у Вінницькій області, даних дорожньо-кліматичного графіку, тривалості весняного та осіннього бездоріжжя визначаємо термін будівництва дорожнього одягу.

Календарна тривалість для робіт, які виконують в теплий період року визначаємо:

$$T_k = Z_K^B - Z_{II}^{OC} = 30.03 - 26.10 = 211 \text{ днів}$$

Термін будівництва визначаємо:

$$T_p = T_k - T_1 - T_2 - T_3 - T_4 = 211 - 69 - 9 - 51 - 34 = 48 \text{ днів}$$

де $T_1 = 69 \text{ днів}$ - кількість святкових і вихідних днів за період T_k

$T_2 = 0,04 \cdot T_k = 0,04 \cdot 211 = 9 \text{ днів}$ - кількість днів на технічне обслуговування та ремонт дорожніх машин

$T_3 = \sum t_i + \sum n_i = (1 + 30) + (3 + 3) + (4 + 1) + (3 + 6) = 51 \text{ днів}$ - кількість днів, необхідних на розгортання потоку

$T_4 = 1,1 + 1,4 + 1,2 + 2,3 + 3,9 + 4,0 + 5,1 + 4,4 + 3,0 + 2,5 + 2,9 + 1,8 = 33,6 \approx 34$ - кількість днів простою за кліматичними умовами, які припадають на робочі дні (за ДКГ-N5)

Середня кількість робочих змін за даний період будівництва:

$$T_p = T_p \cdot K_{зм} = 48 \cdot 1.7 = 82 \text{ зміни}$$

де: $K_{зм}$ - коефіцієнт змінності

$$K_{зм} = \frac{N_1 + 2 \cdot N_2}{N_1 + N_2} = \frac{54 + 2 \cdot 157}{54 + 157} = 1.7$$

де $N_1 = 54 \text{ дні}$, $N_2 = 157 \text{ днів}$ - календарна кількість днів з одно- та двозмінною роботою

Роботу у дві зміни планують при тривалості світлового дня що перевищує 14 год

Мінімальна швидкість потоку:

$$S = \frac{L}{K_{зм} T_p} = \frac{20000}{1,7 \cdot 42} = 244 \text{ м / зміну}$$

Практичне заняття № 2.3. Обґрунтування основних параметрів технології будівництва дорожнього одягу та визначення об'ємів робіт.

Будівництво дорожнього одягу включає в себе - влаштування шарів, влаштування корита, укріплення узбіч та укосів. Визначення об'ємів цих робіт здійснюють за нормативними документами або формулами. Для подальших технологічних розрахунків визначають такі технологічні параметри.

1. Площа F_i по влаштуванню конструктивних шарів дорожнього одягу

$$F_i = L \cdot B_i$$

де L - довжина ділянки дороги;

B_i - ширина конструктивного шару дорожнього одягу, м.

В ширину конструктивного шару включаємо ширину укріплених крайових смуг узбіч, оскільки їх конструкція ідентична конструкції основної проїзної частини.

Об'єми робіт із влаштування конструктивних шарів дорожнього одягу на всій ділянці будівництва $L_{заг} = 20000$

м, на ділянці $L_{км} = 1000$, на захватці $L_{зах} = 244$ м

визначимо, для:

- верхнього шару покриття (цементобетон– 22см) шириною:

$$B_1 = 22,5 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 1,0 = 26 \text{ м};$$

$$F_1^{заг} = 20000 \cdot 26 = 520000 \text{ м}^2, \quad F_1^{км} = 1000 \cdot 26 = 26000 \text{ м}^2,$$

$$F_1^{зах} = 244 \cdot 26 = 6344 \text{ м}^2;$$

- нижнього шару покриття (щебеневий шар влаштований методом заклинювання – 5см) шириною:

$$B_2 = 22,5 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 1,0 = 26 \text{ м};$$

$$F_2^{заг} = 20000 \cdot 26 = 520000 \text{ м}^2, \quad F_2^{км} = 1000 \cdot 26 = 26000 \text{ м}^2,$$

$$F_2^{зах} = 244 \cdot 26 = 6344 \text{ м}^2;$$

- верхній шар основи (шар щебеню підбраного складу—бсм) шириною:

$$B_3 = 22,5 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 1,0 = 26 \text{ м};$$

$$F_3^{заг} = 20000 \cdot 26 = 520000 \text{ м}^2, \quad F_3^{км} = 1000 \cdot 26 = 26000 \text{ м}^2,$$

$$F_3^{зак} = 244 \cdot 26 = 6344 \text{ м}^2;$$

- нижній шар основи (грунт укріплений цементом—18см) шириною:

$$B_4 = 16,7 \cdot 2 = 33,4 \text{ м}$$

$$F_4^{заг} = 20000 \cdot 33,4 = 668000 \text{ м}^2, \quad F_4^{км} = 1000 \cdot 33,4 = 33400 \text{ м}^2,$$

$$F_4^{зак} = 244 \cdot 33,4 = 8150 \text{ м}^2;$$

2. Площа $F_{з.с} = 2 \cdot L \cdot B_{з.с.}$ (чорний щебінь)

де $B_{з.с.}$ - ширина зупинкової смуги

$$F_{з.с.}^{заг} = 20000 \cdot 2 \cdot 1,75 = 70000 \text{ м}^2$$

$$F_{з.с.}^{км} = 1000 \cdot 2 \cdot 1,75 = 3500 \text{ м}^2$$

$$F_{з.с.}^{зак} = 244 \cdot 2 \cdot 1,75 = 854 \text{ м}^2$$

3. Об'єм робіт з влаштування присипних узбіч на всій ділянці будівництва $L_{заг} = 20000$ м, на ділянці $L_{км} = 1000$, на захватці $L_{зак} = 244$ м визначимо:

$$V_{n/y} = (b_1 + b_2) \cdot h_{n/y} \cdot L \cdot k_y \cdot k_{от}$$

де b_1, b_2 - ширини шару присипного узбіччя в поперечному профілі, відповідно, по верху та по низу;

$$b_1 = 1,25 \text{ м}, \quad b_2 = 1,25 + 1,5 \cdot 0,271 = 1,66 \text{ м};$$

$h_{n/y}$ - висота присипних узбіч;

$$h_{n/y} = 0,21 \text{ м};$$

k_y - коефіцієнт ущільнення ґрунту на присипних узбіччях;

$$k_y = 1,1;$$

$k_{вт}$ - коефіцієнт втрат ґрунту, який дорівнює 1,03.

$$V_{n/y}^{заг} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 20000 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 13847,53 м^3;$$

$$V_{n/y}^{км} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 692,38 м^3;$$

$$V_{n/y}^{зах} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 244 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 168,94 м^3;$$

4. Об'єм робіт з влаштування розділювальної смуги на всій ділянці будівництва $L_{заг} = 20000$ м, на ділянці $L_{км} = 1000$, на захватці $L_{зах} = 159$ м визначимо:

