



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

А. А. Пługін, Л. В. Трикоз

ДІАГНОСТИКА ТА ПІДСИЛЕННЯ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Навчальний посібник

Харків 2023

УДК 625.12

П 40

*Рекомендовано вченою радою Українського державного університету
залізничного транспорту як навчальний посібник
(витяг з протоколу № 6 від 11 грудня 2023 р.)*

Рецензенти:

професори О. Л. Тютюкін (УДУНТ),
Г. Л. Ватуля (ХНУМГ імені О. М. Бекетова)

П 40

Плугін А. А., Трикоз Л. В. Діагностика та підсилення земляного
полотна: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2023. – 295 с.,
рис. 169, табл. 18.
ISBN

У посібнику розглянуто питання технічної експлуатації (утримання)
земляного полотна залізниць, зокрема нагляду та діагностування його
стану, виявлення дефектів, деформацій і пошкоджень, встановлення їхніх
причин, призначення невідкладних заходів з усунення та експлуатаційних
спостережень, захисту та підсилення.

Посібник призначений для вивчення однойменної навчальної
дисципліни здобувачами другого (магістерського) освітнього рівня галузей
знань 27 Транспорт, 19 Будівництво та архітектура, спеціальностей
273 Залізничний транспорт, 192 Будівництво та цивільна інженерія.
Посібник може бути корисним фахівцям залізничного транспорту, які
утримують і ремонтують земляне полотно залізниці.

УДК 625.12

ISBN

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2023.

© Плугін А. А., Трикоз Л. В., 2023.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
ЧАСТИНА 1. НАГЛЯД І ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЦЬ	11
1. Загальні відомості про нагляд і діагностування земляного полотна	11
1.1. Нормативна база	11
1.2. Терміни та визначення	12
1.3. Об'єкти і конструкції земляного полотна	18
2. Нагляд і діагностування як складові утримання земляного полотна	49
2.1. Утримання земляного полотна та його споруд	49
2.1.1. Нагляд за земляним полотном і його спорудами	53
2.1.2. Роботи з поточного утримання земляного полотна та його споруд	70
2.1.3. Утримання земляного полотна під час планово-запобіжних ремонтів колії і споруд	73
2.1.4. Особливості утримання ділянок земляного полотна, що схильні до деформацій або нестійкі	74
2.1.5. Особливості утримання земляного полотна та його споруд, що знаходяться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах	76
2.2. Документація нагляду за станом земляного полотна	86
3. Несправності земляного полотна, їхні ознаки, причини, невідкладні заходи, експлуатаційні спостереження	89
3.1. Несправності основного майданчика земляного полотна	93
3.1.1. Дефекти основного майданчика земляного полотна	93
3.1.2. Деформації основного майданчика земляного полотна	99
3.2. Несправності укосів	103
3.2.1. Дефекти укосів	103

3.2.2. Деформації укосів	106
3.3. Несправності тіла земляного полотна	119
3.3.1. Дефекти тіла земляного полотна	119
3.3.2. Деформації тіла земляного полотна	122
3.4. Несправності основи земляного полотна	127
3.4.1. Дефекти основи земляного полотна	127
3.4.2. Деформації основи земляного полотна	128
3.5. Пошкодження земляного полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями	135
3.5.1. Осідання основного майданчика земляного полотна над трубопровідними пересіченнями	135
3.5.2. Порушення відведення поверхневих вод біля пасажирських платформ і вантажно-розвантажувальних майданчиків	136
3.5.3. Пошкодження приукісних частин земляного полотна в місцях прокладення кабелів	137
3.5.4. Осідання земляного полотна над шахтними підробками	139
3.5.5. Тривале осідання насипів на підходах до мостів і водопропускних труб	141
3.6. Пошкодження земляного полотна під впливом несприятливих природних умов	142
3.6.1. Розмиви укосів земляного полотна, що підтоплюється	143
3.6.2. Розмиви відкритих водовідводів (канал, кюветів тощо)	144
3.6.3. Замулення кюветів і канал	145
3.6.4. Підмив берега моря (озера, водосховища) поблизу земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд	146
3.6.5. Підмив основи земляного полотна водними потоками	148
3.6.6. Яроутворення	150
3.6.7. Завал земляного полотна сніговими лавинами	151

3.6.8. Завали колії селєвими відкладеннями	153
3.6.9. Захаращення колій підмостових отворів поляями	154
3.6.10. Пошкодження земляного полотна під час повеней	156
3.7. Дефекти земляного полотна, що утворилися через будівництво додаткових колій	158
3.7.1. Здимання на одній з колій двоколійної ділянки	158
3.7.2. Осідання насипу додаткової (нової) колії, збудованої на слабкій основі	159
3.7.3. Перезволожений ґрунт в укосах старого й недавно збудованого насипу внаслідок неорганізованого водовідведення з розширеного міжколійя	160
3.7.4. Деформації земляного полотна другої колії, що виникли в результаті зволоження ґрунту через баластовий шлейф, затиснутий під час будівництва другої колії	160
3.8. Конструктивні дефекти земляного полотна від тривалої експлуатації ліній	162
3.8.1. Недостатність ширини узбіч	162
3.8.2. Баластовий шлейф із завищеною крутістю укосу	164
3.8.3. Пошкодження земляного полотна при недостатній довжині водопропускної труби	166
3.8.4. Зменшення перерізу будівельних кюветів	167
3.8.5. Зміщення рівня й положення в плані кюветів	168
3.9. Земляне полотно в електричних колах витоку тягових струмів, блукаючих струмів та електрокорозійних процесах	169
3.9.1. Виток тягових струмів і електрокорозійні процеси	169
3.9.2. Розподіл потенціалів і струмів вздовж рейкової колії	178
3.9.3. Заходи з запобігання витоку тягових струмів, утворення блукаючих струмів та електрокорозії конструкцій	184
4. Методи та технічні засоби діагностування земляного полотна	191

4.1. Оснащення підрозділу, що здійснює діагностування земляного полотна	191
4.2. Методи спостереження за дефектами, деформаціями та пошкодженнями земляного полотна	193
4.2.1. Спостереження за деформаціями укосів	193
4.2.2. Спостереження за тріщинами в ґрунті	197
4.2.3. Спостереження за тріщинами в спорудах	199
4.2.4. Інженерно-геологічне обстеження земляного полотна	201
4.2.5. Спостереження за роботою водовідвідних споруд	209
4.2.6. Спостереження в прорізах	213
4.3. Фізичні методи діагностування земляного полотна	216
4.3.1. Електрометричний метод діагностування земляного полотна	216
4.3.2. Сейсмічний метод діагностування земляного полотна	219
4.3.3. Радіолокаційний метод діагностування земляного полотна	222
4.3.4. Моніторинг вологісного стану ґрунтів за допомогою стаціонарних датчиків	223
ЧАСТИНА 2. ЗАХИСТ, РЕМОНТ І ПІДСИЛЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЦЬ	227
5. Спеціальні захисні споруди земляного полотна	227
5.1. Контрбанкет	227
5.2. Глибока канава	228
5.3. Гасники енергії водотоків	229
5.4. Протирозмивні споруди на берегах водоймищ	230
5.4.1. Укріплення укосів кам'яним накидом	230
5.4.2. Укріплення укосів мощенням	231
5.4.3. Укріплення укосів габіонами	232
5.4.4. Бетонні укріплення укосів	232
5.4.5. Укріплення укосів залізобетонним плитами	234

5.4.6. Габіонні стіни	234
5.4.7. Підпірно-хвилевідбійні стіни	236
5.4.8. Гравітаційні поперечні буни	237
5.4.9. Регуляційні споруди на притисках гірських рік	238
5.5. Протиобвальні облаштування і споруди	239
5.5.1. Прикюветні траншеї	239
5.5.2. Уловлювальні стіни	239
5.5.3. Підпірно-захисні пломби з кам'яної кладки в обвальних схилах	240
5.5.4. Надовби на обвальних схилах	241
5.5.5. Покриття укосу бетоном, торкретом по арматурній сітці	242
5.6. Протиселеві споруди	242
5.6.1. Баражні загати	242
5.6.2. Селеспрямовуючі стіни	243
5.7. Протилавинні споруди	244
5.7.1. Лавинозатримуючі споруди	244
5.7.2. Лавиногальмуючі споруди	245
5.7.3. Лавиновідхиляючі споруди	245
5.7.4. Лавинопропускні споруди	246
5.8. Протизсувні споруди	246
5.8.1. Утримуючі підпірні стіни	246
5.8.2. Утримуючі контрбанкети	247
5.8.3. Система поверхневих водовідводів і дренажних пристроїв	247
5.8.4. Система зрізань і досипань, створюваних під час терасування і планування поверхні зсуву і території, що примикає	251
5.8.5. Берегозахисні споруди в місцях підмивів «язика» зсуву: хвилевідбійні стіни; кам'яні відсипання; регуляційні споруди на гірських річках	251

5.8.6. Укріплення зсувних схилів і укосів буронабивними і забивними палями, стовпами	252
6. Ремонт і підсилення земляного полотна	253
6.1. Роботи з ремонту земляного полотна, виконувані в комплексі з планово-запобіжними ремонтами верхньої будови колії	253
6.2. Улаштування основного майданчика земляного полотна під час виконання капітальних ремонтів колії	254
6.3. Типи конструкції основного майданчика земляного полотна, що улаштовуються під час капітальних ремонтів	257
6.3.1. Загальні положення	257
6.3.2. Вимоги до матеріалів	258
6.3.3. Конструкції основного майданчика земляного полотна	261
6.4. Капітальний ремонт земляного полотна та його споруд	274
6.5. Осушення земляного полотна	277
6.5.1. Відведення поверхневих вод	277
6.5.2. Дренажі	277
6.5.3. Осушення основного майданчика	280
6.5.4. Електрохімічні способи осушення ґрунтів	284
6.6. Підсилення земляного полотна геотекстилем	285
6.6.1. Різновиди геотекстилю	285
6.6.2. Підсилення геотекстилем основного майданчика	285
6.6.3. Підсилення геотекстилем тіла земляного полотна	287
6.6.4. Підсилення геотекстилем укосів земляного полотна	290
6.6.5. Улаштування дренажів із застосуванням геотекстилю	291
6.6.6. Улаштування водонепроникних конструкцій із застосуванням геотекстилю	291
6.7. Підсилення колії на карстонебезпечних ділянках	293
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	294

ВСТУП

Земляне полотно є основою для верхньої будови колії і складається з комплексу інженерних споруд, розрахованих на тривалі строки служби.

Тривалий справний стан земляного полотна та його споруд забезпечується відповідністю його конструкцій робочим навантаженням; своєчасним проведенням необхідних обсягів планово-запобіжних робіт з утримання земляного полотна та його споруд: поточним утриманням, поточним ремонтом, капітальним ремонтом. Роботи з поточного ремонту і капітального ремонту земляного полотна необхідно намагатися виконувати одночасно з планово-запобіжними ремонтами верхньої будови колії. У випадках, коли обсяги чи види робіт з поточного та капітального ремонту земляного полотна не сумісні з технологією капітального ремонту або реконструкції верхньої будови колії, вони мають бути виконані до проведення вказаних робіт за окремим проєктом.

Головним завданням утримання земляного полотна є забезпечення справного стану всіх його елементів, попередження несправностей, своєчасне їх усунення, а також ліквідація причин, що викликають несправності.

У посібнику розглянуто:

- вимоги до конструкцій земляного полотна та його споруд;
- порядок і умови утримання земляного полотна залізниць і його споруд (водовідвідних, захисних, укріплювальних) з метою забезпечення безперебійного й безпечного руху поїздів зі встановленими швидкостями;
- склад, види, періодичність, строки й порядок виконання обстеження та нагляду за земляним полотном (включаючи сучасні методи обстеження), робіт з поточного утримання земляного полотна та його споруд, у тому числі у складних інженерно-геологічних умовах;
- особливості поточного утримання ділянок земляного полотна, схильних до деформацій;

- умови призначення поточного ремонту і капітального ремонту земляного полотна та його споруд;

- перелік робіт із ремонтів земляного полотна та його споруд, виконуваних під час планово-запобіжних ремонтів верхньої будови колії.

Розглянуто також класифікацію дефектів, пошкоджень і деформацій земляного полотна, причини їх утворення й розпізнавальні ознаки.

Діагностування земляного полотна є складовою його поточного утримання і виконується під час систематичного, поточного, періодичного оглядів, спеціальних обстежень і спостережень. Метою діагностування є своєчасне виявлення деформацій і пошкоджень, що утворюються в земляному полотні або його спорудах.

Дані експлуатаційних спостережень та інженерно-геодезичних методів дають змогу охарактеризувати лише зовнішні ознаки деформацій. Інженерно-геологічні методи визначають внутрішню будову і стан ґрунтів шляхом механічного проникнення всередину земляного полотна. Досвід показує, що завдання своєчасного виявлення небезпечних для руху поїздів ділянок земляного полотна з використанням тільки традиційних методів і за існуючих темпів їхнього розвитку не може бути вирішено в найближчі десятиліття. Крім того, ці методи не дають змогу виконувати діагностування земляного полотна в динаміці (наприклад у процесі проходження поїздів), що дуже важливо для будь-якої системи технічної діагностики. Отже, вельми актуальним є залучення для діагностування земляного полотна геофізичних методів, широко застосовуваних у розвідувальній та інженерній геології.

У посібнику використано результати виконаних УкрДУЗТ на замовлення АТ «Укрзалізниця» науково-дослідних робіт «Проведення досліджень та розробка технології діагностування земляного полотна залізниць Укрзалізниці», «Розроблення нормативного документа за темою: СТП. Інженерні споруди. Земляне полотно. Правила улаштування та утримання».

ЧАСТИНА 1

НАГЛЯД І ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЦЬ

1. Загальні відомості про нагляд і діагностування земляного полотна

1.1. Нормативна база

Основним нормативним документом, що встановлює вимоги до земляного полотна залізниць, є ДБН В.2.3-19:2008. Споруди транспорту. Залізниця колії 1520 мм. Норми проектування [1].

Порядок нагляду за технічним станом земляного полотна, у т. ч. його діагностування, а також вимоги до ремонту земляного полотна разом із заходами з його підсилення регламентуються такими нормативними документами:

- ДСТУ 9002:2020. Споруди транспорту. Класифікація, періодичність призначення та проведення планово-запобіжних ремонтів залізничних колій [2];

- ЦРБ 0004. Правила технічної експлуатації залізниць України [3];

- ЦП 0072. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України [4];

- ЦП 0188. Правила з укладання безстикової колії на капітально відремонтованому земляному полотні [5];

- ЦП 0204. Правила улаштування основної площадки земляного полотна при виконанні капітального ремонту та модернізації колії [6];

- ЦП 0266. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України [7];

- ЦП 0282. Інструкція з утримання штучних споруд (ВНД УЗ 32.2.04.015-2013 ЦП) [8].

Під час користування нормативними документами необхідно переконатись у їхній чинності, що має перевірятися за допомогою відповідних каталогів і щомісячних інформаційних покажчиків. Якщо документ замінено новим або до нього внесено зміни, необхідно користуватися новим документом, що містить внесені зміни до нього.

1.2. Терміни та визначення

У сфері діагностування та підсилення земляного полотна застосовуються такі терміни та визначення:

- баластові корита – окремо розташовані під шпалами заглиблення в глинистих ґрунтах, що складають основний майданчик, заповнені баластовими матеріалами;

- баластовий шлейф – накопичення на укосі насипу відпрацьованого баластового матеріалу;

- берегоукріплювальна споруда – гідротехнічна споруда для укріплення та захисту берегу від розмивів;

- берма – уступ земляного полотна з природною або штучною поверхнею, що відділяє тіло насипу від водовідвідної канами чи резерву або кавальєру від нагірної канами, або може розділяти частини укосів насипів і виїмок, що мають різну крутість, призначений для відведення води під час опадів або сніготанення, віддалення від тіла насипу або кавальєра води, що тече у водовідвідній канами, резерві або нагірній канами, і підвищення стійкості укосів;

- брівка земляного полотна – ребро між основним майданчиком земляного полотна і укосом насипу;

- весняне осідання – осідання поверхні ґрунту основного майданчика внаслідок ущільнення ґрунту, що взимку піддався здманню, під час відтавання навесні;

- виїмка – заглиблена лінійна споруда, зведена на трасі залізничі шляхом видалення ґрунту на задану глибину, що забезпечує розташування верхньої будови колії на проєктних відмітках нижче поверхні землі;

- водовідвідна канава – заглиблена протяжна споруда трапецеїдального перерізу у ґрунті, розташована вздовж залізничної лінії, призначена для збирання поверхневих (іноді й ґрунтових) вод і їхнього відведення до найближчого водотоку, водопропускної труби, мосту з метою захисту земляного полотна від розмиву або перезволоження;

- водопропускна труба – штучна гідротехнічна споруда, що забезпечує пропускання постійного або тимчасового водотоку під насипом залізниці;

- водопропускні споруди – штучні гідротехнічні споруди, що забезпечують пропускання постійного або тимчасового водотоку під насипом – водопропускні труби, мости, дюкери;

- георешітка – двомірна або тримірна стільникова структура із смуг поліефірного полотна або поліпропіленових стрічок, скріплених між собою високоміцними зварними швами, яка утворює каркас, що заповнюється ґрунтовими матеріалами, для армування земляного полотна;

- геотекстиль – ткане або неткане полотно з поліпропіленових, поліефірних, скляних нитей або волокон для армування основного майданчика і споруд земляного полотна;

- дефекти земляного полотна – несправності, що є наслідком недоробок під час проєктування земляного полотна, його захисних та укріплювальних споруд, порушення технології будівельного процесу й тимчасової експлуатації залізничних ліній, незадовільного поточного утримання й неякісних ремонтів колії;

- деформації земляного полотна – несправності земляного полотна та його споруд у вигляді зміни положення основного майданчика у плані та за профілем, зміни форми та розмірів поперечного перерізу земляного полотна, що виникають під час експлуатації;

- дренаж – спосіб осушення ґрунту шляхом спорудження штучних водостоків у вигляді відкритих каналів або труб з бічними отворами, що прокладають у траншеях з шаром щебеневої підсіпки та засіпки;

- заплава – частина долини ріки, що прилягає до її русла і затоплюється під час піднімання рівня води в ній;

- захисний шар земляного полотна – конструкція з дреноючого ґрунту, що розміщується в межах робочого шару та підсилює земляне полотно в зоні основного майданчика;

- звичайний рух поїздів – рух поїздів зі встановленою максимальною швидкістю: пасажирських не більше 140 км/год, вантажних не більше 90 км/год, рефрижераторних не більше 120 км/год;

- здимання (пучення) – збільшення об'єму вологого або водонасиченого глинистого ґрунту під час замерзання через перетворення води, що міститься в ньому, у лід, яке призводить до підняття поверхні землі, основного майданчика земляного полотна тощо;

- земляна дамба – гідротехнічна споруда у вигляді земляного валу;

- земляне полотно – комплекс інженерних споруд з ґрунтів, що служить основою верхньої будови колії, сприймає навантаження від рейкошпальної решітки, баласту і рухомого складу, рівномірно розподіляючи це навантаження на нижчий природний ґрунт, природну основу;

- зливна призма – поперечний обрис основного майданчика земляного полотна з глинистих та інших недреноючих ґрунтів у вигляді трапеції для одноколійних і трикутника для двоколійних ліній для швидкого стоку води, що дронує крізь баластну призму;

- зсувна ділянка – ділянка поверхні землі на косогорі, на якій існує небезпека зсуву – сповзання мас гірських порід, ґрунтів вниз схилом під дією власної ваги та додаткових навантажень внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів тощо;

- інженерні споруди – об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні чи підземні будівельні об'єкти, що складаються з несучих і в

окремих випадках огорожувальних конструкцій і призначені для виконання виробничих процесів різних видів, зокрема руху поїздів залізницями;

- контрбанкет – підтримувальна споруда з насипного ґрунту у вигляді призми біля основи насипу, що примикає до його укосу, яку улаштовують, як правило, у разі крутого поперечного ухилу основи насипу з її низової сторони для збільшення стійкості укосу насипу або зсувного косогору;

- конус мосту (насипу) – частина насипу, що безпосередньо примикає до обсипного стояна моста і має конічну поверхню;

- кювет – поздовжня канава, що розташовується у виїмках (за необхідності в нульових місцях) з кожної сторони основного майданчика земляного полотна для збору та відведення води з основного майданчика та укосу виїмки;

- лоток – штучна гідротехнічна споруда у вигляді відкритого жолоба, розташована вздовж осі потоку;

- нагірна канава – поздовжня водовідвідна канава, що улаштовується з верхової сторони виїмки на ділянках з поперечним ухилом місцевості більш ніж 0,04 і з двох сторін на ділянках з поперечним ухилом місцевості більш ніж 0,04 для перехоплення води, що стікає косогором, і її відведення до найближчої водопропускної споруди або в понижені місця рельєфу;

- напіввиїмка – конструкція земляного полотна, у якій основний майданчик повністю розташований у природних (ненасипних) ґрунтах, поперечний профіль земляного полотна складається частково з насипу і частково з виїмки, при розробці профілю ґрунт із виїмки відсипається в насип;

- напівнасип – конструкція земляного полотна, основний майданчик якої розташований повністю на насипному ґрунті, можлива форма земляного полотна на косогорах та гірській місцевості, коли

земляне полотно частково заглиблюється в ґрунти основи, а частково розташовується на нульовому місці або на насипу;

- насип – ґрунтова лінійна інженерна споруда, зведена на трасі залізниці звичайно в пониженнях рельєфу, на підходах до мостів і шляхопроводів, що забезпечує розташування верхньої будови колії на проєктних відмітках над поверхнею землі;

- нульове місце – ділянка земляного полотна залізничної колії, на якій низ верхньої будови колії влаштовується у відмітках природної поверхні землі (у т. ч. переході виїмки в насип);

- обсипний стоян (опора) – стоян, розташований у тілі насипу земляного полотна таким чином, що конус насипу виступає за передню стінку стояна в бік прогонової споруди;

- обстеження земляного полотна та його споруд – процес детального вивчення поточного технічного стану земляного полотна та його споруд з проведенням інструментальних зйомок, буріння, шурфування працівниками ЦДЗІ, поглибленого вивчення поточного технічного стану земляного полотна та його споруд, що проводиться шляхом вивчення проєктної документації, натурних оглядів, обстежень і випробувань із застосуванням вимірювальних приладів, розрахункових процедур науково-дослідними, проєктними та іншими організаціями, фахівці яких мають відповідні сертифікати державного зразка на право проведення обстеження (або сертифікованими фахівцями), оснащеними необхідними технічними засобами діагностики;

- огляд земляного полотна та його споруд – процес візуального визначення технічного стану земляного полотна та його споруд, що проводиться працівниками, керівниками та їхніми заступниками дистанцій колії, служб колії, регіональної філії АТ «Укрзалізниця», працівниками ЦДЗІ;

- опора мосту (мостова опора) – конструктивна, несуча частина мосту, на яку обпираються прогонові споруди і яка передає навантаження від них на основу через фундамент;

- основний майданчик земляного полотна – верхня поверхня земляного полотна між його бровками, що є основою для розміщення верхньої будови колії;

- полої (одн. – полії) – шаруваті крижані масиви на поверхні землі, інженерної споруди, криги, утворені внаслідок замерзання природних або техногенних вод, що витікають із водоносних горизонтів;

- потенційно небезпечні місця – ділянки земляного полотна, де до поточного часу деформації не відбувалися, але за несприятливих умов можуть статися: ділянки, розташовані на косогорах, підтоплювані, з пучинами, карстами, скельними осипами, іншими складними геологічними та геоморфологічними умовами, ділянки насипів висотою понад 12 м (особливо за наявності на укосах баластових шлейфів), виїмок глибиною понад 12 м, а також місця, що мають відхилення від встановлених норм за шириною основного майданчика, крутістю укосів;

- пошкодження земляного полотна – несправності земляного полотна та його споруд з порушеннями суцільності їхніх елементів, що виникли під час експлуатації;

- прискорений рух пасажирських поїздів – рух пасажирських поїздів зі встановленою максимальною швидкістю від 141 до 160 км/год;

- робочий шар земляного полотна – верхня частина земляного полотна, що безпосередньо сприймає навантаження від верхньої будови колії та рухомого складу і передає ці навантаження на тіло насипу або основу виїмки;

- регуляційна споруда – гідротехнічна споруда, призначена для регулювання водного потоку в межах мостового переходу;

- резерв – канава великого трапецеїдального перерізу, розташована вздовж насипу земляного полотна, утворена за рахунок відбирання ґрунту для його зведення і призначена для водовідведення;

- розрахунковий горизонт (рівень) високої води – максимальний рівень води у водоймищі під час паводку або повені, визначений за даними гідрометричних спостережень;
- горизонт (рівень) меженних вод – середній рівень води між паводками, на якому вода річки (водоймища) тримається протягом більшої частини року;
- стоян – крайня опора мосту, до якої примикає насип земляного полотна;
- укіс – бічна похила до рівня горизонту поверхня насипу, виїмки, канами тощо;
- штучні споруди – споруди, що зводять на пересіченнях залізничної лінії з різними перешкодами (постійними та періодичними водотоками, висотними перешкодами, іншими дорогами, обвало- та лавинонебезпечними схилами);
- складні інженерно-геологічні умови – геологічне середовище, яке включає специфічні ґрунти, небезпечні природні або техногенні процеси, геоморфологічні умови, геологічні та гідрогеологічні фактори взаємодії з будівлями та спорудами, що належать до II та III категорій складності інженерно-геологічних умов.

1.3. Об'єкти і конструкції земляного полотна

Об'єктами земляного полотна (рис. 1.1) є насипи (1), виїмки (2), нульові місця (3), напівнасипи (4), напіввиїмки (5), напівнасипи-напіввиїмки (6) з улаштуваннями для відведення поверхневих і ґрунтових вод, що належать до них, а також відповідними захисними та укріпними спорудами. Загальний вигляд ділянки залізниці, що містить більшість видів об'єктів земляного полотна, наведено на рис. 1.2.

Земляне полотно будується за типовими поперечними профілями (рис. 1.3-1.7) або індивідуальними проєктами.

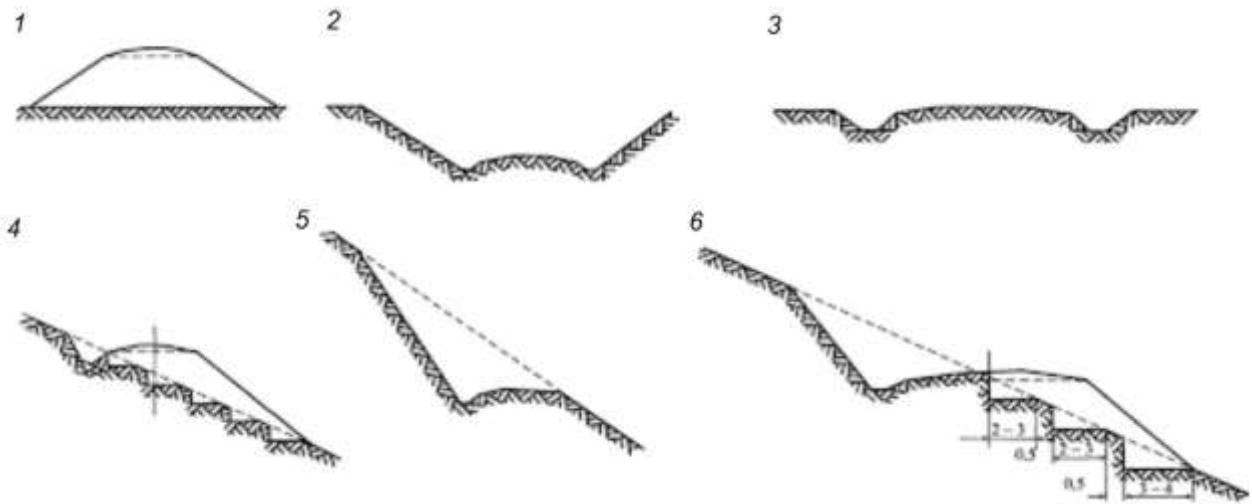


Рис. 1.1. Об'єкти земляного полотна (схеми поперечних профілів): насип (1), виїмка (2), нульове місце (3), напівнасип (4), напіввиїмка (5), напівнасип-напіввиїмка (6)



Рис. 1.2. Загальний вигляд ділянки залізниці, що містить ділянки з усіма видами об'єктів земляного полотна

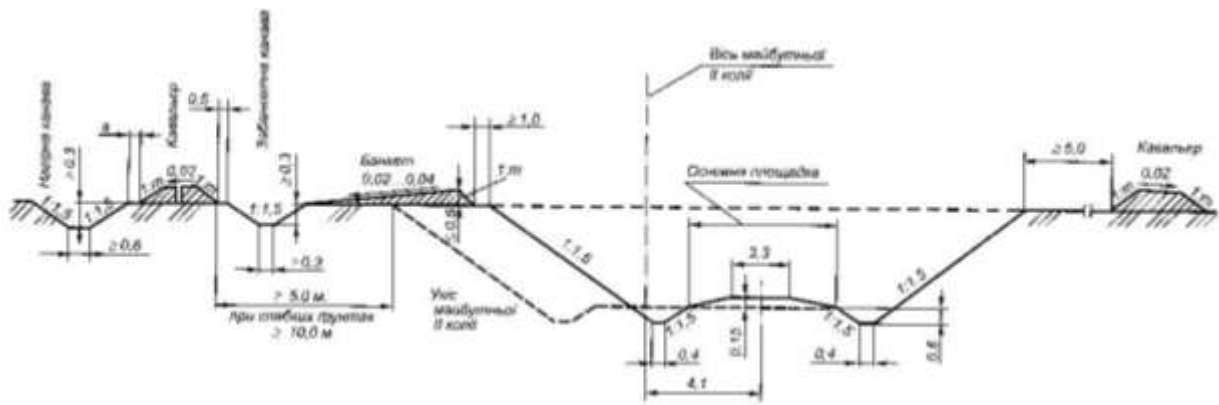


Рис. 1.3. Типовий поперечний профіль в'їмки глибиною до 12 м при поперечному ухилі місцевості не крутіше 1:5

На рис. 1.3 наведено типовий поперечний профіль в'їмки глибиною до 12 м у разі поперечного ухилу місцевості не крутіше 1:5. Для таких в'їмок кавальєри на косогорах менше 1:5 можуть розміщуватися як з одного боку, так і обох боків в'їмки. Відстань від підосви польового укосу кавальєру до нагірної канави (а) приймається від 1 до 5 м залежно від умов снігозанесення й фільтраційної здатності ґрунту. Ухил 1:m для укосів кавальєрів і банкетів має бути не крутіше 1:1,5. Кавальєри з низового боку в'їмки повинні мати розриви шириною не менше 1 м через кожні 50 м і в понижених місцях для відведення поверхневих вод. На майданчику між брівкою в'їмки та укосом кавальєру роблять ухил у бік розриву. У в'їмках глибиною понад 2 м у дрібних і пилюватих пісках, скельних легковивітрованих породах, перезволожених глинистих ґрунтах, пилюватих і лесоподібних ґрунтах, лесах мають бути облаштовані закуветні полиці. Ширина закуветних полиць: у дрібних і пилюватих пісках – 1 м, скельних легковивітрованих породах, перезволожених глинистих ґрунтах, пилюватих і лесоподібних ґрунтах, лесах при глибині в'їмки до 6 м – 1 м, при глибині в'їмки понад 6 м – 2 м.

На рис. 1.4 наведено типовий поперечний профіль в'їмки на косогорі при поперечному ухилі місцевості від 1:5 до 1:3.

