

ННЦ «ОБД»

(назва факультету)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

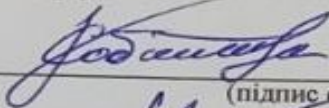
му: Проект укріплення відкосів земляного полотна на ділянці К-Н

вітньою програмою Залізничні споруди та колійне господарство

спеціальності: 273 Залізничний транспорт

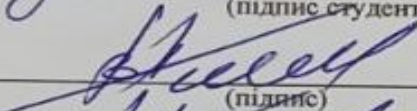
(шифр і назва спеціальності)

нав: студент групи: КГ19130


(підпис студента)

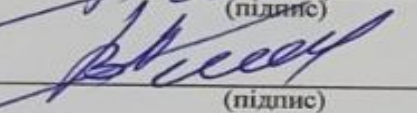
/ Станіслав СОБОЛЕВСЬКИЙ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ник: 
(підпис)

/ доцент Володимир АНДРЕЄВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

оконтролер: 
(підпис)

/ доцент Володимир АНДРЕЄВ /

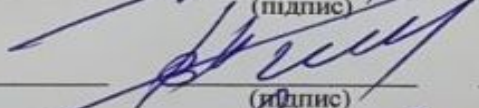
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ультанти:

1 
(назва розділу) (підпис)

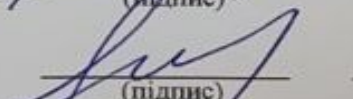
/ доцент Володимир АНДРЕЄВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

2 
(назва розділу) (підпис)

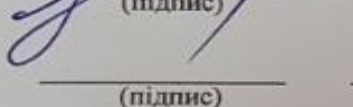
/ доцент Володимир АНДРЕЄВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

3 
(назва розділу) (підпис)

/ доцент Юрій ЗАЯЦЬ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

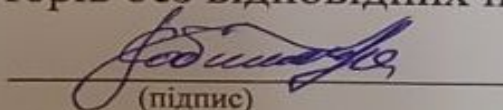

(назва розділу) (підпис)

/ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозиченого праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine

Ukrainian State University of Science and Technologies

RTC «ORGANIZATION OF ROAD CONSTRUCTION»

(faculty)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

bachelor

(higher education degree)

on the topic: The project of strengthening the slopes of the ground on the site of K - N

according to educational curriculum Railway facilities and track facilities

in the Speciality: 273 Railway transport

(speciality and its code)

Done by the student of the group:

/ Stanislav SOBOLEVSKYI /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Associate Professor
Volodymyr ANDRIEIEV /
(position, name, surname)

Normative controller :

/ Associate Professor
Volodymyr ANDRIEIEV /
(position, name, surname)

Supervisors

Chapter 1

(Chapter title heading)

/ Associate Professor,
Volodymyr ANDRIEIEV /
(position, name, surname)

Chapter 2

(Chapter title heading)

/ Associate Professor ,
Volodymyr ANDRIEIEV /
(position, name, surname)

Chapter 3

(Chapter title heading)

/ Associate Professor,
/
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

/
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: ННЦ ОБД

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: бакалаврський

Освітня програма: Залізничні споруди та колійне господарство

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

(підпис)

Олексій ТЮТКІН

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

студенту **Соболевському Станіславу Олеговичу**

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: **Проект укріплення відкосів земляного полотна на ділянці К-Н**

Керівник роботи: **Андрєєв Володимир Сергійович к.т.н, доцент**

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

"13" 12. 2021 р.

№ 86-ст

2. Строк подання студентом роботи: 07.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: **Фізико-механічні характеристики ґрунтів, висота насипу, види водовідвідних та водозахисних споруд**

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина:

Робота земляного полотна та методи підвищення несучої здатності

4.2 Основна частина:

Інженерні розрахунки залізничного насипу

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища:

Охорона праці та захист навколишнього середовища

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація в редакторі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Розділ 1	Андрєєв В.С., доцент		
Розділ 2	Андрєєв В.С., доцент		
Розділ 3	Заяць Ю.Л., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Розділ 1	28.02.2022 – 10.04.2022	
2	Розділ 2.	11.04.2022 – 22.05.2022	
3	Розділ 3. Охорона праці та захист навколишнього середовища. Висновки. Оформлення ВКР.	23.05.2022 – 05.06.2022	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	06.06.2022 – 12.06.2022	
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.06.2022	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	21.06.2022	

Студент

(підпис)

Станіслав СОБОЛЕВСЬКИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир АНДРЕЄВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до бакалаврської роботи має ____ с., ____ рис., ____ табл.

Тема: Проект укріплення відкосів земляного полотна на ділянці К-Н

В даній роботі розглядаються методи укріплення відкосів залізничного насипу з попередніми розрахунками коефіцієнта стійкості. Визначено основну схему укріплення відкосів насипу. Пророблені питання з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ГРУНТ, СТІЙКІСТЬ, ВІДКОС, КОЕФІЦІЄНТ СТІЙКОСТІ, ДРЕНАЖ, КАМ'ЯНЕ МОЩЕННЯ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	
1 РОБОТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ	
1.1 Дефекти та деформації укiсних частин земляного полотна	
1.2 Деформації укiсних частин земляного полотна	
2 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАСИПУ	
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

ВСТУП

В даний час в тенденціях і напрямках подальшого розвитку залізничного транспорту передбачається розширення мережі швидкісного і введення високошвидкісного руху поїздів. Збільшення швидкості веде до зменшення часу «в дорозі», що значно притягує пасажирів. Швидкісні та високошвидкісні магістралі необхідні для економічного зростання не тільки залізничної галузі, а й всієї країни в цілому.

Введення високошвидкісного руху поїздів на мережі залізниць тісно пов'язане із забезпеченням необхідного рівня надійності залізничної колії, в тому числі земляного полотна, як його несучої конструкції.

Земляне полотно високошвидкісних залізниць, як і всі інші споруди і облаштування, має забезпечувати безперервну роботу великої динамічної системи - залізничної колії. Для цього необхідно дотримання ряду вимог, основними з яких є: міцність, стійкість, стабільність, мінімальна деформованість, довговічність, ремонтпридатність, мінімізація витрат на спорудження та утримання.

Реалізація цих вимог при проектуванні земляного полотна забезпечується за рахунок досягнення заданих параметрів по першій і другій групах граничних станів - по міцності і деформованості. При цьому неминучим стає облік впливу вібродинамічному впливу від поїздів, що проходять на зміну властивостей ґрунтів, у тому числі складається земляне полотно, особливо якщо воно зведене з структурно-нестійкими ґрунтами. Крім того, повинна враховуватися вплив на земляне полотно природно-кліматичних факторів.

В даний час міцність земляного полотна визначають за результатами аналізу його напружено-деформованого стану. При цьому зазвичай вважають, що міцність забезпечена, якщо на основній площадці і тілі земляного полотна відсутні зони пластичних деформацій ґрунтів. Такий підхід до розрахунку міцності земляного полотна високошвидкісних залізниць іноді представляється як оцінка несучої здатності полотна або його заснування. Очевидно, що це дає деяке, досить грубе наближення до істинного визначення несучої здатності

земляного полотна високошвидкісних залізниць. Доведено, що земляне полотно високошвидкісних магістралей при уявній конструктивній простоті, є складним інженерним спорудженням, що працюють у важких кліматичних, геологічних та гідрогеологічних умовах, а також зазнають динамічне і вібродинамічного впливу від поїздів, що проходять.

Проектування земляного полотна в руслі річки здійснюється за індивідуальними проектами, т. як умови, в яких працює інженерна споруда незвичайні і вимагають особливого підходу до вирішення цієї задачі.

При цьому необхідно використовувати в разі необхідності рекомендації по проектуванню типових поперечних профілів земляного полотна. На одноколійних ділянках основна площадка планується у вигляді трапеції, а на двоколійних – у вигляді трикутника.

В кривих ділянках колії ширина основної площадки збільшується з зовнішньої сторони кривої.

Крутизна і форма відкосів земляного полотна залежать від їх висоти і характеристики ґрунту. Ці та багато інші рекомендації являються базовими, тому спираються при проектуванні саме на них.

Велике значення при проектуванні і розрахунку земляного полотна має стабільність земляного полотна, тобто його міцнісні та стійкісні характеристики.

Стійкість земляного полотна залежить від виду та стану ґрунтів, що його складають, і не тільки. Під впливом зовнішніх сил і власної ваги тіло насипу знаходиться у напруженому стані. Коли напруження в ґрунті перевищують визначену межу, виникають залишкові деформації у вигляді зміщення об'єму ґрунту як єдиного цілого. Тому щоб цього не виникало проводять відповідні розрахунки на стійкість. В даному курсовому проекті розглядаються питання проектування руслового насипу з розрахунком стійкості його низового відкосу.

1 РОБОТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ

При виконанні дипломної роботи було проаналізовано публікації в технічних журналах різних років та видавництва в науковій бібліотеці ДІІТу.

При експлуатації стійкість і несучу здатність земляного полотна необхідно визначати з врахуванням збільшення швидкостей, вантажонапруженості і основних навантажень. Необхідно підкреслити, що всі без виключення «хвороби» земляного полотна носять циклічний характер, і тому періоди затухання деформацій можуть повторюватися

В складних умовах працює ґрунт, який безпосередньо складає основну площадку і знаходиться під впливом динамічного навантаження і атмосферних факторів, які розповсюджуються на поверхневі шари ґрунту. В той же час глибокі частини насипу знаходяться в умовах малих коливань температури і вологості, тому вимоги до властивостей ґрунтів цієї частини земляного полотна можуть бути не такими суттєвими.

Виходячи із аналізу багатьох досліджень земляного полотна можна зробити висновок, що надійність його роботи забезпечується при наступних вимогах: земляне полотно повинно працювати в пружній стадії; – залишкова міцність при максимально можливому в даних умовах зниженні міцності ґрунту повинна відповідати умовам надійності основної площадки.

Таким чином, надійність земляного полотна може бути забезпечена при умові зміни технічних умов відповідно до викладених вище принципів. Тому для стабілізації роботи земляного полотна, як правило, використовують повну вирізку баластних заглиблень до 1,5 м з заміною виділеного ґрунту новим ґрунтом або армованим ґрунтом за допомогою геотекстильних матеріалів (відповідно до умов).

На дільницях залізниць, особливо в місцях розташування високих насипів та глибоких виїмок, створюються сточні води. Виробничі і господарсько-побутові формуються, як правило, на станціях, піддаються очистці на

локальних або міських каналізаційних очисних спорудах. Зливі – що виникають на перегоні, скидаються без очищення в найближче водоймище.

В поверхневому стоці на ділянках земляного полотна знаходяться речовини мінерального та органічного походження. Забруднення зливого стоку залежить від кліматичних умов, санітарного стану басейна водозбору та приземного шару повітря.

Для визначення забруднення баласту, його сортують на спеціальних ситах, з комірками різних розмірів. Мілкий щебінь, органіка, нафтопродукти, побутове сміття, піщанообразні частки і інші речовини, що просіюються, вважаються забрудненнями.

Класифікувати забруднення баласту та відповідних зливових стічних вод необхідно по наступним показникам:

- територіальні: сортувальні станції; станційні колії; перегони;
- геометричні: по довжині та ширині колії; по товщині баластної призми.

Втрата несучої здатності баластної призми, відбувається із-за забрудненості, що зрештою приводить до деформацій земляного полотна. Отже, розходи на поточне утримання збільшується. Для забезпечення надійної роботи дороги необхідно видалити забрудники, передбачити відведення і збір поверхневих стічних вод з їх подальшим очищенням.

Технічний стан колії залежить від несучої здатності баластної призми. Її конструкція і якість баластного шару визначають загальний стан колії, рівень швидкостей руху поїздів, що допускаються, строки служби всіх елементів верхньої будови колії, затрати на поточне утримання та ремонти.

Баластний шар повинен відповідати наступним умовам:

- сприймати тиск від шпал та розподіляти його рівномірно на більшій площі земляного полотна;
- мати низьку електропровідність, забезпечуючи нормальну роботу рейкових автоблокування незалежно від погодних умов;
- швидко відводити воду з баластної призми та з основної площадки, земляного полотна.

Необхідність очистці баластного шару можна визначити по здатності баласту фільтрувати воду. Цей показник характеризує ступень забруднення.

Перезволоження баластного шару приводить к наступним негативним наслідкам:

- змінінню положення проектних відміток, внаслідок його зсуву;
- підвищенню електропровідності із-за присутності зв'язаної води в елементах колії;
- підвищення кількості забрудників з навколишнього середовища та рухомого складу;
- підвищення кількості нефракційного щебеню, що викликає зменшення періоду між середніми ремонтами.

Забезпечити стік води з призми можна при використанні в'язучого матеріалу в якості поверхневої плівки на щебеновому баласті.

Інтенсивність проникнення забрудників в баластну призму можна знизити, підвищив силу зчеплення між зернами щебеня і створивши механічні в'язі, створені в результаті в'язучого матеріалу. В якості такого можна застосовувати наступні в'язучі:

- густій консистенції – бітуми, бітумні емульсії, асфальтобетон;
- рідкої консистенції – латекс СКС-65Г, що уявляє собою водну дисперсію каучуку, стабілізовану спеціальними емульгаторами.

Після обробки баласту таким способом можливе «омонолічування» з заповненням всіх пустот в призмі при використанні в'язучого матеріалу густої консистенції та з утворенням пружно – склеєної зони в місцях контактів зерен щебеню при використанні в'язучого матеріалу рідкої консистенції.

В результаті знижається вірогідність попадання забрудників ззовні, виключається просочування води в баластну призму, не рушаються зерна щебеню, що зменшують його знос та підвищує пружність баластної призми в цілому. Злизова вода не попадає всередину, а стікає по її укосам, чим спрощується збір та відвід вологи.