- площу розділювальної смуги $F_{p.c.}$:

$$F_{p.c.} = L \cdot B_{p.c.};$$

де $B_{p.c.}$ - ширина розділювальної смуги,

$$B_{p.c.} = 6,0 м;$$

$$F_{p.c.}^{заг} = 20000 \cdot 6 = 120000 м^2, \quad F_{p.c.}^{км} = 1000 \cdot 6 = 6000 м^2,$$

$$F_{кор.}^{зах} = 244 \cdot 6 = 1464 м^2;$$

- об'єм влаштування ґрунту на розділювальній смугі $V_{p.c.}$:

$$V_{p.c.} = F_{p.c.} \cdot h_{p.c.}$$

де $h_{p.c.}$ - глибина розділювальної смуги, $h_{p.c.} = 0,49$ м

$$V_{p.c.}^{заг} = 120000 \cdot 0,49 = 58800 м^3,$$

$$V_{p.c.}^{км} = 6000 \cdot 0,49 = 2940 м^3, \quad V_{кор.}^{зах} = 1464 \cdot 0,49 = 717,36 м^3;$$

5. Об'єм робіт при плануванні поверхонь земляного полотна, на яких розподіляється рослинний шар ґрунту, на всій ділянці будівництва $L_{заг} = 20000$ м, на ділянці $L_{км} = 1000$ м, на захватці $L_{зах} = 244$ м визначимо:

- площі планування укосів земляного полотна для насипу і виїмки:

$$F_{ук.зн.} = L \cdot 2 \cdot \sqrt{h_{зн.}^2 + B_{ук.}^2},$$

де $h_{зн.} = 2,0\text{м}$ та $h_{зн.} = 0,4\text{м}$ - висота земляного полотна та глибина кювета;

$B_{ук.}$ - ширина земляного насипу (виймки) по низу у поперечному профілі від бровки до лінії укосу земляного полотна з поверхнею землі (з дном резерву), м,

де $m = 1,5$ - коефіцієнт закладання укосів земляного полотна.

- для насипу

$$B_{ук.} = h_{нас.} \cdot m, \quad B_{ук.} = 2,0 \cdot 1,5 = 3,0\text{м};$$

$$F_{ук.зн.}^{заг} = 15000 \cdot 2 \cdot \sqrt{2^2 + 3^2} = 108166,54\text{м}^2,$$

$$F_{ук.зн.}^{км} = 1000 \cdot 2 \cdot \sqrt{2^2 + 3^2} = 72111\text{м}^2,$$

$$F_{ук.зн.}^{зах} = 244 \cdot 2 \cdot \sqrt{2^2 + 3^2} = 1759,51\text{м}^2$$

- для виймки

$$B_{ук.} = h_{к.} \cdot m,$$

$$B_{ук.} = 0,4 \cdot 1,5 = 0,6\text{м}$$

$$F_{ук.зн.}^{заг} = 5000 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,4^2 + 0,6^2} = 72111\text{м}^2,$$

$$F_{ук.зн.}^{км} = 1000 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,4^2 + 0,6^2} = 144222\text{м}^2,$$

$$F_{ук.зн.}^{зах} = 244 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,4^2 + 0,6^2} = 351,9\text{м}^2$$

- площі горизонтального планування прибрівочних смуг узбіч:

$$F_{бр.узб} = 2 \cdot L \cdot B_{бр.узб}$$

$$B_{бр.узб} = 1,25\text{м}$$

$$F_{бр.узб}^{заг.нас.} = 2 \cdot 15000 \cdot 1,25 = 37500 м^2;$$

$$F_{бр.узб}^{заг.вийм.} = 2 \cdot 5000 \cdot 1,25 = 12500 м^2;$$

$$F_{бр.узб}^{км.} = 2 \cdot 1000 \cdot 1,25 = 2500 м^2;$$

$$F_{бр.узб}^{зах.} = 2 \cdot 244 \cdot 1,25 = 610 м^2;$$

- площі планування зовнішнього укусу виїмки:

$$F_{з.ук.i} = 2 \cdot L \cdot \sqrt{(h_e + h_k)^2 + B_{із.ук.}^2}$$

$B_{i.з.ук.} = (h_e + h_k) \cdot m$ - ширина земляного полотна виїмки у поперечному профілі від лінії перетину зовнішнього укусу земляного полотна з лінією верха земляного полотна до лінії перетину зовнішнього укусу земляного полотна з поверхнею землі, $B_{1.з.ук.} = B_{2.з.ук.} = (2,0 + 0,4) \cdot 1,5 = 3,6 м$;

$$F_{з.ук.1}^{заг} = F_{з.ук.2}^{заг} = 2 \cdot 5000 \cdot \sqrt{(2,0 + 0,4)^2 + 3,6^2} = 43266,62 м^2,$$

$$F_{з.ук.1}^{км} = F_{з.ук.2}^{км} = 2 \cdot 1000 \cdot \sqrt{(2,0 + 0,4)^2 + 3,6^2} = 8653,32 м^2,$$

$$F_{з.ук.1}^{зах} = F_{з.ук.2}^{зах} = 2 \cdot 244 \cdot \sqrt{(2,0 + 0,4)^2 + 3,6^2} = 2111,41 м^2.$$

- площі горизонтального планування дна кюветів:

$$F_{д.к.} = 2 \cdot L \cdot b_k$$

$$F_{д.к.}^{заг} = 2 \cdot 5000 \cdot 0,4 = 4000 м^2,$$

$$F_{д.к.}^{км} = 2 \cdot 1000 \cdot 0,4 = 800 м^2, \quad F_{д.к.}^{зах} = 2 \cdot 244 \cdot 0,4 = 195,2 м^2;$$

- площа планування розділювальної смуги:

$$F_{р.с} = L \cdot B_{р.с.}$$

$$F_{р.с}^{заг.нас} = 15000 \cdot 6 = 90000 м^2$$

$$F_{р.с}^{заг.вийм} = 5000 \cdot 6 = 30000 м^2$$

$$F_{р.с.}^{км} = 1000 \cdot 6 = 6000 м^2$$

$$F_{p.c.}^{зax} = 244 \cdot 6 = 1464 м^2$$

Загальна площа планування поверхонь, на яких розподіляється рослинний ґрунт, на земляному полотні на ділянці:

- насипу

$$F_{p.c.n.} = F_{ук.зн.} + F_{бр.узб.} + F_{p.c.}$$

$$F_{p.c.n.}^{заг} = 108166,54 + 37500 + 90000 = 235666,54 м^2,$$

$$F_{p.c.n.}^{км} = 7211,1 + 2500 + 6000 = 15711,1 м^2,$$

$$F_{p.c.n.}^{зax} = 1759,51 + 610 + 1464 = 3833,51 м^2$$

- виймки

$$F_{p.c.n.} = F_{ук.зн.} + F_{бр.узб.} + F_{з.ук.} + F_{д.к.} + F_{p.c.}$$

$$F_{p.c.n.}^{заг} = 7211,1 + 12500 + 43266,62 + 4000 + 30000 = 96977,72 м^2$$

$$F_{p.c.n.}^{км} = 1442,22 + 2500 + 8653,32 + 800 + 6000 = 19395,54 м^2$$

$$F_{p.c.n.}^{зax} = 351,9 + 610 + 2111,41 + 195,2 + 1464 = 4732,51 м^2$$

Практичне заняття № 2.4-2.5 Обґрунтування номенклатури та потреби в дорожньо-будівельних матеріалах для влаштування шарів дорожнього одягу.

Користуючись рекомендаціями, наведеними в таблиці ДБН Д.2.2-27-99 визначимо необхідну кількість основних та допоміжних матеріалів для влаштування шарів дорожнього одягу.