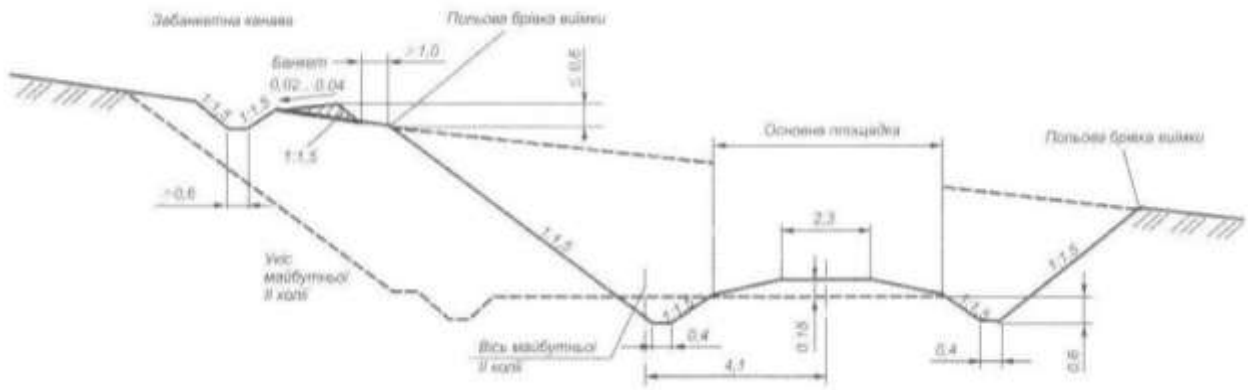


Рис. 1.4. Типовий поперечний профіль виїмки на косогорі при поперечному ухилі місцевості від 1:5 до 1:3

У разі поперечного ухилу місцевості від 1:5 до 1:3 кавальєри розміщуються, як правило, з низового боку. З верхового боку на косогорі крутіше 1:5 кавальєри відсипаються тільки у випадках, коли виконана перевірка загальної стійкості укосів з урахуванням кавальєру. На косогорах крутіше 1:3 кавальєри звичайно не влаштовуються. У виїмках глибиною понад 2 м у дрібних і пилюватих пісках, скельних легковивітрюваних породах, перезволожених глинистих ґрунтах, пилюватих і лесоподібних ґрунтах, лесах слід облаштовувати закюветні полиці. Ширина закюветних полиць має складати: у дрібних і пилюватих пісках – 1 м, скельних легковивітрюваних породах, перезволожених глинистих ґрунтах, пилюватих і лесоподібних ґрунтах, лесах при глибині виїмки до 6 м – 1 м, при глибині виїмки понад 6 м – 2 м.

На рис. 1.5, 1.6 наведено типові поперечні профілі насипів висотою до 2 і 12 м відповідно. У випадку насипів висотою до 12 м при поперечному ухилі місцевості не крутіше 1:5 дна резерву в поздовжньому напрямку роблять ухил не менше 0,003, а в поперечному напрямку – не менше 0,02 у бік від насипу при ширині резерву до 10 м включно та в напрямку до середини резерву при його ширині більше 10 м.

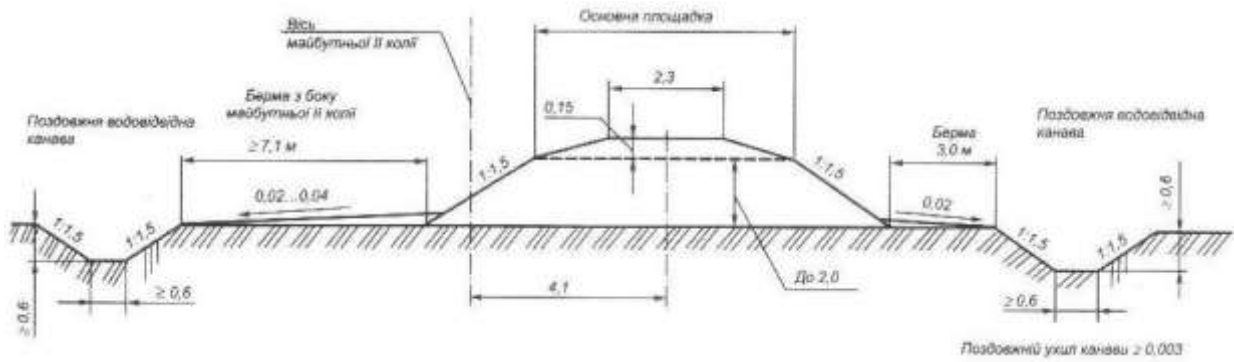


Рис. 1.5. Типовий поперечний профіль насипу висотою до 2 м

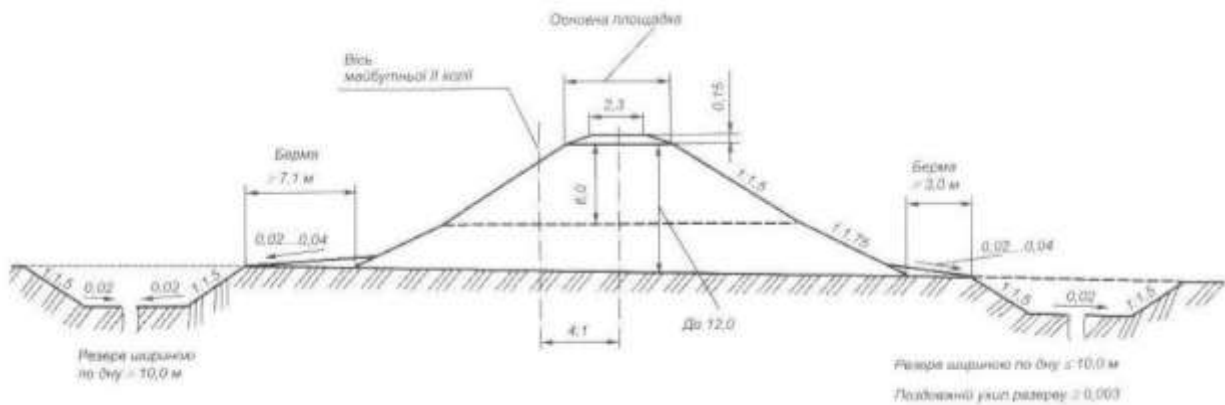


Рис. 1.6. Типовий поперечний профіль насипу висотою до 12 м при поперечному ухилі місцевості не крутіше 1:5

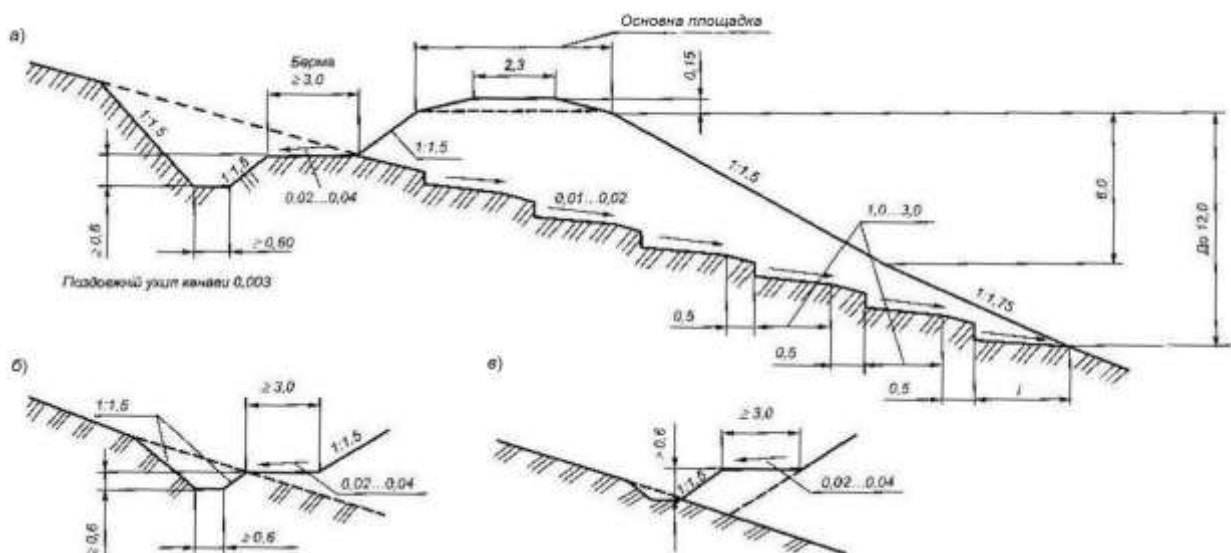


Рис. 1.7. Насип на косогорі крутістю від 1:5 до 1:3: а – насип; б – варіант улаштування поверхневого відведення води засипкою пазухи; в – варіант улаштування присипної берми

На рис. 1.7 наведено типовий поперечний профіль насипу висотою до 12 м на косогорі крутістю від 1:5 до 1:3.

Конструкції верхньої частини (основного майданчика) земляного полотна зі зв'язних ґрунтів (рис. 1.8-1.11) для забезпечення стійкості земляного полотна мають передбачати улаштування підбаластової піщаної подушки (рис. 1.8), захисного шару з дреноючого ґрунту (рис. 1.9), укладання геосинтетичних матеріалів (рис. 1.10), захисного шару з дреноючого ґрунту в комбінації з геосинтетичними матеріалами (рис. 1.11).

а

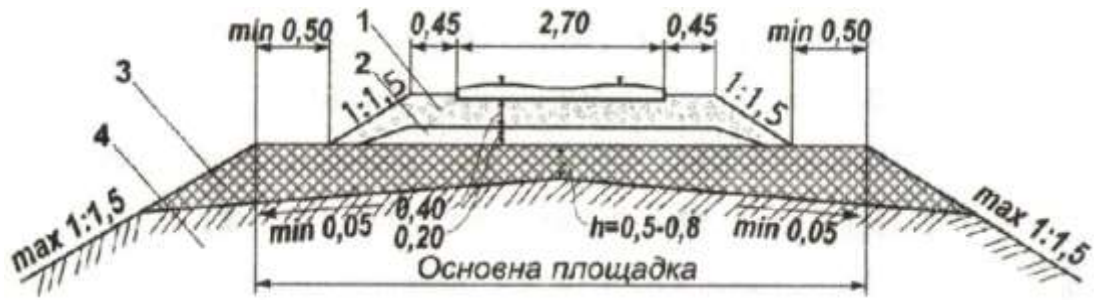


б



Рис. 1.8. Конструкція верхньої частини земляного полотна зі зв'язних ґрунтів з підбаластовою піщаною подушкою для одноколійних (*а*) і двоколійних (*б*) ділянок: 1 – щебневий шар; 2 – піщана подушка; 3 – тіло земляного полотна з глинистих ґрунтів

а



б

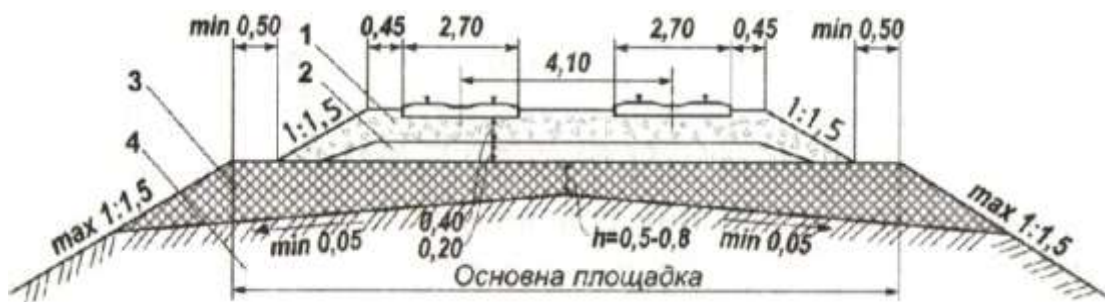


Рис. 1.9. Конструкція верхньої частини земляного полотна зі зв'язних ґрунтів із захисним шаром з дренуючого ґрунту для одноколійних (а) і двоколійних (б) ділянок: 1 – щебневий шар; 2 – піщана подушка; 3 – захисний шар з дренуючого ґрунту; 4 – тіло земляного полотна з глинистих ґрунтів

Головний елемент земляного полотна, що сприймає найбільші навантаження від рухомого складу, – основний майданчик. Конструкція основного майданчика земляного полотна зі зв'язних ґрунтів обирається залежно від фізико-механічних характеристик ґрунтів, їхньої несучої здатності й особливостей складання. Для колій і других колій, що будуються, ширина основного майданчика (ширина земляного полотна зверху) має відповідати вимогам ДБН В.2.3-19 [1]. Ширина земляного полотна зверху на прямих ділянках колії має відповідати типу верхньої будови колії. На існуючих ділянках до їхньої реконструкції допускається ширина земляного полотна не менше: на одноколійних – 5,5 м, двоколійних – 9,6 м, а в скельних і дренуючих ґрунтах не менше: на одноколійних – 5,0 м, двоколійних – 9,1 м.

На існуючих ділянках, на яких організується прискорений рух поїздів, допускається ширина земляного полотна не менше: на одноколійних – 7 м, двоколійних – 11,1 м, а в скельних і дренуючих ґрунтах не менше: на одноколійних – 6,5 м, двоколійних – 10,6 м.

а



б

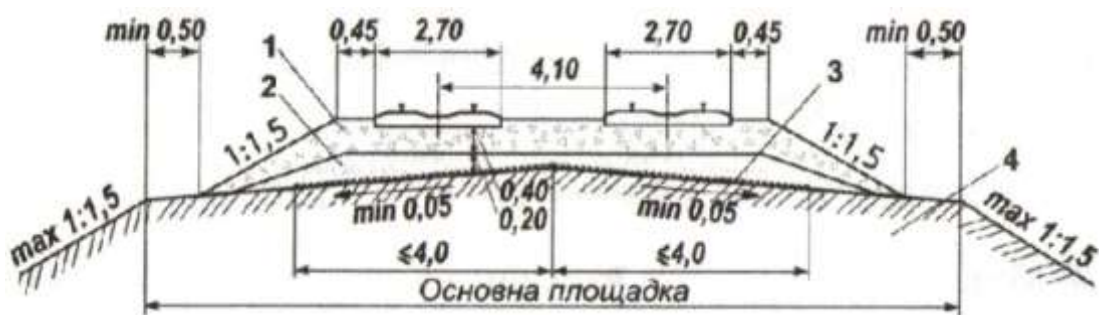


Рис. 1.10. Конструкція верхньої частини земляного полотна зі зв'язних ґрунтів з укладанням геосинтетичних матеріалів для одноколійних (а) і двоколійних (б) ділянок: 1 – щебневий шар; 2 – піщана подушка; 3 – геотекстиль; 4 – тіло земляного полотна з глинистих ґрунтів

Узбіччя земляного полотна має розташовуватися не нижче ніж 0,6 м від верху баластової призми. Ширина узбіччя земляного полотна має бути не менше 0,4 м, а на головних коліях – не менше 0,5 м. На лініях, що експлуатуються тривалий час, за основний майданчик приймається умовна межа, що проходить по підшві баластової призми типових розмірів.

а



б



Рис. 1.11. Конструкція верхньої частини земляного полотна зі зв'язних ґрунтів з укладанням захисного шару з дренаюючого ґрунту в комбінації з геосинтетичними матеріалами для одноколієвих (а) і двоколієвих (б) ділянок: 1 – щебневий шар; 2 – піщана подушка; 3 – захисний шар з дренаюючого ґрунту; 4 – тіло земляного полотна з глинистих ґрунтів; 5 – гідроізолююча геомембрана; б – геотекстиль

Земляне полотно та його споруди мають забезпечувати безпеку руху поїздів із заданими навантаженнями й швидкостями руху при встановленій вантажонапруженості. Земляне полотно, його елементи і споруди мають відповідати нормативам міцності та стійкості протягом усього періоду служби. Споруди, призначені для відведення поверхневих і ґрунтових вод від земляного полотна, мають якісно виконувати свої функції протягом усього року.

Поперечний переріз кюветів і канав має забезпечувати відведення паводкових і зливових вод. Не допускається засмічення кюветів і канав.

Брівка каналу (лотка) має підвищуватися не менш ніж на 0,2 м над рівнем води в періоди зливових дощів і паводків. Укоси й дно водовідвідних споруд не повинні мати тріщин і вимоїн.

Опори контактної мережі не мають стискувати живий переріз водовідвідних споруд. У випадках, коли опори контактної мережі встановлені з порушенням зазначеної вимоги, під час планово-запобіжних ремонтів верхньої будови колії й земляного полотна, мають здійснюватися заходи щодо забезпечення безперешкодного відведення води водовідвідними спорудами. Розміщення опор контактної мережі має відповідати вимогам п. 22.32 ДБН В.2.3-19 [1].

Крутість укосів земляного полотна має відповідати вимогам ДБН В.2.3-19 [1] і типовим поперечним профілям рис. 1.3-1.8. У випадку відповідності обрисів земляного полотна типовим поперечним профілям розрахунковий коефіцієнт стійкості укосів земляного полотна має бути не менше 1,2. У випадку, якщо крутість укосів насипу більша, ніж наведена за ДБН В.2.3-19 [1], але не перевищує 1:1,35, слід провести розрахунки стійкості укосів і баластових шлейфів, у тому числі з передбаченням проходження можливої поверхні зміщення по контакту глинистого ґрунту тіла земляного полотна й баластового шлейфа. Коефіцієнт стійкості має бути не менше 1,5. Для виконання розрахунків стійкості баластових шлейфів за необхідності можуть залучатися відділи з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ або проєктні та науково-дослідні організації.

Земляне полотно необхідно проєктувати на підставі результатів інженерно-геологічних і інженерно-геодезичних вишукувань. За необхідності слід додатково виконати інженерно-гідрометеорологічні, гідрологічні, гідрогеологічні, інженерно-сейсмологічні й інші види вишукувань, а також натурні визначення деформативних властивостей ґрунтів основи. Під час проєктування треба забезпечувати заданий рівень надійності щодо міцності, стабільності і стійкості земляного полотна з

урахуванням досвіду експлуатації залізниць і вібродинамічного впливу поїздів. У цьому випадку приведені витрати мають бути мінімальними, збережені цінні землі і підтримано екологічну рівновагу максимально, за Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Необхідні захисні споруди і засоби (сніго- і піскозахисту, протиобвальні, протилавинні, протисельові засоби, охоронні лісосмуги тощо) можуть розташовуватися як у смузі відведення залізниці, так і за її межами, у спеціально виділених охоронних зонах.

Ґрунти, що використовуються для спорудження земляного полотна, класифікуються за ДСТУ Б В.2.1-2 [9]. Додатково з урахуванням роботи ґрунтів у спорудах вони класифікуються так:

- скельні за тріщинуватістю – надтріщинуваті (дрібноблочні, з відстанню між тріщинами до 0,1 м), сильнотріщинуваті (середньоблочні, з відстанню між тріщинами 0,1–0,5 м), середньотріщинуваті (крупноблочні, з відстанню між тріщинами 0,5–1,0 м), малотріщинуваті (надто крупноблочні, з відстанню між тріщинами 1,0–1,5 м), практично монолітні (виключно крупноблочні, з відстанню між тріщинами понад 1,5 м);

- скельні за здатністю до вивітрювання – слабо вивітрювані, вивітрювані та легко вивітрювані. Здатність до вивітрювання визначається літологічним складом, лабораторними випробуваннями зразків багаторазовим зволоженням і висушуванням;

- великоуламкові та піщані – за ступенем дренажування;

- глинисті – за гранулометричним складом, засоленістю, набуханням, схильністю до морозного здимання, просіданням і чутливістю до вібродинамічного впливу.

Для спорудження земляного полотна рекомендується використовувати місцеві ґрунти, у тому числі штучні (відходи виробництва, придатні для укладання в земляне полотно). Модуль деформації ґрунтів має відповідати вимогам п. 7.2 ДБН В.2.3-19 [1]. У разі

застосування відходів виробництва, а також специфічних природних ґрунтів, міцність яких різко знижується під впливом кліматичних факторів, необхідно передбачати заходи щодо забезпечення надійності конструкцій (стабільності основного майданчика і стійкості укосів).

Конструкції земляного полотна та захисних споруд мають задовольняти такі експлуатаційні вимоги:

- забезпечувати тривалу експлуатацію колії з мінімальними відмовами в умовах пропускання сучасних і перспективних типів рухомого складу, максимальних швидкостей руху поїздів і розрахункової вантажонапруженості проєктної залізниці;

- бути ремонтпридатними;

- бути рівнонадійними на всій довжині незалежно від виду застосованих ґрунтів і природного стану основи;

- бути взаємопов'язаними з конструкцією притрасової автомобільної дороги.

Допускається в разі техніко-економічного обґрунтування розміщувати притрасову автомобільну дорогу на бермі насипу залізничної колії. У цьому випадку має бути забезпечена цілісність земляного полотна і передбачені заходи щодо забезпечення безпеки руху поїздів.

Глибину сезонного промерзання-відтавання земляного полотна з глинистих ґрунтів для певних кліматичних умов необхідно прогнозувати теплотехнічними розрахунками залежно від загальної товщини шару дренуючих ґрунтів по осі колії.

Для забезпечення надійності конструкцій земляного полотна і розширення сфери застосування місцевих ґрунтів слід передбачати:

- ущільнення до нормованої щільності ґрунтів у насипах і, у необхідних випадках, під основним майданчиком у виїмках і на нульових місцях (за дод. Б ДБН В.2.3-19 [1]);

- улаштування захисного шару з дренуючих ґрунтів під баластовою призмою;

- застосування геотекстилю (на основному майданчику під захисним шаром, для будівництва других колій, у конструкціях укріплення укосів, а також у разі слабкої основи);

- використання теплоізоляційних матеріалів для запобігання морозним деформаціям (пінопласти, шлаки, торф);

- надійне забезпечення відведення поверхневих і ґрунтових вод від конструкцій земляного полотна (у тому числі з застосуванням неглибоких дренажів, водовідвідних лотків);

- застосування інженерних засобів захисту укосів насипу (контрбанкети, залізобетонні укріплення, хімічне закріплення поверхневого шару ґрунтів), мокрих виїмок і виїмок у набрякаючих ґрунтах (притулений і траншейний дренажі), скельних виїмок (пневмонабризк бетону, одягаючі стіни, анкерні кріплення);

- обсіпання укосів насипу і виїмок скельним ґрунтом або щебенем за відсутності родючого ґрунту для травозасіювання, в обґрунтованих випадках – використання георешіток та інших композитних матеріалів для укріплення укосів.

Під час проєктування земляного полотна необхідно приймати рішення відповідно до діючих типових проєктів, за винятком таких видів земляного полотна, що потребують індивідуального проєктування:

- насипи висотою більш ніж 12 м із роздроблених скельних ґрунтів, великоуламкових ґрунтів, із піску і глинистих ґрунтів твердої і напівтвердої консистенції;

- насипи висотою більш ніж 6 м із глинистих ґрунтів тугопластичної консистенції;

- насипи на слабких основах, а також у разі виходу джерел у межах основи;

- насипи в межах болота I типу глибиною більш ніж 4 м і болота II або III типу глибиною більш ніж 3 м, у разі поперечного ухилу

мінерального дна болота I типу крутіше 1:10, II типу – крутіше 1:15, III типу – крутіше 1:20, а також у межах болота з торфом нестійкої консистенції, що не піддається класифікації;

- насипи на заплавах рік, ділянках перетинів водоймищ і водотоків, ділянках тимчасового підтоплення, ділянках земляного полотна, розташованих уздовж водотоків, водойм, водоймищ і морів;

- насипи на косогорах крутіше 1:5, складених скельними ґрунтами; косогорах крутіше 1:3, складених нескельними ґрунтами; а також косогорах крутістю від 1:5 до 1:3 у разі висоти низових укосів понад 12 м;

- виїмки у разі висоти укосів понад 12 м;

- виїмки в скельних ґрунтах у разі несприятливих інженерно-геологічних умов, у тому числі залягання шарів гірських порід із нахилом крутіше 1:3 у бік колії;

- виїмки в глинистих перезволожених ґрунтах із показником плинності (I_l) вище 0,5;

- виїмки, що розкривають водоносні горизонти;

- виїмки глибиною більше 6 м у глинистих і пілуватих ґрунтах у районах надмірного зволоження;

- виїмки в сильнабухаючих ґрунтах та інших (у тому числі штучних) ґрунтах, що різко знижують стійкість укосів і міцність основного майданчика під впливом кліматичних і динамічних факторів (глинисті ґрунти з вологістю на межі плинності більше 0,4), а також насипи, проєктовані з використанням зазначених ґрунтів;

- земляне полотно на ділянках, здатних до здимання (місця з перемежованими, різнорідними за своїми здиманими властивостями ґрунтами в зоні промерзання; ділянки з локальним зволоженням здатних до здимання ґрунтів; кінцеві ділянки скельних виїмок);

- земляне полотно в місцях активних схилевих процесів (на ділянках із наявністю або можливим розвитком зсувів, обвалів, осипів, кам'яних розсипів, снігових лавин, селів, ярів);

- земляне полотно на ділянках з розвитком природних або штучних підземних порожнин (гірничі виробки, карсти);
- земляне полотно в місцях пересічення його трубопроводами;
- земляне полотно, під час спорудження якого використовується гідромеханізація і вибухові способи виконання робіт, а також земляне полотно з елементами геотекстилю в конструкції;
- земляне полотно, що прибудовується до існуючого у випадку наявності на останньому баластних корит і лож на основному майданчику, баластних шлейфів на укосах існуючого насипу з недренуючих ґрунтів, які не можуть бути усунуті в процесі нарізання уступів, і на ділянках, де спостерігаються чи спостерігалися деформації колії;
- земляне полотно в районах з високою сейсмічністю (7 і більше балів);
- насипи і виїмки на ділянках із ґрунтами, схильними розріджуватися від динамічних впливів.

При індивідуальному проектуванні земляного полотна слід приймати навантаження від рухомого складу і верхньої будови колії з урахуванням перспективних умов експлуатації залізниці і в необхідних випадках перевіряти стійкість укосів (за дод. Б ДБН В.2.3-19 [1]), міцність ґрунтів основного майданчика, основи насипу, їхню деформативність (у частині неперевіщення припустимих значень рівномірного морозного здимання і пружних осідань насипу на болотах). Допустиме значення рівномірного морозного здимання, що встановлюється з урахуванням потужності захисного шару, не має перевищувати для залізниць категорій, за ДБН В.2.3-19: I–III – 20 мм; IV, V – 25 мм; VI, VII – 35 мм. Розрахункове значення пружних осідань основи насипу по осі колії не має перевищувати на лініях I–V категорій – 2 мм.

Ширину основного майданчика земляного полотна нових залізниць на прямих ділянках колії в межах перегонів слід приймати за нормами, наведеними в табл. 1.1. За наявності захисного шару під баластною

призмою ширина земляного полотна призначається на 0,4 м менше зазначеної для глинистих ґрунтів (у третій графі табл. 1.1); вона вимірюється на рівні проєктної брівки, що перевищує профільну брівку на 0,15 м.

Таблиця 1.1

Ширина основного майданчика земляного полотна

Категорія залізничних ліній	Кількість головних колій	Ширина основного майданчика земляного полотна на прямих ділянках колії, м, у разі використання ґрунтів	
		глинистих, великоуламкових із глинистим заповнювачем, скельних, що вивітрюються і легко вивітрюються, пісків, що не дреноують, дрібних і пилюватих	скельних, що слабо вивітрюються, великоуламкових із піщаним заповнювачем і пісків дреноуючих* (крім дрібних і пилюватих)
I і II	2	11,7	10,7
II і III	1	7,6	6,6
IV і V	1	7,3	6,4
VI і VII	1	7,2	6,2

* До дреноуючих, за умовами роботи земляного полотна, слід відносити ґрунти, що мають за максимальної щільності за стандартним ущільненням коефіцієнт фільтрації не менше 0,5 м/доба і мають у гранулометричному складі не більше 10 % частинок розміром менше 0,1 мм. Допускається за згодою замовника та наявністю відповідного техніко-економічного обґрунтування застосовувати дрібні та пилюваті піски з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/доба.

Примітки: 1. Ширина основного майданчика земляного полотна вимірюється: для ґрунтів, зазначених у графі 3, – у рівні профільної брівки, для ґрунтів, зазначених у графі 4, – у рівні проєктної брівки. Проєктна брівка перевищує рівень профільної брівки на висоту зливної призми плюс різниця товщин баластного шару на цій ділянці дреноуючих ґрунтів.

2. Виїмки глибиною більше 6 м, розташовані у скельних ґрунтах, а також на крутих косогорах і притисках рік, незалежно від висоти укосів для ліній III категорії і вище необхідно проєктувати під дві колії.

3. Ширину земляного полотна насипів, що споруджуються на слабких основах, і насипів, споруджуваних на осідаючих основах, треба встановлювати виходячи з умови забезпечення необхідних розмірів після повного осідання.

Відстань від осі другої, третьої чи четвертої колій, що укладаються, до брівки земляного полотна слід приймати не менше половини ширини земляного полотна, зазначеної в табл. 1.1 для I і II категорій магістральних ліній. Ширину земляного полотна у випадку розташування колії на різних рівнях слід встановлювати за розрахунком.

Мінімальна ширина узбіччя з боку, протилежного розташуванню проектної другої колії, має бути не менше 0,5 м. Якщо ця норма не забезпечується, необхідно відповідно збільшувати відстань між існуючою і проектною головними коліями з подальшим виправленням плану існуючої колії. Ширину земляного полотна багатоколійних залізниць слід визначати з урахуванням розширеної відстані між осями другої і третьої колії. За відповідного техніко-економічного обґрунтування третю і четверту колії допускається проєктувати і на окремому земляному полотні. Ширину земляного полотна на роздільних пунктах треба встановлювати відповідно до проєкту колійного розвитку. У цьому разі відстань від осі крайніх станційних колій до брівки земляного полотна має бути не менше половини ширини, наведеної в табл. 1.1. Під час розвитку існуючих станцій у випадках, коли застосування зазначених норм викликає зрізання або присипання існуючих укосів земляного полотна, відстань від осі крайньої станційної колії до брівки земляного полотна допускається зменшувати так, щоб ширина узбіччя була не менше 0,5 м.

Ширину основного майданчика земляного полотна на лініях усіх категорій на ділянках, розташованих у кривих, слід збільшувати з зовнішнього боку кривої на значення, наведене в табл. 1.2. Перехід від нормальної ширини до збільшеної ширини необхідно виконувати в межах перехідних кривих. Крім того, під час проєктування додаткових головних

колій до неї необхідно додавати величину міжколійного розширення в кривих між осями першої і другої головних колій, за ДСТУ Б В.2.3-19 [1].

Таблиця 1.2

Розширення земляного полотна в кривих

Радіус кривої, м	Розширення земляного полотна, м
3000 і більше	0,20
Від 2500 до 1800	0,30
» 1500 » 700	0,40
600 і менше	0,50

Розширення в кривих на лініях I категорії устанавлюються розрахунком.

Земляне полотно на підходах до великих мостів має бути розширене на 0,5 м в обидва боки на довжині 10 м від задньої грані стояна, а на наступних 25 м поступово зведено до нормальної ширини. Поперечний обрис основного майданчика одноколійного земляного полотна, запроектованого з недренуючих ґрунтів без захисного шару, слід призначати зі зливною призмою у вигляді трапеції шириною зверху 2,3 м, висотою 0,15 м і з основою, рівною ширині земляного полотна, а поперечний обрис верху земляного полотна, що споруджується одразу під дві колії, – із зливною призмою у вигляді трикутника висотою 0,2 м із основою, рівною ширині земляного полотна. Верх одноколійного і двоколійного земляного полотна з роздроблених скельних, дреноуючих великоуламкових і дреноуючих піщаних ґрунтів необхідно проектувати горизонтальним. Також горизонтальним має бути запроектований і верх захисного шару з зазначених ґрунтів. Колії, що додатково укладаються, розташовуються на односхилому полотні, а на скельних, дреноуючих великоуламкових і піщаних ґрунтах – горизонтально.

У разі проєктування земляного полотна другої колії з недренуючих ґрунтів необхідно передбачати заходи, що виключають однобічне здимання колії, яка прибудовується, і забезпечують надійне відведення поверхневих вод з існуючого земляного полотна шляхом відсіпання верхнього шару земляного полотна другої колії дренуючими ґрунтами. Товщина дренуючого шару під баластною призмою має бути не менше товщини захисного шару. У випадках, коли до насипів, відсіпаних глинистими ґрунтами, досипаються насипи з використанням великоуламкових ґрунтів і пісків, необхідно передбачити заходи для запобігання промерзання глинистих ґрунтів існуючого насипу під запроєктованою другою колією. Під час розширення існуючого земляного полотна і наявності в ньому дефектів і деформацій треба передбачати заходи щодо їх усунення.

Поперечний обрис основного майданчика станційного земляного полотна залежно від кількості колій і виду ґрунту потрібно проєктувати односхилим або двосхилим. У випадку значної ширини основного майданчика допускається застосовувати пилкоподібний поперечний профіль із спорудженням у міжколійях, де знаходяться нижні точки переломів профілю, закритих поздовжніх водовідводів (лотків і дренажів) із ухилом не менше 0,002, а за необхідності – з улаштуванням поперечних випусків для відведення води за межі земляного полотна. Поверхням схилів основного майданчика земляного полотна слід надавати ухил у бік водовідводів. Значення ухилів приймається залежно від видів ґрунтів земляного полотна, кліматичних умов і кількості колій, розташованих у межах схилу. Верх земляного полотна станційних площадок зі скельних, великоуламкових і піщаних дренуючих ґрунтів слід проєктувати горизонтальним.

Для земляного полотна із глинистих ґрунтів усіх видів, крім супісків, що містять піщані частинки розміром від 2 до 0,05 мм у кількості більше 50 % за масою, слід передбачати підсилення конструкції в зоні основного майданчика: улаштування під баластною призмою захисного шару з

дренуючого ґрунту в комбінації з геотекстилем чи без нього. Укладання геотекстилю без захисного шару з дренуючого ґрунту не допускається. Товщину шару дренуючого ґрунту під баластною призмою встановлюють залежно від виду ґрунту земляного полотна та його стану з урахуванням глибини промерзання ґрунтів у районі будівництва згідно з розрахунком.