Результати випробувань по пропуску зливової води показали, що дана плівка затримує воду на 87%. Це дозволяє скорочувати попадання забрудників разом з водою в тіло баластної призми і не впливати на її несучу здатність.

Згідно розрахункам, період між капітальними ремонтами колії повинен збільшитися, що дозволить оптимізувати число середніх та комплексно-оздоровчих ремонтів. Внаслідок цього скоротиться число застосованих щебенеочисних машин.

Земляне полотно залізниць інженерна споруда, яка включає насипи, виїмки, нульові місця, а також укріплючі споруди і пристрої, призначені захищати дорогу від несприятливих природних та інших дій. В умовах росту вантажонапруженості, збільшення швидкостей руху поїздів та осьових навантажень питання забезпечення його експлуатаційної надійності й оперативного відновлення після деформацій становиться дуже актуальним.

Найбільш ефективні типові технічні рішення по оперативному відновленню земляного полотна, схильному до розмиву, потребує крім за діяння засобів механізації дистанцій колії, а також залучення важкої будівельної техніки. Крім цього, застосування великої кількості дренажного ґрунту для ліквідації розмиву і підсилення насипу контрбанкетами впливає на терміни відновлення, що призводить к великим економічним затратам із-за затримки поїздів, використання думпкарних «вертушок», дренажного ґрунту, каменя.

1.1 Дефекти та деформації укисних частин земляного полотна

Дефекти укисних частин земляного полотна

Змиви – поверхневі порушення укосів атмосферними водами. При змивах, пов'язаних з відтаванням ґрунту, розріджена маса стікає по підстилаючому мерзлому шару до основи укосу, на закуветному полицю, в кювети.

Пізнавальні ознаки: патьоки й мікротріщини на укосах; відкладення висохлого затверділого ґрунту біля основи укосу.

Причини виникнення: грубе планування, недостатнє укріплення укосів та їх брівок; місцеве перезволоження ґрунтів через порушення нормальної роботи

водовідвідних споруд або пошкодження захисного шару; розрідження ґрунту під час відтавання до текучого стану. Атмосферні опади сприяють змиву укосів земляного полотна.

Невідкладні заходи: зменшення нахилу поверхневої води на укіс; усунення застоїв води у водовідвідних спорудах; забивання початкових розмірів і тріщин, відновлення кріплень укосів; у разі необхідності – прибирання снігу з укосів.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом водовідвідних споруд у періоди розтавання снігу, випадення зливових та затяжних дощів; огляд стану поверхні укосів, укріплювальних споруд, випусків води з кюветів, водовідвідних каналів, оглядових колодязів, випусків із дренажів.

Обновлення крутих укосів виїмок у лесових ґрунтах.

Пізнавальні ознаки: поява й поступове розкриття поздовжніх тріщин на заукісній площадці з утворенням уступів; виникнення стовпчастих блоків на поверхні укосів. Обмежених вертикальними тріщинами; поява сольного нальоту на поверхнях укосів біля тріщин у ґрунті та інших неоднорідностей; потемніння й викришення лесової породи поблизу основи укосів; падіння на закуветні полиці та в кювети цілих і роздроблених блоків ґрунту; обвалення великих (до $3...5 \text{ м}^3$) масивів ґрунту.

Причини виникнення: подрібнення лесової породи в укосах і прилягаючих масивах внаслідок поперемінного зволоження, висушування, промерзання, відтавання, що супроводжуються набряканням і усадкою ґрунту; відколи ґрунтових блоків різної величини з нагромадженням їх біля основи укосів, що призводить до погіршення поверхневого стікання води, зволоження накопиченого ґрунту й природного масиву в нижній частині укосів; застої води в кюветах і зволоження підшви укосів з викришуванням і ослабленням лесового ґрунту, утворення ніші біля підшви укосів.

Великі блоки ґрунту, що відокремилися тріщинами від масиву й втратили опору внаслідок утворення ніші та тривалого зволоження й ослаблення ґрунту,

осідають, захиляються й поступово дробляться, захаращуючи закюветні полиці, кювети, а іноді й верхню будову колії.

Невідкладні заходи: усунення застоїв води в кюветах, на закюветних полицях, надукісних площадках; збирання ґрунту, що обвалився, з видаленням його за межі виїмки; зачищення укосу, пошкодженого обваленням ґрунту; закладання тріщин на заукісній площадці, біля канав, на укосах перем'ятим лесовим ґрунтом; штучне обвалення масивів, що загрожують падінням.

Експлуатаційні спостереження: регулярні огляди стану поверхні укосів із виявленням тріщин, візуальним визначенням сумівних масивів, що загрожують обваленням; контроль за станом кюветів, нагірних канав і наявних банкетів; визначення місць можливого знаходження води до брівки укосів; при обваленнях укосів – визначення можливості експлуатації колії зі встановленими або обмеженими швидкостями руху поїздів

1.2 Деформації укисних частин земляного полотна

Розмиви укосів контрбанкетів і бERM.

Пізнавальні ознаки: нерівності на полиці й укосі; яроподібні розмиви полиці, брівки укосу; заколи з утворенням тріщин на полиці й укосі; відкладення розмитого ґрунту біля основи укосу.

Причини виникнення: недостатнє ущільнення ґрунту під час зведення контрбанкета й бЕРМИ; неякісне планування поверхонь полиці й укосу; відсутність укріплення укосу; низька якість утримання контрбанкета.

Невідкладні заходи: усунення вимоїн і тріщин у ґрунті; відновлення проектних обрисів полиці, брівки, укосу контрбанкета; ліквідація вимоїн ґрунтом із нормованим ущільненням; укріплення поверхні полиці й укосу травосіянням, покриття полиці й укосів захисним шаром зі щебеню (гравію).

Експлуатаційні спостереження: візуальний огляд.

Спливи укосів виїмок.

Спливи укосів виїмок – зміщення верхнього шару ґрунту товщиною до 1...2 м зі збереженням загальної стійкості укосу. Спливи треба відрізнати від зсувів укосів, пов'язаних з порушенням їх загальної стійкості.

Пізнавальні ознаки: від змивів спливи відрізняються суцільним зміщенням поверхневих шарів ґрунту, а від зсувів укосів – малою глибиною захвату. На ранніх стадіях виникають короткі тріщини на поверхні й біля брів укосів, а біля основи укосів – випирання; з'являється вологолюбива рослинність, відбувається здимання поверхні укосів. Для спливів, пов'язаних з промерзанням і відтаванням ґрунту, спочатку характерна поява патьоків розрідженої маси, а потім зміщення верхніх шарів ґрунту товщиною від 0,3...0,6 м до 1...2м. Кювети й канави деформуються зі зміщенням їх укосів всередину. На колії часто спостерігаються пучинні осідання (в тому числі весняні).

Причини виникнення: зниження міцності ґрунтів внаслідок фізико – хімічних процесів, що пов'язані з промерзанням і відтаванням, усадкою й набухання, поперемінним висушенням і зволоженням, порушенням суцільності при вивітрюванні. Спливам сприяють виходи ґрунтової води на поверхню укосів, неупорядковане поверхнєве стікання води, порушення цілісності кріплень.

Невідкладні заходи: розчищення пошкоджених або захаращених канав, кюветів, лотків, відведення застійних вод від земляного полотна; прибирання сплившої маси ґрунту з усуненням тріщин, безстічних западин, планування укосів. Підсилений контроль за станом колії й усуненням несправностей.

Заходи, що сприяють підвищенню стійкості укосів: уположення укосів, створення розділяючих берм; укріплення деревиною, кушовою, трав'яною рослинністю; теплоізоляція, що не допускає промерзання ґрунтів, які легко віддають воду (з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,2 м/доба); улаштування огорожувальних, накладних та укісних дренажів, закюветних полиць.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж ділянки розвитку спливів з визначенням глибини захвату (товщина зміщеного ґрунту), встановлення створів вішок для визначення величин переміщення ґрунту й проведення цих вимірювань; спостереження за несправностями постійних водовідвідних споруд і тимчасових (протиаварійних) споруд; перевірка стану колії.

Спливи укосів насипів.

Спливи укосів насипів – зміщення поверхневого шару ґрунту (в тому числі баластового шлейфа) із захопленням узбіччя й частини баластової призми без порушення загальної стійкості насипу.

Пізнавальні ознаки: поздовжні тріщини на узбіччях, частинах укосу біля брівки; місцеве зниження узбіччя; місцеве здимання поверхні укосу; вологолюбива рослинність на укосі; виходи води; нестійкість укосу баластової призми; односторонні осідання колії, іноді з поперечними зсувами.

Причини виникнення: пухке складання верхнього шару ґрунту; місцеве змочування контакту глинистого ґрунту укосу й баластового шару; перевантаження верхньої частини укосу навалами ґрунту, засміченого баласту, іншими матеріалами; неправильне прокладення кабелів у насипах; розвантаження снігу на укіс; поганий водовідвід.

Невідкладні заходи: виправлення колії в плані й профілі; під час інтенсивних опадів – обмеження швидкості руху, а в разі необхідності – організація чергових бригад; ліквідація застоїв води, прибирання зайвих матеріалів з узбіч і верхніх частин укосу; створення упору біля основи укосу з каменю, габіонів, місцевого ґрунту з відведенням води від земляного полотна. Недопущення розвантаження снігу на укіс, а в разі необхідності – влаштування прорізів у снігу для прискорення стікання води.

Експлуатаційні спостереження: перевірка стану колії в плані й профілі; огляд поверхні узбіч, укосів насипу, поверхні баластової призми; в разі необхідності – встановлення створів вішок для спостережень за горизонтальними зсувами.

Зсування укосів насипу.

Зсування укосів насипу – відшарування укісної частини насипу із захватом основної площадки, частіше всього до кінців шпал або до осі колії, і зсування її до підшви укосу, іноді із захватом основи укосу.

Пізнавальні ознаки: поява поздовжніх тріщин на узбіччях, укосах баластової призми, вздовж торців шпал, під рейко-шпальною решіткою, горбів

на укосах і зволожених складок у нижній частині укосу; відносно великі осідання рейкових ниток, які потребують виправлення колії; викривлення обрисів укосів і поверхні землі поруч з основою укосу. При зсуванні спочатку відбувається вертикальне зміщення ґрунту з утворенням стінки відриву, потім зміщення ґрунту в польову сторону. Цим відрізняється зсування укосів від загального зміщення всього насипу.

Причини виникнення: недостатня щільність ґрунтів насипу й укісних частин; наявність баластових шлейфів на укосах насипів; завищена крутизна укосів; спорудження насипу із слабких ґрунтів, непридатних для будівництва; різниця в щільності й вологості ґрунтів ядра й укісної частини; наявність поздовжніх баластових лож, мішків і особливо баластових гнізд; наявність баластового шлейфа із завищеною крутизною його укосу й замочуванням контакту глинистих і дренуючих ґрунтів; наявність слабких ґрунтів у основі укісної частини насипу; погане поточне утримання земляного полотна; перезволоження ґрунту сильними атмосферними опадами, талими водами.

Невідкладні заходи: планування узбіч; забивання тріщин; прибирання снігу в кінці зими; осушення баластових лож, мішків і гнізд; запобігання надходженню води в тіло насипу (гідроізоляція або перехоплення води й відведення її за межі насипу); зрізання зсувних ґрунтів укосів; нарізання уступів на глиняному ядрі й відновлення укосу якісним ґрунтом із нормованим ущільненням; присипання берм або контрбанкетів для підсилення укосу.

Під час відновлення насипу дренуючими ґрунтами, які транспортуються поїздами, перевантаження верхньої частини укосу недопустимо, а від контакту глинистих і дренуючих ґрунтів необхідно забезпечувати відведення води, що просочується.

Експлуатаційні спостереження: систематичний нагляд за станом насипу зі встановленням в разі необхідності створів вішок; виявлення на поверхні укосів місць виходу ґрунтової води або, навпаки, поглинання води, що стікає під час розставання снігу й сильних опадів; ретельний огляд ділянок, на яких виконувались невідкладні роботи.

Спливи укісних частин насипу над перетинаючою його теплотрасою.

Пізнавальні ознаки: зміщення масивів ґрунту або спливання його з нерівностями й западинами на укосах над теплотрасою, що знаходиться в тілі насипу, підвищене зволоження ґрунту в цьому місці.

Причини виникнення: порушення температурного режиму ґрунту насипу за рахунок додаткового надходження тепла від трубопроводу, що призводить до збільшення вологості й зниження міцності ґрунту, який знаходиться в талому стані, у тому числі в зимовий період. Надходження вологи з підігрітих шарів перешкоджає інфільтрації талих атмосферних опадів у глибину.

Невідкладні заходи: усунення западин плануванням ,засипанням однорідним ґрунтом; одернування поверхні; перебудова підземного переходу в надземний; укладання теплотраси в захисну трубу нижче підосви насипу з розрахунками глибини закладення й температури трубопроводу відповідно до вимог нормативних документів, що стосуються пересічення залізниць трубопроводами.

Експлуатаційні спостереження: частіші огляди ділянки насипу, що деформується, визначення положення й розмірів деформацій укісних частин із записом до Книги форми ПУ-28 і Паспорта форми ПУ-9.

Зсування сипких відкладень по контакту зі скельовими ґрунтами.

Пізнавальні ознаки: згорблення природної поверхні схилу з утворенням поздовжніх тріщин у товщі ґрунту, який розташований вище брівки укосу, та нахилом стовбурів дерев у низову сторону; вхід ґрунтової води в суміші з мілкоземом у пониженнях рельєфу й відкладення піщано-глинистого матеріалу біля основи скельного укосу; накопичення на закуветній полиці продуктів вивітрювання порід, які складають косогір.