Для верхнього шару покриття з монолітного цементобетону, товщиною 22см, група 39, вимірник 1000м², норма 27-39-5 необхідно:

- готова бетонна суміш, клас В30 (М400), крупністю заповнювача більше 20 до 40 мм – 224 м³;
- мазут топковий кам'яновугільний – 0,0114 т;
- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі – 0,007 т;
- плівкоутворювальні матеріали для дорожніх робіт ПМ-100А – 0,41 т;
- бруски обрізні з хвойних порід, довжиною 4,0-6,5 м, шириною 75-150 мм, товщиною 40-75 мм, ІІІ сорт – 0,12 м³;
- дошки обрізні з хвойних порід, довжиною 4,0-6,5 м, шириною 75-150 мм, товщиною 25 мм, ІІІ сорт – 0,03 м³;
- дошки обрізні з хвойних порід, довжиною 2,00-3,75 м, шириною 75-150 мм, товщиною 32-40 мм, І сорт – 0,21 м³;
- окремі конструктивні елементи будівель та споруд (колони, балки, ферми, зв'язки, ригелі, стояки) з перевагою гарячекатаних профілів, середня маса складальної одиниці понад 0,5 до 1 т – 0,11 т.

Визначимо потрібну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- готова бетонна суміш, клас В30 (М400), крупністю заповнювача більше 20 до 40

$$Q_{ц/б.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 224 = 116480 \text{ м}^3;$$

$$Q_{ц/б.}^{к.м} = \frac{26000}{1000} \cdot 224 = 5824 \text{ м}^3;$$

$$Q_{ц/б.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 224 = 1421,06 \text{ м}^3$$

- мазут топковий кам'яновугільний

$$Q_{мазут} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,0114 = 5,928 \text{ т};$$

$$Q_{\text{мазут}} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,0114 = 0,2964m ;$$

$$Q_{\text{мазут}} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,0114 = 0,0723m$$

- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі

$$Q_{\text{біт..}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,007 = 3,64m ;$$

$$Q_{\text{біт..}}^{\text{км}} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,007 = 0,182m ;$$

$$Q_{\text{біт..}}^{\text{зах}} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,007 = 0,0444m$$

- плівкоутворювальні матеріали для дорожніх робіт ПМ-100А

$$Q_{\text{пл..}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,41 = 213,2m ;$$

$$Q_{\text{пл..}}^{\text{км}} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,41 = 10,66m ;$$

$$Q_{\text{пл..}}^{\text{зах}} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,41 = 2,601m$$

- бруски обрізні з хвойних порід, довжиною 4,0-6,5 м, шириною 75-150 мм, товщиною 40-75 мм, III сорт

$$Q_{\text{бруски.}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,12 = 62,4m^3 ;$$

$$Q_{\text{бруски.}}^{\text{км}} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,12 = 3,12m^3 ;$$

$$Q_{\text{бруски.}}^{\text{зах}} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,12 = 0,76m^3$$

- дошки обрізні з хвойних порід, довжиною 4,0-6,5 м, шириною 75-150 мм, товщиною 25 мм, III сорт

$$Q_{\text{дошки.}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,03 = 15,6m^3 ;$$

$$Q_{дошки.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,03 = 0,78 м^3 ;$$

$$Q_{дошки.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,03 = 0,19 м^3$$

- дошки обрізні з хвойних порід, довжиною 2,00-3,75 м, шириною 75-150 мм, товщиною 32-40 мм, І сорт

$$Q_{дошки.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,21 = 109,2 м^3 ;$$

$$Q_{дошки.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,21 = 5,46 м^3 ;$$

$$Q_{дошки.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,21 = 1,33 м^3$$

- окремі конструктивні елементи будівель та споруд (колони, балки, ферми, зв'язки, ригелі, стояки) з перевагою гарячекатаних профілів, середня маса складальної одиниці понад 0,5 до 1 т

$$Q_{кон.ел..}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,11 = 57,2 т ;$$

$$Q_{кон.ел..}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,11 = 2,86 т ;$$

$$Q_{кон.ел..}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,11 = 0,6978 т$$

При влаштуванні цементобетонного покриття на щебеневий шар влаштований методом заклинювання вкладають водонепроникний папір розміром:

$$F_{пан} = L_{дiл} \cdot B_{ц/б} = 20000 \cdot 26 = 520000 м^2$$

Ширина одного рулону паперу складає $B_{рул}=1,1$ м, довжина $L_{рул}=1400$ м, вага $P_{1рул}=300$ кг. З урахуванням перекриття смуг $b_{пер}=10$ см із одного рулону можна вкласти:

$$F_{1пан} = L_{рул} \cdot (B_{рул} - b_{пер}) = 1400 \cdot (1,1 - 0,1) = 1400 м^2$$

На ділянку необхідно рулонів:

$$N_{рул} = \frac{F_{nan}}{F_{1nan}} = \frac{520000}{1400} = 371,4шт ,$$

$$\text{вагою } P_{рул} = P_{1рул} \cdot N_{рул} = 300 \cdot 371,4 = 111420кз$$

Для розрахунку кількості арматури користуємось схемою розміщення швів у покритті, з урахуванням відстаней між поперечними швами і схемами конструкцій деформаційних швів.

Потребу штирів діаметром 16 мм для поздовжнього шва стискування:

- кількість штирів на один шов

$$N_{штир}^{позд} = \frac{L_{дiл}}{L_{м-шт}} = \frac{20000}{1} = 20000шт$$

- по довжині

$$L_{штир}^{позд} = N_{шви} \cdot N_{штир} \cdot L_{штир} = 6 \cdot 20000 \cdot 0,75 = 90000м$$

$$\text{- за вагою } P_{штир}^{позд} = L_{штир} \cdot p_{штир} = 90000 \cdot 1,58 = 142200кз$$

де $N_{штир}$ - кількість штирів на один шов

$$L_{штир} = 0,75м - \text{довжина одного штиря}$$

$$p_{штир} = 1,58кз - \text{вага одного погонного метра штиря}$$

$$L_{м-шт} = 1,0м - \text{відстань між штирями}$$

Потребу штирів діаметром 20 мм для поперечних швів стискування:

- кількість штирів на один шов

$$N_{штир}^{стис} = \frac{B_{ц/б}}{L_{м-шт}} + 1 = \frac{26}{0,65} + 1 = 41шт$$

- по довжині

$$L_{штир}^{стис} = N_{шви} \cdot N_{штир} \cdot L_{штир} = 3111 \cdot 41 \cdot 0,5 = 63775,5м$$

- за вагою

$$P_{штир}^{стис} = L_{штир} \cdot p_{штир} = 63775,5 \cdot 2,41 = 153699кз$$

$$\text{де } N_{\text{швів}} = \frac{20000}{6} - \frac{20000}{90} = 311 \text{ шт}$$

$N_{\text{штир}} -$ кількість штирів на один шов

$L_{\text{штир}} = 0,5 \text{ м}$ - довжина одного штиря

$p_{\text{штир}} = 2,41 \text{ кг}$ - вага одного погонного метра штиря

$L_{\text{м-шт}} = 0,65 \text{ м}$ - відстань між штирями

Потребу штирів діаметром 25 мм для поперечних швів розширення:

- кількість штирів на один шов

$$N_{\text{штир}}^{\text{розш}} = \frac{B_{\text{ц}/\delta}}{L_{\text{м-шт}}} + 1 = \frac{26}{0,3} + 1 = 87 \text{ шт}$$

- по довжині

$$L_{\text{штир}}^{\text{розш}} = N_{\text{швів}} \cdot N_{\text{штир}} \cdot L_{\text{штир}} = 222 \cdot 87 \cdot 0,5 = 9657 \text{ м}$$