У разі проєктування захисних шарів із дренуючого ґрунту без застосування геотекстилю в основі товщина його має визначатися розрахунком, але бути не менш ніж від 0,8 до 1,0 м для суглинків і глин і від 0,5 до 0,7 м для супісків залежно від кліматичних умов. Поверхню глинистого ґрунту в основі захисного шару на нових лініях слід планувати двосхилою з ухилом 0,05 від осі полотна в польовий бік; у випадку будівництва других колій планування має бути односхилим з ухилом 0,05 від існуючої колії. На ділянках примикання захисних шарів до земляного полотна зі скельних та інших дренуючих ґрунтів, а також примикання до штучних споруд для усунення нерівномірності морозного здимання необхідно передбачати сполучення, що забезпечують плавний перехід у поздовжньому напрямку і відповідають нормам поточного утримання колії.

Крутість укосів насипів і виїмок слід визначати залежно від виду ґрунту, висоти насипу і глибини виїмки за табл. 1.3 і 1.4 із урахуванням геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних і кліматичних умов місцевості, а також намічуваних способів виконання робіт.

Укоси насипу, виїмок і всіх захисних і водовідвідних земляних споруд і пристроїв, які зводяться з ґрунтів або споруджуються в ґрунтах, схильних до руйнування від природних впливів, а також тих, що можуть підтоплюватися, мають бути укріплені. Тип укріплення необхідно вибирати залежно від конструкції споруд, інтенсивності впливу природних факторів і фізико-механічних властивостей ґрунтів земляних споруд. Тип укріплення укосів конусів, насипу і берм у межах підтоплення, укосів і дна водотоків, водойм і берегових схилів біля підосви, а також регуляційних і захисних споруд необхідно встановлювати залежно від умов льодоходу, впливу хвиль і течій.

Крутість укосів насипів для ліній усіх категорій

Вид ґрунту, що використовується	Крутість укосу при висоті насипу		
	до 6 м	до 12 м	
		у верхній частині висотою 6 м	у нижній частині від 6 до 12 м
Роздроблені скельні ґрунти, що вивітрюються та слабо вивітрюються, великоуламкові та великоуламкові з піщаним заповнювачем, піски гравеліті, крупні та середньої крупності, металургійні шлаки	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Піски дрібнозернисті та пилюваті, глинисті ґрунти (у тому числі лесоподібні) твердої і напівтвердої консистенції, великоуламкові з глинистим заповнювачем такої самої консистенції, роздроблені скельні, що легко вивітрюються ¹	1:1,5	1:1,5	1:1,75
Глинисті ґрунти тугопластичної консистенції та великоуламкові ґрунти з глинистим заповнювачем такої самої консистенції	1:2 ²	За індивідуальним проектом	
Глинисті і пилюваті ґрунти (у тому числі лесоподібні) у районах надмірного зволоження ³ , а також піски однорідні дрібні, пилюваті	1:1,75	1:1,75	1:2

Примітки: 1. Крутість укосів у глинистих ґрунтах напівтвердої і тугопластичної консистенції, а також пісках дрібних і пилюватих необхідно приймати не менше визначених і перевіряти розрахунком. Під час розрахунку необхідно враховувати зниження міцності і деформативних характеристик ґрунтів внаслідок вібродинамічного впливу.

Примітка 2. Для ліній VI, VII категорій 1:1,75.

Примітка 3. До районів надмірного зволоження належать території, у межах яких середньорічна кількість опадів значно перевищує можливе випаровування з поверхні суші.

Крутість укосів виїмок для ліній усіх категорій

Вид ґрунту	Висота укосів виїмок, м	Крутість укосів виїмок
Скельні, що слабо вивітрюються	до 12	1:0,2
Скельні, що вивітрюються	до 12	1:1
Скельні, що легко вивітрюються	до 12	1:1,15
Великоуламкові, піщані, глинисті (у тому числі лесоподібні) твердої, напів-твердої, тугопластичної консистенції	до 12	1:1,15
Глинисті і пілуваті ґрунти в районах надмірного зволоження	до 6	1:2
Леси	до 12	1:0,5-1:1,5

Примітки: 1. Укоси крутістю 1:0,2 застосовуються в контурних вибухових роботах; за сприятливих інженерно-геологічних умов у ґрунтах, що слабо вивітрюються, допускаються вертикальні укоси виїмок.

Примітка 2. У скельних виїмках у межах поверхневого (делювіального-елювіального) шару крутість укосів необхідно приймати з урахуванням потужності цього шару та його міцності.

Примітка 3. У підшві укосів у скельних ґрунтах, що легко вивітрюються, необхідно передбачати влаштування кюветів-траншей шириною понизу 4 м і глибиною 0,6 м. У скельних ґрунтах, які слабо вивітрюються або вивітрюються, у разі невитриманості їхнього залягання, сильній дислокованості і несприятливому розташуванні поверхонь послаблення необхідно біля підшви укосів передбачити траншеї, що будуть уловлювати осипання з укосів, габаритні розміри яких знаходять розрахунком.

Відмітка верху укріплення укосів земляного полотна, що підтоплюються, огорожувальних дамб має бути не нижче відміток, установлених розрахунком брівок відповідно до п. 6.10 ДБН В.2.3-19 [1].

Типи укріплення укосів, які піддаються впливу хвиль і водяного потоку, слід визначати виходячи з імовірності перевищення витрат повені і відповідних їм рівнів води на піку паводків із урахуванням підпору, нахату

хвилі на укiс i вiтрового нагону: на лiнiях I–V категорiй – 1:100; на лiнiях VI та VII категорiй i пiд'їзних колiях – 1:50. Висоту вiтрового нагону i величину вiтрових хвиль необхідно визначати згiдно зi СNiП 2.06.04 [10] для забезпечення розрахункових рiвнiв води, зазначених вище. Типи укpiплення укосiв вiд впливу iнших природних явищ (лiд, селя, флуктуацiя берегової лiнii тощо) повиннi мати надiйнiсть, яка вiдповiдає iмовiрностi виникнення пiку повенi, прийнятої пiд час визначеннi типу укpiплення укосiв вiд впливу водяного потоку.

На перегонах i станцiях треба проєктувати пристрої для вiдведення вiд земляного полотна поверхневих вод, а за необхідностi також i зниження рiвня ґрунтових вод. На станцiях, крiм того, слiд передбачати вiдведення, а за необхідностi i очищення виробничих вод (що надходять вiд депо, майстерень тощо) згiдно з вимогами розд. 29 ДБН В.2.3-19 [1]. Вiдведення поверхневих вод, якi потрапляють до земляного полотна, слiд передбачати водовiдвiдними канавами або резервами вiд насипу, нагiрними та забанкетними канавами, кюветами, кювет-траншеями або лотками вiд виїмок. У разi чiтко визначеного ухилу мiсцевостi, коли надходження води до земляного полотна можливе тiльки з верхової сторони, водовiдвiднi канали потрiбно проєктувати тiльки з нагiрної сторони. У виїмках, якi прорiзають масиви глинистих ґрунтiв або великоуламкових iз глинистим заповнювачем, у районах iз надмiрним зволоженням необхідно будувати нижче дна кюветiв дренажi, розташованi в зонi сезонного промерзання-вiдтавання.

Пiд час проєктування додаткових головних колiй, а також розвитку iснуючих станцiй, роз'їздiв i обгiнних пунктив необхідно максимально використовувати iснуючi водовiдвiднi, укpiплювальнi i захиснi споруди. На багатоколiйних лiнiях для вiдведення води з основного майданчика у випадку глинистих ґрунтiв мiж другою i третьою колiями необхідно встановлювати поздовжнiй дренаж або закритий лоток з ухилом не менше

0,002 з поперечними випусками через колю в польовий бік. Такі пристрої мають розміщуватись у місцях найбільшого пониження поздовжнього профілю, але не рідше, ніж через 500 м. Ширину природної берми між подошвою насипу і брівкою резерву або водовідвідної канами слід приймати не менше 3 м, а для ліній I і II категорій – не менше 8,0 м з боку майбутньої другої колії. Для насипів висотою до 2 м, які відсипаються з резервів, за сприятливих кліматичних та інженерно-геологічних умов допускається зменшувати ширину берми до 1 м. Не допускається розміщувати резерви в межах роздільних пунктів із колійним розвитком, населених пунктів, у місцях розташування колійних будинків і переїздів, а також на ділянках розвитку карстових процесів. Улаштування резервів на заплавах рік допускається в обґрунтованих випадках і має виконуватися за індивідуальними проектами.

Поздовжній ухил нагірних і водовідвідних канал має бути не менше 0,003, на болотах і річкових заплавах – не менше 0,002, а у виняткових випадках не менше 0,001. Найбільший ухил дна канами слід визначати залежно від витрат води, ступеня розмивання ґрунтів і типу укріплення. Розміри поперечного перерізу нагірних канал і кюветів, а також водовідвідних канал у межах нульових місць і водоскидів необхідно визначати за витратами води імовірністю перевищення 1:100 (1 %) – на лініях I–III категорій, 1:50 (2 %) – лініях IV–VII категорій, а поздовжніх канал біля насипу і поперечних водовідвідних канал: на лініях I–III категорій – 1:25 (4 %); лініях IV, V категорій – 1:15 (7 %); лініях VI, VII категорій – 1:10 (10 %). Брівка канами має підніматися не менш ніж на 0,2 м над рівнем води, що відповідає витратам води зазначеної імовірності перевищення.

Глибина водовідвідних канал вздовж насипів і їхня ширина по дну має бути не менше 0,6 м, а на болотах – не менше 0,8 м. Потрібна глибина нагірних канал має визначатися розрахунком залежно від площі водозбору та розрахункової кількості атмосферних опадів і бути не менше 0,3 м, а

їхня ширина по дну – не менше 0,6 м. Кювети, лотки і дренажі у виїмках, а також водовідводи у виїмках і на насипах між другою і третьою коліями на багатоколійних лініях необхідно проєктувати з поздовжнім ухилом, прийнятим для земляного полотна. У виїмках, розташованих на горизонтальних площадках і ділянках із ухилом менше 0,002, ухил цих водовідводів має бути не менше 0,002. Кюветам передтунельних виїмок слід надавати ухил не менше 0,002 у бік від тунелю. Крутість укосів кюветів слід призначати з польового боку рівною крутості укосів виїмки, а з боку колії – 1:1,5. Глибину кюветів слід приймати не менше 0,6 м, а ширину по дну – не менше 0,4 м. Для коротких (до 100 м) і неглибоких (до 2 м) виїмок у районах із сухим кліматом за відповідного обґрунтування допускається зменшувати глибину кюветів до 0,4 м.

У виїмках у разі розташування колій на ухилах менше 0,002 і на площадках глибину кюветів у точках вододілу допускається зменшувати до 0,2 м за умов збереження ширини кюветів по дну і ширини виїмки на рівні брівки земляного полотна. У виїмках, які проєктуються у скельних породах, що слабо вивітрюються, замість кюветів можна влаштовувати бордюри з каменю чи бетонних блоків. Кювети в скельних породах, що вивітрюються, якщо не потрібно будувати кювети-траншеї, допускається проєктувати глибиною не менше 0,4 м. Під час проєктування виїмок глибиною більше 2 м у глинистих ґрунтах, дрібних і пилюватих пісках і скельних ґрунтах, що легко вивітрюються, за кюветами слід передбачати полиці шириною 2 м; за глибини виїмок більше 6 м у скельних ґрунтах, що легко вивітрюються, слід передбачати кювет-траншею шириною понизу 4 м, глибиною 0,6 м. Для виїмок у районах надмірного зволоження в зазначених ґрунтах, а також у виїмках із крутими укосами в сухих лесах закюветні полиці мають передбачатися для всіх висот укосів.

На насипах, які затоплюються і підтоплюються, за необхідності будуються незатоплювані берми шириною не менше 3 м із відміткою

брівки, обумовленої згідно з п. 5.10 ДБН В.2.3-19 [1]. Насипи, які зводяться на болотах, проєктуються з урахуванням виду ґрунту, що використовується, висоти насипу, типу болота і торфовища, ухилу мінерального дна, осідання мерзлого торфу під час відтавання, рельєфу місцевості. Проєктні рішення мають бути обґрунтованими техніко-економічними розрахунками. Для спорудження насипу слід застосовувати дренаючі ґрунти або дрібні і пилюваті піски, легкі супіски. За наявності поперечного ухилу дна болота треба перевіряти розрахунком стійкість насипу і за необхідності передбачати відповідні протидеформаційні заходи.

У разі зведення насипу на слабких основах у разі збереження слабого ґрунту під насипом (для перерозподілу навантаження, вирівнювання осідання і попередження локального продавлювання ґрунту в основі) у необхідних випадках використовується геотекстиль, що укладається безпосередньо на поверхню болота, або шар ґрунту, що вирівнює основу. Висота насипу над поверхнею болота має задовольняти вимоги згідно з п. 7.22 ДБН В.2.3-19 [1]. Під час проєктування земляного полотна на ділянках, де імовірні прояви здимання, необхідно передбачати протидеформаційні заходи, спрямовані на попередження нерівномірного здимання в поздовжньому і поперечному напрямках колії. Конструкцію земляного полотна в районах поширення засоленних ґрунтів необхідно проєктувати з урахуванням найвищого рівня ґрунтових вод, ступеня, характеру і глибини засолення ґрунтів у періоди найбільшого накопичення солі у верхніх горизонтах.

Для захисту земляного полотна від здимання і просідання слід замінити ґрунти і проводити інші заходи, що забезпечують необхідне підвищення брівки земляного полотна над рівнем довготривалого стояння поверхневих вод або над рівнем ґрунтових вод. Величина підвищення визначається залежно від виду ґрунтів, висоти капілярного підняття води і глибини промерзання. Ґрунтові води в межах основного майданчика на

нульових місцях і у виїмках слід дренувати і відводити від земляного полотна з таким розрахунком, щоб їхній рівень був нижче межі промерзання-відтавання ґрунту по осі колії.

Під час проектування земляного полотна в районах, де імовірні зсувні процеси, необхідно передбачати протидеформаційні заходи. Укріплення великих зсувних ділянок для зведення на них земляного полотна потрібно узгоджувати з протизсувними заходами, що здійснюються чи розробляються іншими організаціями. Для ділянок ліній, що проходять біля підніжжя крутих скельних косогорів чи розташовані у скельних виїмках, за необхідності слід передбачати протиобвальні захисні споруди і пристрої.

Земляне полотно, що зводиться в районах кам'яних розсипів і скельних обвалів, слід проектувати переважно насипами, у необхідних випадках слід передбачати заходи щодо закріплення обвальних місць. Для ділянок ліній, де спостерігаються снігові лавини, слід передбачати протилавинні заходи і засоби згідно з п. 9.19 ДБН В.2.3-19 [1]. Відстань від осі крайньої колії до підпірної стіни, а також підшви укосу виїмки в скельних ґрунтах, що слабо вивітрюються (за відсутності значного нахилу шарів масиву в бік колії) допускається приймати не менше 4 м із улаштуванням ніш. Земляне полотно, розташоване в зоні дії селевих потоків, необхідно проектувати в комплексі зі спорудами для огорожування та пропускання селів. У межах ділянок, розташованих у місцях розвитку ярів, слід передбачати відповідні протидеформаційні заходи.

Земляне полотно, що зводиться в районах із розвитком карстових процесів, необхідно проектувати переважно у вигляді насипу в комплексі з протидеформаційними заходами, у тому числі такими, які виключають можливість активізації карстових процесів. Для виїмок, що прорізають масиви глинистих ґрунтів текучої і м'якопластичної консистенції, мають передбачатися заходи щодо забезпечення стійкості укосів

і міцності основного майданчика земляного полотна (улаштування дренажів, заміна глинистих ґрунтів основи дренуючими, теплова і гідравлічна ізоляція, уположування укосів і їхнє відповідне укріплення тощо). Земляне полотно на ділянках прискороного руху повинне мати достатні розміри для вільного розміщення конструкції верхньої будови колії, прийнятої для прискороного руху поїздів.

Земляне полотно та його споруди за міцністю, стійкістю і надійністю мають задовольняти встановлені навантаження від рухомого складу, призначеного для прискороного руху, встановлені швидкості руху поїздів і встановлені інтенсивність руху поїздів згідно з затвердженою I категорією колій (ДБН В.2.3-19) [1]. Земляне полотно має бути достатньо міцним для опору діючим нормальним напруженням, що передаються від верхньої будови колії, яка безпосередньо сприймає динамічні дії коліс рухомого складу для прискороного руху; достатньо стійким проти деформацій, зсувів і розповзання, тобто ґрунт земляного полотна повинен мати достатній опір існуючим дотичним напруженням, що передаються від верхньої будови колії під час прискороного руху поїздів. Земляне полотно та його споруди мають бути достатньо надійними, тобто працювати без відмов протягом довготривалої експлуатації в умовах прискороного руху поїздів упродовж нормативного строку служби, що встановлюється за ДСТУ 9002 [2]. Конструкція земляного полотна на ділянках прискороного руху поїздів приймається згідно з ДБН В.2.3-19 [1]. Для забезпечення виконання цих вимог нормативи улаштування земляного полотна мають відповідати значенням, наведеним у табл. 1.5.

Конструкція основного майданчика земляного полотна зі зв'язних ґрунтів залежно від фізико-технічних характеристик ґрунтів, їхньої несучої здатності, особливостей складання, наявності деформацій та дефектів тощо обирається за одним із варіантів, наведених на рис. 1.8-1.11. У загальному випадку призначається базова конструкція верхньої частини земляного полотна (рис. 1.8), яка передбачає випуклу вгору форму основного

майданчика з ущільненням ґрунту й улаштуванням підбаластової піщаної подушки. На ділянках земляного полотна з деформаціями та дефектами після їх усунення передбачається підсилення основного майданчика шаром з дреноючого ґрунту (рис. 1.9). На ділянках земляного полотна з супісками з пониженою міцністю та іншими слабкими ґрунтами за відповідного техніко-економічного обґрунтування основний майданчик підсилюється геосинтетичним матеріалом (геотекстилем, георешіткою, гідроізолюючою геомембраною або геокомпозитним матеріалом), укладеним під захисною піщаною подушкою (рис. 1.10). На ділянках земляного полотна з недостатньою несучою здатністю ґрунтів, морозним здиманням, розвинутими дефектами і деформаціями підсилення основної площадки забезпечується шляхом заміни ґрунту з недостатньою несучою здатністю захисним шаром з дреноючого ґрунту в комбінації з геосинтетичними матеріалами (рис. 1.11).

Товщина захисного шару з дреноючих ґрунтів h (рис. 1.8-1.11) установлюється за умови попередження морозного здимання ґрунтів і попередження утворення деформацій основного майданчика. При застосуванні для армування основного майданчика геокомпозитних матеріалів (георешітки з приклеєним до неї в заводських умовах геотекстилю) товщину захисного шару можна зменшити до 20 см. При застосуванні геосинтетиків (без укладання геокомпозиту) товщина захисного підбаластового шару має складати не менше 300 мм, а в більшості випадків від 400 до 500 мм. Рекомендується застосовувати геосинтетичні матеріали шириною 4,2 м. Без застосування геотекстилю, георешітки, геокомпозиту або гідроізолюючої мембрани товщина k має бути не менше 800 мм на суглинках і глинах і не менше 500 мм на супісках. Сам захисний шар відсипається з різних піщаних, піщано-гравійних чи піщано-гравійно-щебених сумішей з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/доба. Укладання геотекстилю, георешітки, геокомпозитних або гідроізолюючих матеріалів без улаштування зверху захисного шару з дреноючого ґрунту не дозволяється.

Нормативи улаштування земляного полотна в зоні основного майданчика
на лініях з прискореним рухом

Номер з/п	Параметр	Величина		
		Після реконструкції або капітального ремонту колії	Допускається на існуючих ділянках до реконструкції або капітального ремонту колії	
1	2	3	4	
1	Ширина основного майданчика земляного полотна, м, не менше			
	для земляного полотна із ґрунтів*	для кількості колій		
	глинистих, крупноуламкових з глинистим заповнювачем, скельних, які вивітрюються і легко вивітрюються, пісків, що не дренують, дрібних і пилюватих	2	11,7	11,1
		1	7,6	7,0
	скельних, що слабо вивітрюються, великоуламкових з піщаним заповнювачем і пісків дренуючих	2	10,7	10,1
		1	6,6	6,0
2	Наявність захисного шару на основному майданчику земляного полотна із ґрунтів:			
	глинистих, крупноуламкових з глинистим заповнювачем, скельних, які вивітрюються і легко вивітрюються, пісків, що не дренують, дрібних і пилюватих	необхідний	не обов'язково	
	скельних, що слабо вивітрюються, великоуламкових з піщаним заповнювачем і пісків дренуючих	рекомендовано в разі недостатньої щільності ґрунтів основного майданчика	не потрібно	
3	Товщина ущільненого шару, см, основного майданчика земляного полотна	60-80	не регламентується	
4	Необхідна щільність ґрунту на основному майданчику земляного полотна, т/см ³	1,7-1,9	1,6-1,8	

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
5	Коефіцієнт ущільнення ґрунту у верхній частині насипу (1,5 м/ 1,0 м)	0,98-1,05	0,95
6	Необхідна щільність ґрунту на верхній площадці захисного шару, т/см ³	1,9-2,1	-

Примітка. За наявності захисного шару під баластною призмою ширина земляного полотна призначається на 0,4 м меншою зазначеної для глинистих ґрунтів; вона вимірюється на рівні проектної брівки, що перевищує профільну брівку на 0,15 м.

Технічне обслуговування земляного полотна та його споруд на ділянках прискореного руху поїздів виконується за ДСТУ 9002 [2]. Усі ділянки земляного полотна, на яких у процесі експлуатації зафіксовано деформації, мають знаходитися на обліку в дистанції колії. За цими ділянками встановлюється спостереження. Періодичність оглядів встановлюється начальником дистанції колії. Навесні в період відтавання ґрунту та восени на початку промерзання частота перевірок стану колії вагоном-колівимірювачем може збільшуватися до одного разу на тиждень у супроводі начальника дистанції колії або його заступника.

Утримання та огляд стану земляного полотна на ділянках, де можливий прояв небезпечних фізико-геологічних процесів, і в місцях, де є захисні чи підсилюючі конструкції, проводяться відповідно до місцевих інструкцій або вказівок, затверджених начальником служби колії. Перелік таких ділянок та об'єктів затверджується директором регіональної філії АТ «Укрзалізниця». Строки і порядок оглядів і спеціальних обстежень за технічним станом земляного полотна встановлюється відповідно до вимог цього стандарту, категорій ліній прискореного руху поїздів. У разі повторного виявлення односторонніх просідань рейкової нитки під час контрольної поїздки колівимірювального вагона навіть після виконання робіт поточного утримання з їхнього усунення обов'язково має бути проведене обстеження земляного полотна на цій ділянці.

Під час виконання визначених за ДСТУ 9002 [2] робіт з підсилення земляного полотна на існуючих лініях до проведення їхньої реконструкції або капітального ремонту колії дозволяється експлуатація земляного полотна з технічними характеристиками, визначеними згідно з Правилами технічної експлуатації залізниць України (ЦРБ-0004 [3]).

2. Нагляд і діагностування як складові утримання земляного полотна

2.1. Утримання земляного полотна та його споруд

Основною причиною порушення стійкості земляного полотна є зниження його міцності через насичення поверхневими та ґрунтовими водами, а також руйнування паводковими і зливовими водами. Для попередження появи та ліквідації наявних несправностей у земляному полотні та його спорудах необхідно здійснювати такі заходи:

а) по основному майданчику земляного полотна зрізати з узбіччя нашарування старого баласту, ґрунту і бруду; планувати узбіччя з ухилом у бік від колії; видаляти рослинність, усувати тріщини;

б) по укосах насипів і виїмок ліквідувати тріщини, розмиви, спливи, западини на укосах, вчасно виправляти одерновку та інші види укріплень; очищати від снігу укоси малостійких і хворих насипів і виїмок до початку його танення; прибирати за межі виїмок наносний ґрунт і бруд, вийнятий під час очищення кюветів, лотків і дренажів; прочищати виходи дренажних прорізів Забруднений баласт, що потрапив на укіс насипу, необхідно планувати так, щоб він не перешкоджав стіканню води;

в) для забезпечення нормального відведення поверхневих вод утримувати кювети, нагірні, забанкетні канави, лотки, перепади, швидкотоки та інші водовідвідні споруди в стані, що забезпечує відведення води від земляного полотна на перегонах і станціях, не

допускаючи застою води на колії та у водовідводах; виправляти одерновку та інші види укріплень дна та укосів водовідвідних споруд. Після проходу колійного струга негайно прибирати ґрунт біля виходів із кюветів. Навесні та восени вчасно готувати земляне полотно і його обладнання для проходу весняних вод і паводку. Узимку обколювати наледеніння в кюветах, канавах, лотках, перепадах і швидкотоках;

г) спостерігати під час танення снігу за ділянками, у яких можливе переповнення кюветів і канав, мати в таких місцях мішки з піском або місцевим ґрунтом для захисту баластного шару від підмиву, а також дошки для побудови в необхідних випадках лотків для пропускання води через колію; після проходу весняних і сильних зливових вод оглядати всі водовідвідні споруди та укріплення укосів, захисні, регуляційні споруди, вживати заходи з усунення пошкоджень. У випадку розміщення земляного полотна на косогорах слідкувати, щоб не розмивалися нагірні канали та не підмивався нагірний укіс насипу; укріплювати яри, розташовані поблизу колії, не допускаючи їхнього розвитку в бік земляного полотна;

д) для забезпечення нормальної роботи підземного водовідводу постійно спостерігати за станом і роботою дренажних споруд; вчасно очищувати відстійники в оглядових колодязях; прочищати гирла та випуски дренажів, а також зливової каналізації від мулу і сторонніх предметів, утримувати справними вихідні оголовки та відвідні канали, утеплювати оголовки дренажів і лотки на зиму; сколювати лід, що утворюється біля випусків дренажів, у лотках і кюветах; оглядові колодязі підкюветних дренажів на зиму утеплювати. Влітку встановлювати замість глухих кришок ґратчасті для вентиляції дренажів; зимові та літні кришки оглядових колодязів і ґрати біля виходів штолень тримати постійно зачиненими на замок; спостерігати за справною роботою вентиляції в штольнях, де вона є.

Перелік робіт, що виконують на гірських обвальних, розмивних, зсувних та інших складних ділянках, установлюється начальником дистанції колії відповідно до місцевих умов і періодів року. Поточне утримання земляного полотна та його споруд складається з нагляду за його станом, вивчення причин виникнення несправностей і їх ліквідації, а також виконання необхідних обсягів робіт, які забезпечують справний стан земляного полотна та його споруд. Особливу увагу під час утримання земляного полотна слід приділяти стану водовідвідних, укріплювальних і захисних споруд. Працівники дистанції колії повинні мати креслення й відповідну документацію на споруди, що забезпечують стійкість земляного полотна та його захист від пошкоджень.

Результати оглядів, комісійних та інструментальних обстежень і спостережень, що здійснюються працівниками дистанції колії, служби колії, керівниками регіональних філій АТ «Укрзалізниця», у тому числі за участю відділів з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ, мають фіксуватися в технічній документації дистанції колії встановленої форми і постійно зберігатися в дистанції колії. Начальник дистанції колії перевіряє своєчасність і правильність ведення цієї документації. Поточне утримання земляного полотна та його споруд здійснюється безперервно протягом усього року й на всій протяжності колії, включаючи ділянки, де проводиться капітальний ремонт земляного полотна або планові ремонти верхньої будови колії.

Виконання робіт з усунення дефектів, деформацій і пошкоджень земляного полотна та його споруд під час поточного утримання, а також поточного ремонту, капітального ремонту та підсилення здійснюють:

- бригади з поточного утримання колії – в обсязі, необхідному для ліквідації невеликих пошкоджень, що виникають у процесі експлуатації;
- спеціалізовані бригади з поточного утримання й поточного ремонту земляного полотна дистанції колії;

- спеціалізовані бригади дистанції колії, які здійснюють утримання й поточний ремонт земляного полотна на ділянках, що знаходяться в складних інженерно-геологічних умовах (скельно-обвальних, карстових, зсувних, що підтоплюються тощо);

- КМС на ділянках планових ремонтів верхньої будови колії (за умови, що ділянка, яка ремонтується, не стоїть на обліку як нестійка);

- спеціалізовані колійні машинні станції та інші підрозділи, що виконують поточний і капітальний ремонт земляного полотна на крупних об'єктах за індивідуальними проєктами.

Заходи зі стабілізації земляного полотна мають забезпечувати повне усунення дефектів, деформацій і пошкоджень. До виконання робіт з поточного, капітального ремонтів і підсилення земляного полотна та його споруд допускається залучати спеціалізовані підрядні організації. Необхідність наявності в підрядної організації дозвільного документа на право проведення таких робіт визначається чинним законодавством. Контроль за якістю робіт з поточного ремонту повинні здійснювати майстер із земляного полотна, шляховий майстер або інші працівники, спеціально призначені начальником дистанції колії чи начальником служби колії. Контроль за якістю робіт з капітального ремонту і підсилення земляного полотна та його споруд, виконуваних підрядними організаціями, повинні здійснювати спеціалісти технічного нагляду згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-11 [11].

Організація й виконання робіт з поточного ремонту й поточного утримання земляного полотна та його споруд повинні здійснюватися з обов'язковим дотриманням вимог нормативних документів, наведених у п. 1.1, а також інших чинних нормативних документів, що регламентують питання улаштування, утримання та ремонту земляного полотна залізниць.

2.1.1. Нагляд за земляним полотном і його спорудами

За земляним полотном і його спорудами має бути організований нагляд, що містить:

- систематичний нагляд;
- поточні огляди;
- періодичні огляди;
- спеціальні обстеження й спостереження.