Причини виникнення: підрізання косогорів під час спорудження виїмок (напіввиїмок) без виконання робіт із закріплення нестійких масивів; незадовільна організація поверхневого стоку й відведення ґрунтових вод від контакту сипких відкладень зі скельовими породами або завищена крутизна укосів у сипких товщах.

Невідкладні заходи: очищення закюветних полиць і водовідвідних споруд, захаращених породами, що зсунулись; усунення застоїв води в нерівностях нестійких масивів і організація безпечного її стікання; закріплення на косогорі масивів, що загрожують обваленням, і завчасне обвалення нестійких масивів. Роботи на нестійких крутих косогорах можуть виконувати тільки спеціально підготовлені працівники (верхолази).

Експлуатаційні спостереження: всі ділянки на косогорах з підрізаними нестійкими шарами гірських порід повинні знаходитись під наглядом шляхового майстра, бригадира колії, а в разі необхідності – майстра по земляному полотну й обхідників обвальних місць, що керуються місцевою інструкцією, розробленою дистанцією колії та затвердженою начальником служби колії.

Осипи.

Осипи – переміщення під дією сили тяжіння дерев'яно-щебених продуктів вивітрювання гірських порід з поверхні укосів або схилів до їх підосви. Матеріал осипів – суміш щебеневого матеріалу й мілкозему.

Пізнавальні ознаки: накопичення дрібних уламків біля основи схилу або укусу конуса; поява на укусах тріщин, незначна рослинність на поверхні осипів. При нахилі поверхні осипного конуса, близькому до кута природного укусу, від перезволоження або динамічних впливів можливі значні зміщення (осування). Масиви гірських порід, з яких скочуються скельні уламки, мають шарувату будову з слабких і міцних порід, інколи бувають з нависаючими карнизами.

Причини виникнення: вивітрювання поверхневих шарів слабких порід, велика крутизна схилу або його частини, що перевищує кут природного укусу матеріалу осипів; незадовільне утримання водовідвідних споруд.

Невідкладні заходи: своєчасне прибирання матеріалу, який обсипався; недопущення часткового прибирання осипів, що призводить до утворення поверхні з нахилами, більшими, ніж кут природного укусу; утримання в справному стані водовідвідних, захисних і укріплювальних споруд; прибирання

осипних мас із пазух підпірних та одягаючих стінок, із дна уловлювальних полиць-траншей; нарощування або влаштування уловлювальних валів або стін із сухої кладки, які запобігають захаращенню верхньої будови колії. Роботи із захисту колії від пошкоджень осипами повинні виконуватись під керівництвом досвідчених бригадирів колії, шляхових майстрів, майстрів по земляному полотну.

Заходи, що запобігають появі осипів: відновлення рослинного покриву; захист порід від інтенсивного вивітрювання (наприклад, укріплення поверхні торкретбетоном по сітці або без неї); зменшення крутизни укосів або схилу; проведення терасування; упорядкування поверхневого стоку; влаштування захисних уловлювальних валів, ровів, полиць, підпірних і одягаючих стінок.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом існуючих осипів і захисних споруд, систематичний огляд скельових укосів або природних схилів з виявленням зон, з яких можуть потрапляти на колію скельні уламки, ретельний огляд водовідвідних споруд.

Вивали.

Вивали – випадення окремих скельних уламків (брил) з укосів виїмок (напіввиїмок) або з поверхонь схилів при порівняно стійких скельових масивах.

Пізнавальні ознаки: нагромадження щебенистих і кам'янистих уламків біля підшви укосу виїмки, що звичайно відбувається перед падінням великих брил до $0,5 \dots 1,0 \text{ м}^3$, наявність на укосах нависаючих карнизів із міцних порід, що підстилаються слабкими породами, які легко вивітрюються; поява нових тріщин, що розкриваються й відокремлюють брили від скельового масиву.

Причини виникнення: неякісне зачищення укосів виїмок під час будівництва земляного полотна; інтенсивне вивітрювання шарів слабких скельових порід, що викликає їх лущення й утворення карнизів, які нависають; порушення стабільності окремих брил у результаті землетрусів, проведення вибухових робіт.

Невідкладні заходи: очищення верхньої будови колії, пазух уловлюваних споруд, захаращених вивалами; обстеження стану укосу (схилу) і, в разі

необхідності, профілактичне обвалення нестійких брил, навмисне обвалення нестійких масивів, вжиття заходів для закріплення їх на місці за допомогою сухої кам'яної кладки, забивних анкерів та ін. У всіх випадках для проведення робіт на укосах або крутих схилах необхідно залучати підготовлених спеціалістів і вживати заходів для забезпечення безпеки руху поїздів.

Експлуатаційні спостереження: регулярний огляд скельових укосів (схилів) із фіксуванням ознак нестійких масивів, у сумнівних випадках необхідно залучати для обстеження укосів спеціалістів-верхолазів. Обстеження із залученням верхолазів звичайно сполучають з роботами із закріплення нестійких масивів або їх профілактичного обвалення.

Обвали.

Обвали – обвалення роздрібнених скельових порід з природних схилів, укосів виїмок або напіввиїмок.

Пізнавальні ознаки: нагромадження мас скельових порід біля основи насипу або біля захисних валів, стінок, траншей, іноді із захаращенням верхньої будови колії. На скельно-обвальних ділянках – навислі карнизи, малостійкі брили скельових порід, що загрожують падінням; несприятливий відносно до колії напрямок нашарувань (тріщин, шаруватості).

Причини виникнення: інтенсивне вивітрювання скельових порід, що призводять до дроблення їх тріщинами, виникнення ослаблених зон; необґрунтоване проведення масових вибухів під час будівництва земляного полотна; порушення місцевої стійкості масивів у результаті розвитку осипів, неправильна організація профілактичного зачищення укосів. У масивах сильно роздрібнених порід, коли слабшають зв'язки між блоками, можливе порушення загальної стійкості укосу або схилу, що призводить до катастрофічного обвалення порід, які захаращують верхню будову колії й всю виїмку.

Невідкладні заходи: усунення завалів із порід, що обвалилися, відновлення пошкоджених конструкцій земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд, верхньої будови колії, обмеження швидкості руху поїздів, аж до пропускання їх із провідником, до одержання висновку

спеціалістів про стан і надійність укосу (схилу); профілактичне завалення нестійких масивів скельових порід. Усі роботи на укосах або схилах, що проводяться з метою забезпечення стійкості скельно-обвальних ділянок, повинні виконуватися під наглядом досвідчених спеціалістів із залученням, у разі необхідності, верхолазів.

Заходи з попередження обвалів: зменшення крутизни укосів і схилів; терасування зі створенням розділяючих бERM; улаштування уловлювальних траншей і полиць біля основи нестійкого укосу; прикріплення загрожуючих падінням брил або масивів за допомогою металевих шланг до підстилаючих стійких шарів; заповнення небезпечних тріщин цементним розчином; будівництво підпірних та одягаючих стінок, контрфорсів для підтримування навислих масивів; заповнення наявних каверн кам'яною кладкою, монолітним бетоном або торкретбетоном.

У випадку неможливості попередження обвалів – влаштування уловлювальних валів, траншей, ровів, стінок, сітчастих загорож або інших захисних споруд.

Для захисту залізничної колії від скельних обвалів будують протиобвальні галереї, каменепропускні естакади, іноді тунелі або споруджують обхід небезпечної ділянки.

Усі роботи треба виконувати за проектами, складеними на підставі ретельного інженерно-геологічного обстеження і з урахуванням конкретних місцевих умов.

Експлуатаційні спостереження: регулярні огляди стану поверхні укосів (схилів), у разі необхідності з використанням біноклів, з метою виявлення нових тріщин, переміщень окремих брил і карнизів, що нависають; контроль за станом протиобвальних і захисних споруд (підпірних і одягаючих стінок, анкерних споруд, уловлювальних траншей та ін.); при виявленні початку переміщень і падіння скельних уламків необхідно оцінити ступінь небезпеки цих явищ і вжити необхідних заходів для попередження аварійних ситуацій (закриття руху).

2 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАСИПУ

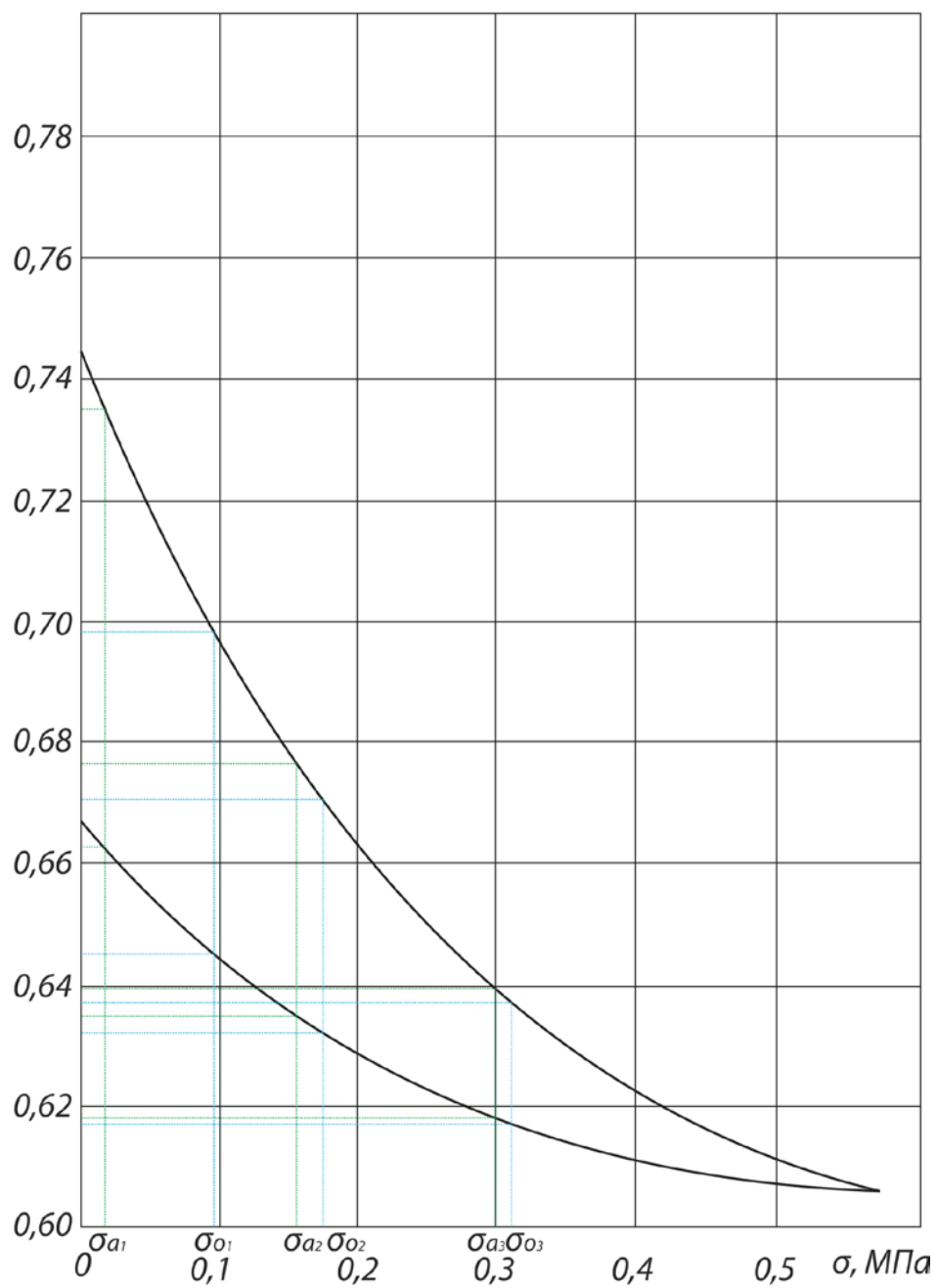
Вихідні дані

Поперечний ухил місцевості	1/18	
Кількість колій на насипу	2	
Питома вага ґрунту γ_s (кН/м ³)		27,0
Тип підрейкових опор	залізобетонні шпали	
Питома вага ґрунту основи $\gamma_{осн}$ (кН/м ³)		19,2
Вагова вологість ґрунту насипу W (%)		21
Середній ухил кривої дисперсії у насипу		0,07
Мінімальна ширина водойми по розгону В (м)		1000
Середня глибина води на розгоні Н _р (м)		4,2
Середня розрахункова швидкість вітру W ₁₀ (м/с)		24
Швидкість течії пойменої води (м/с)		0,8
Висота насипу по її осі (м)		15,0
Кут внутрішнього тертя ґрунту насипу у стані природної вологості, φ 27°15'		
Кут внутрішнього тертя ґрунту основи насипу $\varphi_{осн}$		29°00'
Питоме щеплення ґрунту насипу С (кН/м ²)		13,8
Питоме щеплення ґрунту основи насипу С _{осн} (кН/м ²)		15,0
Відмітка ГГВ відносно основи насипу по її осі		+4,0
Рівень дна водоносного шару відносно колійної бровки виїмки		-24,0
Коефіцієнт фільтрації дренажної засипки (см/с)		0,23
Глибина промерзання ґрунту від рівня основної площадки, (м)		1,22
Довжина дренажу, як водозбору, (м)		450
Коефіцієнт фільтрації ґрунту, К (см/год)		15
Капілярний підйом води (см)		40
Середній ухил кривої дисперсії		0,04

Компрессионная кривая № 1

$$\mu = 0,30$$

Коефіцієнт пористості,

 ε 

Розрахунок насипу на ущільнення

Насип залізничної колії будується з ґрунту, який складається з трьох частин:

- частин ґрунту;
- води(зв'язної, капілярної, у вигляді пари та інші);
- повітря. р

До ґрунту насипу пред'являються вимоги забезпечення сталості геометричної форми й розмірів при роботі під навантаженням. З цієї вимоги слідує, що при дії на ґрунт усіх видів навантаження допустимі лише його пружні деформації.