- за вагою

$$P_{\text{штир}}^{\text{розш}} = L_{\text{штир}} \cdot p_{\text{штир}} = 9657 \cdot 3,85 = 37179,45 \text{ кг}$$

$$\text{де } N_{\text{швів}} = \frac{20000}{90} = 222 \text{ шт}$$

$N_{\text{штир}} -$ кількість штирів на один шов

$L_{\text{штир}} = 0,5 \text{ м}$ - довжина одного штиря

$p_{\text{штир}} = 3,85 \text{ кг}$ - вага одного погонного метра штиря

$L_{\text{м-шт}} = 0,3 \text{ м}$ - відстань між штирями

Потребу стержнів підставок діаметром 6 мм (опорних каркасів) для швів розширення:

- кількість стержнів підставок на один шов

$$\text{розширення } N_{\text{ст.-нідс}} = \frac{B_{\text{ц}/\delta}}{L_{\text{м-шт}}} + 1 = \frac{26}{0,3} + 1 = 87 \text{ шт}$$

- кількість по довжині

$$L_{\text{ст.-нідс}} = 222 \cdot 87 \cdot 0,38 = 7339,32 \text{ м}$$

- за вагою

$$P_{cm.-нідс} = L_{cm} \cdot p_{1cm} = 7339,32 \cdot 0,222 = 1629,33 \text{ кг}$$

N_{1cm} - кількість стержнів підставок (стержнів прутів) на 1 шов розширення, шт.,

$$L_{1cm} = 0,38 \text{ м} - \text{довжина 1 стержня}$$

$$p_{1cm} = 0,222 \text{ кг} - \text{вага одного погонного метра стержня}$$

Потребу стержнів-пругтів діаметром 6 мм для швів розширення:

- кількість стержнів пругтів на один шов розширення

$$N_{1cm.-пр} = 4 \text{ шт}$$

- кількість по довжині

$$L_{cm.-нідс} = 222 \cdot 41 \cdot 3,3 = 30036,6 \text{ м}$$

- за вагою

$$P_{cm.-нідс} = L_{cm} \cdot p_{1cm} = 30036,6 \cdot 0,222 = 6668,13 \text{ кг}$$

N_{1cm} - кількість стержнів підставок (стержнів пругтів) на 1 шов розширення, шт.,

$$L_{1cm} = 3,3 \text{ м} - \text{довжина 1 стержня}$$

$$p_{1cm} = 0,222 \text{ кг} - \text{вага одного погонного метра стержня}$$

Кількість крайових стержнів арматури визначають

- по довжині

$$L_{кр.-cm} = 4 \cdot L_{діл} = 4 \cdot 20000 = 80000 \text{ м}$$

- за вагою

$$P_{кр.-cm} = L_{кр.-cm} \cdot p_{1cm} = 80000 \cdot 0,617 = 49360 \text{ кг}$$

Загальна вага арматури складає

$$\sum P_{арм.заг.} = (\sum P_{штур} + \sum P_{cm} + \sum P_{кр.-cm}) \cdot \kappa_{вт}$$

$$\sum P_{арм.заг.} = (142200 + 153699 + 37179,45 + 1629,33 + 6668,13 + 49360)$$

$\kappa_{вт}$ - коефіцієнт втрати що рівний 1,02

Для вільного горизонтального переміщення суміжних плит в поперечних швах розширення 2/3 довжини штиря

обмазують бітумом чи надівають ковпак. Кількість ковпаків відповідає кількості штирів у поперечних швах розширення і рівна 47730 шт.

Для заливання швів покриття з монолітного цементобетонну, група 44, Вимірник 100м. шва, норма 27-44-1 необхідно:

- мастика бутилкаучукова будівельна МББП-65 «Лило-1» - 0,04 т;
- емульсія бітумно-дорожна 0,06 т;
- вода – 3,31 м³;
- пісок природній рядовий – 1,0 м³.

Визначимо потрібну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт, тобто на 206658 м:

- мастика бутилкаучукова будівельна МББП-65 «Лило-1»

$$Q_{\text{маст}} = \frac{206658}{100} \cdot 0,04 = 82,66 \text{ т}$$

- емульсія бітумно-дорожна

$$Q_{\text{ем.біт}} = \frac{206658}{100} \cdot 0,06 = 123,99 \text{ т}$$

- вода

$$Q_{\text{вода}} = \frac{206658}{100} \cdot 3,31 = 6840,38 \text{ м}^3$$

- пісок природній рядовий

$$Q_{\text{пісок}} = \frac{206658}{100} \cdot 1 = 2066,58 \text{ м}^3$$

Визначимо необхідну кількість матеріалів на влаштування щебеневого шару методом заклинювання.

Для влаштування щебеневого шару методом заклинювання, товщиною 5 см, група 48, Вимірник 1000 м², норма 27-48-2, необхідно:

- керосин для технічних цілей, марка КТ-1, КТ-2 – 0,0024 т;

- поковки із квадратних заготовок, маса 1,8 кг – 0,006 т;

- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі – 0,021 т;
- бруски обрізні із хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт – 0,15 м³;
- щєбінь чорний фракції 5-10 мм – 9 т;
- щєбінь чорний фракції 10-20 мм – 12,5 т;
- щєбінь чорний фракції 20-40 мм – 137-22=115 т.

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- керосин для технічних цілей, марка КТ-1, КТ-2

$$Q_{кер.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,0024 = 1,248m ;$$

$$Q_{кер.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,0024 = 0,0624m ;$$

$$Q_{кер.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,0024 = 0,0152m$$

- поковки із квадратних заготовок, маса 1,8 кг

$$Q_{пок.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,006 = 3,12m ;$$

$$Q_{пок.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,006 = 0,156m ;$$

$$Q_{пок.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,006 = 0,0381m$$

- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі

$$Q_{біт.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,021 = 10,92m ;$$

$$Q_{біт.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,021 = 0,546m ;$$

$$Q_{біт.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,021 = 0,133m$$

- бруски обрізні із хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт

$$Q_{бр.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 0,15 = 78 м^3 ;$$

$$Q_{бр.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 0,15 = 3,9 м^3 ;$$

$$Q_{бр.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 0,15 = 0,9516 м^3$$

- щебінь чорний фракції 5-10 мм

$$Q_{цеб.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 9 = 4680 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 9 = 234 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 9 = 57,096 м$$

- щебінь чорний фракції 10-20 мм

$$Q_{цеб.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 12,5 = 6500 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 12,5 = 325 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 12,5 = 79,3 м$$

- щебінь чорний фракції 20-40 мм

$$Q_{цеб.}^{заг} = \frac{520000}{1000} \cdot 115 = 59800 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{км} = \frac{26000}{1000} \cdot 115 = 2990 м ;$$

$$Q_{цеб.}^{зах} = \frac{6344}{1000} \cdot 115 = 729,56 м$$

Визначимо необхідну кількість матеріалів на влаштування шару щебеню підібраного складу.