Порядок, періодичність і строки систематичного нагляду, оглядів, обстежень і спостережень земляного полотна наведено в табл. 2.1. Систематичний нагляд за земляним полотном, водовідвідними, захисними та укріплювальними спорудами здійснюється обхідниками залізничних колій і штучних споруд, бригадами колії, бригадами спеціалізованих бригад із земляного полотна в строки та обсяги, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Порядок і строки перевірок і оглядів земляного полотна та його споруд і форми їхнього обліку

Посада	Об'єкт оглядів і перевірок	Порядок і строки оглядів і перевірок	Документ, у якому фіксуються результати оглядів і перевірок
1	2	3	4
Обхідник колії та штучних споруд	Ділянки, які загрожують обвалами, розмивами, зсувами тощо	Оглядає ділянку в порядку, встановленому для постійних постів і обходів спеціальною інструкцією (а за необхідністю й графіком), розробленою дистанцією колії і затвердженою начальником служби колії, а для тимчасових постів і обходів – наказом начальника дистанції колії	Журнал обхідника колії та штучних споруд (ПУ-35)

1	2	3	4
<p>Бригадир колії (бригадир з промірів колії в разі дільничної форми організації поточного утримання)</p>	<p>Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди в межах робочого відділення</p>	<p>1. Одночасно з оглядом колії у дні, визначені начальником дистанції колії, але не рідше, ніж один раз на тиждень для колій I-IV категорії і один раз на два тижні для колій V-VII категорії (у разі дільничної форми організації поточного утримання не рідше одного разу на два тижні для колій I-IV категорії і одного разу на чотири тижні для колій V-VII категорії). Кожну другу з цих перевірок – спільно зі шляховим майстром</p>	<p>Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28). Під час спільної перевірки шляховий майстер заносить вказівки щодо строків усунення несправностей за його підписом і датою. Одночасно в книзі форми ПУ-28 шляхового майстра робиться відмітка про виконаний огляд і вказівки, надані бригадиру колії</p>
		<p>2. У періоди дощів, пропускання весняних і зливових вод, зростання й осідання здимань одночасно з оглядом колії в порядку, встановленому начальником дистанції колії</p>	<p>Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)</p>
		<p>3. На ділянках, де не передбачені колійні обходи, одночасно з оглядом колії в порядку, встановленому начальником дистанції колії</p>	<p>Те саме</p>

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Шляховий майстер	Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди в межах околотку	1. Одночасно з оглядом колії у дні, визначені начальником дистанції колії, але не рідше одного разу на два тижні для колій I-IV категорії і одного разу на чотири тижні для колій V-VII категорії (у разі дільничної форми організації поточного утримання не рідше одного разу на чотири тижні незалежно від категорії колій) спільно з бригадиром колії	Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28). Книга форми ПУ-28 бригадира колії (див. документацію бригадира колії)
Шляховий майстер	Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди в межах околотку	2. У періоди дощів, пропускання весняних і зливових вод, зростання й осідання здимань за необхідності для забезпечення безпечного та безперебійного руху поїздів одночасно з оглядом колії в порядку, встановленому начальником дистанції колії	Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
		3. Бере участь у комісійному огляді лінійно-колійних споруд у встановлені дні	Відповідні акти

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Мостовий (тунельний) майстер)	Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди на підходах до штучних споруд у межах дистанції колії або ділянки обслуговування	1. Одночасно зі штучною спорудою у строки, встановлені начальником дистанції колії для кожної штучної споруди	Книга запису результатів огляду штучних споруд (КО-30)
		2. Під керівництвом начальника дистанції колії або його заступника одночасно зі штучною спорудою в порядку, встановленому начальником служби колії, але не рідше двох разів на рік після проходження весняних вод і восени	Те саме
		3. Одночасно зі спорудою в періоди пропускання весняних і зливових вод за необхідністю для забезпечення безперервного руху поїздів	– « –
Майстер з земляного полотна	Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди в межах дистанції колії або ділянки обслуговування	1. Під керівництвом начальника дистанції колії або його заступника в строки, встановлені начальником служби колії, але не менше двох разів на рік після пропускання весняних вод і восени	Журнал довільної форми або Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28); Книга протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного полотна (ПУ-14);

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
			Паспорт земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9)
		2. У порядку, встановленому начальником дистанції колії, але не менше одного разу на два місяці, виконує огляд, перевірку та найпростіші обстеження нестійких ділянок земляного полотна, водовідвідних і укріплювальних споруд	Журнал довільної форми або Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
		3. У періоди пропускання весняних і зливових вод за необхідності для забезпечення безперебійного й безпечного руху поїздів оглядає нестійкі ділянки земляного полотна та протидеформаційних споруд	Журнал довільної форми або Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
		4. Бере участь в обстеженні нестійких і ненадійних ділянок земляного полотна та протидеформаційних споруд відділом з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ	Те саме
		5. Вимірює дебет води в дренажних спорудах не менше двох разів на рік навесні й восени	Паспорт земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9)
		6. Постійно проводить інструментальні спостереження за зростанням і осіданням здимань	Відомість обліку пучинних місць на головних коліях (ПУ-10)

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Старший шляховий майстер (начальник дільниці)	Земляне полотно, водовідвідні, захисні, укріплювальні, протидеформаційні споруди в межах дільниці колії або ділянки обслуговування	1. Під час суцільного огляду колії за графіком, затвердженим начальником дистанції колії, але не рідше одного разу на три місяці для колій I-IV категорії і одного разу на шість місяців для колій V-VII категорії. Особлива увага – місцям здимань, нестійкого земляного полотна	Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
		2. У періоди дощів, пропускання весняних і зливових вод, завірюх, зростання й осідання здимань під час перевірки колії за необхідності для забезпечення безпечного й безперебійного руху поїздів у порядку, встановленому начальником дистанції колії	Те саме
		3. Періодично, не рідше двох разів на місяць безпосередньо на місцях виконання робіт проводить перевірку дотримання правил і технології виконання робіт з поточного утримання колії і земляного полотна та його споруд; якість виконаних робіт; виконання заходів для забезпечення безпеки руху поїздів та особистої безпеки працівників	– « –

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
Начальник дистанції колії або його заступник	Земляне полотно в межах усієї дистанції колії	1. Забезпечує натурні перевірки колії та споруд, у т. ч. земляного полотна, керівним складом у межах всієї дистанції колії один раз на місяць. За особистим графіком під час огляду колії та споруд виконує огляд земляного полотна. Під час натурних перевірок і оглядів особлива увага приділяється нестійким ділянкам земляного полотна, ділянкам із здиманням	Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
		2. Періодично, не рідше одного разу на місяць безпосередньо на місцях виконання робіт проводить перевірку дотримання правил і технології виконання робіт з поточного утримання колії і земляного полотна та його споруд; якість виконаних робіт; виконання заходів для забезпечення безпеки руху поїздів та особистої безпеки працівників	Те саме
Начальник дистанції колії або його заступник	Земляне полотно в межах усієї дистанції колії	3. Організує і особисто очолює весняний та осінній суцільні огляди колії та споруд, у т. ч. земляного полотна (комісійні) за участю старших шляхових	Акти комісійного обстеження, які додаються до книги протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
		майстрів, начальників дільниць, шляхових, мостових і тунельних майстрів, майстрів із земляного полотна, бригадирів колії два рази на рік – навесні після розтавання снігу й восени до початку періоду дощів. Один з оглядів проводиться особисто начальником дистанції колії	полотна (ПУ-14) і до Паспорта земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9)
Відповідальні працівники служби колії	Ділянки колії із простроченим капітальним ремонтом, небезпечні місця, визначені під час суцільних весняних і осінніх оглядів у межах регіональної філії	Разом із начальником дистанції колії за графіком, затвердженим начальником служби колії	Книга запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28)
Начальник служби колії, або головний інженер, або заступник начальника з інженерних споруд	Найбільш крупні й відповідальні нестійкі ділянки земляного полотна, складні водовідвідні, укріплювальні та захисні споруди згідно з переліком,	Не менше одного разу на рік, комісійно, за участю начальника відділу інженерних споруд служби колії, керівників дистанції колії, відділу з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ, старших шляхових майстрів, шляхових,	Акти комісійного обстеження, які додаються до книги протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного полотна (ПУ-14) і до Паспорта земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9)

1	2	3	4
	затвердженим керівництвом регіональної філії АТ «Укрзалізниця»	мостових, тунельних майстрів, майстрів з земляного полотна. Найскладніші об'єкти повинен оглядати начальник особисто	
Заступник начальника регіональної філії АТ «Укрзалізниця»	Найбільш складні ділянки, які проходять по зсувних косо-горах, у місцях, схильних до інтенсивних обвалів, підмивів і розмивів, у межах залізниці згідно з переліком, затвердженим АТ «Укрзалізниця»	Не менше одного разу на рік	Результати оглядів оформляються актами, які додаються до Книги протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного полотна (ПУ-14) і до Паспорта земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9)
Працівники відділу з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ	Земляне полотно в межах ліній регіональної філії АТ «Укрзалізниця»	За планами регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ, узгодженими з начальником служби колії, проводять періодичні огляди найбільш крупних і відповідальних об'єктів земляного полотна, візуальні та інструментальні спостереження на схильних до деформацій ділянках земляного полотна та протидеформаційних спорудах.	Про результати обстеження складають детальний звіт, дають письмове розпорядження дистанції колії стосовно проведення невідкладних заходів

1	2	3	4
		<p>Проводять обстеження складних об'єктів земляного полотна та його споруд. Перевіряють якість утримання земляного полотна та його споруд і правильність ведення технічної документації.</p> <p>У разі виникнення раптових деформацій за спеціальними зверненнями служби колії виконують спеціальні обстеження земляного полотна</p>	

Примітки: 1. У випадку відсутності в дистанції колії посади майстра з земляного полотна наказом начальника дистанції колії на мостового або тунельного майстра можуть бути покладені обов'язки з нагляду та утримання складних водовідвідних, захисних, укріплювальних, протидеформаційних споруд та окремих об'єктів земляного полотна.

2. Порядок проведення щоденних оглядів (за необхідності) залежно від місцевих умов встановлюється наказом начальника дистанції колії. Для виконання таких оглядів залучаються монтери колії.

Для нестійких ділянок земляного полотна начальником дистанції колії встановлюються більш часті строки огляду, аж до безперервного спостереження. Порядок огляду й спостереження за нестійкими ділянками земляного полотна, схильних до обвалів, зсувів, розмивів та інших деформацій, які загрожують безперебійному й безпечному руху поїздів, має встановлюватися для кожної ділянки спеціальною місцевою

інструкцією, розробленою дистанцією колії і затвердженою начальником служби колії. Основні положення, що має містити місцева інструкція з утримання земляного полотна та його споруд і забезпечення безпеки руху поїздів на нестійких ділянках наведені в п. 2.1.4.

Працівники, які здійснюють систематичний нагляд, зобов'язані слідкувати за справним станом земляного полотна, водовідвідних, захисних та укріплювальних споруд, виявляти всі дефекти, деформації та пошкодження, своєчасно організуючи виконання необхідних робіт з підтримання земляного полотна та його споруд у справному стані. Нагляду підлягають усі елементи земляного полотна, водовідвідні, захисні та укріплювальні споруди. Особливу увагу слід приділяти спеціальним спорудам: дренажам, водобійним колодязям, перепадам, швидкотокам, уловлювальним і підпірним стінкам, берегоукріплювальним спорудам тощо. Шляхові майстри під час складання графіків робіт колійних бригад повинні передбачати роботи з поточного утримання земляного полотна та його споруд, вказані в п. 2.1.2.

Роботи з усунення решти дефектів, деформацій і пошкоджень, що підлягають виконанню спеціалізованими підрозділами, слід передбачати в планах капітального ремонту колії дистанції колії. До здійснення вказаних робіт дистанцією колії мають бути виконані всі невідкладні роботи, що забезпечують безпеку руху поїздів. Результати всіх оглядів і обстежень з описами виявлених дефектів і зазначенням обсягу необхідних ремонтних робіт заносяться працівниками, які проводили огляд, до відповідних форм технічної документації (табл. 2.1).

Поточні огляди земляного полотна та його споруд проводяться старшими шляховими майстрами, майстрами з земляного полотна та шляховими майстрами з залученням бригадирів колійних бригад і спеціалізованих бригад із земляного полотна. У цьому разі мають бути виявлені всі несправності з виділенням дефектів, що потребують негайного

усунення, визначені обсяги необхідних ремонтних робіт, проведений контроль за виконанням систематичного нагляду й утриманням земляного полотна та його споруд, а також інструктаж працівників, які здійснюють цей нагляд. Під час проведення поточних оглядів виявляються місця з дефектами водовідвідних, захисних та укріплювальних споруд, тріщини й розмиви на узбіччях та укосах земляного полотна, а також інші пошкодження й деформації. Огляди, які проводяться в періоди підготовки до пропускання весняних і зливових вод, мають виявляти наявність випусків із дренажів, канав і русел водопропускних труб, своєчасність розкривання їх від снігу, а також виконання заходів з водоборотьби.

До поточного огляду належить також спостереження за роботою дренажних споруд і особливостями пропускання зливових і паводкових вод. Результати поточних оглядів з описом виявлених несправностей і зазначенням обсягу необхідних робіт заносяться працівниками, які проводили огляд, до Книги запису результатів перевірки колії, споруд і колійних пристроїв (ПУ-28) або журналу довільної форми, які щоквартально перевіряються начальником дистанції колії або його заступником.

Періодичні огляди земляного полотна, його водовідвідних, захисних та укріплювальних споруд проводяться начальником дистанції колії або його заступником, або головним інженером разом зі шляховими майстрами і майстрами з земляного полотна, а в окремих випадках – мостовими й тунельними майстрами в строки, встановлені начальником служби колії залежно від стану земляного полотна, але не менше двох разів на рік: навесні після розтавання снігу та восени до початку періоду дощів. Один із цих оглядів проводиться особисто начальником дистанції колії.

Найбільш крупні й відповідальні місця земляного полотна, а також складні водовідвідні, захисні й укріплювальні споруди оглядає начальник служби колії або головний інженер, або заступник начальника з інженерних споруд за участю начальника відділу інженерних споруд

служби колії, керівників дистанції колії не менше одного разу на рік. Перелік таких місць затверджується керівництвом регіональної філії АТ «Укрзалізниця». Найскладніші об'єкти повинен оглядати начальник служби колії особисто. Відділи з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ оглядають ці місця згідно з річним планом, узгодженим зі службою колії. Найбільш складні ділянки залізниць, що проходять зсувними косогородами, а також розташовані в місцях, схильних до інтенсивних обвалів, підмивів і розмивів (згідно з переліком, затвердженим АТ «Укрзалізниця»), не менше одного разу на рік оглядаються комісією, очолюваною заступником директора регіональної філії АТ «Укрзалізниця».

Під час періодичного огляду слід проводити детальну перевірку загального стану земляного полотна, водовідвідних, захисних та укріплювальних споруд з виконанням, за необхідності, інструментальних та інших вимірювань. У цьому разі виявляють дефекти, встановлюють причини несправностей, складають перелік необхідних профілактичних і ремонтних робіт, перевіряють повноту і якість раніше виконаних робіт, систематичного нагляду, дають вказівки щодо порядку подальшого утримання, нагляду та спостережень. Під час періодичних оглядів необхідно обстежувати ділянки прилеглої до смуги відведення місцевості, де є збудовані або в стані будівництва об'єкти, автомобільні дороги, греблі, стави, відстійники промислових вод, відкриті котловани, траншеї та інші споруди, які можуть порушити нормальне стікання весняних і зливових вод, викликати підпір води біля штучних споруд і розмив земляного полотна.

У сейсмічних районах періодичні огляди гірських ліній зі скельно-обвальними ділянками земляного полотна проводять частіше в строки, що встановлюються директором регіональної філії АТ «Укрзалізниця» відповідно до місцевих умов. За необхідності для огляду таких ділянок

можуть призначатись спеціальні комісії з залученням фахівців науково-дослідних, проєктних і будівельних організацій.

У випадку виявлення несправності або виникнення деформації земляного полотна, що загрожують безпеці руху поїздів, слід негайно вжити заходів, які забезпечують безпеку руху: обмеження швидкості руху поїздів (або закриття руху) і суворий контроль за його дотриманням машиністами локомотивів; введення безперервного нагляду за розвитком деформацій з одночасною організацією виконання необхідного мінімуму робіт зі стабілізації земляного полотна до розроблення і реалізації повного комплексу робіт зі стабілізації земляного полотна. Небезпечне місце огороджують сигналами відповідно до Інструкції з сигналізації на залізницях України. Заходи для усунення деформацій земляного полотна, виявлених під час оглядів комісіями, очолюваними керівниками регіональних філій АТ «Укрзалізниця», мають затверджуватися директором регіональної філії.

Результати весняного й осіннього оглядів земляного полотна та його споруд, необхідні заходи для покращення їх утримання й ремонту розглядаються начальником служби колі, або його заступником, або головним інженером для кожної дистанції колії разом зі звітом дистанції колії. Заступник директора регіональної філії АТ «Укрзалізниця», який відповідає за колійне господарство, разом з начальником служби колії розглядають результати весняного та осіннього оглядів земляного полотна та його споруд і заходи, направлені на поліпшення його утримання, ремонту й підготовки до пропускання повені, зі звітами керівників дистанцій колії, які мають найбільш крупні й відповідальні нестійкі ділянки земляного полотна або в яких виявлені серйозні недоліки в організації поточного утримання й ремонтів земляного полотна та його споруд.

За нестійкими ділянками земляного полотна, що знаходяться в складних інженерно-геологічних умовах, а також ділянками залізниць, що

знають впливу зсувів, обвалів, розмивів, карстів тощо, відділ з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ повинен здійснювати нагляд у складі оглядів та обстежень. Цей нагляд не має замінювати систематичний нагляд й поточні та періодичні огляди. Огляди та обстеження місць земляного полотна, що деформуються або нестійкі, відділом з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ мають проводитися: протягом п'яти років після припинення деформацій – не рідше одного разу на рік, через п'ять років до семи років після припинення деформацій – не рідше одного разу на 2 роки, через сім років до десяти років після припинення деформацій – не рідше одного разу на три роки. Служба колії щорічно має складати перелік місць земляного полотна, що деформуються або нестійкі, які підлягають обстеженню в наступному році, і надавати його регіональному центру діагностики філії ЦДЗІ як пропозицію для включення в річний план роботи відділу з перевірки земляного полотна.

На нестійких ділянках земляного полотна, де можливе порушення його цілісності, начальники дистанцій колії і начальники служб колії повинні організувати спостереження за деформаціями земляного полотна, станом верхньої будови колії, режимом ґрунтових вод, зміною вологості ґрунту тощо, метою якого є попередження деформацій земляного полотна та його споруд, що загрожують безпеці руху поїздів, та уточнення причин утворення несправностей. У випадку різкої активізації деформацій земляного полотна та його споруд, що супроводжуються значними несправностями верхньої будови колії, утворенням тріщин відриву мас ґрунту та іншими дефектами, начальник дистанції колії своїм розпорядженням повинен встановити за такими ділянками безперервне спостереження та проведення відповідних робіт зі стабілізації. У цих випадках встановлюється спеціальний пост обхідника залізничних колій і штучних споруд. Обсяг і характер спостережень, заходи щодо забезпе-

чення безпеки руху поїздів регламентуються місцевою інструкцією, що складається дистанцією колії і затверджується начальником служби колії.

Спостереження мають здійснюватись як візуально, так і способами, які дають змогу інструментально визначати показники розвитку дефектів, деформацій і пошкоджень. При застосуванні геодезичних методів для визначення показників розвитку деформацій геодезична зйомка має бути прив'язана до постійного репера, що знаходиться за межами ділянки деформації. У разі віддаленості існуючих геодезичних реперів допускається встановлювати місцевий репер на опорах мостів, цоколях будівель, фундаментах опор енергопостачання або залізобетонних стовпчиках перерізом 0,15 м × 0,15 м довжиною 1,5-2,0 м, що мають бути встановлені над поверхнею землі на 0,5-0,7 м і заглиблені у ґрунт більше, ніж глибина промерзання.

Спеціальні обстеження й спостереження за земляним полотном і його спорудами здійснюються відділами з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ за планами, що узгоджуються зі службою колії, або позапланово – на ділянках, де виникли деформації, а також у разі необхідності виконання проєктних робіт на реконструкцію, капітальний ремонт верхньої будови колії, інженерних споруд і земляного полотна. Відділи з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ мають бути оснащені технічними засобами діагностики. За необхідності, для проведення спеціальних обстежень і спостережень можуть залучатися науково-дослідні, проєктні та інші організації, фахівці яких мають відповідні сертифікати державного зразка (або сертифіковані фахівці), оснащені необхідними технічними засобами діагностики.

Під час спеціального обстеження земляного полотна та його споруд ці фахівці повинні проводити детальний огляд усіх споруд земляного полотна з проведенням інструментальних зйомок і досліджень земляного

полотна та його основи за допомогою буріння, шурфування, розчищень і зондування; виконувати аналіз змін стану споруд; відмічати несправності й недоліки в них; перевіряти якість утримання земляного полотна й виконаних робіт, правильність ведення технічної документації. Обсяги спеціального обстеження мають визначатися поточним станом земляного полотна. Строки оглядів і перевірок і порядок спостереження погоджуються службою колії і затверджуються начальником філії ЦДЗІ. За результатами обстеження складається звіт з пропозиціями та видається письмова вказівка дистанції колії щодо проведення невідкладних заходів для забезпечення безпеки руху поїздів.

Місця, що мають відхилення від встановлених норм ширини основного майданчика земляного полотна й крутості укосів, а також місця з морозним здиманням, змивами, розмивами, обвалами та іншими деформаціями, виявлені під час оглядів, інженерно-геологічних обстежень, інструментальних вимірювань і спостережень, мають бути відображені в технічному паспорті дистанції колії (форма АГУ-4) станом на 1 січня наступного за звітним року. У дистанціях колії та службах колії мають постійно зберігатися всі акти оглядів водовідвідних, захисних і укріплювальних споруд земляного полотна, особливо підземних і схованих у тілі та основі земляного полотна. Усі сховані споруди повинні мати наземні знаки. Кожна дистанція колії має визначати потенційно небезпечні місця земляного полотна та складати їхній перелік, що має зберігатись у дистанції колії і службі колії. Обстеження потенційно небезпечних місць має проводитись один раз на п'ять років комісією за участю відповідальних представників дистанції колії з обов'язковим залученням працівників філії ЦДЗІ. Результатом обстеження має бути акт обстеження з конкретними рекомендаціями щодо експлуатації об'єкта.

Огляд підводної частини укріплювальних і захисних споруд земляного полотна (підпірних стінок, берегоукріплювальних споруд тощо)

має проводитися не менше одного разу на 10 років. Перелік місць, які підлягають огляду, і графік проведення обстежень мають складатися службою колії регіональної філії АТ «Укрзалізниця» і затверджуватися Департаментом колії та споруд АТ «Укрзалізниця». При виникненні пізнавальних ознак дефектності (осідання колії, поштовхів, перекосів, розрідження та виплесків баласту, тріщин на поверхні баластового шару, руйнування тіла споруд з відколами, вивалами тощо) допускається виконувати позапланові обстеження за погодженням з Департаментом колії та споруд АТ «Укрзалізниця». Для обстеження підводної частини укріплювальних і захисних споруд у порядку, визначеному чинним законодавством, мають залучатися спеціалізовані організації, оснащені необхідними технічними засобами.

2.1.2. Роботи з поточного утримання земляного полотна та його споруд

Під час поточного утримання земляного полотна, водовідвідних, захисних і укріплювальних споруд виконуються роботи, що мають на меті попередження й ліквідацію несправностей, які можуть призвести до деформацій земляного полотна та його споруд. Періодичність виконання, види і перелік робіт з поточного утримання мають визначатися згідно з ДСТУ 9002 [2]. Бригади з поточного утримання колії виконують такі роботи:

- зрізання й планування окремих нерівностей і застійних місць на узбіччях земляного полотна;
- усунення дрібних несправностей у вигляді тріщин і западин на укосах виїмок і насипів, що можуть призвести до деформацій укосів земляного полотна;
- виправлення окремих пошкоджень укріплення дна й укосів водовідвідних споруд;

- забезпечення пропускання весняних і зливових вод відповідно до вимог Інструкції з підготовки споруд колійного господарства та об'єктів водопостачання до льодоходу і пропускання весняних і зливових вод (згідно з СТП 06-038 [12]);

- ліквідація полою у водовідвідних спорудах;

- очищення кюветів, нагірних і водовідвідних каналів в обсягах, необхідних для забезпечення безперешкодного стікання води;

- вирубка дерев і кущів у водовідводах.

Спеціалізованими бригадами з утримання земляного полотна виконуються такі роботи:

- усунення тріщин, розмивів, спливів, западин на укосах з відновленням прийнятої конструкції кріплення;

- своєчасне виправлення пошкоджень дерну та інших типів укріплення укосів насипів і виїмок, дна та укосів водовідвідних споруд;

- очищення від снігу укосів малостійких насипів і виїмок до початку розтавання снігу або влаштування в снігу прорізів для організованого стікання води з укосів виїмок і насипів у кювети й водовідвідні канали (у складі робіт зі сніго- й водоборотьби);

- розчищення випусків дренажних прорізів;

- планування засміченого баласту, що потрапив на укіс насипу або виїмки, для того, щоб він не перешкоджав стіканню води;

- розчищення лотків, кюветів, резервів, нагірних, водовідвідних і забанкетних каналів для забезпечення безперешкодного стікання води, вирубка кущів і дерев;

- утримання резервів, лотків, перепадів, швидкотоків у стані, що забезпечує відведення води від земляного полотна й виключає застій води на колії і у водовідводах, включаючи збирання плавучих предметів (хворосту, сіна, шпал тощо);

- своєчасна підготовка земляного полотна та його споруд до пропускання весняних вод і повеней;

- ліквідація полою у водовідвідних спорудах, біля випусків дренажних споруд;

- попередження розвитку ярів, розташованих поблизу колії, припинення їхнього росту в бік земляного полотна;

- спостереження за ділянками, де можливе переповнення кюветів і каналів під час розтавання снігу, забезпечення на місці в необхідній кількості матеріалів (мішки, дошки, камінь тощо), необхідних для попередження виходів води на колію (у складі робіт із водоборотьби);

- постійний нагляд за станом і роботою дренажних споруд зі своєчасним очищенням відстійників оглядових колодязів, гирла й випусків дренажів і прорізів, зливової каналізації та відвідних каналів;

- утеплення на зиму оглядових колодязів і випусків дренажів, штолень, а влітку – для вентиляції – заміна глухих кришок ґратчастими;

- планування поверхні контрбанкетів і берм з усуненням розмивів, промоїн і западин і відновленням укріплення;

- періодичне виправлення цементної стяжки контрфорсів на виступаючій над поверхнею землі їхньої верхньої частини й забивання тріщин між гранями контрфорсів і поверхнею укусу земляного полотна;

- на захисних, підпірних стінках та інших залізобетонних спорудах виконання робіт з метою запобігання руйнуванню й викришуванню кладки, усунення тріщин і раковин у бетоні, попередження засмічення випускних вікон, застійного дренажу, розчищення температурних швів від засмічення, відновлення облицювання.

Перелік і обсяги робіт, що виконуються спеціалізованими бригадами з утримання земляного полотна на ділянках, розміщених у зсувних, гірськообвальних, розмивних, карстових та інших районах зі складними інженерно-геологічними умовами, визначаються для кожної ділянки спеціальною інструкцією, складеною дистанцією колії і затвердженою начальником служби колії. Відповідно до характеру роботи спеціалізовані

бригади мають бути укомплектовані працівниками відповідних спеціальностей (бетонниками, теслярами, верхолазами тощо). Роботи з поточного утримання земляного полотна та його споруд виконуються бригадами з поточного утримання колії за планами, що складаються шляховими майстрами.

За наявності спеціалізованих бригад з утримання земляного полотна роботи з поточного утримання земляного полотна плануються шляховим майстром разом з майстром із земляного полотна або мостовим майстром на підставі затверджених начальником дистанції колії річних і сезонних планів робіт з урахуванням результатів систематичного нагляду, поточних і періодичних оглядів. У місячних планах мають передбачатися роботи з ліквідації виявлених несправностей, пов'язаних із забезпеченням нормальної експлуатації земляного полотна, і планові роботи для попередження виникнення несправностей. Плани перевіряються й затверджуються начальником дистанції колії або його заступником.

2.1.3. Утримання земляного полотна під час планово-запобіжних ремонтів колії і споруд

Усі об'єкти земляного полотна, що знаходяться в планових чи невідкладних ремонтах або які порушуються під час виконання робіт з баластового шару, перевлаштування мостів, труб, регуляційних споруд, встановлення (переміщення) опор контактної мережі, влаштування сигналізації, прокладання кабелів, трубопроводів та інших комунікацій різного призначення, мають бути під постійним наглядом експлуатаційного персоналу дистанції колії незалежно від підпорядкування підприємства, яке виконує роботи. Відповідальність за безпеку руху поїздів під час виконання робіт на колії і спорудах дистанцією колії, КМС та іншими підприємствами повністю несе керівник робіт.

У процесі ремонту земляного полотна та його споруд мають бути збережені міцність і стійкість існуючих споруд, забезпечене своєчасне і якісне відведення поверхневих вод, дотримані вимоги технічних умов і правил виконання робіт, особливо на ділянках колії з нестійкими укосами, косогорах, притисках тощо. Не допускається захарашення різними матеріалами водовідводів, нестійких укосів, косогорів тощо. Роботи з будівництва захисних споруд не мають погіршувати безпеку руху поїздів на всіх стадіях виконання робіт і здавання в постійну експлуатацію. Працівники, уповноважені у встановленому порядку здійснювати нагляд за забезпеченням безпеки руху поїздів, зобов'язані контролювати точність і обсяг виконання проектних рішень і порядок виконання робіт.

Під час виконання робіт із влаштування пересічення земляного полотна трубопроводами різного призначення дистанція колії здійснює постійний нагляд за неухильним дотриманням узгоджених директором регіональної філії АТ «Укрзалізниця» (згідно з п. 3.28 ЦРБ-0004 [3]) проектів улаштування пересічення й організації виконання робіт.

2.1.4. Особливості утримання ділянок земляного полотна, що схильні до деформацій або нестійкі

На кожен ділянку земляного полотна з деформаціями, наведеними далі і п. 3.1.2.1, 3.1.2.2, 3.2.2.2–3.2.2.9, 3.3.2.1–3.3.2.3, 3.4.2.1–3.4.2.5, а також з осіданнями над шахтними підробками (п. 3.5.4) і тривалими осіданнями на підходах до мостів і водопропускних труб (п. 3.5.5) дистанцією колії слід складати місцеві інструкції з утримання земляного полотна та його споруд і забезпечення безпеки руху поїздів на нестійких ділянках, що затверджуються начальником служби колії. Ділянки земляного полотна, де виникали деформації і які внаслідок виконання робіт зі стабілізації земляного полотна приведені в стан, що забезпечує рух поїздів без обмежень швидкості, продовжують значитися нестійкими

протягом десяти років з моменту останніх деформацій. Після 10 років зазначені ділянки земляного полотна можуть бути виключені з переліку нестійких місць за рішенням відповідних комісійних оглядів.

Під час відновлювальних робіт необхідно забезпечувати відведення води з понижених місць і пошкоджених каналів, кюветів, дренажів, а також не допускати захаращення підмостових отворів і оголовків труб. Після закінчення відновлювальних робіт необхідно провести інженерно-геологічне обстеження ділянки для визначення достатності виконаних обсягів робіт або необхідності розроблення проєкту капітального ремонту чи підсилення протидеформаційних конструкцій. Незалежно від того, яким підприємством виконуються відновлювальні й планові роботи капітального характеру, бригади з поточного утримання колії самостійно або з використанням додаткових сил і засобів виконують усі роботи з поточного утримання колії.

Для спостереження за нестійкими ділянками земляного полотна, де ймовірно порушення його цілісності, обсяг і характер спостережень і умови забезпечення безпеки руху поїздів регламентуються місцевою інструкцією, що складається дистанцією колії й затверджується начальником служби колії. Інструкція містить такі основні розділи:

- загальні положення, що регламентують порядок утримання нестійкої ділянки, обов'язки виконавців і посадових осіб, порядок дій для забезпечення безпеки руху поїздів і охорони праці під час аварійних ситуацій;

- стисла інженерно-геологічна й гідрогеологічна характеристика нестійкої ділянки з зазначенням меж, причин і ознак; схеми ділянки, схильної до деформацій, і точок спостереження;

- особливості й способи проведення нагляду, поточних і періодичних оглядів, експлуатаційних і спеціальних обстежень і спостережень, що реєструються у відповідних документах;

- схеми й строки проведення спостережень за нестійкими ділянками колії з зазначенням відповідальних виконавців; порядок ведення технічної документації;

- найменування й обсяги робіт, виконуваних колійними бригадами й спеціалізованими бригадами з утримання земляного полотна;

- порядок нагляду, оглядів, обстеження й спостережень, план проведення відбудовчих робіт у випадку активізації деформацій; порядок інформування начальника дистанцій колії та поїзного диспетчера про можливу загрозу деформацій, огороження небезпечної ділянки;

- порядок пропускання поїздів нестійкою ділянкою під час активізації деформацій (обмеження швидкості, попередження машиністів поїздів про пильність); перелік посадових осіб, яким надане право вводити особливі умови руху поїздів;

- основні вимоги з забезпечення безпеки руху поїздів і охорони праці працівників під час виконання нагляду, оглядів, спостережень, обстежень і виконання ремонтних робіт.

2.1.5. Особливості утримання земляного полотна та його споруд, що знаходяться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах

До ділянок земляного полотна, що знаходяться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах, належать ті, на яких звичайні типові конструкції насипу та виїмки, способи захисту і кріплення є недостатніми й для забезпечення експлуатаційної надійності колії яких необхідні додаткові заходи, що розробляються за індивідуальним проєктом. До ділянок зі складними інженерно-геологічними та природно-кліматичними умовами належать:

- ділянки, що знаходяться на насипах, відсипаних на болотах та інших слабких основах;

- ділянки підтоплення та розмиву земляного полотна в місцях можливих виходів на колію води під час танення снігу або опадів, а також ділянки впливу тимчасових і постійних водотоків, морів, водосховищ, озер;

- ділянки, розташовані в зоні яроутворення;
- ділянки, розташовані на зсувах;
- косогірні ділянки;
- скельно-обвальні ділянки;
- місця шахтних підробок;
- селенебезпечні місця;
- місця з наявністю полоїв;
- ділянки в гірських, сейсмічних районах;
- місця з наявністю здимання і весняного осідання;
- карстові ділянки;
- інші місця земляного полотна, на яких спостерігаються підвищені темпи накопичення осідань верхньої будови колії та видимі відхилення її положення в плані.

Нестійкі ділянки з можливими деформаціями земляного полотна, особливості утримання верхньої будови колії й земляного полотна на окремих об'єктах мають визначатися щорічно наказом начальника дистанції колії з призначенням відповідальних працівників за впровадження заходів із забезпечення безпеки руху поїздів. За ділянками земляного полотна, що знаходяться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах, а також схильними до деформацій, відділи з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії ЦДЗІ повинні здійснювати нагляд у складі оглядів та обстежень. Цей нагляд не має замінити систематичний нагляд, поточні і періодичні огляди. Для нагляду за необхідності допускається залучати науково-дослідні, проєктні та інші організації, оснащені необхідними засобами діагностики. Зазначені організації на підставі затверджених положень (статутів) повинні

робити систематичний огляд усіх водовідвідних, захисних та укріплювальних споруд із необхідними інструментальними зйомками; перевіряти стан земляного полотна та його основи за допомогою буріння, шурфування та інших методів; перевіряти якість утримання земляного полотна та його споруд, правильність ведення технічної документації.