Приведення ґрунту з рухливого стану в щільний, здійснюється ущільненням. Розділяють три стадії ущільнення ґрунту:

1) Пружна стадія, за якої проходить пружний стиск ґрунту. На цій стадії ущільнення проходить за рахунок розчинення у воді бульбашок газу, концентрації бульбашок пари у порах, а за рахунок пружного стиску скелета ґрунту. Ця стадія ущільнення супроводжується виведенням з ґрунту повітря і називається компресією ґрунту.

2) Фільтраційна стадія, за якої степінь ущільнення ґрунту визначається швидкістю(відносно переміщення частинок його скелету) вижимання води з його пор. ця стадія називається консолідацією (або первиною консолідацією).

3) Вторинна консолідація – коли степінь ущільнення ґрунту визначається швидкістю водного переміщення частинок його скелета і протікаючи у формі в'язко-пластичного зсуву.

При будівництві насипу залізничних ліній в звичайних умовах можлива перша стадія ущільнення (компресія). Належним ущільненням ґрунту можна добитись можна добитись того, щоб насип не давав недопустимих залишкових деформацій працював практично в пружній стадії, мав при необхідності додатній опір проникненню води у ґрунт і такий опір зсуву, щоб вартість влаштування насипу потрібної якості з необхідним захистом і укріпленням була мінімальною.

Потрібна щільність ґрунту не повинна зменшуватись з часом, для чого при необхідності треба приймати належні міри.

Для виконання розрахунків необхідно провести випробування ґрунту на щільність – отримати компресійну криву. Фільтраційна стадія ущільнення ґрунту потребує багато часу для віджимання води. Зважаючи на малу значимість, для звичайних умов спорудження насипів, ця стадія в розрахунок не враховується. Однак, якщо будівництво насипів ведеться з перезволожених ґрунтів, врахування фільтраційної стадії необхідно. Третя стадія ущільнення (вторинна консолідація) враховується для насипів споруджених на болотах.

Визначення ступені ущільнення ґрунту складає важливу техніко-економічну задачу, що визначає надійність роботи насипу і економічність її спорудження.

Швидкість компресії та консолідації залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту і зовнішніх впливів. Насипі, що тривало експлуатується щільність ґрунту знаходиться у рівновазі з навантаженням на ґрунт. При зміні навантаження, наприклад, з підвищенням осьового навантаження екіпажів, рівновага може порушитись і процес ущільнення продовжитись. В зв'язку з цим, для запобігання насипної деформації насипу, розрахунок на ущільнення ведуть для перспективного поїзного навантаження.

Метою цього розрахунку є визначення необхідного ущільнення ґрунту у заданих точках, за якою будуть виникати лише пружні деформації насипу. Для спорудження насипу необхідно знати розрахункові значення щільності ґрунту для всіх відсипаємих шарів. Ці значення щільності визначаються за допомогою графіку (рис 1), який ілюструє результати розрахунку. Визначивши необхідну щільність ρ_i або питому вагу ґрунту γ_i на висоті h_i , в період будівництва по шару ґрунту пропускають ущільнюючу техніку до досягнення заданої щільності. Після цього роблять відсипку наступного шару.

В кожному шарі розрахункова щільність ґрунту по ширенні насипу не постійна. По вісі насипу вона більше і зменшується до країв кожного відсипаного шару. Але на практиці щільність ґрунту кожного відсипаємого

шару забезпечують постійною, роблячи тим його самим деяке переущільнення. З метою виявлення кожної зміни щільності ґрунту по ширині відсипаємих шарів, розрахунок на ущільнення ведуть не тільки по осі насипу, але й в інших характерних точках.

Визначення необхідної щільності ґрунту насипу

Необхідна щільність ρ або питома вага ґрунту γ , які забезпечують її роботу за час експлуатації в пружній стадії, визначаються розрахунком з урахуванням природної вологості ґрунту W з формул:[1]

$$\rho = \rho_d(1+W) ; \gamma = \gamma_d(1+W) \quad (1)$$

де ρ_d і γ_d – щільність і питома вага сухого ґрунту.

В свою чергу:

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e_0} ; \gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e_0} \quad (2)$$

де ρ_s, γ_s – щільність і питома вага скелету насипу;

e_0 – розрахунковий коефіцієнт пористості ґрунту, який представляє собою відношення об'єму твердих частинок ґрунту. Розрахунковий коефіцієнт пористості характеризує необхідну щільність ґрунту для розрахункової точки і визначається виразом:

$$e_{oi} = e_{ani} - k_e(\Delta e_{ai} - \Delta e_{oi}), \quad (3)$$

де $e_{ani}, \Delta e_{ai}$ – початкові коефіцієнти пористості і його зменшення, яке відповідає напруженням в розрахунковій точці від постійного діючого навантаження;

Δe_{oi} – зменшення коефіцієнта пористості, яке відповідає повному напруженню (σ_{oi}) в розрахунковій точці.

k_e – коефіцієнт багатократності прикладання навантаження:

$$k_e = \frac{1}{1-\mu}, \quad (4)$$

де μ – коефіцієнт враховуючий інтенсивність зміни коефіцієнта пористості.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ai} &= \sigma_{eci} + \sigma_{pi} \\ \sigma_{ai} &= \sigma_{eci} + \sigma_{pi} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де σ_{eci} , σ_{pi} – напруження в i -й точці насипу від дії верхньої будови колії і поїзного навантаження, які визначаються як від смугових рівномірно розміщених навантажень шириною відносно b_i , l_i інтенсивністю p_{ec} та p_p з виразів:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{eci} &= -p_{ec} I\left(\frac{Z_i}{b}, \frac{Y_i}{b}\right) \\ \sigma_{pi} &= -p_p I\left(\frac{Z_i}{l}, \frac{Y_i}{l}\right) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де $I\left(\frac{Z_i}{b}, \frac{Y_i}{b}\right)$, $I\left(\frac{Z_i}{l}, \frac{Y_i}{l}\right)$ - доля напружень в i -й точці насипу від інтенсивності початкового навантаження p_{ec} і p_p , яка визначається в залежності від її координат Z_i і Y_i за додатком 1 - [1] при розміщенні центра координат по середині смугового навантаження.

Інтенсивність від верхньої будови колії $p_{ec}=16,4\text{кПа}$ і середня ширина баластної призми $b=8,70$ м (з таблиці «характеристик навантаження основної площадки зем. полотна від верхньої будови колії»).

Інтенсивність поїзного навантаження приймається рівна навантаженню від перспективного рухомого складу $p_p=80\text{кПа}$.

Напруження від власної ваги ґрунту в i -й точці знаходиться за формулою:

$$\sigma_{pi} = -\frac{h_i}{n} \sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} \gamma = -h_i \cdot \gamma_{cp}, \quad (7)$$

де h_i – товщина шару ґрунту над i -ю точкою;

n – кількість шарів ґрунту;

γ_{cp} – середня питома вага ґрунту над розрахунковою точкою.

Так як питому вагу ґрунту над розрахунковою точкою не можна знайти, не задаючись питомою вагою ґрунту в розрахунковій точці, то її знаходять способом послідовних наближень.

При цьому розрахунок вважається закінченим, якщо отримане значення питомої ваги ґрунту γ'_i відрізняється від заданого γ_i не більше, ніж на 0,05 кН/м³, тобто:

$$|\gamma_i - \gamma'_i| \leq 0.05 \text{ кН/м}^3 \quad (8)$$

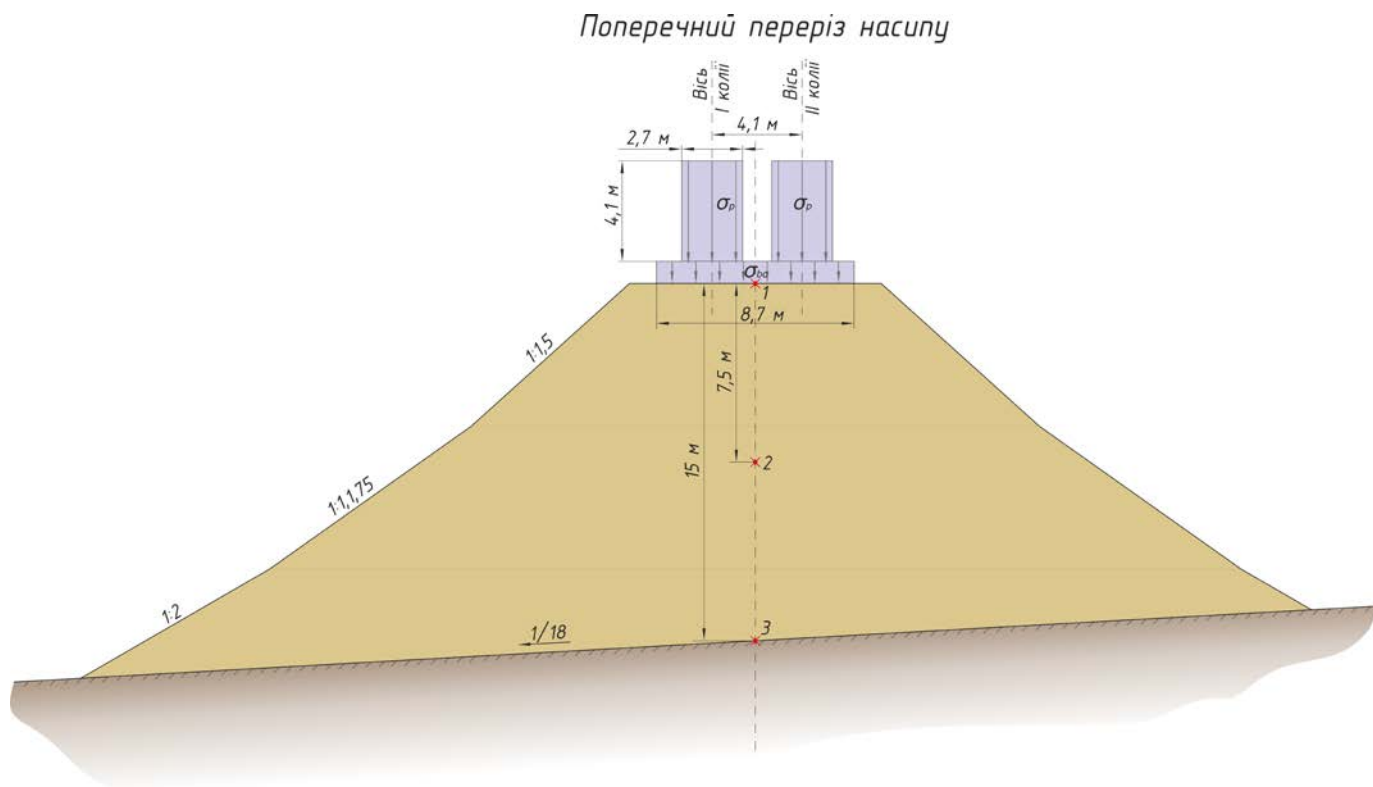


Рисунок 2.1 - Вид насипу при даних розрахункових даних

В точці 1 ($Z_0=0$; $Y_0=0$) для поїзних напружень I_{pi} , отримана за допомогою додатка 1. $I_{p1}=1$

Доля напружень від ваги верхньої будови колії, знайдена аналогічно:

$$I_{ec1}=1$$

Тоді :

$$\sigma_{p1} = p_p \cdot I_{p1} = 80 \cdot 1 = 80 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{ec1} = p_{ec} \cdot I_{ec1} = 16,4 \cdot 1 = 16,4 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{o1} = \sigma_a + \sigma_p = 16,4 + 80 = 96,4 \text{ кПа} ;$$

За допомогою компресійної кривої (рис. 1) знаходимо:

При $\sigma_a=16,4$ кПа

$$e_{an}=0.735$$

$$e_{ak}=0,663$$

При $\sigma_0=96,4$ кПа

$$e_{an}=0.698$$

$$e_{ak}=0,645$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a1}=e_{an}-e_{ak}=0.735-0.663=0,072$$

$$\Delta e_{o1}=e_{an}-e_{ak}=0.698-0.645=0.053$$

Коефіцієнт пористості в точці 1 знаходимо за формулою (3):

при
$$k_e = \frac{1}{1-\mu} = \frac{1}{1-0.30} = 1.45;$$

буде
$$e_{o1} = e_{an1} - k_e (\Delta e_{a1} - \Delta e_{o1}) = 0.735 - 1.45(0.072 - 0.053) = 0.707;$$

необхідна вага сухого ґрунту γ_{d1} в точці 1 знаходимо за формулою (2)

$$\gamma_{d1} = \frac{\gamma_s}{1+e_{o1}} = \frac{27,0}{1+0.707} = 15.82 \text{ кН/м}^3;$$

Питома вага ґрунту в точці 1 з природною вологістю W знайдемо за формулою (1):

$$\gamma_1 = \lambda_{d1}(1+W) = 15,82(1+0,21) = 19,14 \text{ кН/м}^3$$

Точка 2, яка знаходиться по середині висоти насипу.

$$(Z_0=7.5; Y_0=0); h_2=7,5\text{м}$$

$$I_{p2} = f\left(\frac{7,5}{2,70}, \frac{0}{2,70}\right) = f(2,78; 0.0)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо $I_{p2}=0,233$

$$\sigma_{p2} = 80 \cdot 0,233 = 18,64 \text{ кПа}$$

Аналогічним способом знаходимо I_{ec2}

$$I_{ec2} = f\left(\frac{7,5}{8,7}, \frac{0}{8,7}\right) = f(0,86; 0.0) \quad I_{ec2}=0,656$$

$$\sigma_{ec2} = 16,4 \cdot 0,656 = 10,76 \text{ кПа};$$

Задаємось збільшенням в порівнянні з точкою 1, питомою вагою ґрунту для точки 2.

$$\gamma'_2 = \gamma_1 + \Delta\gamma = 19,14 + 0,3 = 19,44 \text{ кН/м}^3$$

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_{\gamma 2} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{19,14 + 19,44}{2} \cdot 7,5 = 144,69 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{a2} = \sigma_{\text{ес}2} + \sigma_{\gamma 2} = 10,76 + 144,69 = 155,45 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{o2} = \sigma_{a2} + \sigma_{p2} = 155,45 + 18,64 = 174,09 \text{ кПа} ;$$

При $\sigma_{a2} = 155,45 \text{ кПа}$

$$e_{an} = 0,676$$

$$e_{ak} = 0,636$$

При $\sigma_{o2} = 174,09 \text{ кПа}$

$$e_{an} = 0,671$$

$$e_{ak} = 0,631$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a2} = 0,676 - 0,636 = 0,04$$

$$\Delta e_{o2} = 0,671 - 0,631 = 0,04$$

Коефіцієнт пористості в точці 2 буде дорівнювати:

$$e_{o2} = 0,676 - 1,45(0,04 - 0,04) = 0,676 ;$$

Питома вага ґрунту:

$$\gamma_{d2} = \frac{27,0}{1 + 0,676} = 16,11 \text{ кН/м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_2 = \gamma_{d1}(1 + W) = 16,11(1 + 0,21) = 19,49 \text{ кН/м}^3$$

Провіримо допустимість різниці між розрахунковим і взятим значенням питомої ваги ґрунту за формулою (8):

$$|19,49 - 19,44| = 0,05 \leq 0,05 \text{ кН/м}^3$$

Умова підбору виконана.