Для влаштування щебеневого шару підібраного складу, товщиною 6 см, група 21, Вимірник 1000 м², норма 27-21-1, необхідно:

- вода, $10,5 \cdot 6 \cdot 0,8 = 5,7$ м³
- суміш піщано-гравійна природня, $152 - 6 \cdot 12,65 = 76,1$ м³

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- вода

$$Q_{\text{вода.}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 5,7 = 29640 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{вода.}}^{\text{км}} = \frac{26000}{1000} \cdot 5,7 = 1482 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{вода.}}^{\text{зах}} = \frac{6344}{1000} \cdot 5,7 = 361,6 \text{ м}^3.$$

- суміш піщано-гравійна природня

$$Q_{\text{н/з.}}^{\text{заг}} = \frac{520000}{1000} \cdot 76,1 = 395720 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{н/з.}}^{\text{км}} = \frac{26000}{1000} \cdot 76,1 = 19786 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{н/з.}}^{\text{зах}} = \frac{6344}{1000} \cdot 76,1 = 4827,8 \text{ м}^3$$

Визначимо необхідну кількість матеріалів на влаштування шару ґрунту укріпленого цементом.

Для влаштування шару ґрунту укріпленого цементом, товщиною 16 см, група 4, Вимірник 1000 м², норма 27-4-1, необхідно:

- поковки з квадратних заготовок маса 1,8 кг – 0,0031т;

- плівкоутворюючі матеріали для дорожніх робіт ПМ-100А – 0,72 т;
- емульсія бітумно-дорожня – 0,04 т;
- бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт – 0,29 м³;
- суміш цементно-грунтова – 175 м³.

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- поковки з квадратних заготовок маса 1,8 кг

$$Q_{пок.}^{заг} = \frac{668000}{1000} \cdot 0,0031 = 2,071m ;$$

$$Q_{пок}^{км} = \frac{33400}{1000} \cdot 0,0031 = 0,104m ;$$

$$Q_{пок}^{зах} = \frac{8150}{1000} \cdot 0,0031 = 0,025m$$

- плівкоутворюючі матеріали для дорожніх робіт ПМ-100А

$$Q_{пл.}^{заг} = \frac{668000}{1000} \cdot 0,72 = 480,96m ;$$

$$Q_{пл}^{км} = \frac{33400}{1000} \cdot 0,72 = 24,048m ;$$

$$Q_{пок}^{зах} = \frac{8150}{1000} \cdot 0,72 = 5,868m$$

- емульсія бітумно-дорожня

$$Q_{ем.}^{заг} = \frac{668000}{1000} \cdot 0,04 = 26,72m ;$$

$$Q_{ем}^{км} = \frac{33400}{1000} \cdot 0,04 = 1,336m ;$$

$$Q_{ем}^{зах} = \frac{8150}{1000} \cdot 0,04 = 0,326m$$

- бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт

$$Q_{бр.}^{заг} = \frac{668000}{1000} \cdot 0,29 = 193,72 м^3$$

$$Q_{бр.}^{км} = \frac{33400}{1000} \cdot 0,29 = 9,686 м^3 ;$$

$$Q_{бр.}^{зах} = \frac{8150}{1000} \cdot 0,29 = 2,364 м^3$$

- суміш цементно-грунтова

$$Q_{ц/г.}^{заг} = \frac{668000}{1000} \cdot 1,75 = 116900 м^3$$

$$Q_{ц/г.}^{км} = \frac{33400}{1000} \cdot 1,75 = 5845 м^3 ;$$

$$Q_{ц/г.}^{зах} = \frac{8150}{1000} \cdot 1,75 = 1426,25 м^3$$

Для укріплення зупинкової смуги узбіччя влаштовується шар з чорного щебеня змішаного на дорозі, укріпленої бітумом змішуванням на місці, товщиною 12 см, згідно з нормами 27-50-1 та група 51, вимірник 1000 м², норма 27-51-1 необхідно:

- поковки з квадратних заготовок, маса 1,8 кг – 0,00613 т;

- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі – 46+6·4=70 т;

- бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт – 0,15 м³;

- вода – 2,68+0,34·4=4,04 м³;

- суміш піщано-гравійна природна – 99,2+12,4·4=148,8 м³.

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- поковки з квадратних заготовок маса 1,8 кг

$$Q_{пок.}^{заг} = \frac{70000}{1000} \cdot 0,00613 = 0,4291m ;$$

$$Q_{пок}^{км} = \frac{3500}{1000} \cdot 0,00613 = 0,0215m ;$$

$$Q_{пок}^{зах} = \frac{854}{1000} \cdot 0,00613 = 0,0052m$$

- бітуми нафтові дорожні МГ і СГ, рідкі

$$Q_{бim.}^{заг} = \frac{70000}{1000} \cdot 70 = 4900m ;$$

$$Q_{бim}^{км} = \frac{3500}{1000} \cdot 70 = 245m ;$$

$$Q_{бim}^{зах} = \frac{854}{1000} \cdot 70 = 59,78m$$

- бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт

$$Q_{бр.}^{заг} = \frac{70000}{1000} \cdot 0,15 = 10,5m^3 ;$$

$$Q_{бр}^{км} = \frac{3500}{1000} \cdot 0,15 = 0,525m^3 ;$$

$$Q_{бр}^{зах} = \frac{854}{1000} \cdot 0,15 = 0,1281m^3$$

- вода

$$Q_{вода}^{заг} = \frac{70000}{1000} \cdot 4,04 = 282,8m^3 ;$$

$$Q_{вода}^{км} = \frac{3500}{1000} \cdot 4,04 = 14,14m^3 ;$$

$$Q_{вода}^{зах} = \frac{854}{1000} \cdot 4,04 = 3,45m^3$$

- суміш піщано-гравійна природна

$$Q_{n/z}^{заг} = \frac{70000}{1000} \cdot 148,8 = 10416 м^3;$$

$$Q_{n/z}^{км} = \frac{3500}{1000} \cdot 148,8 = 520,8 м^3;$$

$$Q_{n/z}^{зах} = \frac{854}{1000} \cdot 148,8 = 127,08 м^3$$

Для укріплення узбіччя влаштовується шар з ущільненого ґрунту необхідно:

- ґрунт

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- ґрунт (суглинок легкий)

$$Q_{n/y}^{заг} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 20000 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 13847,53 м^3;$$

$$Q_{n/y}^{км} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 692,38 м^3;$$

$$Q_{n/y}^{зах} = (1,25 + 1,66) \cdot 0,21 \cdot 244 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 168,94 м^3;$$

Для влаштування розділювальної смуги необхідно:

- ґрунт

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- ґрунт (суглинок легкий)

$$Q_{p.c.}^{заг} = 120000 \cdot 0,49 = 58800 м^3,$$

$$Q_{p.c.}^{км} = 6000 \cdot 0,49 = 2940 м^3,$$

$$Q_{кор.}^{зах} = 1464 \cdot 0,49 = 717,36 м^3;$$

Для укріплення укосів земляного полотна, розділювальної смуги посівом багаторічних трав кількість матеріалів визначаємо згідно з ДБН Д.2.2-1-99, група 152, Вимірник 100 м², норма 1-152-2 та група 153, Вимірник 100 м², норма 1-153-1 необхідно:

- земля рослинна – 15,8 м³;
- суміш насіння газонних трав – 0,027 ц;

- мінеральні добрива – 3,4 кг;
- вода – 5,1 м³.