За результатами оглядів і обстежень земляного полотна та його споруд складається звіт з пропозиціями, а на місцях видаються письмові вказівки дистанції колії щодо проведення невідкладних заходів із забезпечення безпеки руху поїздів. До оцінювання стану земляного полотна, що знаходиться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах, і видів робіт з поточного утримання земляного полотна та його споруд висуваються вимоги, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Вимоги до оцінювання стану земляного полотна, що знаходиться у складних інженерно-геологічних і природно-кліматичних умовах, і види робіт з поточного утримання земляного полотна та його споруд

Об'єкт нагляду	Показник оцінювання стану об'єкта	Склад робіт з поточного утримання
1	2	3
1. Ділянки колії, що знаходяться на насипах, відсипаних на болотах та інших слабких основах¹		
Верхня будова колії	Викривлення колії в плані й за профілем (місцеві зміщення та осідання), що спостерігаються інструментально та візуально	Виправлення плану й профілю колії згідно з підрозд. 3.2 розд. 3 ЦП-0269 [13]
Брівка й укоси насипів	Збереженість обрису й укріплення; виникнення або розвиток осідань, спливів, бокових зміщень, тріщин, розриву дернового шару; застій води біля основи укосу	Відведення води від основи укосу з улаштуванням додаткових каналів, планування узбіч і укосів, відновлення укріплень

Продовження табл. 2.2

1	2	3
Водовідвідні канави	Розмиви, застої води, збереженість укріплення	Планування дна й укосів канав зі зрізанням горбів торфу, відновлення обрису й укріплення в місцях пошкоджень
Прилегла місцевість	Розрив торф'яної кірки, поява горбів випирання, стан захисного покриття із мінерального ґрунту на ділянках торф'яних боліт, що висихають	
2. Ділянки підтоплення й розмиву земляного полотна в місцях можливого потрапляння на колію води в результаті сніготанення або опадів, а також ділянки впливу тимчасових і постійних водотоків, морів, водосховищ та озер		
Насипи й конуси насипів біля мостів, що підтоплюються	Збереженість укосів, насипів біля укріплювальної одежі, мостів, підвідних русел і отворів штучних споруд, рівні стояння води з обох боків насипу, характер пропускання льоду	Ліквідація промоїн, ремонт укріплювальної одежі, заміна зруйнованих плит, поповнення каменю, прибирання з площі водозбору плавучих матеріалів для попередження забивання отворів штучних споруд; забезпечення запасу матеріалів для ліквідації можливих розмивів. Ліквідація заторів і застою води біля штучних споруд, перепускання води в разі одностороннього підпору, улаштування поздовжніх ополонок для попередження пошкоджень бетонної одежі й мостіння укосів

Продовження табл. 2.2

1	2	3
Регуляційні та протирозмивні споруди	Стан дамб, бун, відбійників, хвилевідбійних стінок, включаючи положення й цілісність конструкції, збереженість укріплення й облицювання, укріплювального одягу основи, збереженість ряжів, кам'яно-хворостяних, габіонних споруд, захисної деревинно-кущової рослинності	Закладання тріщин у кладці стінок, нагнітання розчину в порожнечі й тріщини, заміна облицювальних каменів з розшиванням швів цементним розчином, ліквідація промоїн за стінками, підмивів фундаментів, ремонт і відновлення фащин, кам'яно-хворостяних, габіонних споруд, поповнення ряжів, фащин, габіонів каменем, ліквідація розривів у металевій габіонній сітці, влаштування поздовжніх ополонок для попередження пошкоджень облицювання й захисного одягу
Виймки (у районах з великою інтенсивністю танення снігу або дощових опадів)	Стан водовідводів біля підшви укосів й на заукісних площадках (нагірних каналів, кюветів, лотків, швидкотоків, перепадів та інших водовідводів), збереженість обрису й укріплення укосів, оцінювання небезпеки розмивів водою під час танення снігу за запасами снігу і його розподілом по місцевості, забезпечення пропускання води по розкритих навесні водовідводах	Очищення водовідводів, ремонт укріплення, ліквідація на укосах нерівностей і слідів траншей, прокладених для кабелів підземних комунікацій, періодичне очищення й розкривання водовідводів до початку й під час танення снігу, забезпечення безперешкодної течії води під час танення снігу й злив, перепускання води дерев'яними жолобами в шпальних ящиках у разі одностороннього переповнення кюветів

1	2	3
3. Ділянки, розташовані в зоні яроутворення²		
Земляне полотно та його споруди	Стан водовідвідних споруд, поверхневого укріплення, наявність відкладень матеріалів виносу із ярів, у руслах водовідводів і малих штучних споруд	Закладання промоїн, вибоїн, усунення пошкоджень укріплення водовідвідних каналів, резервів, водоскидів та інших споруд, влаштування нових во- довідводів на схилах для перехоплення поверхневих вод, гасіння швидкості течії води
Смуга відве- дення, охоронна зона, прилегла місцевість (зона можливого яроутворення)	Стан захисного дернового шару, відсутність розмивів русел, стан деревинно- кущових насаджень, проходження поверхневого стоку, режим землекористування в охоронній зоні	Ліквідація розмивів русел, посадка й відновлення дере- винної й кущової рослинності та дернового укріплення поверхні. Недопустимість розорювання земель у межах охоронних зон
Існуюча мережа ярів, окремі яри	Розвиток ярів (переміщення, бортів, вершини, збільшення глибини, поява відгалужень); стан захисних споруд, наближення ярів до колії	Регулювання поверхневого стоку системою водовідвідних каналів укріплення перепадів, швидкотоків, загат, укріплення русел на дні ярів, планування, уположення й терасування бортів, посів трав, посадка кущів, дерев на схилах, терасах і прилеглих територіях, улаштування габіонних килимів, гнучких залізобетонних покриттів, кам'яного накиду
4. Ділянки, розташовані на зсувах³		
Колія	Положення рейкової колії в плані й за профілем, збере- женість обрису укосів земля- ного полотна, стан поверхневих водовідводів,	Виправлення плану й профілю колії згідно з підрозд. 3.2 розд. 3 ЦП-0269 [13], відновлення й укріплення водовідводів (нагірних та інших каналів,

1	2	3
	положення й вертикальність опор контактної мережі, кілометрових знаків, збереженість оглядових і поглинаючих колодязів, дренажних споруд	кюветів, лотків, швидкотоків, перепадів), каптаж нових джерел з улаштуванням нових водовідводів, закладання місцевим ґрунтом або глиною тріщин, западин, спливів
Зсувний масив і охоронна зона ⁴	Зміна рельєфу місцевості, положення дерев, збереженість будівель, стан поверхневого водовідводу, поява виходів ґрунтових вод, збереженість колодязів дренажних споруд, дотримання встановленого режиму землекористування в охоронній зоні	Каптаж нових джерел з улаштуванням водовідводів, засипання западин, закладання тріщин у зсувному масиві, недопущення в межах охоронної зони випасу худоби, розорювання поверхні, будівництва споруд, складування каменю, гравію, ґрунту та інших матеріалів, підрізання схилів, прокладання кабелів і трубопроводів, проведення вибухових робіт
Укріплювальні споруди	Стабільність положення підпірних стінок-контрбанкетів, стан кладки, бетонних блоків, облицювання поверхневого укріплення, працездатність і дебіт дренажних споруд на випуску	Дрібний ремонт підпірних стінок, дренажів контрбанкетів, берегоукріплювальних і протизсувних споруд
5. Скельно-обвальні ділянки⁵		
Колія	Збереженість колії, сигналізації, водовідвідних та інших споруд, ступінь заповнення уловлювальних ровів і траншей	Прибирання уламків гірської породи, виконання невідкладних робіт зі зрізання й прибирання масивів гірських порід, що загрожують падінням, очищення уловлювальних ровів, траншей, застійних пазух, відновлення водовідводів, ремонт уловлювальних стінок

1	2	3
Укоси й схили	Стан укосів, розвиток тріщин, поява нестійких каменів і масивів, стан захисних шарів, кущів і дерев	Профілактичне прибирання нестійких каменів і масивів, планування укосів із ліквідацією застійних місць, вирубка дерев і кущів у розцілинах скель
6. Місця шахтних підробок⁶		
Верхня будова колії, земляне полотно, смуга відведення ⁷	Стан плану й профілю колії, водовідводів, поверхневого укріплення ⁸	Виправлення колії в разі осідань основи, ліквідація місць застою води у водовідводах і ліквідація місцевих западин; розширення земляного полотна, ремонт дренажів, стінок, контрфорсів та інших споруд
7. Селенебезпечні місця⁹		
Колія	Стан колії й водовідводів після проходження селів	Розчищення колії від наносів, ліквідація розмивів і підмивів укосів, очищення й ремонт водовідводів
Селезахисні споруди	Наявність пошкоджень і руйнувань на селезатримувальних, селенапрямних спорудах	Ремонт селезахисних споруд, улаштування додаткових споруд
Селеві балки	Обстеження селевої балки й прилеглої території з виявленням стану дна й схилів, наявності предметів, що можуть переноситися й загрожують утворенням заторів на селепропускних спорудах	Ліквідація умов, що створюють небезпеку виникнення затору
Охоронна зона	Спостереження за режимом землекористування в охоронній зоні	Недопущення пошкодження рослинного покриву й лісових насаджень, випасу худоби, розорювання крутих схилів для вирощування однорічних сільськогосподарських культур

1	2	3
8. Місця з наявністю полоїв		
Колія	Стан водовідвідних споруд, характер росту полоїв, утворення горбів здимання, справна робота дренажних споруд	Запобігання виходу полоїв на колію, прибирання льоду від полоїв, пропускання весняних вод, утримання русел на підходах до штучних споруд
Протиполоєві споруди	Стан протиполоєвих споруд	Ремонт і підготовка до зими протиполоєвих споруд
9. Ділянки колії в сейсмічних районах¹⁰		
Земляне полотно та його споруди	Стан усіх елементів земляного полотна після землетрусу	Ліквідація пошкоджень і забезпечення безпеки руху поїздів
Гірські схили	Стан гірських схилів, косогірних ділянок, селе- і лавинонебезпечних ділянок і захисних споруд	Визначення небезпеки обвалів, осипів, зсувів, виникнення селів і лавин. Прибирання нестійких масивів і каменів, ремонт захисних споруд
10. Ділянки зі здиманням і весняним осіданням		
Колія	Профіль колії, стан узбіч	Нівелювання ділянок здимання, зрізання й планування узбіч і берм, спостереження за здиманням з прив'язкою до пікетажу, ліквідація місцевих джерел зволоження
Водовідвідні споруди	Стан водовідвідних споруд	Очищення й ремонт поверхневих водовідводів, дренажних споруд, підготовка лотків, прорізів від протипучинних подушок до пропускання паводків, ремонт укріплення укосів для попередження спливу ґрунту й замулення кюветів

11. Карстонебезпечні ділянки		
Колія	Стан земляного полотна, збереженість обрису укосів і поверхневого укріплення водовідводів, гідроізоляційних покриттів, протикарстового захисту	Ремонт водовідводів, пошкоджень укріплень і гідроізоляційних покриттів
Смуга відведення	Поява нових і ріст старих воронок, тріщин, утворення місцевих безстічних понижень, забезпечення режиму землекористування в охоронній зоні	Засипання карстових воронок, відведення води з місцевих понижень, заповнення тріщин глинистим ґрунтом з ущільненням, недопущення пошкодження дернового покриття

Примітка 1. У період паводків, затяжних та зливових дощів, а також під час проведення осушувальних робіт або природній зміні водного режиму частоту оглядів збільшують аж до встановлення постійних інструментальних спостережень.

Примітка 2. У разі наближення ярів до залізничної колії встановлюють інструментальне спостереження за їх ростом. Періодичність спостережень встановлюють залежно від випадення злив і паводків, танення снігу.

Примітка 3. Порядок періодичних оглядів, стаціонарних інструментальних спостережень і інженерно-геологічного обстеження колії встановлюють місцевими інструкціями залежно від активізації посувань і інженерно-геологічних умов.

Примітка 4. Спостереження за зсувом, профілактичні й негайні заходи з його стабілізації виконуються, як правило, спеціалізованими бригадами.

Примітка 5. Спостереження й роботи на скельно-обвальних ділянках виконують згідно зі спеціальними нормативними документами.

Примітка 6. Підробка залізниць може виконуватись тільки за умови дозволу керівництва регіональної філії залізниці й відповідно до Правил охорони споруд і природних об'єктів від шкідливого впливу підземних розробок. На ділянках шахтних підробок гірниче підприємство закладає спостережні станції за схемою, узгодженою з дистанціями колії.

Примітка 7. Гірниче підприємство не менше ніж за два місяці до початку впливу підробки на земляне полотно повинне зробити зйомку поздовжнього профілю колії по реперах спостережної станції й головках рейок підроблених колій. Складений поздовжній профіль зі схемою розміщення спостережних станцій передається гірничим підприємством дистанції колії.

Примітка 8. У період впливу підробок гірниче підприємство проводить інструментальні спостереження за зміщенням залізничної колії й земної поверхні на підробленій ділянці з початку підробки й до закінчення періоду небезпечних деформацій – через кожні 15-20 днів, а після закінчення періоду небезпечних деформацій – через кожні два місяці. Результати спостережень передаються дистанції колії не пізніше, ніж через два дні після проведення кожного чергового спостереження.

Примітка 9. Склад спостережень за селенебезпечними ділянками, заходи для захисту споруд від деформацій і руйнувань розроблюють згідно зі спеціальним нормативним документом.

Примітка 10. Позачергові огляди проводяться зразу після землетрусу бригадами колії, бригадиром обвальної ділянки та шляховим майстром.

2.2. Документація нагляду за станом земляного полотна

На всі ділянки земляного полотна та його споруд, на яких відбувались або відбуваються деформації, у дистанції колії слід складати Паспорт земляного полотна, що деформується або нестійке (форма ПУ-9), за необхідності – окрема картка у Книзі протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного полотна (форма ПУ-14), у яких мають регулярно відображуватися результати оглядів, обстежень, інструментальних експлуатаційних спостережень. У випадках, коли деформації повністю усунені, працівники дистанцій колії продовжують вести Паспорт форми ПУ-9, і ділянка на протязі десяти років перебуває на обліку як нестійка з моменту останніх деформацій. Зняття з обліку виконується на підставі акта комісійного огляду за участю відділу з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ,

начальника дистанції колії, майстра з земляного полотна (або працівника, на якого покладені його обов'язки). Акт затверджує начальник або головний інженер служби колії. Після зняття ділянки з обліку Паспорт форми ПУ-9, що був заведений на неї, постійно зберігається в дистанції колії. Начальники дистанцій колії, їхні заступники, начальники ділянок, старші шляхові майстри, майстри з земляного полотна, шляхові майстри, бригадири колії, бригадири спеціалізованих бригад із земляного полотна, обхідники залізничних колій і штучних споруд повинні детально знати і постійно вивчати стан довірених їм земляного полотна та його споруд, забезпечувати високу якість їхнього утримання та нагляду й безпеку руху поїздів.

До утримання земляного полотна та його споруд відносять нагляд за його станом для своєчасного виявлення ознак і причин деформацій; поточне утримання, попередження небезпечних деформацій, які можуть призвести до аварійних ситуацій, і проведення невідкладних заходів з метою їхнього запобігання; виконання необхідних обсягів робіт під час планово-запобіжних ремонтів верхньої будови колії; поточний ремонт, капітальний ремонт або підсилення за індивідуальними проєктами. Працівники служби колії, дистанцій колії, КМС, причетні до поточного утримання, поточного ремонту та капітального ремонту земляного полотна та його споруд, працівники відділів з перевірки земляного полотна регіонального центру діагностики філії ЦДЗІ повинні у встановленому порядку проходити технічне навчання, підвищення кваліфікації, брати участь у школах передового досвіду. Усі ділянки земляного полотна, що деформуються або нестійкі, і особливо ті, що знаходяться в складних інженерно-геологічних, гідрологічних, гідрогеологічних і кліматичних умовах (зсувні, обвальні, розмивні, карстові та інші), мають перебувати під постійним наглядом начальника дистанції колії і начальника служби колії. Відділами з перевірки земляного полотна регіональних центрів

діагностики філії ЦДЗІ має виконуватись огляд та обстеження цих місць згідно з річним планом, узгодженим із службою колії. За результатами оглядів та обстежень вказаних ділянок складаються технічні звіти з зазначенням необхідних заходів з нагляду за земляним полотном, його спорудами та їхнім утримання. Звіти надаються до дистанції колії і служби колії для планування робіт з ремонту й поточного утримання земляного полотна.

Для нестійких ділянок земляного полотна, на яких можливе порушення його цілісності, дистанція колії слід складати місцеву інструкцію з утримання земляного полотна та його споруд і забезпечення безпеки руху поїздів, що затверджується начальником служби колії. Заходи зі стабілізації й підсилення земляного полотна та його споруд слід розробляти у відповідності з чинними нормативними документами. Під час ремонту і будівництва нових захисних і укріплювальних споруд земляного полотна необхідно дотримуватися вимог технічних умов на проведення та приймання робіт. Заходи з підвищення експлуатаційної надійності земляного полотна та його споруд мають забезпечувати усунення його деформацій, дефектів і пошкоджень, а також ремонт або підсилення захисних і укріплювальних споруд. Заходи капітального характеру з ремонту або підсилення земляного полотна та його споруд виконуються за індивідуальними проектами.

Під час проведення оглядів керівним складом регіональної філії АТ «Укрзалізниця» та служби колії разом з оцінюванням стану земляного полотна та його споруд, виявленням дефектів і розробленням заходів для їхнього усунення перевіряються організація нагляду за станом і утриманням земляного полотна та його споруд, ведення встановленої технічної документації, своєчасність усунення недоліків, виявлених під час попередніх оглядів, якість виконаних ремонтних робіт і визначається порядок експлуатації ділянки (швидкість руху поїздів, порядок нагляду

тощо). Результати оглядів оформляються актами, які додаються до Книги протидеформаційних та укріплювальних споруд земляного полотна (ПУ-14) і Паспорта земляного полотна, що деформується або нестійке (ПУ-9). Крім того, у Паспорті форми ПУ-9 і Книзі форми ПУ-14 робиться запис про проведеній огляд із зазначенням дати, прізвищ і посад працівників, які його проводили. Копії актів періодичних оглядів земляного полотна комісією, очолюваною заступником директора регіональної філії АТ «Укрзалізниця», не пізніше, ніж через два тижні, надсилаються до Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

3. Несправності земляного полотна, їхні ознаки, причини, невідкладні заходи, експлуатаційні спостереження

У земляному полотні та його спорудах під час експлуатації можуть утворюватись і накопичуватись дефекти, деформації та пошкодження. Дефекти є наслідком недоробок під час проєктування земляного полотна, його захисних і укріплювальних споруд, порушення технології будівельного процесу й тимчасової експлуатації залізничних ліній, незадовільного поточного утримання та неякісних ремонтів колії. Деформації земляного полотна і його споруд утворюються внаслідок недостатньої несучої здатності ґрунтів, з яких воно зведене; невідповідності потужності верхньої будови колії навантаженням від рухомого складу, що обертається; недостатнього захисту ґрунтів земляного полотна від несприятливих впливів кліматичних та інженерно-геологічних факторів (зсувів, селів, повеней тощо). Низька якість поточного утримання земляного полотна та його споруд, коли не забезпечується відведення поверхневих і ґрунтових вод, несвоєчасно усуваються дрібні дефекти земляного полотна та його споруд, не ліквідовуються причини зниження несучої здатності ґрунтів, призводить до переростання дрібних дефектів і

пошкоджень у небезпечні деформації, що загрожують безпеці руху поїздів. Під пошкодженням розуміють несправність земляного полотна та його споруд, що утворилася під час експлуатації під впливом несприятливих природних умов, внаслідок ненормальних, непередбачених характером роботи дій, взаємодії зі сторонніми конструкціями.

Дефекти, деформації та пошкодження земляного полотна та його споруд підлягають усуненню в процесі поточного утримання колії, під час планово-запобіжних ремонтів верхньої будови колії, а також поточного, капітального ремонтів, підсилення земляного полотна за індивідуальними проектами. Раніше стосовно несправностей у сукупності з їхніми причинами застосовувався термін «хвороби» земляного полотна.

ЦП 0072 [4] передбачає таку класифікацію найбільш розповсюджених дефектів, деформацій і пошкоджень земляного полотна:

1. Основний майданчик земляного полотна:

1.1. Дефекти:

1.1.1. Баластові корита.

1.1.2. Баластове ложе.

1.1.3. Баластовий мішок.

1.1.4. Баластові гнізда.

1.2. Деформації:

1.2.1. Весняні осідання.

1.2.2. Здимання.

2. Укоси:

2.1. Дефекти.

2.1.1. Змиви.

2.1.2. Обвалення крутих укосів виїмок у лесових ґрунтах.

2.2. Деформації:

2.2.1. Розмиви укосів контрбанкетів і берм.

2.2.2. Спливи укосів виїмок.

- 2.2.3. Спливи укосів насипів.
- 2.2.4. Зсування укосів насипу.
- 2.2.5. Спливи укісних частин насипу над його теплотрасою, що його перетинає.
- 2.2.6. Зсування сипких відкладень по контакту зі скельними ґрунтами.
- 2.2.7. Осипи.
- 2.2.8. Вивали.
- 2.2.9. Обвали.
- 3. Тіло земляного полотна:
 - 3.1. Дефекти.
 - 3.1.1. Розповзання насипу.
 - 3.1.2. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів, що його складають.
 - 3.2. Деформації:
 - 3.2.1. Зсув (сповзання) насипу або його низової частини по похилій основі.
 - 3.2.2. Зсуви.
 - 3.2.3. Зміщення насипу, розташованого на курумі.
- 4. Основа земляного полотна:
 - 4.1. Дефекти:
 - 4.1.1. Суфозійне руйнування укісних частин земляного полотна.
 - 4.2. Деформації:
 - 4.2.1. Осідання насипу внаслідок випирання ґрунтів основи.
 - 4.2.2. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів основи.
 - 4.2.3. Випирання ґрунтів у виїмці.
 - 4.2.4. Провали насипів на торф'яних болотах (мулистих відкладеннях).
 - 4.2.5. Провали земляного полотна на закарстованих територіях.
- 5. Пошкодження земляного полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями:

5.1. Осідання основного майданчика земляного полотна над трубопровідними пересіченнями.

5.2. Порушення відведення поверхневих вод біля пасажирських платформ і вантажно-розвантажувальних майданчиків.

5.3. Пошкодження приукісних частин земляного полотна в місцях прокладення кабелів.

5.4. Осідання земляного полотна над шахтними підробками.

5.5. Тривале осідання насипів на підходах до мостів і водопропускних труб.

6. Пошкодження земляного полотна під впливом несприятливих природних умов:

6.1. Розмиви укосів земляного полотна, яке підтоплюється.

6.2. Розмиви відкритих водовідводів (каналів, кюветів тощо).

6.3. Замулення кюветів і каналів.

6.4. Підмив берега моря (озера, водосховища) поблизу земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд.

6.5. Підмив основи земляного полотна водними потоками.

6.6. Яроутворення.

6.7. Завал земляного полотна сніговими лавинами.

6.8. Завали колії селєвими відкладеннями.

6.9. Захарашення колії й підмостових отворів полоями.

6.10. Пошкодження земляного полотна під час повеней.

7. Дефекти земляного полотна, що виникли через будівництво додаткових колій:

7.1. Здимання на одній з колій двоколійної ділянки.

7.2. Осідання насипу додаткової (нової) колії, збудованої на слабкій основі.

7.3. Перезволоження ґрунту в укосах старого й недавно збудованого насипу внаслідок неорганізованого водовідведення з розширеного міжколійя.

7.4. Деформації земляного полотна другої колії, що виникли в результаті зволоження ґрунту через баластовий шлейф, затиснутий під час будівництва другої колії.

8. Конструктивні дефекти земляного полотна ліній, що експлуатуються тривалий час:

8.1. Недостатність ширини узбіч.

8.2. Баластовий шлейф із завищеною крутістю укосу.

8.3. Пошкодження земляного полотна при недостатній довжині водопропускної труби.

8.4. Зменшення перерізу будівельних кюветів.

8.5. Зміщення рівня й положення в плані кюветів.

9. Дефекти, деформації і пошкодження спеціальних захисних споруд (розглянуті в розд. 5 посібника).

3.1. Несправності основного майданчика земляного полотна

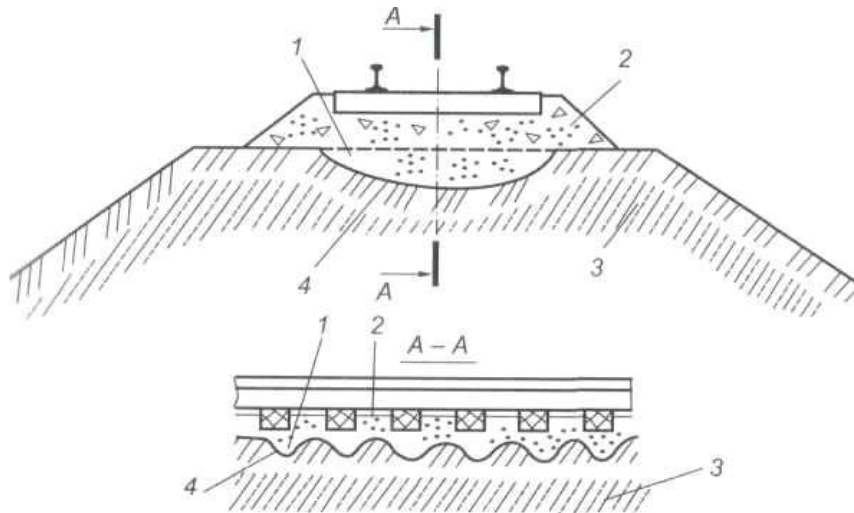
3.1.1. Дефекти основного майданчика земляного полотна

3.1.1.1. Баластові корита – окремо розміщені під шпалами заглиблення у глинистих ґрунтах, які становлять основний майданчик, заповнені баластними матеріалами (рис. 3.1). Заглиблення можуть бути односторонніми (під однією рейковою ниткою) і двосторонніми (під обома нитками) і досягають глибини від 0,05 м до 0,3 м.

Розпізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекоси, розрідження та виплески баласту (рис. 3.1, б), тріщини на поверхні баластового шару.

Причини утворення: зниження несучої здатності ґрунтів внаслідок їхнього перезволоження; незадовільний стан баластової призми, водовідвідних споруд земляного полотна; наявність слабких або недостатньо ущільнених ґрунтів основного майданчика; наявність здимання і весняного осідання.

а



б



Рис. 3.1. Баластові корита: *а* – схема дефекту; *б* – виплеск як ознака наявності баластових корита, ложа, мішку, гнізд: 1 – баластове корито; 2 – баластовий шар; 3 – глинисті ґрунти; 4 – контакт баластових матеріалів і глинистих ґрунтів

Невідкладні заходи: осушення розрідженої зони баластової призми та земляного полотна; усунення несправностей верхньої будови колії (осідань, поштовхів, перекосів, неправильного положення в плані); відновлення водовідведення по кюветах, лотках, канавах, дренажах.

Експлуатаційні спостереження: визначення ділянки з баластовими коритами; нагляд за станом колії в періоди виникнення осідань, перекосів

(весна, осінь, під час злив); визначення достатності вжитих невідкладних заходів; регулярні перевірки стану колії за шаблоном і рівнем, виявлення поштовхів.

3.1.1.2. Баластове ложе – загальне (під кількома шпалами) заглиблення в глинистих ґрунтах, які становлять основний майданчик. Витягнуте вздовж колії баластове ложе іноді має поздовжній ухил і заповнене баластовими матеріалами. Досягає глибини від 400 до 500 мм і частіше виникає на насипах і нульових місцях (рис. 3.2).

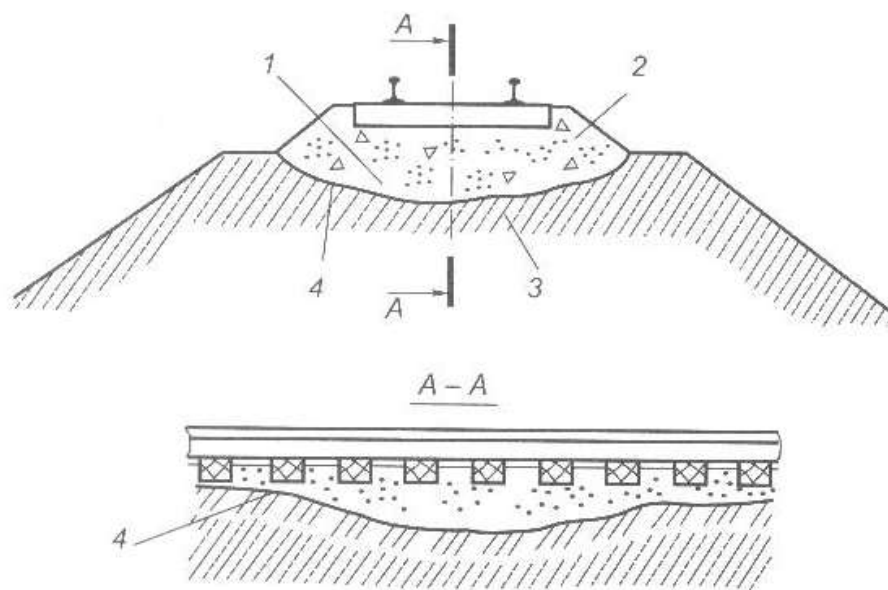


Рис. 3.2. Баластове ложе: 1 – баластове корито; 2 – баластовий шар; 3 – глинисті ґрунти; 4 – контакт баластових матеріалів і глинистих ґрунтів

Розпізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекоси, розрідження та виплески баласту (рис. 3.1, б), тріщини на укосах і узбіччях; випирання ґрунту на міжколійї, укосах, у кюветах.

Причини утворення: зниження несучої здатності ґрунтів внаслідок їхнього перезволоження при незадовільному стані баластової призми й водовідвідних споруд земляного полотна; надходження води в насип або на нульове місце з боку виїмки; наявність слабких або недостатньо ущільнених ґрунтів у зоні основного майданчика; недостатня товщина

баластового шару; застосування непридатних ґрунтів, неправильне розташування шарів ґрунту в тілі насипу або залишення слабого ґрунту під баластовою призмою у виїмках і на нульових місцях; наявність здимання і весняного осідання.

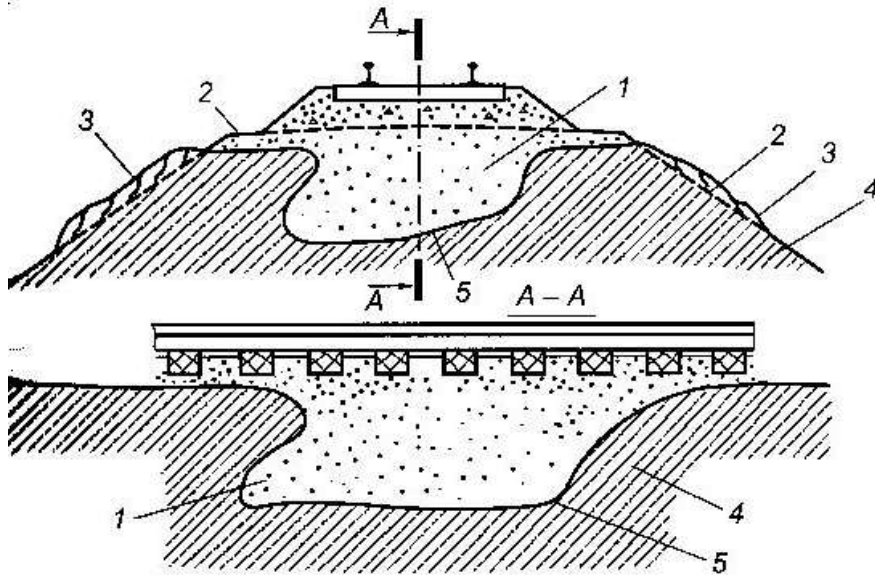
Невідкладні заходи: відведення води від баластової призми; усунення несправностей верхньої будови колії; осушення ґрунтів основного майданчика односторонніми або двосторонніми прорізами зі зрізанням і заміною дренажним ґрунтом глинистих бортів нижче дна ложа. У разі наявності ґрунтових вод або надходженні води з виїмки по баластовому ложу – каптаж джерел, улаштування прорізів-загорож, відновлення дренажів, лотків, каналів.