Подальші розрахунки для точки 3 приведені в таблиці 1

Таблиця 2.1 - Визначення щільності ґрунту насипу

№ п/п	Найменування розрахункових величин	значення для точок		
		1	2	3
1	Координати точок у поперечному перерізі насипу	0	7,5	15
2	Товщина шару ґрунту	0	7,5	15
3	Координати точок у поперечному перерізі насипу	0	0	0
4	Ширина поїзної смугового навантаження	2,7	2,7	2,7
5	Відношення Z/b	0,00	2,78	5,56
6	Відношення Y/b	0	0	0
7	Доля поїзних напружень	1	0,233	0,119
8	Поїзні напруження на рівні основної площадки	80	80	80
9	Поїзні напруження	80	18,64	9,52
10	Координати точок в поперечному перерізі насипу	0	0	0
11	Ширина смугового навантаження від верхньої будови	8,7	8,7	8,7
12	Відношення Z/l	0,00	0,86	1,72
13	Відношення Y/l	0	0	0
14	Доля напружень від ваги	1	0,656	0,377
15	Напруження від ваги ВБК на рівні основної площадки	16,40	16,40	16,40
16	Напруження від ваги ВБК	16,40	10,76	6,18
17	Обране значення об'ємної ваги ґрунту	X	19,44	19,79
18	Напруження від ваги ґрунту в розрахункових точках	0	144,69	294,65
19	Постійно діюче напруження	16,40	155,45	300,83
20	Повні напруження	96,40	174,09	310,35
21	Коефіцієнт пористості σ_{ai} ущільнення графіку	0,735	0,676	0,639
22	Коефіцієнт пористості σ_{ai} розущільнення графіку	0,663	0,636	0,618
23	Різниця ординат Δe_a при постійно діючому напруженню	0,072	0,04	0,021
24	Коефіцієнт пористості по гільці розущільненні при повному напруженню σ_{oi}	0,698	0,671	0,639
25	Теж по гільці розущільнення при повному напруженні σ_{oi}	0,645	0,631	0,613
26	Різниця ординат Δe_a при повному напруженні σ_{oi}	0,053	0,04	0,026

27	Коефіцієнт багаторазовості прикладення навантаження	1,45	1,45	1,45
28	Розрахунковий коефіцієнт пористості e_{oi}	0,707	0,676	0,646
29	Питома вага сухого ґрунту	15,82	16,11	16,4
30	Питома вага ґрунту(розрахункова)	19,14	19,49	19,84
31	Різниця між розрахунковим і обраним значенням ваги ґрунту	X	0,05	0,05

Для послідовних розрахунків необхідні середні значення коефіцієнта пористості і середню питому вагу ґрунту насипу:

$$e_{cp} = \frac{1}{3}(e_{o1} + e_{o2} + e_{o3}) = \frac{1}{3}(2,029) = 0,676$$

$$\gamma_{cp} = \frac{1}{3}(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3) = \frac{1}{3}(58,48) = 19,49 \text{ кН.м}^3$$

Розрахунки зведені в таблицю:

Таблиця 2.2 – Загальні розрахунки

Точки	$\sigma_{вс}$	σ_{γ}	σ_a	σ_p	σ_o	e	γ_s	γ	h
1	16,40	0,00	16,40	80,00	96,40	0,71	15,82	19,14	0,00
2	10,76	144,69	155,45	18,64	174,09	0,68	16,11	19,49	7,50
3	6,18	294,65	300,83	9,52	310,35	0,65	16,40	19,84	15,00

Проектування поперечного профілю насипу з розрахунками стійкості укосів

Тіло земляного полотна знаходиться у напруженому стані, зумовленому впливом зовнішніх сил і власною вагою ґрунту. Коли зсуваючі напруження у ґрунті перевищують певну границю, можуть виникнути залишкові деформації. Тому при проектуванні високих насипів їх укоси перевіряють на стійкість.

В курсовому проекті будемо використовувати графоаналітичний метод, згідно з яким передбачаються, що зсув укосу насипу при втраті стійкості відбувається по кругло циліндричній поверхні.

Для побудови кривих можливого зміщення укосу необхідно визначити положення лінії їх центрів. Її проводять з найближчої вершини укосу під кутом 36° до горизонту. Після побудови кривої сповзаючий масив розбиваємо на відсіки по характерним точкам.

Стійкість укосу насипу оцінюємо коефіцієнтом стійкості k , що являє собою відношення моментів сил, утримуючих укіс від зміщення, до сили моментів зсуваючих сил.

При визначенні коефіцієнта стійкості насипу, розглянемо три варіанти положення кривої можливого зміщення, і за розрахунковий приймаємо той, при якому коефіцієнт стійкості найменший. Крива, яка відповідає k_{min} називається критичною кривою.

На практиці коефіцієнт стійкості насипу розраховується як відношення сум вказаних сил. Розрахункова формула має вигляд:

$$k = \frac{\sum (f_i N_i + c_i l_i + T_{ymp}) \cos \varphi_i / \cos(\alpha_i - \varphi_i)}{\sum T_{изсув} \cos \varphi_i / \cos(\alpha_i - \varphi_i) + D_0},$$

Де fN сила тертя: $fN = f \cdot Q \cdot \cos \alpha$;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту: $f = \tan \varphi$; φ – кут внутрішнього тертя ґрунту.

α – кут між напрямком сили тяжіння її нормальною складовою. Його знаходять з виразу: $\sin \alpha = \frac{x}{R}$

R – радіус кривої можливого зміщення укусу.

x - відстань між центром відсіку і вертикальним радіусом. Сила тяжіння відсіку, її нормальна і тангенціальні складові можуть бути знайдені з виразів:

$$Q_i = \gamma' \omega' + \gamma'' \omega'' + \gamma''' \omega''' ;$$

$$N_i = Q_i \cos \alpha_i ;$$

$$T_i = Q_i \sin \alpha_i ;$$

Де γ' - питома вага ґрунту у стані природної вологості:

$$\gamma' = \gamma_{cp} = 19,49 \text{ кН} / \text{м}^3 ;$$

γ'' - питома вага ґрунту в зоні суцільного водонасичення:

$$\gamma'' = \frac{\gamma' + \gamma_e}{1 + e_0} ;$$

γ_e - питома вага води: $\gamma_e = 10 \text{ кН} / \text{м}^3 ;$

e_0 - коефіцієнт пористості ґрунту: $e_0 = 0,68 ;$

$$\gamma'' = \frac{19,49 + 10}{1 + 0,68} = 17,554 \text{ кН} / \text{м}^3 ;$$

γ''' - питома вага основи насипу:

$$\gamma''' = \frac{\gamma' + \gamma_e}{1 + e_{осн}} ;$$

$e_{осн}$ - коефіцієнт пористості ґрунту основи насипу:

$$e_{осн} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d^{осн}} - 1 ;$$

$\gamma_d^{осн}$ - питома вага скелету ґрунту насипу:

$$\gamma_d^{осн} = \frac{\gamma_{осн}}{1 + W_{осн}} ;$$

$\gamma_{осн}$ – питома вага ґрунту основи насипу у стані природної вологості:

$$\gamma_{осн} = 19,2 \text{ кН} / \text{м}^3$$

$W_{осн}$ – вологість ґрунту основи насипу у долях одиниці:

$$W_{осн} = 0,21$$

$$\gamma_d^{осн} = \frac{19,2}{1 + 0,21} = 15,87 \text{ кН} / \text{м}^3$$

$$e_{осн} = \frac{27,0}{15,87} - 1 = 0,7 ;$$

$$\gamma''' = \frac{19,49 + 10}{1 + 0,7} = 17,35 \text{ кН} / \text{м}^3 .$$

$\omega', \omega'', \omega'''$ - площі частинок відсіків, які розміщені у зонах природної вологості, суцільного водонасичення і основи насипу.

$\sum T_{утр}$ – сума сил, утримуючих масив.

$\sum T_{зсув}$ – сума сил, зсуваючи масив.

cI – сума щеплень ґрунту.

$$C_i = l_i \cdot c_i ;$$

де c_i - питоме щеплення ґрунту по поверхні зміщення відсіку;

l_i – довжина основи відсіку.

Значення коефіцієнта тертя і питомого щеплення ґрунту у зоні суцільного водонасичення приймаємо рівним:

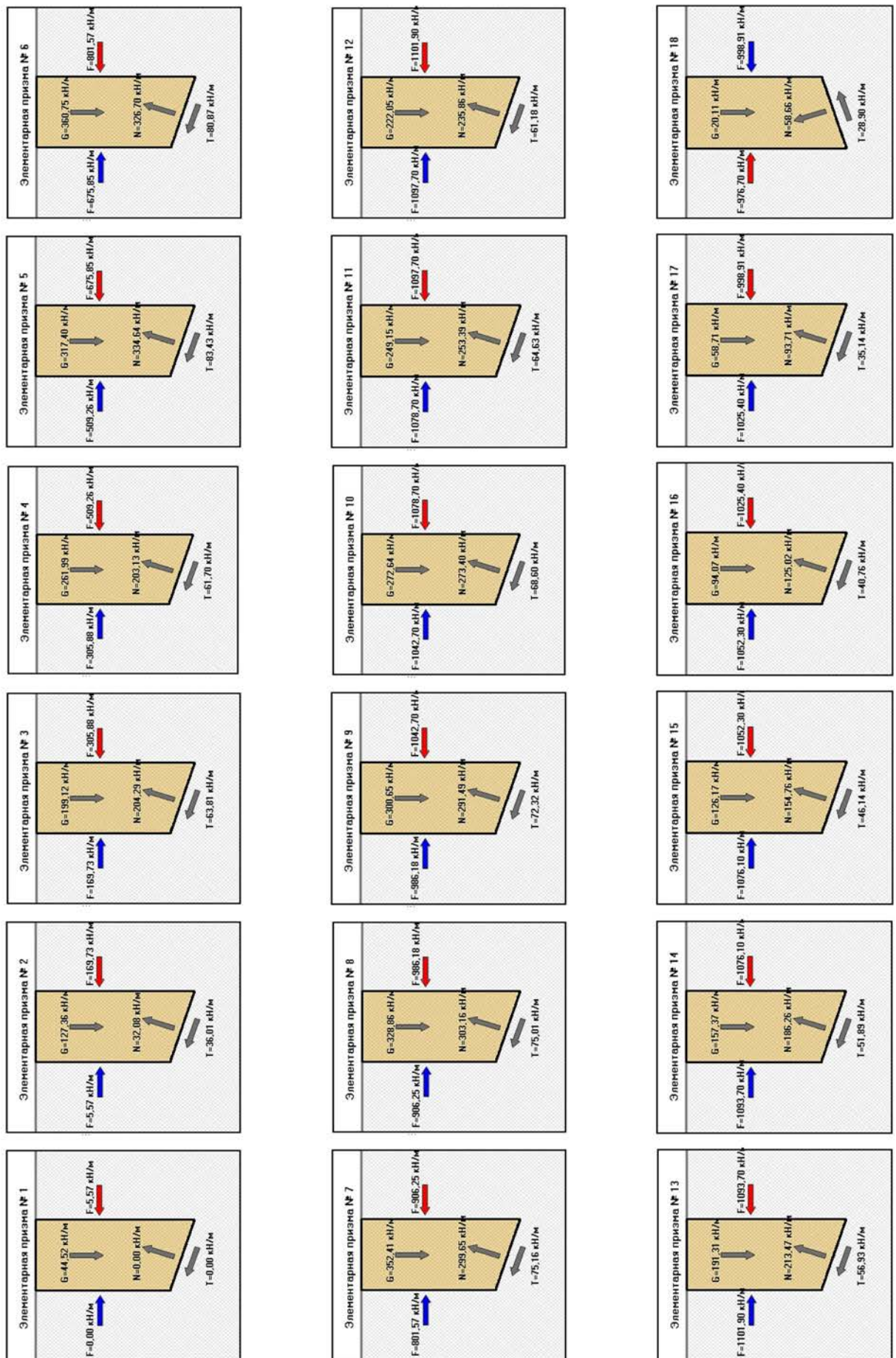
$$f_{\epsilon} = 0,75 \cdot f ; \quad c_{\epsilon} = 0,5c ;$$