Визначимо необхідну кількість матеріалів для фактичного об'єму робіт:

- земля рослинна для укріплення укосу насипу

$$Q_{p/z}^{заг} = \frac{108166,54}{100} \cdot 15,8 = 17090,23 м^3$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{7211,1}{100} \cdot 15,8 = 1139,35 м^3$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{1759,51}{100} \cdot 15,8 = 278 м^3$$

- земля рослинна для укріплення укосу виїмки:

$$Q_{p/z}^{заг} = \frac{7211,1}{100} \cdot 15,8 = 1139,35 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{1442,22}{100} \cdot 15,8 = 227,87 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{351,9}{100} \cdot 15,8 = 55,6 м^3;$$

земля рослинна для укріплення прибрівочних смуг узбіччя:

$$Q_{p/z}^{заг.нас} = \frac{37500}{100} \cdot 15,8 = 5925 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{заг.виїм} = \frac{12500}{100} \cdot 15,8 = 1975 м^3$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{2500}{100} \cdot 15,8 = 395 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{610}{100} \cdot 15,8 = 96,38 м^3;$$

- земля рослинна для укріплення зовнішніх укосів
виймки:

$$Q_{p/z}^{заг.} = \frac{43266,62}{100} \cdot 15,8 = 6836,13 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{8653,32}{100} \cdot 15,8 = 1367,22 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{2111,41}{100} \cdot 15,8 = 333,6 м^3;$$

- земля рослинна для укріплення розділювальної
смуги:

$$Q_{p/z}^{заг.нас} = \frac{90000}{100} \cdot 15,8 = 14220 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{заг.вийм} = \frac{30000}{100} \cdot 15,8 = 4740 м^3$$

$$Q_{p/z}^{км} = \frac{6000}{100} \cdot 15,8 = 948 м^3;$$

$$Q_{p/z}^{зах} = \frac{1464}{100} \cdot 15,8 = 231,31 м^3;$$

- суміш насіння газонних трав для насипу:

$$Q_{н/т}^{заг} = \frac{108166,54}{100} \cdot 0,027 = 29,2 ц;$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{7211,1}{100} \cdot 0,027 = 1,95 ц;$$

$$Q_{н/т}^{зах} = \frac{1759,51}{100} \cdot 0,027 = 0,48 ц;$$

- суміш насіння газонних трав для виймки:

$$Q_{н/т}^{заг} = \frac{7211,1}{100} \cdot 0,027 = 1,95 ц;$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{1442,22}{100} \cdot 0,027 = 0,39 ц;$$

$$Q_{н/т}^{зах} = \frac{351,9}{100} \cdot 0,027 = 0,095ц ;$$

- суміш насіння газонних трав для прибрівочних смуг узбіччя:

$$Q_{н/т}^{заг.нас} = \frac{37500}{100} \cdot 0,027 = 10,125ц ;$$

$$Q_{н/т}^{заг.вийм} = \frac{12500}{100} \cdot 0,027 = 13,375ц$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{2500}{100} \cdot 0,027 = 0,675ц ;$$

$$Q_{н/т}^{зах} = \frac{610}{100} \cdot 0,027 = 0,165ц$$

- суміш насіння газонних трав для зовнішніх укосів виїмки:

$$Q_{н/т}^{заг.} = \frac{43266,62}{100} \cdot 0,027 = 11,68ц ;$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{8653,32}{100} \cdot 0,027 = 2,336ц ;$$

$$Q_{н/т}^{зах} = \frac{2111,41}{100} \cdot 0,027 = 0,57ц$$

- суміш насіння газонних трав для розділювальної смуги:

$$Q_{н/т}^{заг.нас} = \frac{90000}{100} \cdot 0,027 = 24,3ц ;$$

$$Q_{н/т}^{заг.вийм} = \frac{30000}{100} \cdot 0,027 = 8,1ц$$

$$Q_{н/т}^{км} = \frac{6000}{100} \cdot 0,027 = 1,62ц ;$$

$$Q_{н/м}^{зах} = \frac{1464}{100} \cdot 0,027 = 0,395ц$$

- мінеральних добрив на рослинний ґрунт для укосу насипу:

$$Q_{м/д}^{заг} = \frac{108166,54}{100} \cdot 3,4 = 3677,6кг ;$$

$$Q_{м/д}^{км} = \frac{7211,1}{100} \cdot 3,4 = 245,18кг ;$$

$$Q_{м/д}^{зах} = \frac{1759,51}{100} \cdot 3,4 = 59,82кг ;$$

- мінеральних добрив на рослинний ґрунт для укосу виїмки:

$$Q_{м/д}^{заг} = \frac{7211,1}{100} \cdot 3,4 = 345,18кг ;$$

$$Q_{м/д}^{км} = \frac{1442,22}{100} \cdot 3,4 = 49,04кг ;$$

$$Q_{м/д}^{зах} = \frac{351,9}{100} \cdot 3,4 = 11,96кг ;$$

- мінеральних добрив для прибрівочних смуг узбіччя:

$$Q_{м/д}^{заг.нас} = \frac{37500}{100} \cdot 3,4 = 1275кг ;$$

$$Q_{м/д}^{заг.виїм} = \frac{12500}{100} \cdot 3,4 = 425кг$$

$$Q_{м/д}^{км} = \frac{2500}{100} \cdot 3,4 = 85кг ;$$

$$Q_{м/д}^{зах} = \frac{610}{100} \cdot 3,4 = 20,74кг$$

- мінеральних добрив для зовнішніх укосів виїмки:

$$Q_{M/\partial}^{заг} = \frac{43266,62}{100} \cdot 3,4 = 1471,07 \text{ кг};$$

$$Q_{M/\partial}^{KM} = \frac{8653,32}{100} \cdot 3,4 = 294,21 \text{ кг};$$

$$Q_{M/\partial}^{зах} = \frac{2111,41}{100} \cdot 3,4 = 71,79 \text{ кг}$$

- мінеральних добрив для розділювальної смуги:

$$Q_{M/\partial}^{заг.нас} = \frac{90000}{100} \cdot 3,4 = 3060 \text{ кг};$$

$$Q_{M/\partial}^{заг.виїм} = \frac{30000}{100} \cdot 3,4 = 1020 \text{ кг}$$

$$Q_{M/\partial}^{KM} = \frac{6000}{100} \cdot 3,4 = 204 \text{ кг};$$

$$Q_{M/\partial}^{зах} = \frac{1464}{100} \cdot 3,4 = 49,78 \text{ кг}$$

- води для рослинного ґрунту, для укосу насипу:

$$Q_{в.}^{заг} = \frac{108166,54}{100} \cdot 5,1 = 5516,49 \text{ м}^3;$$

$$Q_{в.}^{KM} = \frac{7211,1}{100} \cdot 5,1 = 367,77 \text{ м}^3;$$

$$Q_{в.}^{зах} = \frac{1759,51}{100} \cdot 5,1 = 89,74 \text{ м}^3;$$

- води для рослинного ґрунту, для укосу виїмки:

$$Q_{в.}^{заг} = \frac{7211,1}{100} \cdot 5,1 = 367,77 \text{ м}^3;$$

$$Q_{в.}^{KM} = \frac{1442,22}{100} \cdot 5,1 = 73,55 \text{ м}^3;$$

$$Q_{в.}^{зах} = \frac{351,9}{100} \cdot 5,1 = 17,95 м^3 ;$$

- води для рослинного ґрунту прибрівочних смуг узбіччя:

$$Q_{в.}^{заг.нас} = \frac{37500}{100} \cdot 5,1 = 1912,5 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{заг.вийм} = \frac{12500}{100} \cdot 5,1 = 637,5 м^3$$

$$Q_{в.}^{км} = \frac{2500}{100} \cdot 5,1 = 127,5 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{зах} = \frac{610}{100} \cdot 5,1 = 31,11 м^3$$

- води для рослинного ґрунту зовнішніх укосів виїмки:

$$Q_{в.}^{заг} = \frac{43266,62}{100} \cdot 5,1 = 2206,6 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{км} = \frac{8653,32}{100} \cdot 5,1 = 441,32 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{зах} = \frac{2111,41}{100} \cdot 5,1 = 107,68 м^3$$

- води для рослинного ґрунту розділювальної смуги:

$$Q_{в.}^{заг.нас} = \frac{90000}{100} \cdot 5,1 = 4590 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{заг.вийм} = \frac{30000}{100} \cdot 5,1 = 1530 м^3$$

$$Q_{в.}^{км} = \frac{6000}{100} \cdot 5,1 = 306 м^3 ;$$

$$Q_{в.}^{зак} = \frac{1464}{100} \cdot 5,1 = 74,66 м^3.$$

Практичне заняття № 2.6. Визначення відстані транспортування матеріалів.