Експлуатаційні спостереження: ретельний огляд нестійких ділянок у періоди відтавання ґрунту, злив, паводків; періодичний огляд протидеформаційних і водовідвідних споруд; вимірювання рівня води у дренажних колодязях у періоди дощів, пропускання весняних і зливових вод; визначення кількості води, яка витікає з дренажів, випусків лотків, водовідводів.

3.1.1.3. Баластовий мішок – ізольоване значне заглиблення в глинистих ґрунтах, які становлять основний майданчик і тіло земляного полотна, заповнене піщаними, у тому числі баластовими, матеріалами (рис. 3.3).

Розпізнавальні ознаки: часті виникнення осідань колії на одній і тій самій короткій ділянці (взимку – здимання, навесні – виплески й розрідження (рис. 3.1, б)); тріщини на укосах земляного полотна й водовідводах; випирання ґрунту на міжколійї та на укосах; різна рослинність на ділянці баластового мішка й прилеглих до нього стійких ділянках, нахил опор контактної мережі (рис. 3.3, б).

а



б



Рис. 3.3. Баластовий мішок: *а* – схема дефекту; *б* – нахил опор контактної мережі як ознака наявності баластових мішку та гнізд: 1 – баластове корито; 2 – будівельний поперечний профіль; 3 – випирання ґрунту внаслідок утворення баластового мішка; 4 – глинисті ґрунти; 5 – контакт баластових матеріалів і глинистих ґрунтів

Причини утворення: неправильне розташування різнорідних ґрунтів під час спорудження земляного полотна або усунення пошкоджень і руйнувань; порушення вимог проєктів при заповненні траншей і

котлованів під час прокладання трубопроводів, ліній зв'язку, будівництві водопропускних споруд у тілі земляного полотна; багаторазові виправлення різких коротких осідань колії за допомогою підняття на баласт під час усунення деформацій земляного полотна на слабких основах, що викликані інтенсивним здиманням і весняним осіданням.

Невідкладні заходи: негайне усунення несправностей верхньої будови колії (іноді зі створенням чергової бригади); відведення води від місця несправності колії, усунення застою води в канавах і кюветах; забивання тріщин на поверхні укосів, у канавах і кюветах.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійких ділянок земляного полотна, огляд протидеформаційних і водовідвідних споруд; виявлення характерних несправностей верхньої будови колії та періодичності їхньої появи.

3.1.1.4. Баластові гнізда – баластові мішки й ложа, які мають один або декілька відростків-кишень, заповнених баластовими матеріалами (рис. 3.4).

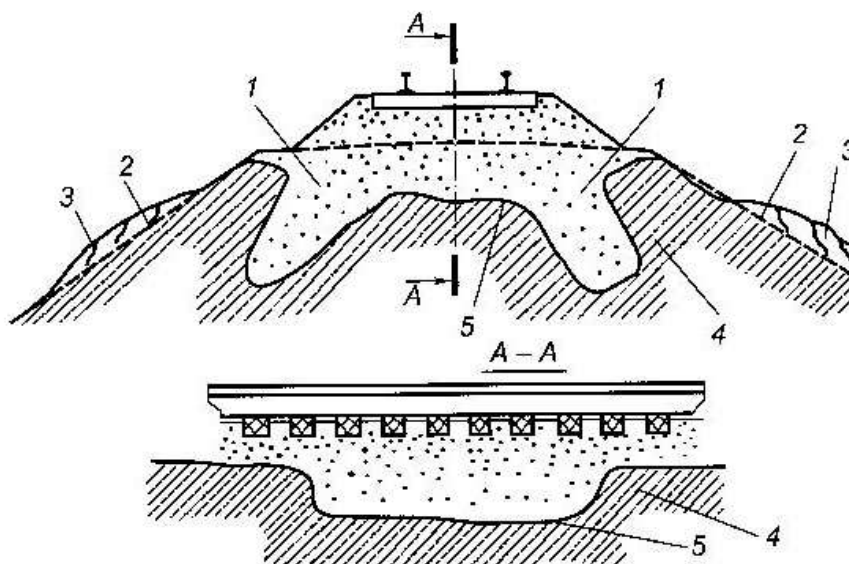


Рис. 3.4. Баластові гнізда: 1 – баластові гнізда; 2 – будівельний поперечний профіль; 3 – випирання ґрунту внаслідок утворення баластового гнізда; 4 – глинисті ґрунти; 5 – контакт баластових матеріалів і глинистих ґрунтів

Розпізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекоси, розрідження та виплески баласту (рис. 3.1, б), тріщини на поверхні баластового шару, тріщини на укосах і узбіччях, випирання ґрунтів на міжколійї, укосах і кюветах; утворення на укосах патьоків ґрунту, змішаного з піском, випирання укосів насипу, нахил опор контактної мережі (рис. 3.3, б).

Причини утворення: неправильне розташування ґрунтів різної водопроникності під час будівництва залізниці чи другої колії; укладання глинистих ґрунтів поверх піщаних (у тому числі шлейфа); залишення непереобладнаних канав, заповнених баластовими матеріалами під час розвитку станцій, розширення міжколійя, укладання стрілочних з'їздів; неправильне відновлення земляного полотна після руйнування з використанням непридатних ґрунтів; незадовільне поточне утримання колії протягом тривалого часу на ділянках зі здиманням, весняним осіданням, сезонними розрідженнями ґрунту.

Невідкладні заходи: усунення розрідження баластового шару, виправлення колії, усунення застою води на поверхні основного майданчика, баластових мішках, гніздах; випускання води з місць зовнішнього та внутрішнього застою (засипаних шлейфів тощо); підняття колії на баласт; заміна слабких ґрунтів основного майданчика; приведення потужності верхньої будови колії до типу, що відповідає умовам експлуатації лінії.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійкої ділянки, ретельний огляд стану земляного полотна та його споруд.

3.1.2. Деформації основного майданчика земляного полотна

3.1.2.1. Весняні осідання – інтенсивне нарощення місцевих викривлень рейкової колії в поздовжньому й поперечному напрямках внаслідок осідання під поїзним навантаженням ґрунтів земляного полотна,

що відтають, на ділянках з горбами здимання або великим рівномірним здиманням (як правило, більше 400 або 500 мм (рис. 3.5)).

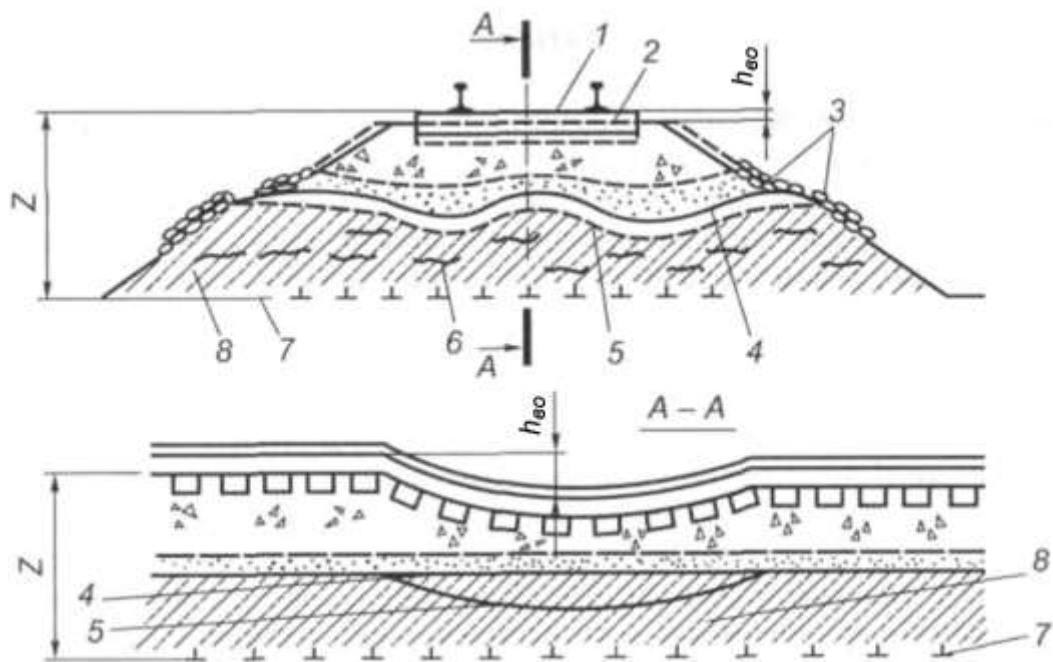


Рис. 3.5. Весняні осідання: 1, 2 – верх шпали відповідно наприкінці зими й навесні після відтавання ґрунтів; 3 – випирання ґрунту; 4 – основний майданчик взимку; 5 – основний майданчик після осідання; 6 – лінзи льоду; 7 – межа промерзання; 8 – глинисті ґрунти

Розпізнавальні ознаки: осідання рейкових ниток у період відтавання; часті несправності колії за рівнем і в профілі (поштовхи, перекоси); вичавлювання води, а потім розрідженого ґрунту по гранях шпал, у деяких випадках поява горба випирання розрідженого ґрунту на узбіччях міжколійя; зміщення укосів і пошкодження кюветів.

Причини утворення: різке зниження несучої здатності ґрунтів, що підтають, на ділянках з інтенсивним нерівномірним і рівномірним здиманням; незадовільне відведення ґрунтових і поверхневих вод; нерівномірне відтавання ґрунту вздовж колії й під різними рейковими нитками; інтенсивні атмосферні опади, що підсилюють деформації колії.

Невідкладні заходи: якісне відведення води від баластового шару і з узбіч; регулярне очищення кюветів і канав від сміття, льоду, снігу і недопущення застою води; усунення несправностей верхньої будови колії за рівнем і в поздовжньому профілі; при інтенсивних розладах колії обмеження швидкості руху поїздів. Для попередження осідань необхідне повне усунення зимового здимання ґрунтів і підвищення їхньої несучої здатності за спеціальними проєктами.

Експлуатаційні спостереження: визначення місцезнаходження ділянок з весняними осіданнями; облік кількості й видів робіт, виконуваних під час утримання колії; нагляд за станом земляного полотна та його споруд, особливо в період танення снігу, відтавання ґрунту, проходження паводків, випадання атмосферних опадів.

3.1.2.2. Здимання – викривлення положення рейкових ниток у поздовжньому і поперечному напрямках у вигляді горбів, впадин і перепадів здимання, які потребують виправлення колії, виникають внаслідок нерівномірного здимання ґрунтів під час промерзання. Під час відтавання ґрунтів можливі весняні осідання (рис. 3.6).

Розпізнавальні ознаки: деформації, які виникають у період промерзання й відтавання ґрунтів; несправності верхньої будови колії за рівнем і в поздовжньому профілі, що викликають неспокійний хід поїзда під час руху ділянкою здимання; зависання рейок над шпалами поблизу нерівностей здимання; поздовжні тріщини в сніговому покриві, на поверхні укисної частини баластової призми, біля кінців шпал; під час відтавання ґрунту виникають осідання, перекоси, виплески, випирання ґрунту зі здиманням узбіч, укосів кюветів і канав, здавлювання лотків.

Причини утворення: наявність різнорідних або неоднаково зволжених ґрунтів основного майданчика; зволоження глинистих ґрунтів, що становлять основний майданчик, внаслідок наявності безстічних нерівностей; промерзання глинистих ґрунтів за наявності ґрунтових вод і

занедбаного стану водовідводів, неоднакова глибина промерзання земляного полотна; нерівномірне засмічення й зволоження баластового шару.

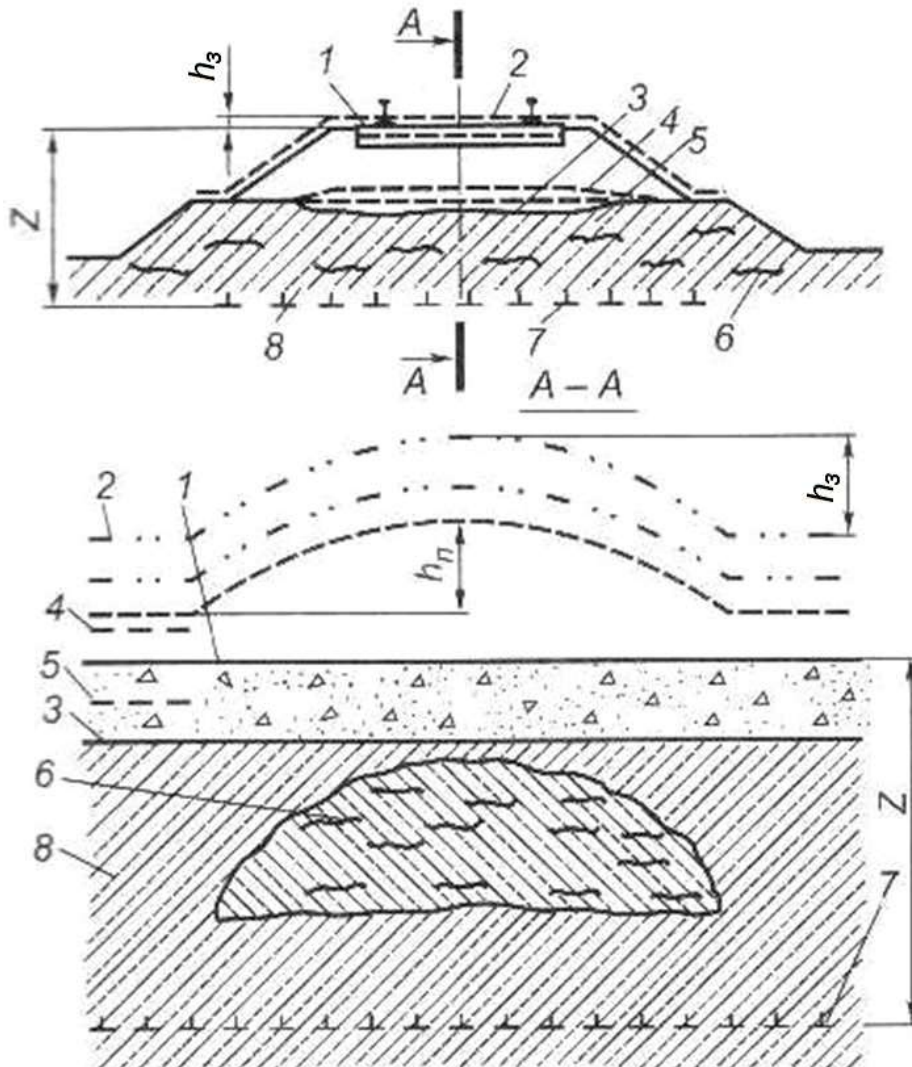


Рис. 3.6. Здимання: 1, 2 – верх шпали відповідно восени і наприкінці зими;
 3, 4 – основний майданчик відповідно восени і наприкінці зими;
 5 – будівельний обрис основного майданчика; 6 – лінзи льоду; 7 – межа промерзання; 8 – глинисті ґрунти

Невідкладні заходи: посилений нагляд за станом колії в періоди зростання здимання взимку і особливо під час весняного осідання (аж до щоденних оглядів); своєчасне усунення відступів від норм утримання

верхньої будови колії з застосуванням пучинних підкладок або підрейкових прокладок (виправлення колії виконується після відтавання ґрунту); ретельне утримання водовідвідних споруд (кюветів, канав, лотків, дренажів) із завчасною підготовкою до відведення води в період тривалої відлиги й весняного танення снігу; у періоди швидкого весняного осідання при високій температурі повітря та інтенсивних атмосферних опадах можливе обмеження швидкості руху поїздів. Після закінчення весняного осідання необхідне виправлення колії з вилученням пучинних підкладок.

Експлуатаційні спостереження (візуальні та інструментальні): взимку шляховий майстер і бригадир колії за допомогою шаблона визначають висоту підняття головок рейок за період між датами проведення спостережень. Навесні визначають величину осідання колії. Результати спостережень записують до Книги форми ПУ-28. Візуальним спостереженням визначають положення місць або ділянок здимання, величини горбів (або впадин) здимання, швидкості зростання й осідання нерівностей здимання, заміряють товщину пучинних підкладок на кожній шпалі. Підсумки спостережень у зимово-весняний період заносять до Паспорта земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9) і Відомості обліку місць здимання на головних коліях (ПУ-10).

3.2. Несправності укосів

3.2.1. Дефекти укосів

3.2.1.1. Змиви – поверхневі порушення укосів атмосферними водами. Під час змивів, пов'язаних з відтаванням ґрунту, розріджена маса стікає по підстеленому мерзлому шару до основи укосу, на закюветну полицю, у кювети (рис. 3.7).

Розпізнавальні ознаки: патьоки й мікрівимоїни на укосах; відкладення висохлого затверділого ґрунту біля основи укосу.

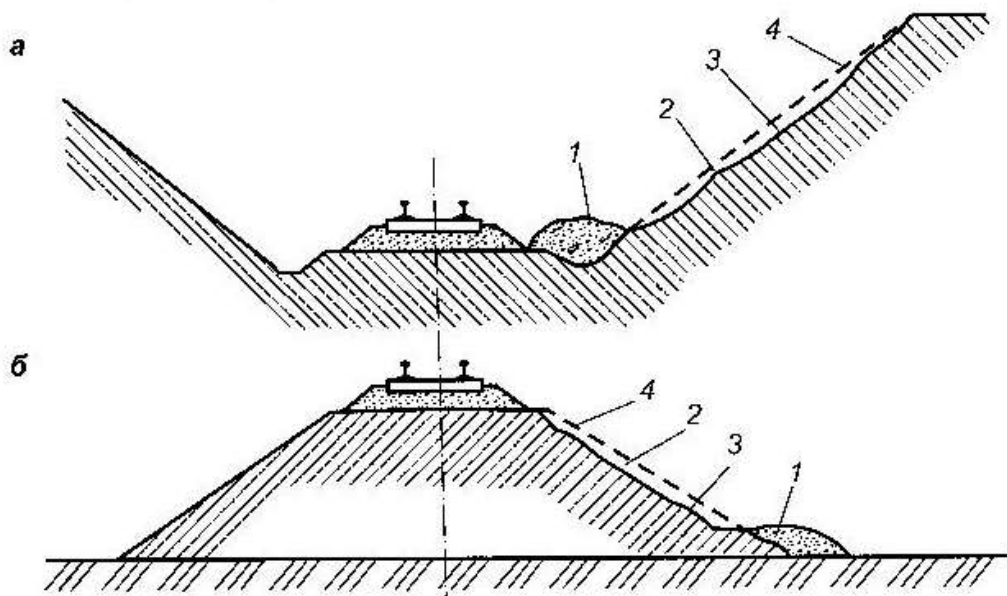


Рис. 3.7. Змиви: а – виїмки; б – насип; 1 – змитий ґрунт; 2 – місце пошкодження; 3 – пошкоджений укіс; 4 – поверхня укосу до пошкодження

Причини утворення: грубе планування, недостатнє укріплення укосів і їхніх 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 надходження поверхневої води, усунення застою води у водовідвідних спорудах; забивання початкових розмивів і тріщин, відновлення кріплень укосів; за необхідності – прибирання снігу з укосів.

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

3.2.1.2. Обвалення крутих укосів виїмок у лесових ґрунтах

Причини утворення: подрібнення лесової породи в укосах і прилеглих масивах внаслідок поперемінного зволоження, висушування,

промерзання, відтавання, що супроводжуються набряканням і усадкою ґрунту; відколи ґрунтових блоків різної величини з нагромадженням їх біля основи укосу, що призводить до погіршення поверхневого стікання води, зволоження накопиченого ґрунту й природного масиву в нижній частині укосу; застої води в кюветах і зволоження підшви укосу з викришуванням і ослабленням лесового ґрунту, утворення ніші біля підшви укосу (рис. 3.8).

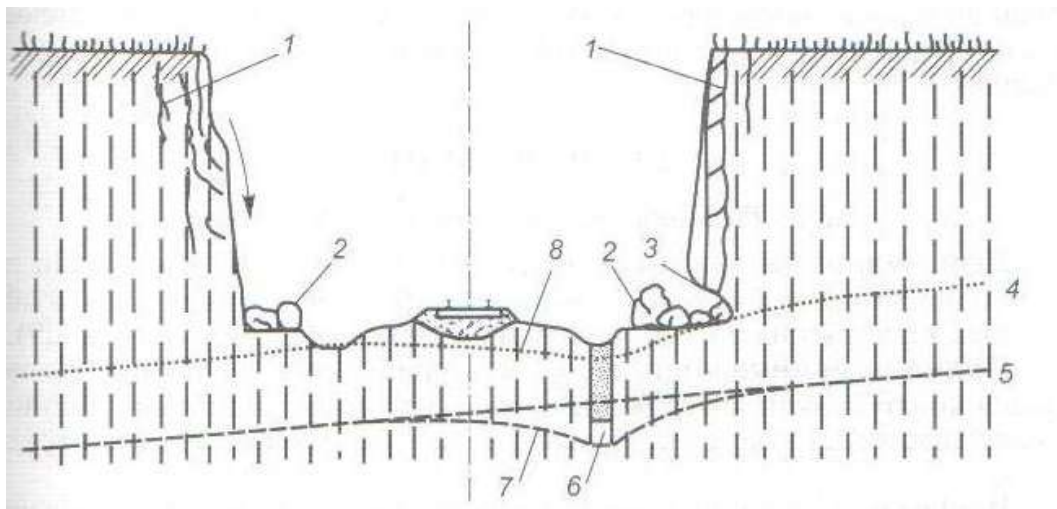


Рис. 3.8. Обвалення крутих укосів виїмок у лесових ґрунтах:

1 – тріщини усадки лесу під час підсушування, по яких відколюються його блоки; 2 – блоки лесу, що впали з укосу на закуветну полицю; 3 – ніша викришення капілярно зволоженого лесу в підшві укосу; 4 – кайма капілярно зволоженого лесу внаслідок підняття рівня ґрунтових вод при наповненні недавно утвореного водоймища; 5 – рівень ґрунтових вод; 6 – підкуветний дренаж; 7 – депресійна воронка ґрунтових вод; 8 – знижений при дренаванні ґрунтових вод рівень кайми капілярного підняття вологи в лесі (глибина закладення дренажної труби та її діаметр приймаються за розрахунком)

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

ослаблення ґрунту, осідають, нахиляються й поступово дробляться, за-
харащуючи закюветні полиці, кювети, а іноді й верхню будову колії.

Невідкладні заходи: усунення застою води в кюветах, на закюветних
полицях, надукісних майданчиках; збирання ґрунту, що обвалився, з
видаленням його за межі виїмки; зачищення укосу, пошкодженого об-
валенням ґрунту; закладення тріщин на заукісному майданчику, 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 сумнівних масивів,
що загрожують обваленням; контроль за станом кюветів, нагірних канав і
наявних банкетів; визначення місць можливого надходження води до
брівки укосів; під час обвалення укосів – визначення можливості експлу-
тації колії зі встановленими або обмеженими швидкостями руху поїздів.

3.2.2. Деформації укосів

3.2.2.1. Розмиви укосів контрбанкетів і берм

Розпізнавальні 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 (рис. 3.9).

Причини утворення: 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.

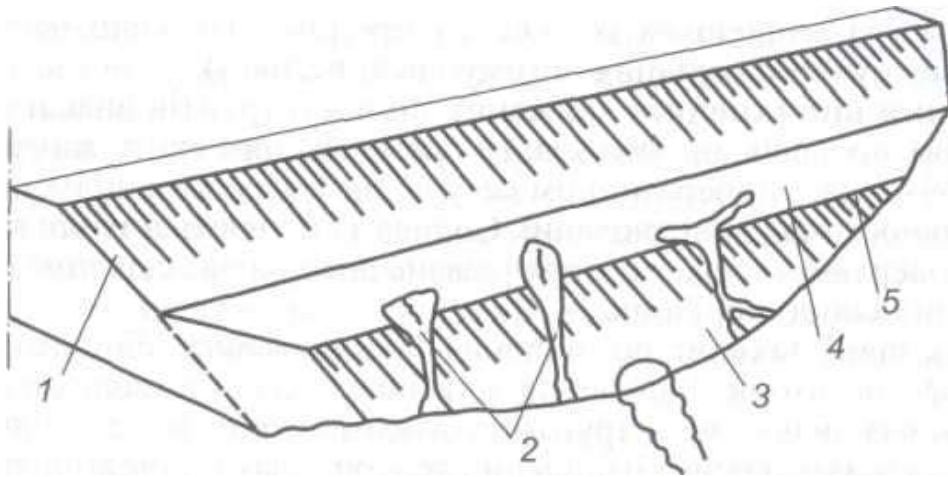


Рис. 3.9. Розмиви укосів контрбанкетів і берм: 1 – укіс насипу, що підсилюється; 2 – вимоїни на полиці й укосі контрбанкета; 3 – укіс контрбанкета; 4 – полиця контрбанкета; 5 – брівка контрбанкета

3.2.2.2. Спливи укосів виїмок – зміщення верхнього шару ґрунту товщиною від 1 до 2 м зі збереженням загальної стійкості укосу (рис. 3.10). Спливи треба відрізняти від зсувів укосів, пов'язаних з порушенням їхньої загальної стійкості.

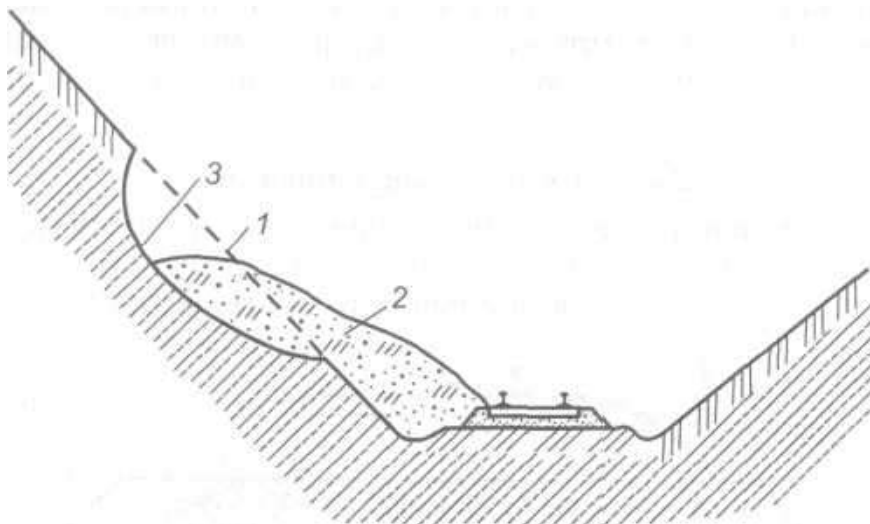


Рис. 3.10. Спливи укосів виїмок: 1 – укіс виїмки до спливу; 2 – ґрунт, що спливає; 3 – поверхня ковзання

Розпізнавальні ознаки: від змивів спливи відрізняються суцільним зміщенням поверхневих шарів ґрунту, а від зсувів укосів – малою глиби-

ною розповсюдження. На ранніх стадіях виникають короткі тріщини на поверхні й біля брівок 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 до 2 м. Кювети й канави деформуються зі зміщенням їхніх укосів всередину. На колії часто спостерігаються здимання та весняні осідання.

Причини утворення: зниження міцності ґрунтів внаслідок фізико-хімічних процесів, пов'язаних із промерзанням і відтаванням, усадкою й набуханням, поперемінним висушенням і зволоженням, порушенням суцільності внаслідок вивітрювання. Спливам сприяють виходи ґрунтової води на поверхню укосів, неупорядковане поверхнєве стікання води, порушення цілісності кріплень.

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

Заходи, що сприяють підвищенню стійкості укосів: уположення укосів, створення роздільних бERM; укріплення деревинною, кущовою, 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 розповсюдження (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.

3.2.2.3. Спливи укосів насипів – зміщення поверхневого шару ґрунту (у тому числі баластового шлейфа) із захопленням узбіччя й частини баластової призми без порушення загальної стійкості насипу (рис. 3.11).

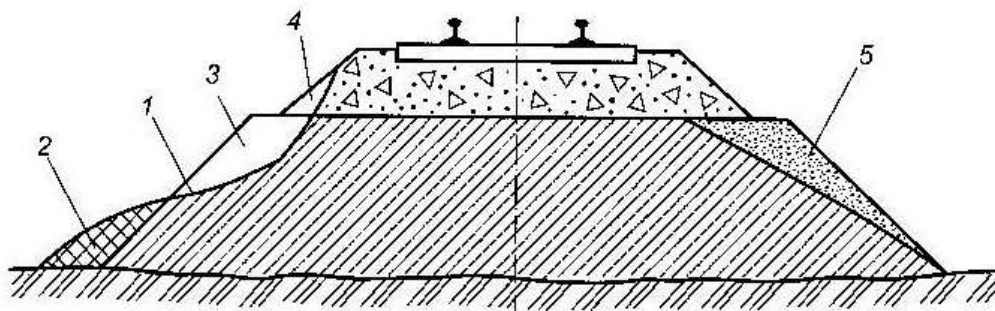


Рис. 3.11. Спливи укосів насипів: 1 – поверхня зміщення; 2 – зміщений ґрунт; 3 – порушена частина укосу; 4 – порушена частина баластової призми; 5 – баластовий шлейф

Розпізнавальні 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 утворення: пухке складання верхнього шару ґрунту; місцеве змочування контакту глинистого ґрунту укосу й баластового шару; перевантаження верхньої частини укосу навалами ґрунту, іншими матеріалами, засмічений баласт; 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 за необхідності – організація чергових бригад; ліквідація застою води, прибирання зайвих матеріалів з узбіччя і верхніх частин укосу; створення упору біля основи

укошу з каменю, габіонів, місцевого ґрунту з відведенням води від земляного полотна. Недопущення розвантаження снігу на укис, а за 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; за необхідності – встановлення створів вішок для спостережень за горизонтальними зсувами.

3.2.2.4. Зсування укосів насипу – відшарування укисної частини насипу з розповсюдженням основного майданчика, частіше за все до кінців шпал або осі колії, зсування її до підшви укосу, іноді з розповсюдженням основи укосу (рис. 3.12).

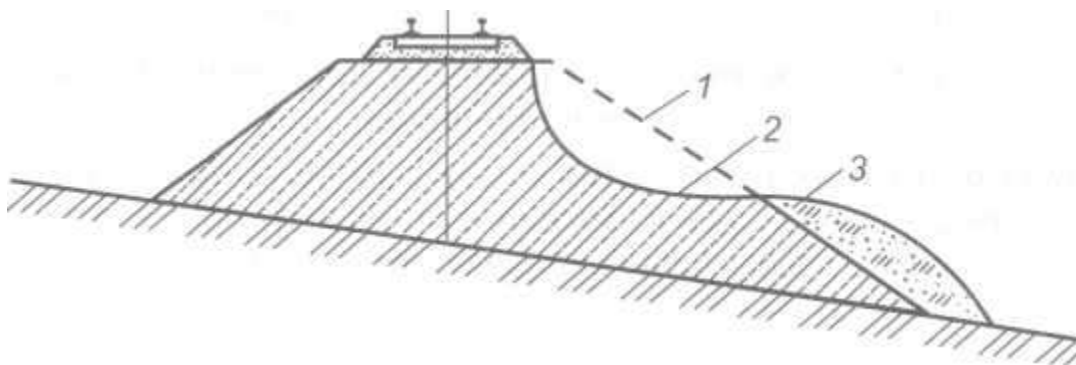


Рис. 3.12. Зсування укосу насипу: 1 – початковий (будівельний) профіль; 2 – поверхня ковзання; 3 – ґрунт, що зсунувся

Розпізнавальні ознаки: утворення поздовжніх тріщин на узбіччях, укосах баластової призми, вздовж торців шпал, під рейко-шпальною решіткою, горбів на укосах і зволжених складок у нижній частині укосу; відносно великі осідання рейкових ниток, які потребують виправлення колії; викривлення обрисів укосів і поверхні землі поруч з основою укосу. У разі зсування спочатку відбувається вертикальне зміщення ґрунту з утворенням стінки відриву, потім зміщення ґрунту в польовий бік. Як

правило, інша частина насипу залишається стійкою. Цим відрізняється зсування укосів від загального зміщення всього насипу.

Причини утворення: недостатня щільність ґрунтів насипу та укисних частин – наявність баластових шлейфів на укосах насипів; завищена крутість укосів; спорудження насипу зі слабких ґрунтів, непридатних для будівництва; різниця в щільності й вологості ґрунтів ядра та укисної частини – наявність поздовжніх баластових лож, мішків і особливо баластових гнізд – наявність баластового шлейфа з завищеною крутістю його укосу й замочуванням контакту глинистих і дренуючих ґрунтів; наявність слабких ґрунтів в основі укисної частини насипу; погане поточне утримання земляного полотна; перезволоження ґрунту сильними атмосферними опадами, талими водами.

Невідкладні заходи: планування узбіч; забивання тріщин; прибирання снігу наприкінці 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 за необхідності створів вішок; виявлення на поверхні укосів місць виходу ґрунтової води або, навпаки, поглинання води, що стікає під час танення снігу й сильних опадів; ретельний огляд ділянок, на яких виконувалися невідкладні роботи.