Фільтраційна сила визначається з виразу: $D_0 = I_0 \cdot \Omega$

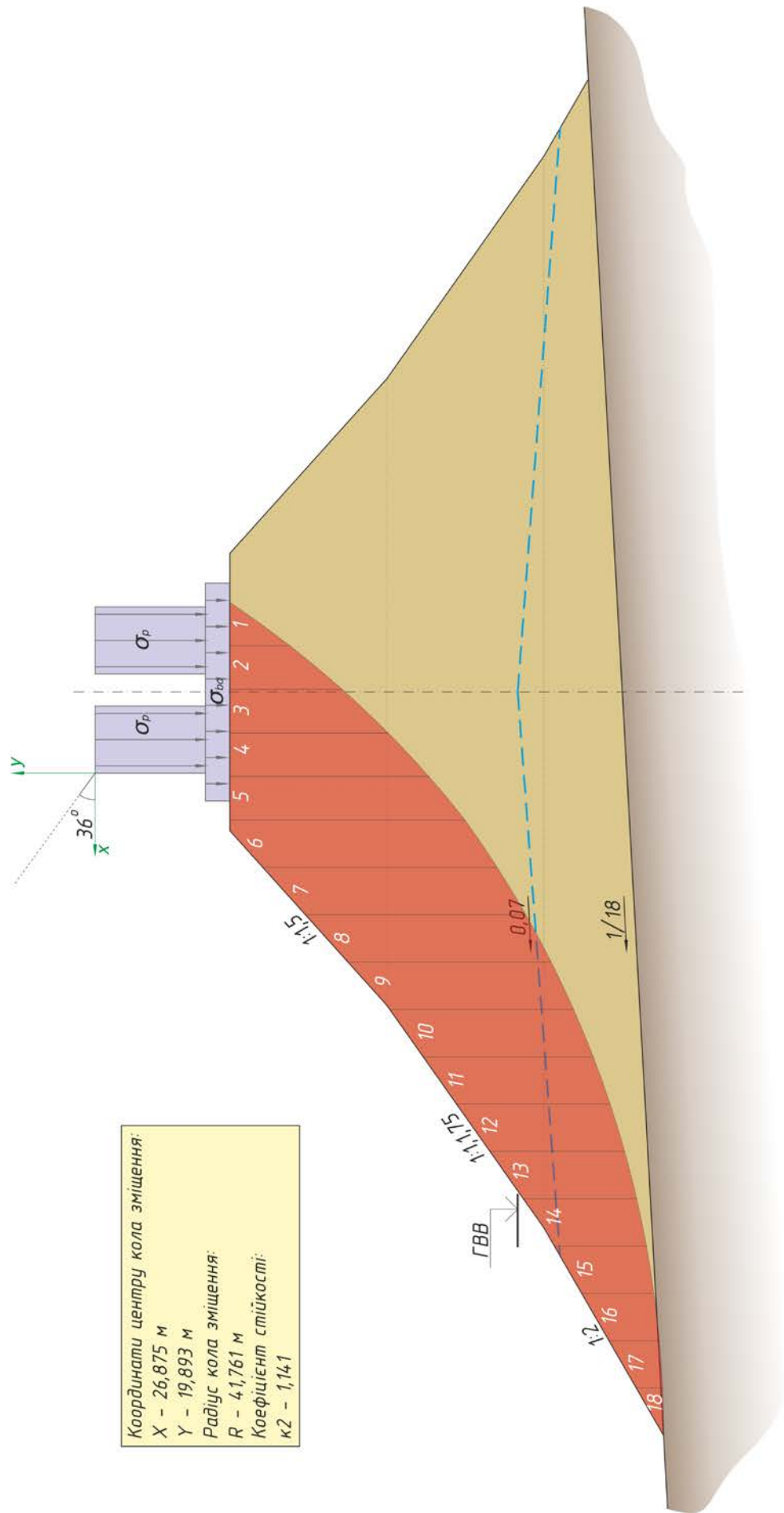
I_0 - середній уклон кривої дисперсії в насипу $I_0 = 0,07$

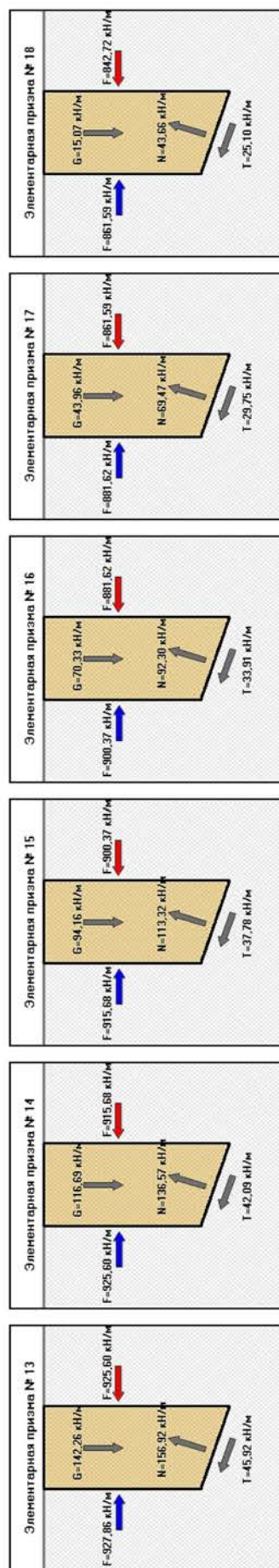
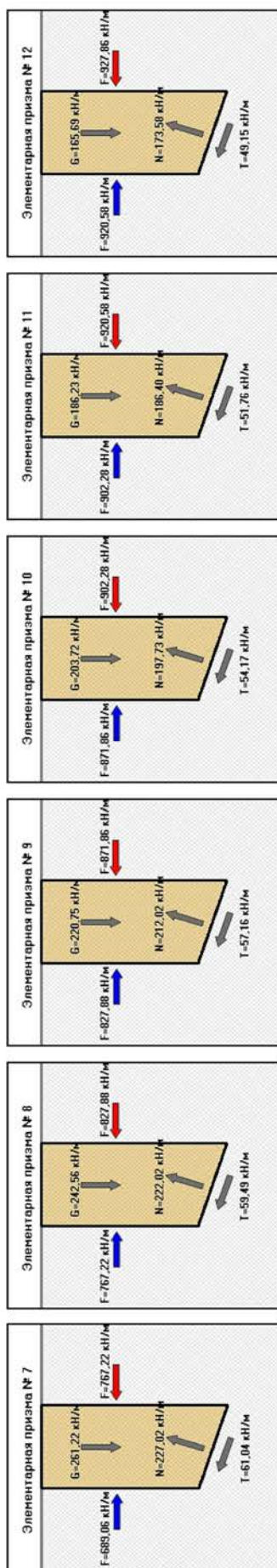
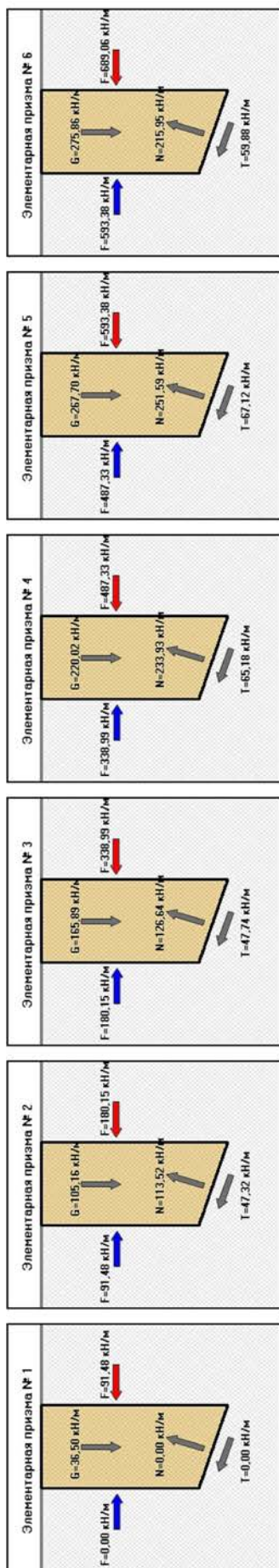
Ω - сумарна площа частин відсіків у насиченому стані.

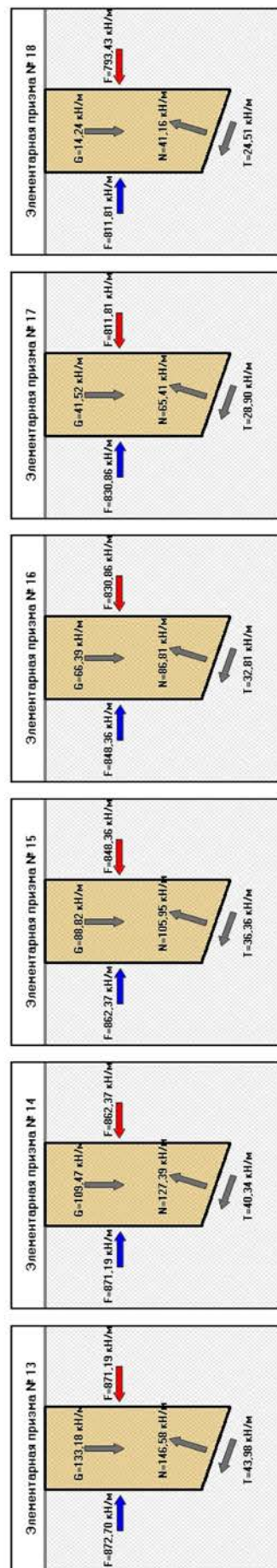
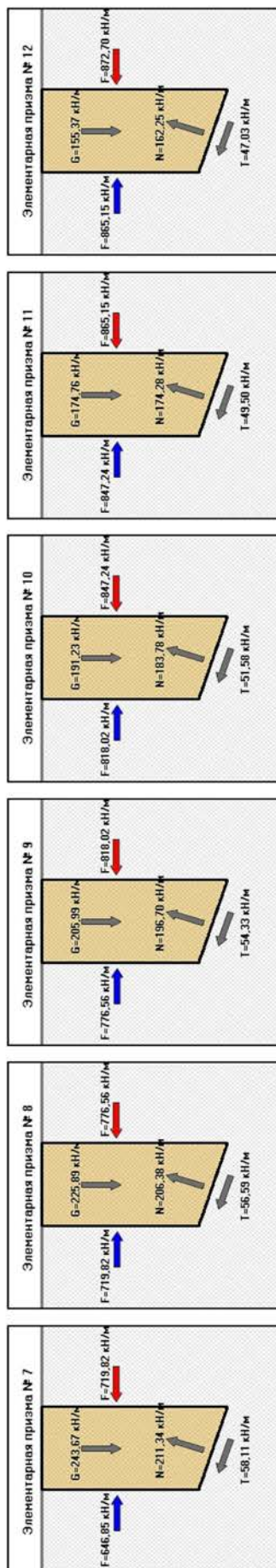
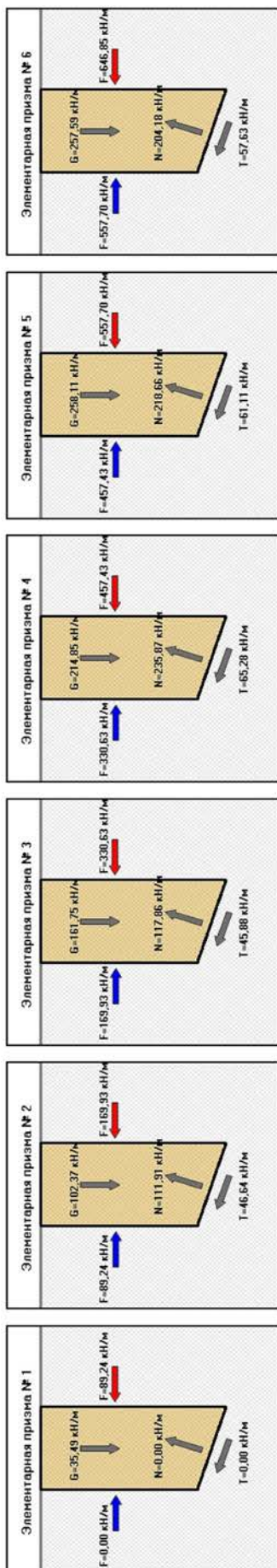
Розрахунки коефіцієнтів стійкості зробимо на ПЕОМ користуючись програмним забезпеченням призначеним для моделювання поведінки ґрунтів у різних умовах SVSlope 2009 (SVOffice 2009):



Розрахункова схема визначення коефіцієнта стійкості насипу k_2







Визначення параметрів розрахункової хвилі та вибір типу укріплення укосу.

Для збереження земляного полотна та його пристроїв від природних факторів (води, вітру, льоду та ін.) та механічного пошкодження відкосів, їх укріплюють одежами різних конструкцій.

При виборі сучасних конструкцій одерж відкосів при інших рівних умовах, перевагу віддають тим із них, устрій яких можливо індустріальними способами з максимальною механізацією праці.

До конструкції даного роду можна віднести наступні основні пристрої:

- збірні залізобетонні плити;
- збірні розрізні залізобетонні плити;
- монолітні залізобетонні плити;
- збірні бетонні плити;
- збірні плити з дорожнього асфальту;
- мощення з каменю;
- щебеневі, гравісті або глинисті покриття.

Збірні залізобетонні плити замонолічені по контуру, представляють собою покриття у вигляді плити з упором, який встановлюється в основу укріплення для забезпечення його стійкості і фільтру із дренуючого матеріалу, який укладають під плити. Щоб запобігти суфозії частинок, під укріттям вкладають зворотній фільтр. Цей фільтр має товщину не менше 0,15 м, роблять із одного – трьох слоїв щебеню або гравію, розміри частинок якого поступово зростають по напрямку і площинні укріплення. Збірні залізобетонні плити призначенні для захисту відкосів, працюючих в умовах постійного або тимчасового підтоплення і сильної хвильової дії, при висоті хвилі до 3 м.