Для визначення середньої дальності транспортування матеріалів необхідно накреслити план будівництва ділянки автомобільної дороги з визначенням розміщення кар'єрів, складів, ЦБЗ.

Середня відстань транспортування бетону з цементно-бетонного заводу:

$$l_{cp} = \frac{\left(l_0 + \frac{l_1}{2}\right) \cdot l_1 + \left(l_0 + \frac{l_2}{2}\right) \cdot l_2}{l_1 + l_2}$$

$$l_{cp} = \frac{\left(4 + \frac{11}{2}\right) \cdot 11 + \left(4 + \frac{9}{2}\right) \cdot 9}{11 + 9} = 9,05 км$$

$(l_1 + l_2)$ - довжина ділянки дороги, що будується, км;

l_0 - відстань по перпендикуляру від місця транспортування матеріалу до траси дороги, км

Середня відстань транспортування води із водоймища:

$$l_{cp} = \frac{\left(1,5 + \frac{10}{2}\right) \cdot 10 + \left(1,5 + \frac{10}{2}\right) \cdot 10}{10 + 10} = 6,5 км$$

Визначимо місцеположення вантажорозділюючої точки:

$$a_1 + l_1 = a_2 + L^k - l_1$$

$$1 + l_1 = 4 + 16 - l_1$$

$l_1 = 9,5 \text{ км}$ - для транспортування щебеню

$$4 + l_1 = 7 + 24 - l_1$$

$l_1 = 13,5 \text{ км}$ - для транспортування ґрунту

a_1 - відстань від траси із зазначеним ПК до першого кар'єру, м;

a_2 - відстань від траси із зазначеним ПК до другого кар'єру, м;

l_1 - відстань по трасі від зазначеного ПК для першого кар'єру до вантажорозділюючої точки, м

L^k - відстань по трасі між зазначеними ПК до першого і другого кар'єрів, м.

Визначимо середню дальність транспортування щебеня із складу:

$$L_{сер}^i = a_i + l_i - \frac{L^i}{2}$$

$$L_{сер}^1 = 1 + 9,5 - \frac{13,5}{2} = 3,75 \text{ км} - \text{із 1 складу}$$

$$L_{сер}^2 = 4 + 6,5 - \frac{6,5}{2} = 7,25 \text{ км} - \text{із 2 складу}$$

Загальна середня дальність транспортування для всієї ділянки:

$$L_{сер} = \frac{\sum Q^i \cdot L^i}{\sum Q^i}, \text{ км}$$

$$Q^1 = 20028 \cdot 3,75 = 7510,5 \text{ м}^3$$

$$Q^2 = 20028 \cdot 7,25 = 14520,3 \text{ м}^3$$

$$L_{сер} = \frac{7510,5 \cdot 3,75 + 14520,3 \cdot 7,25}{7510,5 + 14520,3} = \frac{133434,375}{22030,8} = 6,06 \text{ км}$$

Визначимо середню дальність транспортування ґрунту із кар'єра:

$$L_{сер}^i = a_i + l_i - \frac{L^i}{2}$$

$$L_{сер}^1 = 4 + 13,5 - \frac{14,5}{2} = 10,25 \text{ км} - \text{із 1 кар'єра}$$

$$L_{сер}^2 = 7 + 5,5 - \frac{5,5}{2} = 9,75 \text{ км} - \text{із 2 кар'єра}$$

Практичне заняття № 2.7. Визначення продуктивності деяких машин.

Розв'язок №1.

Продуктивність автосамоскида КамАЗ 55118 для транспортування матеріалів з ЦБЗ :

$$P_{AC} = \frac{T_3 Q_{AC} k_B k_{ВП}}{\frac{2L_{ісер.}}{V_{тр.ер}} + t_{НР}}$$

де Q_{AC} - місткість кузова автосамоскида;

k_B - коефіцієнт використання автосамоскида в часі (0,85);

$k_{ВП}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності (1,0)

$L_{ісер.}$ - довжина транспортування;

$V_{тр.ер}$ - середня швидкість руху (36 км/год);

$t_{НР}$ - час на завантаження та розвантаження автосамоскида (0,2 год)

$$P_{AC} = \frac{8 \cdot 7,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 9,05}{36} + 0,2} = 69,67 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розв'язок №2.

Продуктивність автосамоскида КамАЗ 55118 для транспортування цементобетонної суміші з ЦБЗ :

$$P_{AC} = \frac{8 \cdot 7,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 9,05}{36} + 0,32} = 61,99 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

t_{HP} - час на завантаження та розвантаження автосамоскида (0,32 год)

Розв'язок №3.

Продуктивність автосамоскида КамАЗ 55118 для транспортування щебеня із складу :

$$P_{AC} = \frac{8 \cdot 7,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 6,06}{36} + 0,32} = \frac{51}{0,66} = 77,27 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розв'язок №4.

Продуктивність автосамоскида КамАЗ 55118 для транспортування чорного щебеня із ЦБЗ :

$$P_{AC} = \frac{12 \cdot 7,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 6,06}{36} + 0,32} = \frac{73,44}{0,66} = 111,27 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розв'язок №5.

Продуктивність автосамоскида КамАЗ 55118 для транспортування цементо-грунтової суміші з ЦБЗ :

$$P_{AC} = \frac{8 \cdot 7,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 9,05}{36} + 0,25} = 72 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Розв'язок №6.

Продуктивність автогудронатора ДС-142Б для транспортування плівкоутворюючих матеріалів з ЦБЗ:

$$P_{AG} = \frac{T_3 \cdot k_{\text{вик}} \cdot Q_{AG}}{\frac{2 \cdot L_{\text{сер. бутум}}}{V_{AG}} + (t_1 + t_2) \cdot Q_{AG}}$$

Q_{AG} - місткість цистерни авто гудронатора

$L_{сер.бітум}$ - середня дальність перевезень бітуму в один кінець

V_{AG} - середня швидкість авто гудронатора

t_1 - час на наповнення 1 т бітуму, $t_1 = 0,14 год$

t_2 - час на розподіл 1 т бітуму, $t_2 = 0,19 год$

$$P_{AG} = \frac{8 \cdot 0,8 \cdot 7,5}{\frac{2 \cdot 9,05}{25} + (0,14 + 0,19) \cdot 7,5} = 16,56 m / зм$$

Розв'язок №7.

Продуктивність поливомийної машини ПМ-130Б для транспортування води:

$$P_{PM} = \frac{T_3 \cdot k_{вик} \cdot Q_{PM}}{\frac{2 \cdot L_{сер.води}}{V_{PM}} + t \cdot Q_{PM}}$$

$$P_{AG} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 6}{\frac{2 \cdot 6,5}{20} + 0,097 \cdot 6} = 33,12 m / зм$$

Розв'язок №8.