3.2.2.5. Спливи укісних частин насипу над теплотрасою, що перетинає її

Розпізнавальні 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 (рис. 3.13).

Причини утворення: 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.

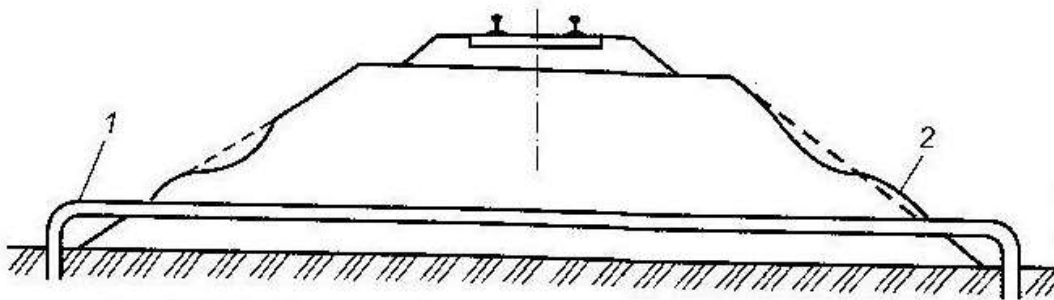


Рис. 3.13. Спливи укісних частин насипу над теплотрасою, що перетинає її:

1 – теплотраса; 2 – сплив укосу насипу

Невідкладні заходи: усунення западин плануванням, засипанням однорідним ґрунтом; одернування поверхні; перебудова підземного переходу в надземний; укладання теплотраси в захисну трубу нижче підшви 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 із записом до Книги форми ПУ-28 і Паспорта форми ПУ-9.

3.2.2.6. Зсування сипких відкладень по контакту зі скельними грунтами

Розпізнавальні ознаки: згорблення природної поверхні схилу з утворенням поздовжніх тріщин у товщі ґрунту (рис. 3.14), який розташований вище брівки укусу, і нахилом стовбурів дерев у низовий бік; вихід ґрунтової води в суміші з дрібноземом у пониженнях рельєфу й відкладення піщано-глинистого матеріалу біля основи скельного укусу; накопичення на закюветній полиці продуктів вивітрювання порід, які становлять косогір.

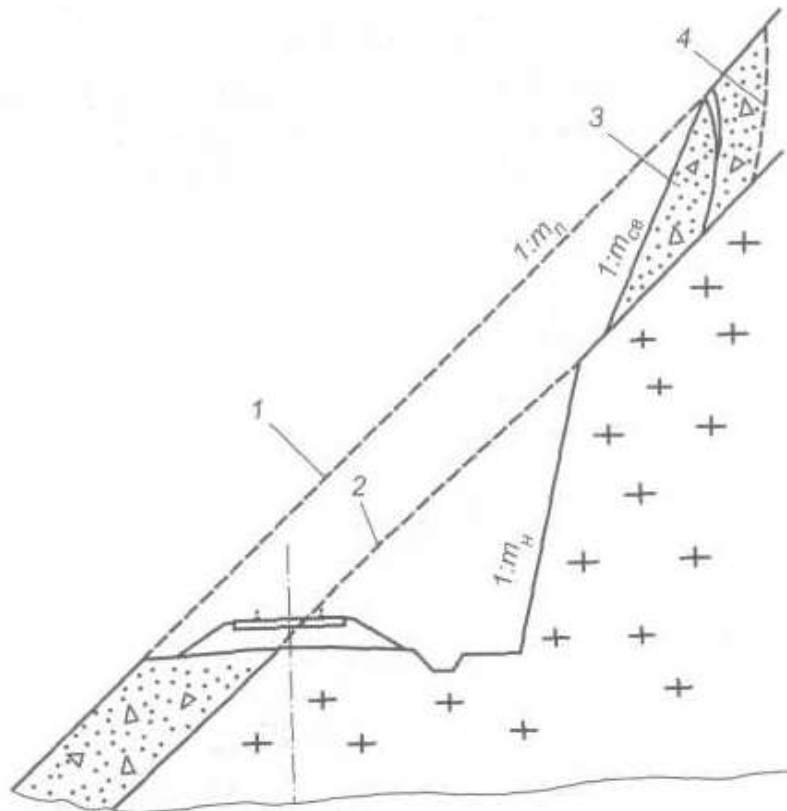


Рис. 3.14. Зсування сипких відкладень по контакту зі скельними грунтами: 1 – природний схил до влаштування виїмки; 2 – контакт сипких відкладень зі скельними породами; 3 – нестійкий масив; 4 – тріщини розриву сипких відкладень

Причини утворення: 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 скельними породами або завищена крутість укосів у сипких товщах.

Невідкладні заходи: очищення закюветних полиць і водовідвідних споруд, захаращених породами, що зсунулись; усунення застою 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: усі ділянки на косогорах з підрізаними нестійкими шарами гірських порід мають знаходитися під наглядом шляхового майстра, бригадира колії, за необхідності – майстра з земляного полотна й обхідників обвальних місць, які керуються місцевою інструкцією, розробленою дистанцією колії та затвердженою начальником служби колії.

3.2.2.7. Осипи – переміщення під дією сили тяжіння дресв'яно-щебених продуктів вивітрювання гірських порід з поверхні укосів або схилів до їхньої підшви (рис. 3.15). Матеріал осипів – суміш щебеневого матеріалу й дрібнозему.

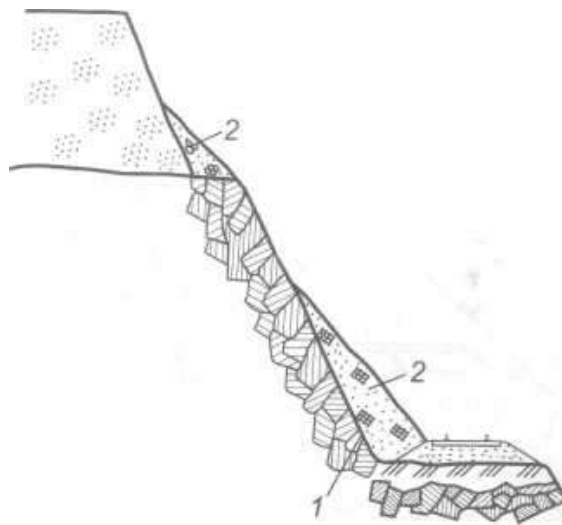


Рис. 3.15. Осипи: 1 – укіс виїмки; 2 – матеріал осипу

Розпізнавальні ознаки: накопичення дрібних уламків біля основи схилу або укосу конуса; поява на укосах тріщин, незначна рослинність на поверхні осипів. При нахилі поверхні обсипного конуса, близької до кута природного укосу, від перезволоження або динамічних впливів можливі значні зміщення (осування). Масиви гірських порід, з яких скочуються скельні уламки, мають шарувату будову зі слабких і міцних порід, інколи бувають з карнизами, що нависають.

Причини утворення: вивітрювання поверхневих шарів слабких порід, велика крутість схилу або його частини, що перевищує кут природного укосу 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 укосу; утримання в справному стані водовідвідних, захисних і укріплювальних споруд; прибирання насипних мас із пазах підпірних та одягальних стінок, із дна уловлювальних полиць-траншей; нарощування або влаштування уловлювальних валів або стін із сухої кладки, які запобігають захарашенню верхньої будови колії. Роботи з захисту колії від пошкоджень осипами слід виконувати під керівництвом досвідчених бригадирів колії, шляхових майстрів, майстрів з земляного полотна.

Заходи, що запобігають утворенню осипів: відновлення рослинного покриву; захист порід від інтенсивного вивітрювання (наприклад укріплення поверхні торкретбетоном по сітці або без неї); зменшення крутості 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 скельних укосів або природних схилів з виявленням зон, з яких можуть потрапляти на колію скельні уламки, ретельний огляд водовідвідних споруд.

3.2.2.8. Вивали – випадення окремих скельних уламків (брил) з укосів виїмок (напіввиїмок) або поверхонь схилів порівняно стійких скельних масивів (рис. 3.16).

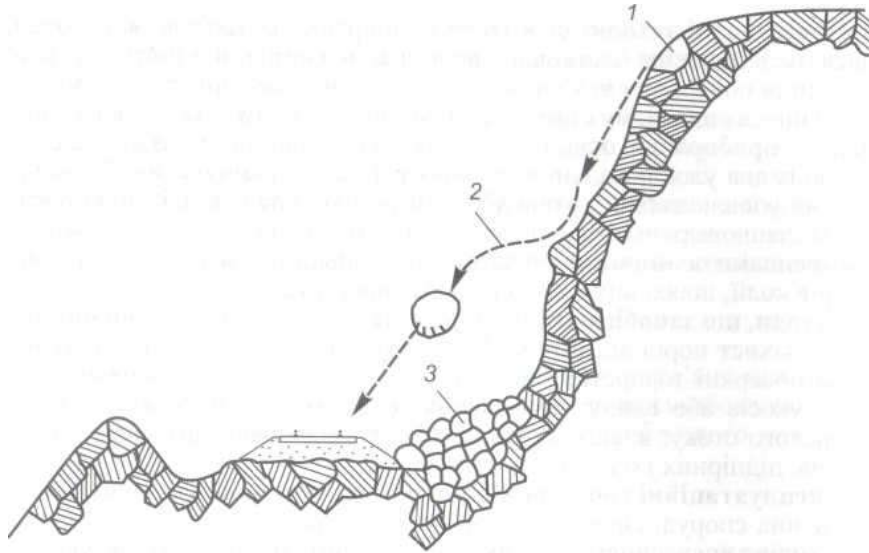


Рис. 3.16. Вивали: 1 – місце вивалу; 2 – траєкторія падіння брил; 3 – місце накопичення брил, що обсипалися та обвалилися

Розпізнавальні ознаки: нагромадження щебенистих і кам'янистих уламків біля підшви укосу виїмки, що звичайно відбувається перед падінням великих брил від 0,5 до 1,0 м³, наявність на укосах карнизів, що нависають, із міцних порід, що підстилаються слабкими породами, які легко вивітрюються; поява нових тріщин, що розкриваються й відокремлюють брили від скельного масиву.

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

Невідкладні заходи: очищення верхньої будови колії, пазух, уловлювальних споруд, захирачених вивалами; обстеження стану укосу (схилу), за 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 скельних укосів (схилів) із фіксуванням ознак нестійких масивів, у сумнівних випадках необхідно залучати для обстеження укосів спеціалістів-верхолазів. Обстеження з залученням верхолазів звичайно сполучають з роботами з закріплення нестійких масивів або їх профілактичного обвалення.

3.2.2.9. Обвали – обвалення роздрібнених скельних порід з природних схилів, укосів виїмок або напіввиїмок (рис. 3.17).

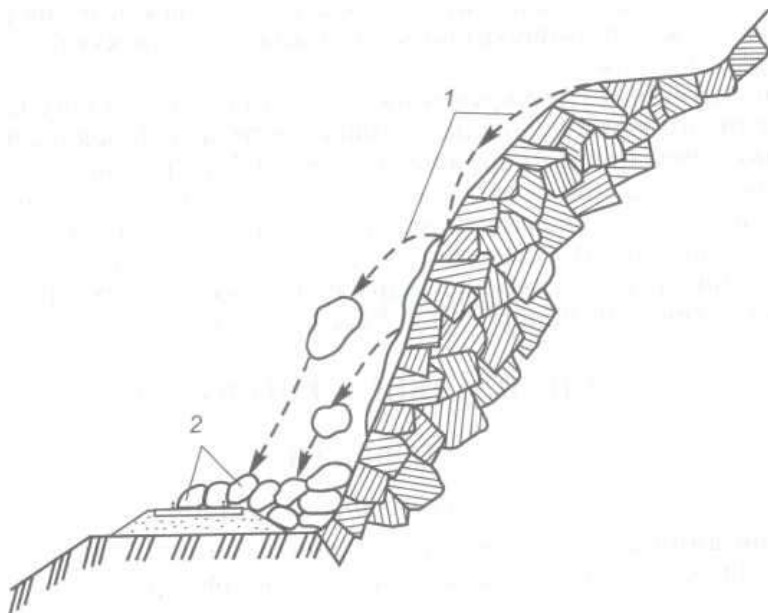
Розпізнавальні ознаки: нагромадження мас скельних порід біля основи насипу або захисних валів, стінок, траншей, іноді з захаращенням верхньої будови колії. На скельно-обвальних ділянках – навислі карнизи, малостійкі брили скельних порід, що загрожують падінням; несприятливий відносно до колії напрямок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

Причини утворення: інтенсивне вивітрювання скельних порід, що призводить 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 укошу (схилу); профілактичне завалення нестійких масивів скельних порід. Усі роботи на укосах або схилах, що проводяться для забезпечення стійкості скельно-обвальних ділянок, слід виконувати під наглядом досвідчених спеціалістів із залученням за необхідності верхолазів.

а



б



Рис. 3.17. Обвали: *а* – схема обвалу; *б* – наслідки обвалу; *1* – траєкторія падіння скельних уламків; *2* – відкладення скельних уламків

Заходи з попередження обвалів: зменшення крутості укосів і схилів; терасування зі створенням роздільних бERM; улаштування уловлювальних траншей і полиць біля основи нестійкого укосу; прикріплення загрожуючих падінням брил або масивів за допомогою металевих штанг до підстелених стійких шарів; заповнення небезпечних тріщин цементним розчином; будівництво підпірних та одягальних 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), за необхідності з використанням біноклів для виявлення нових тріщин, переміщень окремих брил і карнизів, що нависають; контроль за станом протиобвальних і захисних споруд (підпірних і одягальних 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).

3.3. Несправності тіла земляного полотна

3.3.1. Дефекти тіла земляного полотна

3.3.1.1. Розповзання насипу – повільне осідання насипу зі зміною початкових обрисів як основного майданчика, так і укосів (рис. 3.18).

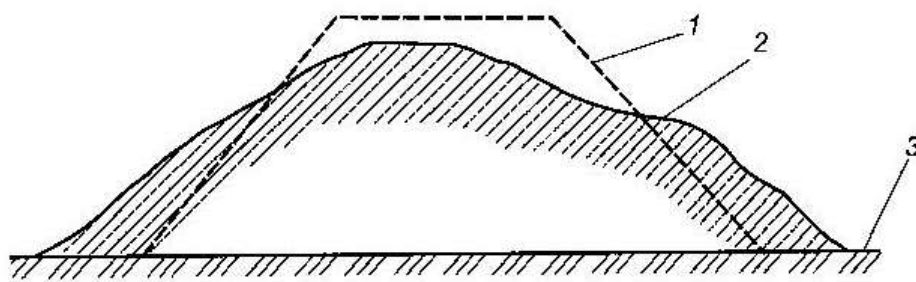


Рис. 3.18. Розповзання насипу: 1 – будівельний поперечний профіль насипу; 2 – поперечний профіль насипу після деформацій; 3 – основа насипу

Розпізнавальні ознаки: нерівномірні осідання рейкових ниток із виникненням перекосів і поштовхів; викривлення обрисів укосів з їхнім здиманням і утворенням тріщин на поверхні; осідання узбіч; поступове осідання верхньої будови колії, більш інтенсивне у високій частині, біля водопропускних труб.

Причини утворення: спорудження насипу з перезвожених глинистих або пілуватих ґрунтах; відсипання насипу в зимовий час із підвищеною кількістю в ґрунті мерзлих грудок, потрапляння в тіло насипу льоду, снігу; недостатнє ущільнення ґрунту під час будівництва; розрідження пливунних ґрунтів тіла насипу під дією поїзного навантаження; перезвоження поверхневими водами тіла насипу, спорудженого з пересушених недоущільнених ґрунтів; накопичення вологи в баластових ложах, мішках, гніздах.

Невідкладні заходи: ліквідація застою води; підняття колії на баласт, за необхідності – очищення укосів від снігу до початку його танення. За проєктом проводиться комплексне посилення насипу з забезпеченням осушення ґрунту, відсипанням контрбанкетів, уположенням укосів, уширенням основного майданчика.

Експлуатаційні спостереження: визначення розмірів деформацій земляного полотна за осіданням верхньої будови колії; контроль за станом

споруд, що відводять ґрунтові й поверхневі води; візуальний контроль за обрисом укосів, за необхідності – проведення інструментальних спостережень.

3.3.1.2. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів, що його становлять

Розпізнавальні ознаки: помітне на око зниження поздовжнього профілю колії особливо поблизу водопропускних труб; баластові шлейфи й поздовжні тріщини на укосах насипу; поодинокі осідання колії; несправності верхньої будови колії за рівнем; підвищена вібрація колії під час проходження поїздів; інтенсивне зростання баластових лож, мішків, гнізд (рис. 3.19).

Причини утворення: використання для зведення насипів гумусованих, засолених та інших подібних ґрунтів; порушення технології будівництва земляного полотна; недостатнє ущільнення ґрунтів, що укладаються в насип; низька якість утримання земляного полотна, що знижує міцнісні характеристики ґрунтів насипу й погіршує стан колії в цілому.

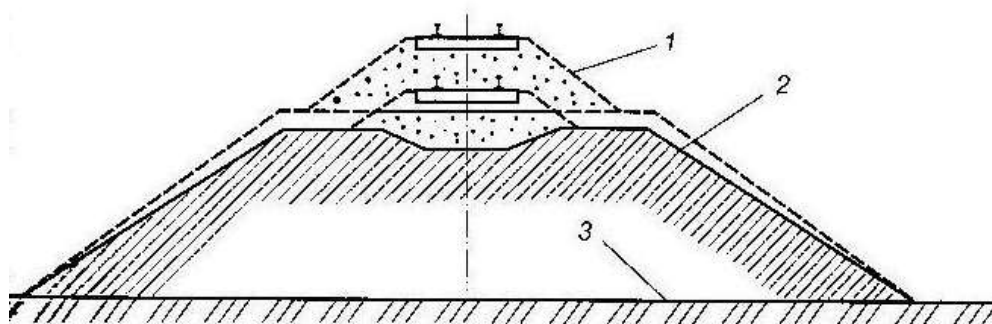


Рис. 3.19. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів, що його становлять: 1 – поперечний профіль насипу до осідання; 2 – обрис насипу після його деформацій; 3 – основа насипу

Невідкладні заходи: забезпечення стікання поверхневих вод із заглиблень на основному майданчику; розчищення тріщин у ґрунті укосів

насипу і заповнення їх місцевим ґрунтом; виявлення можливого просочування води на укосах і попередження перезволоження ґрунту укосу.

Експлуатаційні спостереження: посилений нагляд за можливим осіданням колії; візуальний огляд поверхонь укосів насипу й укісних частин баластової призми; огляд місць, де спостерігалися тріщини в ґрунті. За наявності в насипу дренажів, контрбанкетів та інших споруд – огляд їхнього стану та забезпечення працездатності.

3.3.2. Деформації тіла земляного полотна

3.3.2.1. Зсув (сповзання) насипу або його низової частини по похилій основі

Розпізнавальні ознаки: зміщення колії в напрямку пересування насипу (вниз по косогуру); осідання колії; виникнення поздовжніх тріщин у насипу (по брівках, на укосах); поява горбів випирання ґрунту біля основи укосів з низового боку (рис. 3.20).

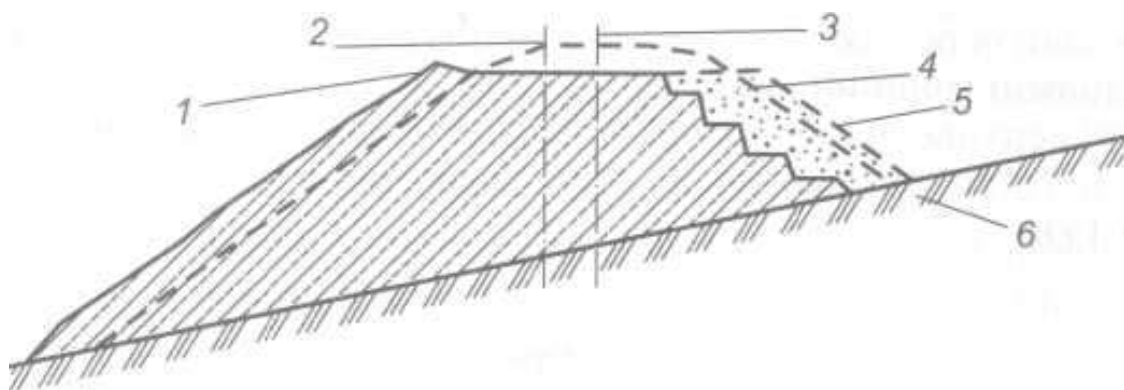


Рис. 3.20. Зсув (сповзання) насипу або його низової частини по похилій основі: 1 – поперечний профіль насипу, що змістився; 2 – вісь насипу, що змістився; 3 – будівельне положення осі насипу; 4 – будівельний поперечний профіль насипу; 5 – уширення насипу, необхідне для забезпечення стійкості баластової призми; 6 – похила основа насипу

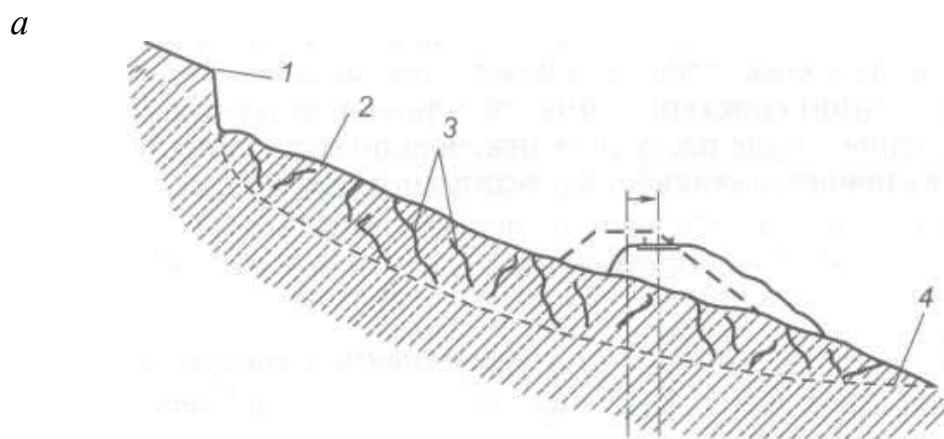
Причини утворення: неправильна підготовка косогірної основи насипу в період будівництва; незадовільне відведення поверхневих і ґрунтових вод від основи насипу; наявність в основі насипу похило розташованих і розріджених верхніх шарів ґрунту; нахил мінерального дна болота, на яке обпирається насип.

Невідкладні заходи: виправлення колії за рівнем і профілем; усунення завуженості основного майданчика земляного полотна; усунення застоїв води на узбіччях і поверхні баластового шару; закладення тріщин на укосах, узбіччях, бермах, у водовідвідних спорудах.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійкого укосу; перевірка стану колії в плані, за рівнем і профілем (наявність осідань); контроль за розкриттям наявних тріщин і виникненням нових; нагляд за наявними укріплювальними спорудами (контрбанкетами, пальовими кущами, підпірними стінками); забезпечення стікання води по канавах, випусках дренажів; усунення застою.

3.3.2.2. Зсуви – деформації земляного полотна, розташованого на зсуві (рис. 3.21). Розрізняють випадки розташування насипів на тілі зсуву й влаштування виїмок (напіввиїмок) на зсувних косогорах.

Розпізнавальні ознаки: часті несправності верхньої будови колії в плані (порушення рихтування), за рівнем і профілем; порушення цілісності канав, кюветів та інших водовідвідних споруд зі здавлюванням перерізів, порушенням поздовжніх ухилів, руйнуванням кріплень тощо; порушення цілісності ґрунтового масиву й розташованого на ньому земляного полотна тріщинами, орієнтованими уздовж і впоперек напрямку зміщення; утворення майже вертикальної стінки відриву в голові зсуву й уступів на масиві, що зміщується; нахили, падіння та розщеплення дерев, що ростуть на зсуві, утворення місцевих застоїв води.



1 – брівка зриву; *2* – зсувний масив; *3* – тріщини на зсуві; *4* – поверхня ковзання зсуву



Рис. 3.21. Зсуви: *a* – схема зсуву; *б, в* – тріщини на поверхні схилу, які передують зсуву; *г, д* – брівки зриву зсувів

Причини утворення: зсуви виявляють під час інженерно-геологічних обстежень. Як правило, має місце комплекс причин, пов'язаних зі зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів, впливом поверхневих і ґрунтових вод, підрізанням нестійких косогорів, річковою або морською абразією. До активізації зсувів призводить неправильне використання земель у смузі відведення й охоронних зон: вирубка лісу й чагарників на косогорах, неправильне ведення санітарних рубок лісу, неорганізоване здійснення земляних робіт, занедбаність водовідвідних споруд біля земляного полотна й на поверхні зсувного масиву.

Невідкладні заходи: для захисту земляного полотна від руйнівного впливу зсувів під час активних деформацій проводять ремонт захисних споруд і капітальне укріплення зсувного косогору. Проведення невідкладних заходів має на меті забезпечення безпеки руху поїздів за допомогою виправлення колії, рихтування, усунення осідань, перекосів та ін.; відновлення існуючих споруд для відведення поверхневих і ґрунтових вод, усунення заболоченості й інших застоїв води, закладення тріщин на поверхні зсуву.

Поточне утримання з невідкладним усуненням пошкоджень земляного полотна та його споруд, що виникають, необхідне як у період активних посувань зсуву, так і під час проведення капітальних робіт, особливо під час технологічних перерв.

Капітальне укріплення зсувного косогору виконують спеціалізовані ремонтно-будівельні підприємства за проектами, розробленими на основі результатів інженерно-геологічних обстежень.

Експлуатаційні спостереження: результати експлуатаційних спостережень є основою для наступних інженерно-геологічних обстежень і встановлення причин виникнення й активізації зсуву. До складу експлуатаційних спостережень належить періодичне нівелювання по рейкових нитках; вимірювання горизонтальних зміщень зсувного масиву і земляного полотна; виявлення застійних місць і виходів ґрунтових вод.

3.3.2.3. Зміщення насипу, розташованого на курумі

Розпізнавальні ознаки: порушення стану колії в плані через зміщення насипу в напрямку руху брилового розвалу або куруму вниз по схилу, осідання колії (рис. 3.22). Розвал складається з брил (з гострими кутами й ребрами) міцних порід, що лежать нещільно. У голові розвалу вище по схилу можуть бути скелі, що руйнуються. Куруми нерідко обмережують брилові розвали, але існують і окремо, складені брилами з домішкою щебеню, що лежать відносно щільно; ребра й кути брил затуплені, грані, як правило, покриті лишайниками; під брилами залягає шар щебеню з піском або супіссю, іноді з лінзами суглинку.

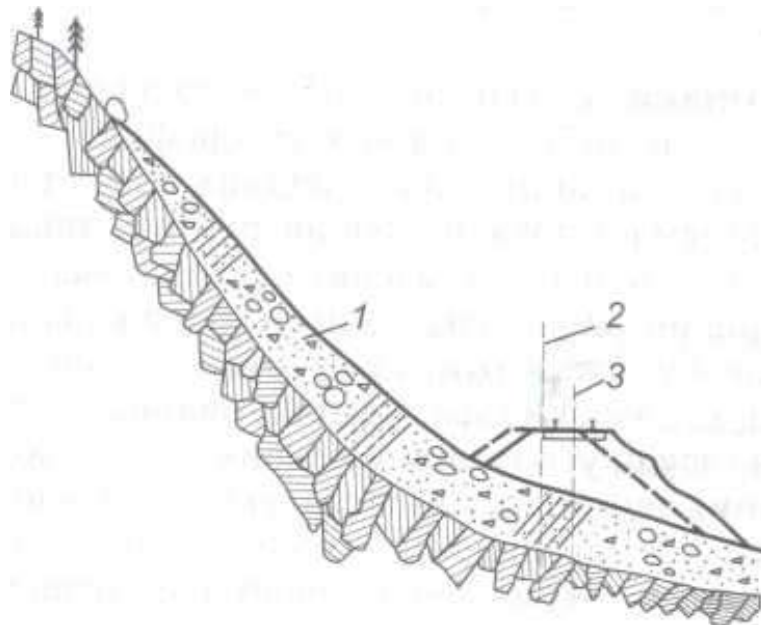


Рис. 3.22. Зміщення насипу, розташованого на курумі: 1 – курум; 2 – початкове положення осі насипу; 3 – вісь насипу після зміщення

Причини утворення: велика крутість схилу; нещільне залягання скельних уламків; змочування контакту тіла куруму з підстеленими породами, що сприяє руху куруму, який служить основою насипу.

Невідкладні заходи: підвищення стійкості схилу укріплювальними спорудами, відведенням води, перенесенням траси на нове стійке земляне полотно; уширення розташованого на курумі насипу з верхового боку (із

розрахунку звичайно від 1 до 2 м), що дає змогу виправляти колію в плані і вертикальній площині зі зміщенням насипу; за необхідності для забезпечення безпеки руху – обмеження швидкості руху поїздів.

Експлуатаційні спостереження: спостереження за станом земляного полотна; своєчасне виправлення колії в плані й профілі; ретельне спостереження за утриманням водовідвідних споруд.

3.4. Несправності основи земляного полотна

3.4.1. Дефекти основи земляного полотна

3.4.1.1. Суфозійне руйнування укісних частин земляного полотна

Розпізнавальні ознаки: відкладення дрібних піщаних і пилюватих частинок поблизу виходів ґрунтових вод на поверхню; мочажини біля основи укосу зі своєрідною вологолюбною рослинністю – чагарниками, травами; багністі поверхневі заболоченості на відносно сухих підвищеннях (у тому числі купинах); концентричні тріщини в укісних частинах земляного полотна, біля водовідвідних каналів з укісними циркоподібними опливаннями (рис. 3.23). У разі запущеного стану земляного полотна виникає заболоченість території.

Причини утворення: наявність водоносного шару біля поверхні землі в місцях, де були розроблені укоси виїмок або споруджені насипи з погано організованим збиранням і відведенням ґрунтових вод, що виливаються на поверхню (джерела, вода з тріщин); посилення виносу дрібних частинок ґрунту потоком ґрунтових вод, що виливаються внаслідок зміни режиму підземних потоків під час проведення будівельних або інших земляних робіт поблизу земляного полотна.

Невідкладні заходи: перехоплення й відведення ґрунтових вод за допомогою дренажів, каптажних пристроїв, поверхневих каналів; у випадку розсіяних виходів води на поверхню – влаштування присипного дренажу,

виконаного за принципом зворотного фільтра, або відсипання берм з піщано-гравійного матеріалу, дрібного щебеню, кам'яних матеріалів; недопущення влаштування ставків, відстійників води в зонах їхнього впливу на земляне полотно; своєчасне усунення пошкоджень водовідвідних споруд для забезпечення безперешкодного стікання води.

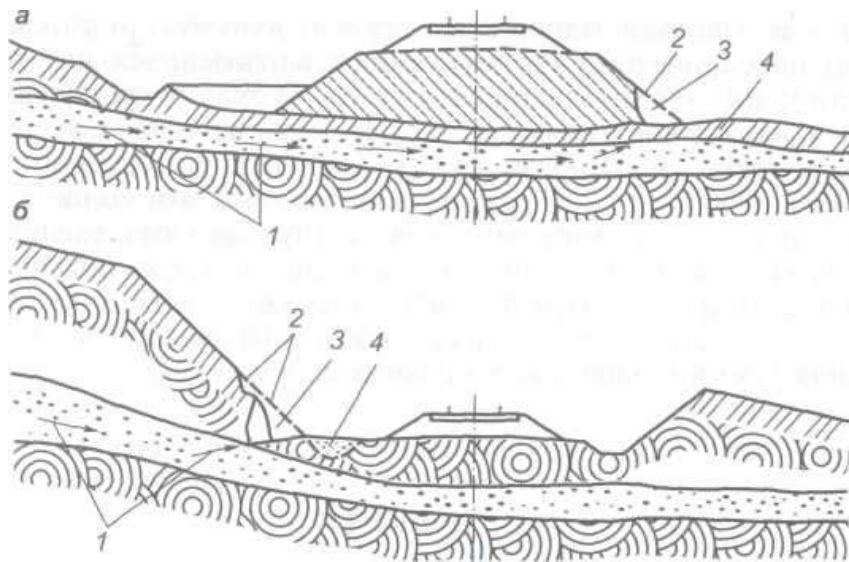


Рис. 3.23. Суфозійне руйнування укісних частин земляного полотна:

- а* – насипу; *б* – виїмки; *1* – напрямок потоку ґрунтових вод;
2 – будівельний укіс (насипу або виїмки); *3* – місце пошкодження укусу;
4 – відкладення ґрунтів, винесених із земляного полотна суфозією

Експлуатаційні спостереження: виявлення й облік усіх місць виходу ґрунтових вод у зоні можливого їхнього впливу на стан земляного полотна; виявлення сезонів року з найбільш інтенсивними проявами негативних наслідків для земляного полотна (застої води, розмиви, полої).