Захисне покриття із щебеню, гравію та інших матеріалів товщиною $0,1 \div 0,15$ м. роблять для запобігання піщаних відкосів насипів і виїмок від видування вітром.

Мощення з каменю із сортованого або не сортованого каменю, призначення для надійного захисту відкосів насипу від розмиву, підмиву і хвильової дії.

Це покриття може бути зроблене в різному конструктивному оформленні в залежності від ґрунту основи і інших місцевих даних.

Розміри верхнього шару мощення визначають розрахунком. Каміння другого шару призначаються в 2-3 рази менші ніж камені верхнього шару. Підстилаючий шар роблять з щебеню або крупного піску товщиною 0,15÷0,20 м встановленою розрахунком. В умовах хвильової дії мощення з каменю конструюється з двох основних видів каменя і зворотного фільтру.

В розрахунку мощених споруд визначають розмір каменя і товщину мощення. Вагу окремих каменів мощення із умови хвильової дії можна знайти за формулою:

$$Q_k = \frac{k_3 \cdot n \cdot \gamma_k \cdot h_p^2 \cdot \lambda}{\left(\frac{\gamma_k}{\gamma_a} - 1 \right) \cdot \sqrt{1 + m^3}};$$

де:

γ_k - питома вага каменя, т/м³;

k_3 - коефіцієнт запасу, рівний для сортованого каменю 1,5;

n - коефіцієнт рівний 0,025 для камені наброски;

λ - довжина волни, м;

λ - показник крутизни низового відкосу.

Середній розмір каменю приведенного до шару знаходимо за формулою:

$$D_{cp} = 1.24 \sqrt[3]{\frac{Q_k}{\gamma_k}}, \text{ м};$$

де:

γ_k - об'ємна вага каменю (2,4÷2,65 т/м³);

Q_k – вага каменів, т.

Визначаємо параметри хвильової дії на укіс пойменного насипу і меж його укріплення.

- протяжність зони вітрового розгону для рік $D=5B$;
- В мінімальна ширина водойми на розгоні ($B=1 \text{ км}$)

$$D = 5 \cdot 1 = 5 \text{ км}$$

Маючи $W_{10} = 24 \text{ м/с}$ – розрахункову швидкість вітру на висоті 10 м і

D - протяжністю вітрового розгону визначаємо з графіка залежності швидкості вітру W_{10} і розгону D величину висоти хвилі $h = 1,4 \text{ м}$.

Для визначення довжини хвилі λ графіку (рис. 102) [2] знаходимо пологість хвилі $\frac{\lambda}{h}$ при $W_{10} = 24 \text{ м/с}$ і $\frac{H_{cp}}{h} = \frac{4,2}{1,4} = 3$. В даному випадку $\frac{\lambda}{h} = 11,8$.

Отже, довжина хвилі:

$$\lambda = 11,8 \cdot h = 11,8 \cdot 1,4 = 16,52 \text{ м};$$

Для визначення верхньої межі укріплення спочатку знаходять висоту набігу хвилі (h_n) і вітрового нагону (ΔZ);

$$h_n = \frac{2 \cdot k_{uu} \cdot h_p}{m} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{h_p}};$$

де:

k_{uu} – коефіцієнт шороховатості і проникності відкосу; при мощені із рваного каменю $k_{uu} = 0,55$,

m - уклон насипу ($m = 2$);

$$h_n = \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 1,3}{2} \sqrt[3]{\frac{16,52}{1,3}} = 1,67 \text{ м};$$

Величину вітрового нагону ΔZ можемо знайти за формулою:

$$\Delta Z = k_{наг} \frac{W_{10}^2 \cdot D}{3 \cdot g \cdot H_{cp}} \cos \beta$$

(1.16)

де:

$k_{наг}$ – коефіцієнт нагону, який залежить від відносної глибини $\frac{H_{cp}}{\lambda}$ (приймаємо рівним $0,006 \div 0,012$);

β – кут між напрямком вітру і віссю водотоку;

$$\Delta Z = 0,012 \frac{24^2 \cdot 5}{3 \cdot 9,81 \cdot 4,2} \cos 60^\circ = 0,14 \text{ м};$$

При відсутності підпору води і косому підході волн верхня межа укріплення над вислим статичним рівнем $h_{\text{в.ук.}}$, з урахуванням постійного запасу $\alpha=0,025\text{м}$.

При косому підході волн до знайденої величини h_n необхідно внести поправку:

$$k_\beta = \frac{1 + 2 \sin \beta}{3};$$

$$k_\beta = \frac{1 + 2 \sin 60^\circ}{3} = 0,911$$

Відповідно:

$$h_{\text{в.ук.}} = k_\beta \cdot h_n + \Delta z + \alpha, \text{м}$$

$$h_{\text{в.ук.}} = 0,911 \cdot 1,67 + 0,14 + 0,25 = 1,9 \text{ м};$$

Знайдемо вагу каменю:

$$Q_k = \frac{1,5 \cdot 0,025 \cdot 2,5 \cdot 1,4^2 \cdot 16,52}{\left(\frac{2,5}{1} - 1\right) \cdot \sqrt{1 + 2^3}} = 0,3 \text{ т};$$

Середній розмір каменя рівен:

$$D_{\text{ср}} = 1,24 \sqrt[3]{\frac{0,3}{2,5}} = 0,61 \text{ м};$$

Приймаємо однослойну кам'яну наброску товщиною рівною трьохкратною розрахунковому розміру каменя.

В данному випадку необхідна товщина каменної наброски $D_{\text{ср}} \cdot 3 = 0,61 \cdot 3 = 1,8 \text{ м}$. Приймаємо товщину наброски в межах 1,75-1,85 м.

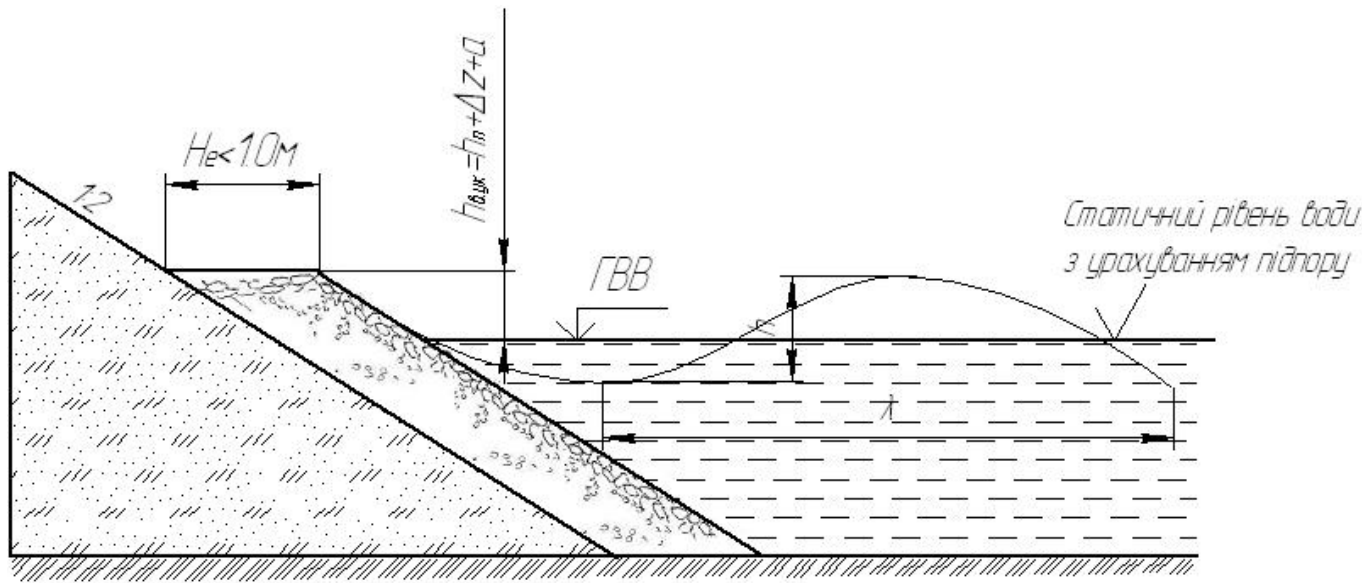


Рисунок 2.2- Схема укріплення відкосу

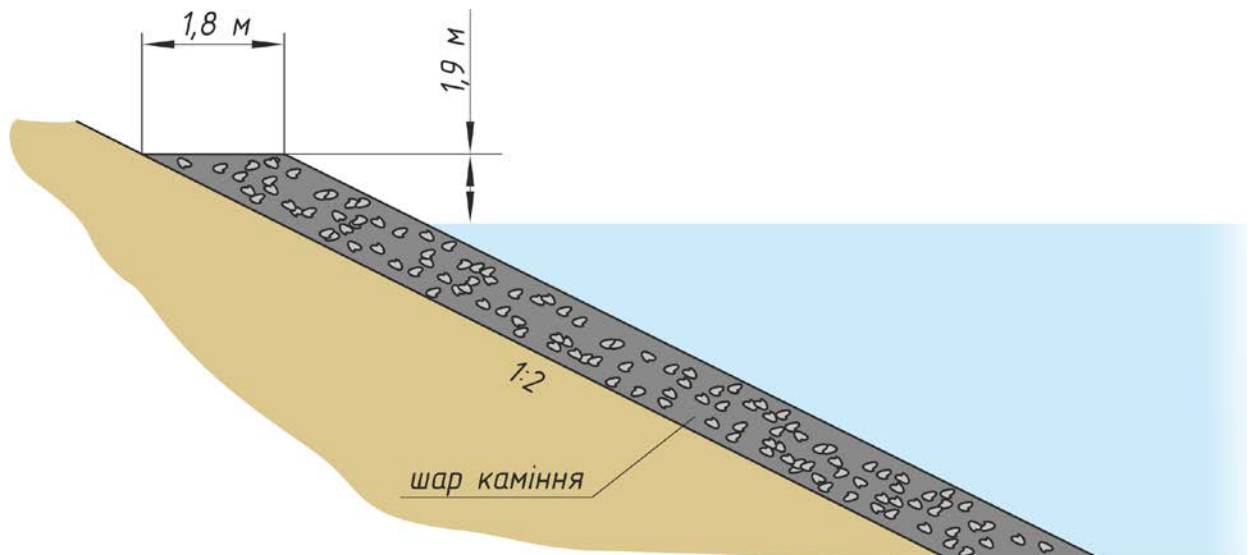


Рисунок 2.3 - Схема укосу мощенням з каменю

Розробка і розрахунок дренажу

Вибір типу і проектування дренажу:

Запроектуємо і розрахуємо дренаж довжиною 450 м для осушення ґрунту основної площадки одноколійного земляного полотна у виїмці при наступних умовах.

- ґрунт виїмки глина;
- розрахункова глибина промерзання ґрунту від рівня основної площадки $Z_{10}=p=1,22\text{м}$.

- відмітки бровки земляного полотна $\Gamma_6=75\text{м}$.
- відмітка рівня безнапірних гравітаційних вод до їх значення $\Gamma_{z.6}=74\text{м}$
- відмітка верху водотоку $\Gamma_6=75-11=64\text{м}$
- коефіцієнт фільтрації ґрунту $k=15\text{см/год}$
- середній ухил кривої дисперсії $I_0=0,04$
- капілярне підвищення води $a_{kn}=0,40\text{м}$
- коефіцієнт фільтрації дренажної засипки $k_g=0.25\text{см/с}=0,0025\text{м/с}$
- ширина основної площадки земляного полотна 7,0 м
- глибина кювета 0,6м

дренаж проектуємо на прямій ділянці, повздовжній ухил дна кювета виїмки в місці будівництва дренажу $i_k=0,004$.

земляні роботи по спорудженню дренажу виконують механізованим методом з використанням дренажної машини УНІІ МПС.

Приймаємо до розрахунку підкюветний двосторонній горизонтальний трубчатий дренаж траншейного типу, рис 8

Повздовжня вісь дренажу приймаємо паралельну залізничній трасі, а повздовжній ухил дна траншеї дренажу i_d як правило, приймаємо такий, що повторює дно кювета $i_d = i_k = 4\text{‰}$.

Визначено глибину закладання дренажу та уточнимо його тип по відношенню до верху водоупору з формули:

$$h = Z_{10} + l + a_{kn} + f + h_0 - b;$$

де l – величина можливого коливання рівня капілярної води та глибини промерзання $l=0,25\text{м}$;

f – стріла величини кривої дисперсії,

$$\text{де, тоді } f = I_0 \cdot \left(\frac{b_0}{2} + 0,9\right) = 0,1 \cdot \left(\frac{7}{2} + 0,9\right) = 0,44\text{м}$$

b – відстань по вертикалі від дна кювета до рівня основної площадки:

$$b=0,6\text{м}$$

h_0 – відстань по вертикалі від верха труби до дна дренажу, $h_0=0,4\text{ м}$.

$$h = 1,22 + 0,25 + 0,40 + 0,44 + 0,4 - 0,6 = 2,11\text{м};$$

Ширина траншеї, яка розробляється механізованим методом $2d=0,52\text{м}$; для уточнення типу дренажу виконуємо ще ряд розрахунків. Відмітку дна дренажу при глибині кювета $k_0=0,6\text{м}$, визначимо з формули:

$$\Gamma_{\partial} = \Gamma_{\epsilon} - (h + k_0) = 75 - (2,11 + 0,6) = 72,29\text{м}$$

Відмітка $\Gamma_{\partial} > \Gamma_{\epsilon}$ (вище) значень дренажу, що ми проектуємо, недосконалого типу.