Продуктивність машини ЗИЛ-ММЗ-49521 для транспортування допоміжних матеріалів з ЦБЗ :

$$P_{AC} = \frac{8 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot 1,0}{\frac{2 \cdot 9,05}{36} + 0,2} = 48,38 m^3 / зм$$

Практичне заняття № 2.8. Формування машинно-дорожньої ланки на влаштування шарів дорожнього одягу.

Формування машино-дорожньої ланки для влаштування шару ґрунту укріпленого цементом на захватку $L=244$ м.

| № п/п | Машини і механізми | Загальна кількість машино-змін | Кількість машин | Коефіцієнт використання машин в змін | Час роботи машин в змін |
|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Автогрейдер ДЗ-180 | $3,14+3,14=6,28$ | 7 | 0,897 | 7,177 |
| 2 | Коток ДУ-31А | 0,84 | 1 | 0,84 | 6,72 |
| 3 | Автосамоскид КамАЗ-55118 | 18,1 | 19 | 0,953 | 7,621 |
| 4 | Коток ДУ-29 | 2,89 | 3 | 0,963 | 7,707 |
| 5 | Автогудронатор ДС-39Б | $0,49+0,37=0,86$ | 1 | 0,86 | 6,88 |

Формування машино-дорожньої ланки для влаштування шару щебеню підбраного складу на захватку $L=244$ м.

| № п/п | Машини і механізми | Загальна кількість машино-змін | Кількість машин | Коефіцієнт використання машин в змін | Час роботи машин в змін |
|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Автосамоскид КамАЗ-55118 | 8,81 | 9 | 0,979 | 7,831 |
| 2 | Автогрейдер ДЗ-180 | 2,89 | 3 | 0,963 | 7,707 |
| 3 | Коток ДУ-48А | 8,37 | 9 | 0,93 | 7,44 |
| 4 | Поливомийна машина ЕД-226 | 1,81 | 2 | 0,905 | 7,24 |
| 5 | Коток ДУ-31А | 0,65 | 1 | 0,65 | 5,2 |

Формування машино-дорожньої ланки для влаштування шару щебеневого шару методом заклинювання на захватку $L=244$ м.

| № п/п | Машини і механізми | Загальна кількість машино-змін | Кількість машин | Коефіцієнт використання машин в змін | Час роботи машин в змін |
|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Автосамоскид КамАЗ-55118 | $6,56+0,71+0,51=7,78$ | 8 | 0,973 | 7,78 |
| 2 | Розподільник щебеню ДС-8 | $5,31+5,31+5,31=15,93$ | 16 | 0,996 | 7,965 |
| 3 | Коток ДУ-93 | $10,59+10,59=21,18$ | 22 | 0,963 | 7,702 |
| 4 | Поливомийна машина ЕД-226 | $3,24+3,24+3,24=9,72$ | 10 | 0,972 | 7,776 |
| 5 | Коток ДУ-31А | $13,45+13,45+13,45=40,35$ | 41 | 0,984 | 7,873 |

Формування машино-дорожньої ланки для влаштування покриття з цементобетону на захватку L=244 м.

| № п/п | Машини і механізми | Загальна кількість машино-змін | Кількість машин | Коефіцієнт використання машин в змін | Час роботи машин в змін |
|-------|--|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Кран КС-3577-3 | 19,55+19,55=39,1 | 40 | 0,978 | 7,82 |
| 2 | Автомобіль бортовий ЗИЛ-ММЗ-49521 | 0,87+0,87=1,74 | 2 | 0,87 | 6,96 |
| 3 | Профілювальник основ ДС-502А | 13,2 | 14 | 0,943 | 7,543 |
| 4 | Трактор Т-4АП2 | 26,39 | 27 | 0,977 | 7,819 |
| 5 | Візки тракторні, вантажопідйомність 20 т | 19,55 | 20 | 0,978 | 7,82 |
| 6 | Автосамоскид КамАЗ 55118 | 22,92 | 23 | 0,997 | 7,972 |
| 7 | Розподільник цементобетонну ДС-503Б | 13,2 | 14 | 0,943 | 7,543 |
| 8 | Машина для опорядження ц/б покриттів ДС-504Б | 13,2 | 14 | 0,943 | 7,543 |
| 9 | Вібратори глибинні | 11,33 | 12 | 0,944 | 7,553 |
| 10 | Вібратори поверхневі | 1,0 | 1 | 1 | 8 |
| 11 | Машина для нанесення плівкоутворюючих матеріалів ЕНЦ-3 | 13,2 | 14 | 0,943 | 7,543 |
| 12 | Компресор пересувний ПКС-3,5А | 8,26 | 9 | 0,918 | 7,342 |
| 13 | Заливальник швів на базі автомобіля ДС-67 | 7,91 | 8 | 0,989 | 7,91 |
| 14 | Нарізувач швів у бетоні, що затужавів ДС-510 | 67 | 67 | 1 | 8 |
| 15 | Машина поливомийна КДМ-130В | 4,0 | 4 | 1 | 8 |
| 16 | Котли бітумні пересувні, місткістю 400 л | 8,26 | 9 | 0,918 | 7,342 |

Рекомендована література

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина 1. Проектування Частина 2. Будівництво. [Чинний від 2015-09-21]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2015. 113 с.
2. ДБН В.2.3-5-2001 Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2018. 61 с
3. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1) (РЕКНБ) [Діючий від 2021-31-12] наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 31.12.2021 № 374. 356 с.
4. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27) (РЕКНБ) [Діючий від 2021-31-12] наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 31.12.2021 № 374. 80 с.
5. Бойчук В.С. Довідник дорожника.К. : "Урожай" 2002. 557 с.
6. Савенко В.Я., Славінська О.С., Фещенко Г.М., Каськів В.І. Технологія будівництва доріг в прикладах (для курсового та дипломного проектування) : навчально-наочний посібник. К., 2003. 377 с.
7. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг [Діючий від 01.02.2017] Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2016. 78 с
8. ДСТУ 9186:2022 Настанова з проектування земляного полотна автомобільних доріг [Діючий від 01.02.2023] ДП «УкрНДНЦ» 2022. 118 с
9. ДСТУ Б В.2.3-33:2016 Автомобільні дороги. Визначення меж смуг відведення [Діючий від 01.01.2017] Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2016. 118 с.

10. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 50 с.
11. Кузло М.Т. Інженерно-геологічні вишукування, ґрунтознавство та механіка ґрунтів. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2024.-264 с.
12. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. 1996.
13. Федорчук Г.Ф., Фурсович М.О., Жеребятьєв О.В. Механіка ґрунтів. Лабораторний практикум. Рівне: НУВГП, 2016.
14. ДСТУ-Н Б В.1-1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2011. 130 с.
15. СОУ 42.1-37641918-102:2013. Виробничі норми витрат матеріалів на будівництво, ремонти і експлуатаційне утримання автомобільних доріг і мостів. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ, Укравтодор, 2013. 40 с.
16. ДСТУ Б В.2.7-119:2011* Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2012. 130 с.
17. ГБН Г.1-218-182:2011 Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та облік робіт. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ, Укравтодор, 2011. 17 с.
18. ГБН В.2.3-37641919-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. Вид. офіц. Київ, Міністерство інфраструктури України, 2019. 90 с.