Потужність водоносного шару відносно дна дренажу:

$$H = \Gamma_{ГВ} - \Gamma_{\partial} = 74 - 72,29 = 1,71\text{ м}$$

Міцність водоносного шару від дна дренажу до водоупору:

$$T = \Gamma_{\partial} - \Gamma_{\epsilon} = 72,29 - 64 = 8,29\text{ м};$$

Глибина закладення дренажу на низовій ділянці зберігається, так, як дно дренажу влаштовують паралельно ухилу дна кювету.

Обчислимо витрати води, що притікають до палевої стінки дренажу по формулі:

$$q_{A+B} = \frac{k \cdot I_0}{2} (H + h_0);$$

де

H – битова товщина ґрунтового потоку;

h_0 – відстань від дренажа до верху води;

I_0 – середній уклон кривої дисперсії;

k – коефіцієнт фільтрації.

$$q_{A+B} = \frac{0,15 \cdot 0,04}{2} (2,11 + 0,4) = 0,00753 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Далі визначимо витрати води з палевої половини дна дренажу:

$$q_B = k(H - h_0) \cdot q'_r$$

Знайдемо ряд величин, необхідних для визначення q'_r . Значення q'_r установлюється у відповідності з графіком (Рис.81 підручник Фрішман М.А.) $q'_r = f(\alpha, \beta)$.

Довжина кривої дисперсії на горизонталь:

$$L_0 = \frac{2(1 - I_0)}{(2 - I_0) \cdot I_0} (H - h_0) = \frac{2(1 - 0,04)}{(2 - 0,04) \cdot 0,04} (2,11 - 0,4) = 41,87 \text{ м}$$

$$\alpha = \frac{L_0}{(L_0 + d)} = \frac{41,87}{41,87 + 0,26} = 0,99$$

Цьому значенню відповідає $\beta_0 = 1,2$ (табл.31)

$$\beta = \frac{L_0}{T} = \frac{41,87}{8,29} = 5,05$$

$$T_p = \frac{L_0}{\beta_0} = \frac{41,87}{1,2} = 34,89 - \text{розрахункова товщина підстиляючого}$$

водоносного шару $\Rightarrow T < T_p$.

З отриманих вище розрахунків можливо зробити висновок, що в даному випадку має місце перший випадок розрахунку q_r . При таких умовах q'_r визначається з графіка (рис.81) по значенням α і β .

$$q'_r = 0,2$$

Розхід води в зоні Г:

$$q_G = k \cdot f \cdot q'_r = 0,15 \cdot 0,44 \cdot 0,2 = 0,013 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$q_B = 0,15(2,11 - 0,4) \cdot 0,2 = 0,051 \text{ м}^3 / \text{год на 1 п.м.}$$

Визначаємо витрати води з міждренажної відстані через бокову стінку дренажу:

$$q_{D+E} = k \cdot I_0(2 \cdot h_0 + f) = 0,15 \cdot 0,04(2 \cdot 0,4 + 0,44) = 0,0074 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Повний сумарний розхід на 1 п.м. дренажу:

$$q_{nn} = q_{A+B} + q_B + q_{\Gamma} + q_{D+E} = 0,0075 + 0,051 + 0,013 + 0,0074 = 0,079 \text{ м}^3 / \text{год}$$

на

1 п.м.

Розрахунковий розхід в низовій частині дренажу:

$$Q_{\delta} = q_{nn} \cdot l \cdot m_T;$$

m_T - коефіцієнт, що враховує можливість забруднення труби $m_T = 1,5$

l - довжина дренажу $l = 450 \text{ м}$;

$$Q_{\delta} = 0,079 \cdot 450 \cdot 1,5 = 53,33 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Витрати води в різних вимірниках;

$$Q_D = 88,88 \text{ л/хв.} = 0,889 \text{ л/с} = 0,000889 \text{ м}^3/\text{с};$$

$Q_D > 0,5 \text{ л/хв.}$ тому приймаємо дренаж трубчастий з діаметром труби $d_T = 150 \text{ мм}$.

Зайдемо пропускну здатність труби, для цього визначимо ряд величин.

Гідравлічний радіус визначимо за формулою:

$$R_T = \frac{d_T}{4} = \frac{0,15}{4} = 0,038 \text{ м};$$

Прийmemo $n=0,012$; $y=0,164$, тоді коефіцієнт C визначимо з формули Н.Н. Павловського.

$$C = \frac{1}{n} R_T^y = \frac{1}{0,012} \cdot 0,038^{0,164} = 48,74;$$

$$V = C \sqrt{R_T \cdot i_g};$$

$$V = 48,74 \sqrt{0,038 \cdot 0,005} = 0,67 \text{ м/с} < V_{\text{дон}} = 1 \text{ м/с};$$

$$\omega_T = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} = 0,018 \text{ м}^2;$$

$$Q_{np} = 0,018 \cdot 0,67 = 0,012 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$Q_{np} > Q_D. 0,01 > 0,000889 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Дренажну засипку приймаємо із крупнозернистого піску. Траншею влаштуємо у відповідності до конструкції, що показано на Рис 9.

Щоб дренажуючий заповнювач в траншеї не забруднювався глинистими частинками, що приносяться поверхневими водами, верхню частину траншеї

зробимо водонепроникною шляхом влаштування гідроізоляційної забивки із втрамбованого глинистого ґрунту або глинобетону товщиною 0,5-0,7м.

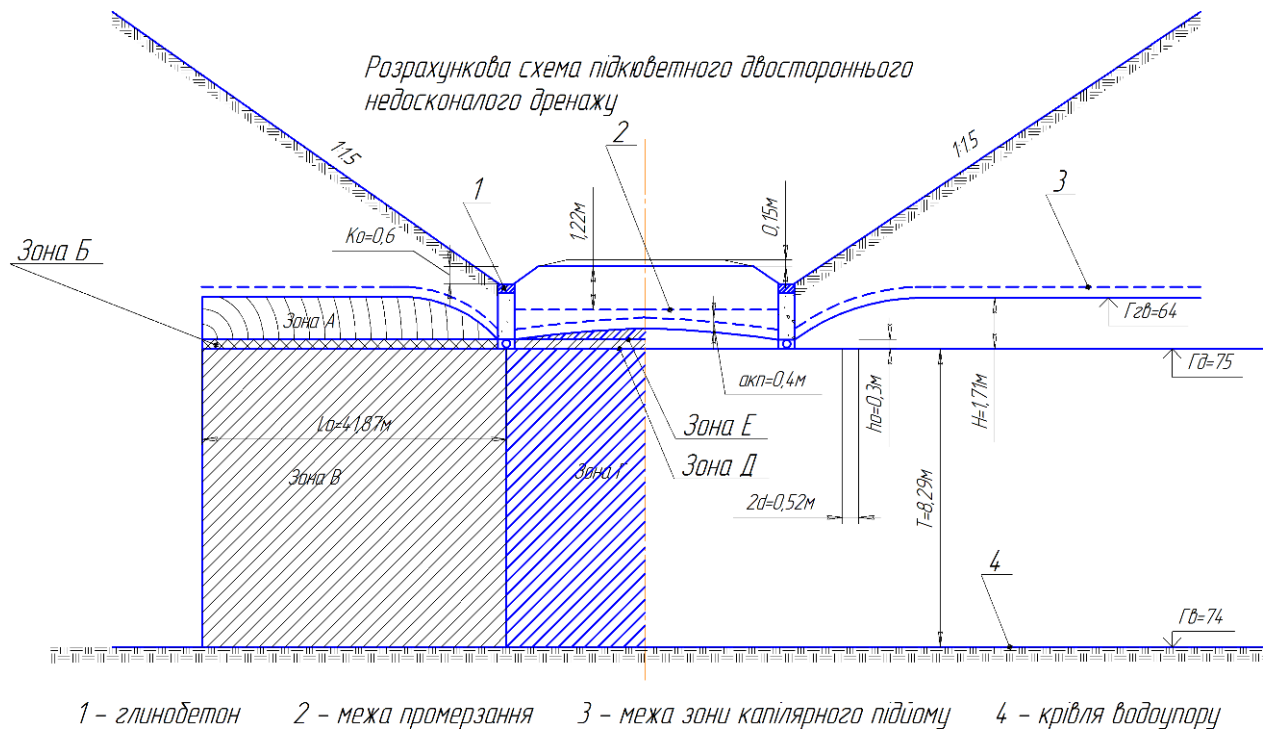


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема двостороннього недосконалого дренажу

З ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

При виробництві робіт по укріпленню насипу у даному випадку немає необхідності огорожування місця робіт сигналами зупинки, оскільки виробництво робіт не передбачає порушення цілості конструкції колії, а також габаритів наближення спорудження (усі роботи проводяться на укосах і контрбанкетах) і відповідає безпечному руху поїздів. Однак на час виробництва робіт видається попередження про обмеження швидкості руху, оскільки потрібен час для схоплювання цементного розчину у тілі насипу. Дія обмеження відміняється після 21 діб з моменту закінчення основних робіт. Цей час потрібен для забезпечення проектної міцності цементного каменю. Ділянка виробництва робіт огорожується сигналами зменшення швидкості.

До роботи допускаються особи, які пройшли інструктаж по техніці безпеки при роботі у зоні дії залізничного транспорту.

Керівник будівельно-монтажної організації повинен забезпечити робітників та службовців спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту.

Усі особи, які знаходяться на ділянці виробництва робіт, зобов'язані носити захисні каски. Робітники та службовці, які не мають касок та інших засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Усі, хто працює на ділянці, забезпечуються водою, кількість якої відповідає санітарним вимогам.

До робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання та інструктаж по безпечним методам виробництва робіт. Особи у нетверезому вигляді до робіт не допускаються.

Робітники забезпечуються санітарно-побутовими приміщеннями та обладнанням згідно з гігієнічними вимогами. Підготовка і введення у дію приміщень повинно бути закінчено до початку основних робіт.

Вимоги до організації ділянки виробництва робіт

Організація ділянки виробництва робіт та робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці робітників на усіх етапах виробництва робіт.

При розміщенні тимчасових споруд, складів ураховуються вимоги по габаритам наближення спорудження.

Матеріали та усе необхідне обладнання розташовуються за межами обрушення ґрунту укосу контрбанкету.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місця виробництва робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках та 5 км/год на поворотах.

Складування матеріалів і обладнання здійснюється згідно з вимогами стандартів. Матеріали і обладнання розташовуються на рівних площадках з забезпеченням умов для неможливого довільного зміщення, просадки та перекидання при розташуванні на похилій поверхні.

Ділянка виробництва робіт при виконанні робіт у темний час доби освітлюється згідно з інструкцією по проектуванню електричного освітлення будівельних площадок.

Будівельна площадка (ділянка виробництва робіт) забезпечується засобами гасіння пожежі у місцях зберігання пально-мастильних матеріалів.

Техніка безпеки при експлуатації технологічного обладнання

Експлуатація технологічного обладнання, машин і механізмів здійснюється згідно з вимогами інструкцій заводів-виготовлячів.

До початку робіт керівник робіт визначає схему руху і місце установки механізмів і машин, а також способи заземлення машин.

Монтаж (демонтаж) обладнання робиться згідно з інструкцією заводу-виготовляча і під керівництвом особи, яка відповідає за механічний стан обладнання.

Вантажні крюки вантажозахоплювальних засобів повинні мати запобіжні пристрої, які запобігають випаданню вантажу.

Залишати без нагляду обладнання, двигун, який працює, не допускається. Технічне обслуговування обладнання здійснюється тільки після зупинки

двигуна у гідравлічній та пневматичній системах, а також прийняти міри, які не допускають випадкової подачі напруги.

При перевозу або переносу інструменту його гострі частини зачиняються чохлами.

Техніка безпеки при транспортних та вантажно-розвантажувальних роботах

Транспортування довжиномірних вантажів (труб) здійснюється на спеціалізованому автотранспорті.

Щоб запобігти перекочування або падіння вантаж розташовується та закріплюються на транспортних засобах згідно з технічними умовами вантажу і кріплення даного виду вантажу.

Строповка вантажів робиться інвентарними стропами з забезпеченням умов для виключення можливості падіння або сковзання вантажу.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт не допускається строповка вантажу, який знаходиться у нестійкому положенні.

Забороняється перевозити людей на причепах, цистернах, у кузовах машин, спеціально не обладнаних для перевозки людей.

Вантажно-розвантажувальні роботи з цементом виконуються механізованим засобом.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При проектуванні укріплення відкосів земляного полотна на ділянці К-Н було проведено розрахунки коефіцієнтів стійкості укосу земляного полотна, дренажу, визначення параметрів розрахункової хвилі та вибір типу укріплення укосу.

Коефіцієнт стійкості знаходиться в межах 1,12 – 1,151.

За такими показниками насип вважається умовно стійким. Тому потрібно укріпити укоси та розрахувати дренаж.

В роботі було прораховане кам'яне мощення, та розрахований двосторонній недосконалий дренаж.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Флорин В.А. Основы механики грунтов // т. 1, Госстройиздат, 1959. - 357 с.
2. Флорин В.А. Основы механики грунтов // т. 2, Госстройиздат, 1959. - 543 с.
3. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). 2-е изд., доп. Учебн. Для вузов. М., «Высш. школа», 1973. - 280 с.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов. Высшая школа, 1976. - 280 с.
5. Шахунянц Г.М. Земляное полотно железных дорог. М.: Трансжелдориздат, 1953. - 827 с.
6. Фришман М. А., Хохлов И. Н., Титов В. П. Земляное полотно железных дорог. – М.: Транспорт, 1972.
7. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Железнодорожный путь» Часть I./Днепропетр. инж.ж.-д. трансп.: Сост. Ю. Д. Волошко, М. И. Уманов, В. Г. Юнкевич, А. М. Патласов. Днепропетровск. 1990.
8. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. Учебник для вузов ж.-д. трансп. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987. - 479