3.4.2. Деформації основи земляного полотна

3.4.2.1. Осідання насипу внаслідок випирання ґрунтів основи

Розпізнавальні ознаки: осідання й зсування колії; завужений основний майданчик земляного полотна, нерівні узбіччя з поздовжніми

косими тріщинами; розриви кріплення укосів з їхнім випинанням; баластові шлейфи на укосах; поздовжні вали випирання біля основи укосів; викривлення поздовжніх каналів; випинання дна каналів і застої води в них; нахили опор контактної мережі; осідання й відриви оголовків водопропускних труб і випусків дренажів. Схематичне зображення дано на рис. 3.24.

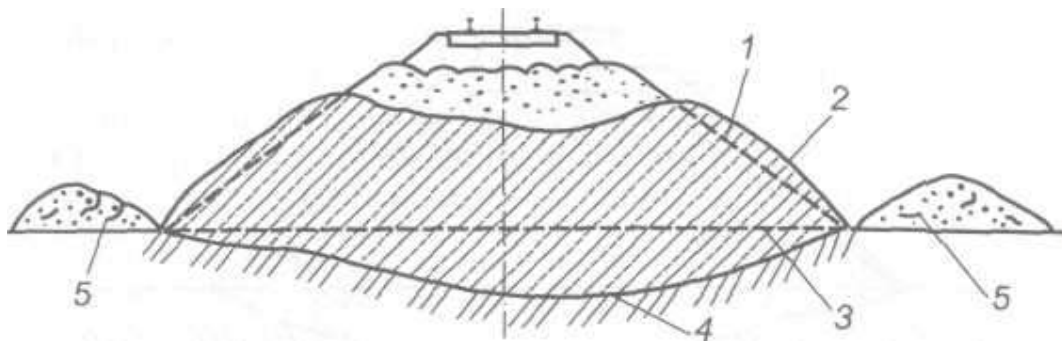


Рис. 3.24. Осідання насипу внаслідок випирання ґрунтів основи:

1 – будівельний поперечний профіль насипу; 2 – фактичний обрис насипу;
3, 4 – основа насипу до і після осідання; 5 – горби випирання основи

Причини утворення: залягання в основі насипу слабких ґрунтів (перезволожених глин і суглинків, мулів, заторфованих покривних ґрунтів); спорудження насипу на торфах нестійкої консистенції, що видавлюються під навантаженням; спорудження насипу під другі (додаткові) колії без достатньої підготовки основи; влаштування котлованів, траншей поблизу основи укосів.

Невідкладні заходи: усунення несправностей верхньої будови колії; забезпечення відведення води з усуненням застою в канавах і зниженнях рельєфу; відновлення пошкоджень кріплення укосів, закладення тріщин, планування поверхні укосів; недопущення виконання несанкціонованих земляних робіт поблизу земляного полотна.

Заходи з попередження осідання насипу: при випинанні слабких ґрунтів основи – відсипка привантажувальних бERM або контрбанкетів; у

випадку будівництва обходу в межах заболоченої місцевості – часткове або повне видалення слабкого ґрунту з опиранням насипу на стійке мінеральне дно; укріплення основи за допомогою піщаних та інших вертикальних дрен, а також забивних залізобетонних або дерев'яних паль зі спеціальними ростверками. Осушення слабких мінеральних ґрунтів із забезпеченням поверхневого стікання води на просадочних (зокрема, лесових) ґрунтах і на територіях зі штучним зрошенням.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійкої ділянки; огляд стану поверхні укосів, узбіч земляного полотна після весняного відтавання ґрунту, під час випадіння сильних атмосферних опадів; визначення стабільності наявних укріплювальних і захисних споруд.

3.4.2.2. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів основи

Розпізнавальні ознаки: часті осідання колії, поштовхи, що фіксуються поїзними бригадами, перекоси, зміщення колії в плані; завужене земляне полотно, товсті «шапки» баласту, шлейфи на укосах; тріщини на укосах насипів; зниження поверхні землі біля основи укосів, іноді заповнені водою; осідання ланок і тріщини водопропускних труб (рис. 3.25).

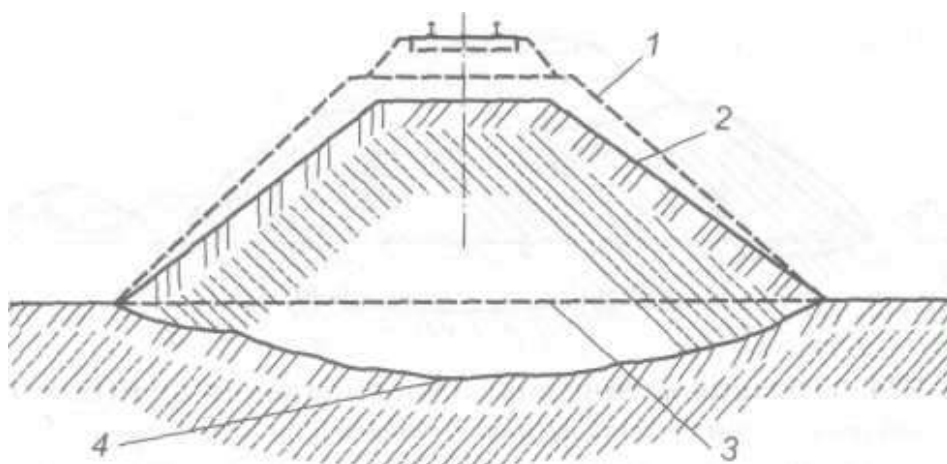


Рис. 3.25. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів основи:

1 – поперечний профіль насипу до осідання; *2* – обрис насипу після його деформації; *3* – основа насипу до осідання; *4* – деформована основа насипу

Причини утворення: повільне ущільнення слабких перезвожених глинистих ґрунтів, мулів, торфу; осідання слабкої основи, викликане осушенням території; осідання мерзлих ґрунтів, насичених льодом, у процесі тривалого відтавання; прогресуюче ущільнення сипких ґрунтів у зонах впливу зрошувальних систем і внаслідок витоків води з мереж водопостачання, каналізації та ін.

Невідкладні заходи: усунення відступів в утриманні верхньої будови колії, по ширині узбіч; розчищення й забивання тріщин на узбіччях, в укосах; усунення застою води поблизу насипів, у поздовжніх канавах вище й нижче водопрпускних споруд; усунення пошкоджень укосів земляного полотна, кріплень водовідводів; розчищення випусків дренажів, лотків, каналів; забезпечення відведення води від основи земляного полотна.

Експлуатаційні спостереження: визначення довжини ділянки деформацій, контроль за станом колії й наявними укріплювальними спорудами.

3.4.2.3. Випирання ґрунтів у виїмці

Розпізнавальні ознаки: викривлення кюветів або інших водовідвідних споруд у плані та за профілем; застої води; відколювання великих масивів, виникнення циркоподібних тріщин; часті несправності верхньої будови колії з підняттям рейкових ниток (рис. 3.26).

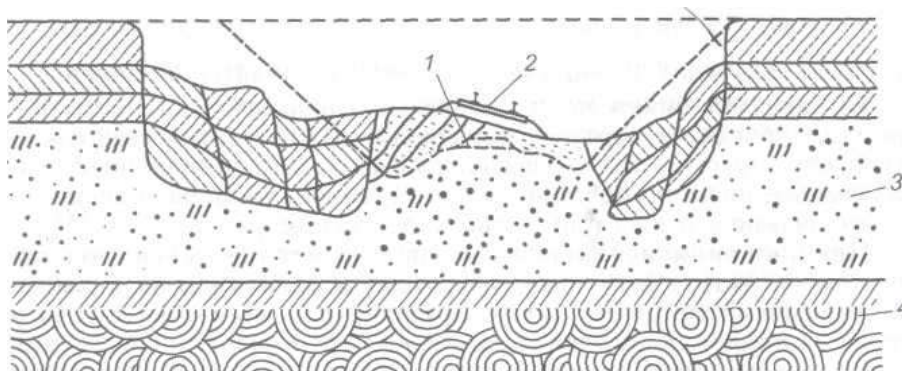


Рис. 3.26. Випирання ґрунтів у виїмці: 1 – будівельне положення колії; 2 – положення колії після випирання ґрунтів основного майданчика й осідання укосів виїмки; 3 – шар слабого ґрунту; 4 – міцний ґрунт

Причини утворення: наявність на рівні основного майданчика й нижче слабких ґрунтів, що видавлюються під вагою мас ґрунту укосів виїмок з утворенням зони нерівномірного підняття ґрунтів у підбаластовій основі. Властивості інтенсивного набрякання й усадки ґрунтів в умовах періодичного обводнювання підсилюють пластичні деформації.

Невідкладні заходи: якісне утримання водовідводів, дренажів, каптажних пристроїв та інших водозборів; закладення тріщин місцевим ґрунтом; ефективне ущільнення або терасування укосів.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом узбіч земляного полотна, обрисами укосів виїмки, наявністю укосів у водовідводах.

3.4.2.4. Провали насипів на торф'яних болотах (мулистих відкладеннях)

Розпізнавальні ознаки: провали насипів звичайно відбуваються швидко (протягом кількох годин) спочатку у формі повільного нерівномірного осідання, потім раптово утворюються прориви по основі насипу з випираннями на відстані від 5 до 15 м від земляного полотна, і частини тіла насипу швидко опускаються в прориви покривної товщі болота. На стадіях, що передують швидкоплинному провалу, утворюються ізольовані, витягнуті вздовж насипу, зниження поверхні болота, заповнені водою; на поверхні болота вздовж основи укосів й за зниженнями (у бік поля) помітні підняття з поздовжніми розривами валів випирання. Стан колії на ділянках можливих провалів різко погіршується; поздовжні канали й торфоприймач деформуються з порушенням поздовжнього профілю дна каналів і зміщенням їхніх укосів. Зображення цієї деформації дано на рис. 3.27.

Причини утворення: залягання в основі насипу нерозкладених торф'яних товщ, що деформуються в основному з видавлюванням болотних відкладень з-під насипів. Для низинних територій із переважанням озерних лагунових відкладень, узбережжя прісних водоймищ характерне

злягання недоущільнених мулів з потужністю товщ від 5 до 10 м, на яких знаходиться відносно міцна кірка від 1,5 до 2,5 м. Прориви таких кірок і розрідження мулів можуть призводити до раптових деформацій насипів. Збільшення поїзних навантажень і вібрацій від рухомого складу збільшують імовірність провалів.

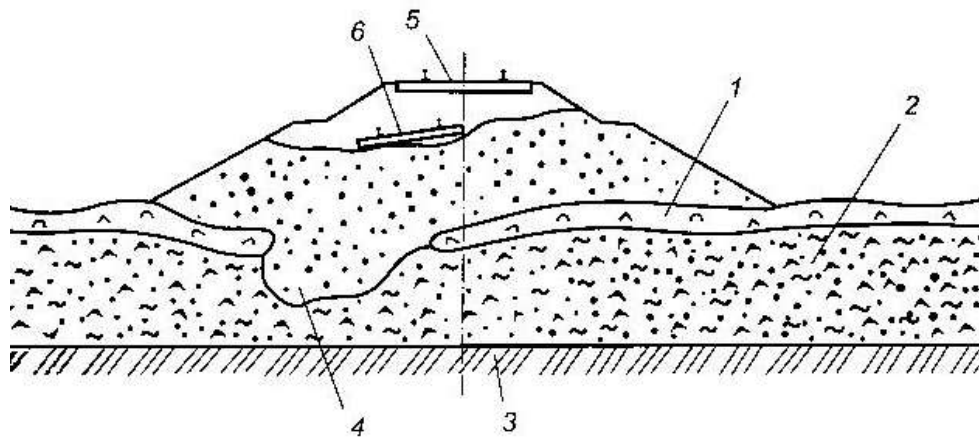


Рис. 3.27. Провали насипів на торф'яних болотах (мулистих відкладеннях):

1 – торф'яна кірка; 2 – мули; 3 – щільні ґрунти; 4 – провал із розривом торф'яної кірки; 5, 6 – колія відповідно до й після провалу

Невідкладні заходи: у разі появи неспокійного руху поїздів, виникнення валів випирання й місцевих знижень на поверхні болота – своєчасне усунення несправностей верхньої будови колії, посилений нагляд за її станом, при інтенсивному наростанні відступів за рівнем і поздовжнім профілем – обмеження швидкості руху поїздів.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом земляного полотна та його споруд на прилеглий території; визначення сумнівних місць, на яких часто виникають несправності колії, спостерігається неспокійний рух поїздів; організація інженерно-геологічного обстеження.

3.4.2.5. Провали земляного полотна на закарстованих територіях

Розпізнавальні ознаки: на поверхні землі з'являються провали, місцеві осідання з утворенням тріщин, іноді великі осідання на площі в

декілька сотень квадратних метрів або навіть гектарів; несправності верхньої будови колії у формі зависання рейкошпальної решітки, виникнення осідань, відступів у плані й за профілем, порушення обрисів баластової призми; порушення ухилів канав, кюветів, обрису укосів, берм; у періоди випадання атмосферних опадів – застої води або її витікання крізь тріщини. На закарстованій території вздовж колії є воронки від свіжих або давніх провалів. Карсти поширені на Донецькій і Львівській залізницях. Зображення деформації дано на рис. 3.28.

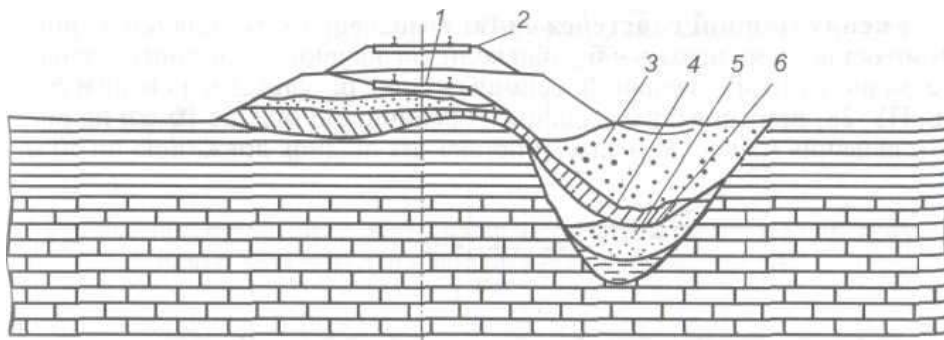


Рис. 3.28. Провали земляного полотна на закарстованих територіях: 1, 2 – стан колії відповідно після провалу й відновлення; 3 – ґрунти частини насипу, що сповз; 4 – карстова воронка; 5, 6 – відповідно карстова порожнина та її покрівля після завалення

Причини утворення: специфічні підземні та поверхневі форми рельєфу (печери, порожнини, природні колодязі, воронки) внаслідок розчинення природними водами гірських порід (гіпс, вапняки, доломіти, кам'яна сіль). Швидкість розчинення гірських порід залежно від їхнього складу коливається від тисячних часток міліметра на рік до великих швидкостей, коли карстові порожнини небезпечних розмірів можуть розвинути протягом декількох десятків років. Карст проявляється у вигляді таких деформацій земної поверхні: провали внаслідок завалення товщі ґрунтів над поодинокими порожнинами, що викликають утворення карстових воронок; локальні осідання порід, розташованих над групою

порожнин, що призводять до утворення знижених форм рельєфу (блюдець) із розмірами в поперечному перерізі від 1 до 2 км; осідання великих територій (більше 1 або 2 км), викликане прогинами ґрунтових товщ над системами карстових печер, порожнин, коридорів, інших пустот, що є наслідком інтенсивного розчинення порід, що карстуються, або суфозійного виносу часток піщаних ґрунтів у карстові порожнини.

Експлуатаційні спостереження: на карстонебезпечних ділянках слід здійснювати колійні обходи відповідно до місцевої інструкції. Результати оглядів і перевірок колії, обсяги необхідних робіт з ліквідації виявлених нерівностей або своєчасного їх попередження заносяться до Книги запису результатів перевірок колії, споруд і колійних пристроїв форми ПУ-28. У Паспорті форми ПУ-9 додатково ведеться облік виконаних піднять і рихтувань колії. Карстонебезпечні ділянки слід огороджувати.

3.5. Пошкодження земляного полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями

3.5.1. Осідання основного майданчика земляного полотна над трубопровідними пересіченнями

Розпізнавальні ознаки: осідання колії на коротких (від 5 до 8 шпал) ділянках внаслідок осідання ґрунту земляного полотна; пошкодження кріплень і укосів або дна водовідводів (кюветів, канав та ін.) у зоні впливу траншеї, пройденої відкритим способом, нерівномірне здимання ґрунтів над трубопроводом і на сусідніх ділянках колії (рис. 3.29).

Причини утворення: прокладення трубопроводів із відкритою розробкою траншей і заповненням їх ґрунтом, неоднорідним із ґрунтом земляного полотна, без достатнього ущільнення; порушення природного теплового режиму ґрунтів, що піддаються здиманню, у зоні впливу джерела тепла.

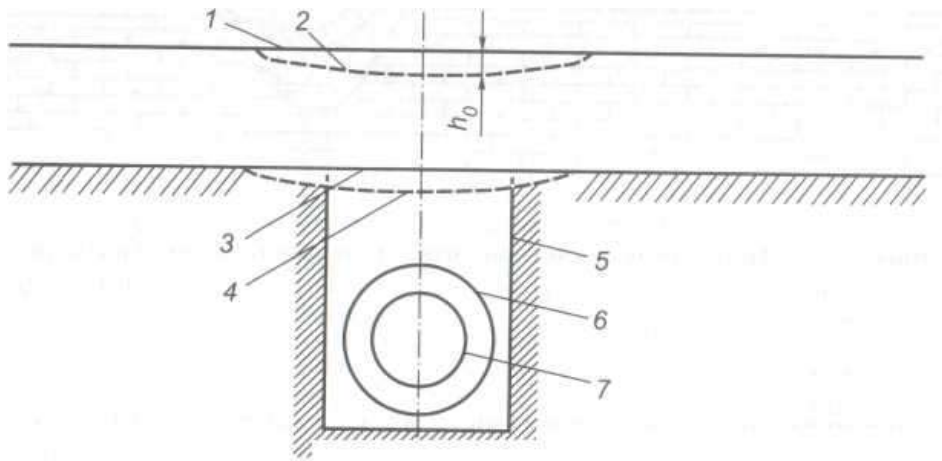


Рис. 3.29. Осідання основного майданчика земляного полотна над трубопроводними пересіченнями: 1 – початковий рівень головок рейок; 2 – рівень головок рейок після осідання колії; 3 – початкове положення основного майданчика; 4 – те саме після ущільнення ґрунту; 5 – межа різнорідних ґрунтів; 6 – захисний кожух трубопроводу; 7 – трубопровід

Невідкладні заходи: усунення несправностей верхньої будови колії (осідань, нерівномірного здимання та інших дефектів). Відведення води від нестійкої ділянки; усунення несправностей у системі відведення тепла від трубопроводного пересічення.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж ділянки з тривалими осіданнями верхньої будови колії; визначення величини осідань за сезон року (літній, весняний, осінній) і запис результатів до Книги форми ПУ-28; у разі тривалого осідання з величиною більше 10 мм на рік – нівелювання місця, що осідає, і прилеглих ділянок довжиною по 50 м.

3.5.2. Порушення відведення поверхневих вод біля пасажирських платформ і вантажно-розвантажувальних майданчиків

Розпізнавальні ознаки: наявність сміття на поверхні баластової призми; захаращення кюветів (канав) побутовим сміттям; виплески; порушення стану колії за рівнем і в профілі (рис. 3.30).

Причини утворення: скидання сміття на колію з платформ, переходів, пішохідних мостів; незадовільне утримання верхньої будови колії і водовідвідних споруд; помилки під час проєктування й будівництва опор, платформ, майданчиків тощо.

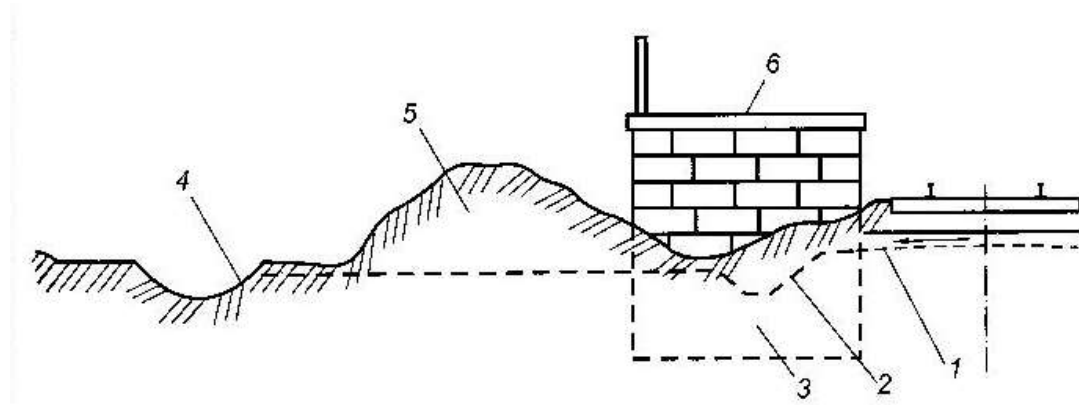


Рис. 3.30. Порушення відведення поверхневих вод біля пасажирських платформ і вантажно-розвантажувальних майданчиків: 1 – початковий обрис основного майданчика; 2 – те саме кювету; 3 – підземна частина споруди; 4 – безстічна канава; 5 – нашарування сміття; 6 – платформа

Невідкладні заходи: відведення води від баластової призми, земляного полотна, з пошкоджених водовідводів; відновлення системи збирання й відведення води, що була раніше; усунення несправностей верхньої будови колії.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за наявними постійними й тимчасовими водовідводами; усунення застою води на поверхні баластової призми, узбіч, у водовідводах.

3.5.3. Пошкодження приукісних частин земляного полотна в місцях прокладення кабелів

Розпізнавальні ознаки: осідання поверхні узбіч над кабелями, що прокладені вздовж колії, застої води в поздовжніх заглибленнях на

узбіччях; навали ґрунту, вийнятого з кабельної траншеї та невикористаного для засипання, вздовж брівки земляного полотна в місцях обходу перешкод, поперечних пересічень земляного полотна, пристикування кабелів; поздовжні тріщини в баластовій призмі, біля брівок укосів, на узбіччях; місцеве оголення кабелів або слабка їх присипка з поверхні; пошкодження наземних пристроїв кабельної лінії (рис. 3.31).

Причини утворення: помилки під час розроблення проєктів укладання кабелів; низька якість виконання робіт, зокрема засипання траншей без нормованого ущільнення; порушення кріплень укосів, а також поверхні узбіч і залишення траншей без відновлення кріплення, що було; незадовільне утримання кабельних ліній і несвоєчасне усунення дрібних вимоїн, обсіпань ґрунту.

Невідкладні заходи: негайне оповіщення працівника господарства, якому належать кабелі, про виявлені пошкодження; спільне з лінійними працівниками усунення місцевих пошкоджень земляного полотна й прокладених кабелів (вимоїн, тріщин, оголення кабелів); за необхідності – розроблення планових заходів для збереження земляного полотна і кабельних ліній.

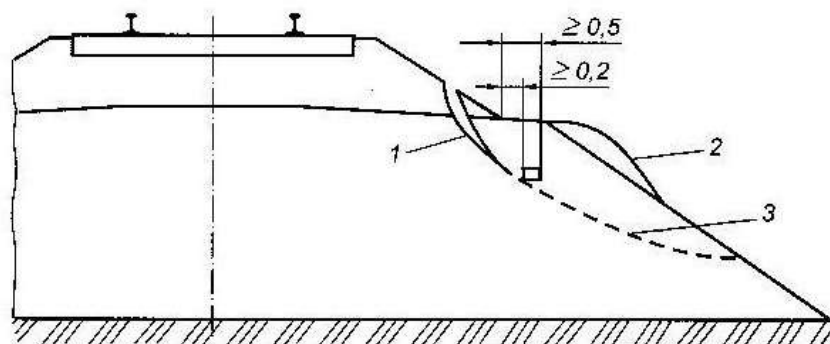


Рис. 3.31. Пошкодження приукісних частин земляного полотна в місцях прокладення електричних кабелів (зв'язок, СЦБ, енергопостачання та ін.):

1 – тріщина в баластовій призмі та основному майданчику земляного полотна; 2 – навали ґрунту, вилученого з траншеї; 3 – поверхня можливого зсуву укосу

Експлуатаційні спостереження: перевірка стану наземних знаків і пристроїв кабельних ліній з інформацією відповідальних працівників відповідних господарств про виявлені пошкодження; контроль цілісності укосів і узбіч (кріплення поверхні, наявність розмивів) у місцях прокладення кабелів, під час виконання робіт з баластовим шаром, ґрунтами земляного полотна, захисними й укріплювальними спорудами.

3.5.4. Осідання земляного полотна над шахтними підробками

Розпізнавальні ознаки: безупинне прогресуюче порушення обрисів насипів і виїмок внаслідок нерівномірного осідання території в місцях ведення шахтного видобутку корисних копалин (рис. 3.32). Залежить від глибини розташування корисних копалин, видів і стану порід над вироблюваним простором, взаємного розташування залізничної лінії й фронту підземних виробок.

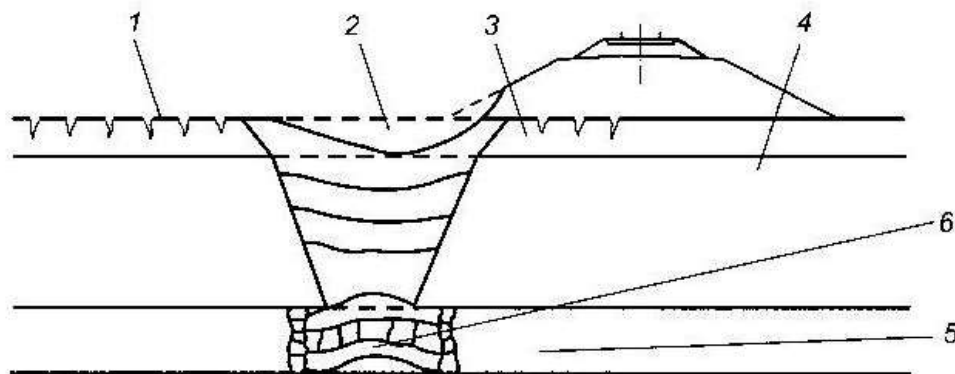


Рис. 3.32. Осідання земляного полотна над шахтними підробками:
1 – денна поверхня; 2 – провальна воронка; 3 – наносні породи; 4 – корінні породи; 5 – корисні копалини; 6 – вироблений простір, заповнений породами, що просіли

Осідання земляного полотна можуть бути нерівномірними вздовж колії й призводити до порушення поздовжнього профілю. Осідання різної величини з неоднаковими швидкостями проходження викликають

односторонні або двосторонні осідання колії; у періоди активних зрушень гірських порід виникають порушення баластової призми, з'являються поштовхи, обтрушені шпали, перекоси, тріщини на поверхні землі, укосах земляного полотна, на баластовій призмі, що порушують роботу водовідвідних споруд і руйнують укріплювальні й захисні споруди.

Причини утворення: пустоти, що утворились під час видобування корисних копалин (вугілля, руди), викликають зміщення гірських порід і розташованих на них споруд. У товщі гірських порід порушується рівновага, що призводить до зрушення їх, яке починається з прошарків, що прилягають до розроблюваного шару, із наступним розвитком зрушення до поверхні землі; на поверхні утворюється мульда осідання. Деформації можуть призводити до провалів або аварійних осідань земляного полотна, що потребує безперервного нагляду й виправлення колії. В особливо небезпечних випадках може знадобитися закриття руху або перекладання колії на нову трасу. Закладання виробленого простору, паралельне з добуванням корисних копалин, зменшує несприятливий вплив шахтних підробок на земляне полотно.

Невідкладні заходи: нагляд за станом колії й виправлення відступів, що продовжують виникати, аж до встановлення безперервного спостереження й чергування ремонтної бригади; вжиття заходів для зменшення інтенсивності підробки території й закладання виробленого простору; під час активізації деформацій колії – обмеження швидкості руху поїздів, за необхідності – пропускання їх з провідником або повне припинення руху.

Експлуатаційні спостереження: за ділянкою осідання колії встановлюють посилений нагляд із проведенням інструментальних спостережень (нівелювання, спостереження по створах вішок відповідно до місцевої інструкції). За необхідності вводиться колійний обхід.

3.5.5. Тривале осідання насипів на підходах до мостів і водопропускних труб

Розпізнавальні ознаки: часті порушення стану верхньої будови колії у вигляді обтрушених шпал, передмостових осідань рейкових ниток, ослаблення болтів у скріпленнях, звуженості основного майданчика земляного полотна; наявність баластових шлейфів із крутими укосами у верхній частині; порушення поверхні укосів, кріплень конусів із погіршенням стікання поверхневих вод; захаращення перерізів малих мостів і труб, підвідних і відвідних русел (рис. 3.33).

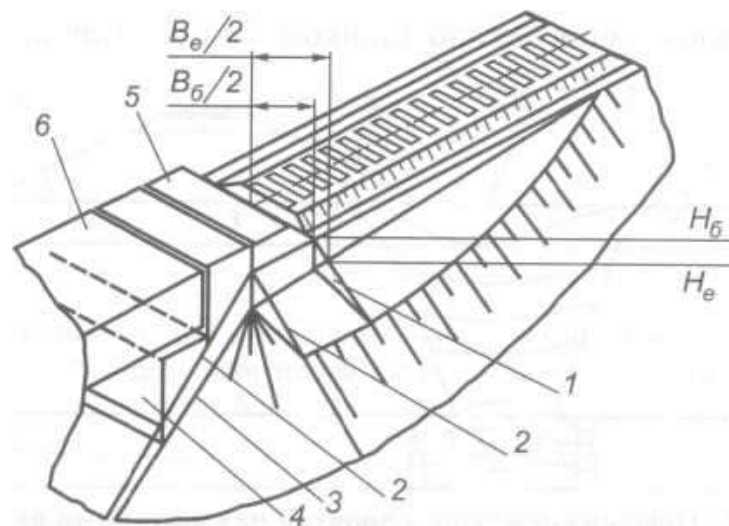


Рис. 3.33. Тривале осідання насипів на підходах до мостів і водопропускних труб: 1 – баластовий шлейф; 2 – будівельний обрис укосу насипу; 3 – експлуатаційний обрис укосу насипу; 4 – стоян мосту; 5 – шафова стінка; 6 – прогонова споруда

Причини утворення: недостатнє ущільнення ґрунту насипу під час будівництва або відновлення, помилково занижений розмір запасу на осідання, що компенсує осідання слабкої основи підхідного насипу; неправильні способи уширення насипу в процесі тривалої експлуатації залізниці, обумовленого доведенням ширини земляного полотна до нових

нормативів, зміною розмірів міжколія, застосуванням більш потужних конструкцій верхньої будови колії.

Невідкладні заходи: усунення несправностей верхньої будови колії, влаштування тимчасових підпірних стінок із старих шпал, конструкцій тощо для зберігання баластових матеріалів, розрахованих на строк служби, достатній для капітального посилення насипу. Забезпечення відведення води від основи насипу, своєчасний ремонт наявних споруд для збирання й організованого відведення поверхневих або ґрунтових вод. Закладення місцевим ґрунтом тріщин на узбіччях, укосах, розділювальних бермах.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж ділянки, на якій відбуваються часті порушення стану верхньої будови колії, визначення обсягів робіт з виправлення верхньої будови колії; нівелювання колії по головках рейок і узбіччях земляного полотна два рази на рік.

3.6. Пошкодження земляного полотна під впливом несприятливих природних умов

3.6.1. Розмиви укосів земляного полотна, що підтоплюється

Розпізнавальні ознаки: велика швидкість течії води на ділянках тимчасового або постійного підтоплення; наявність у водному потоці повалених дерев, пеньків, колод, сторонніх предметів; проходження льодоходу на високих рівнях підтоплення з ударами крижин, крижаних полів в укоси насипу або по конструкціях регуляційних і захисних споруд; поява тріщин у швах і конструкціях кріплень укосів земляного полотна; здимання укріпленої поверхні укосів; в аварійних випадках – злами плит кріплення й місцеві розмиви ґрунту під плитами (рис. 3.34).

Причини утворення: недостатність заходів щодо запобігання пошкодженням земляного полотна потоковою водою, предметами (наприклад колодами) на рівнях підтоплення; погане поточне утримання земляного полотна та його споруд, несвоєчасне усунення пошкоджень;

різка непередбачена зміна режиму водотоку (наприклад швидке сніготанення, катастрофічні зливи, виникнення заторів тощо), що призводить до зростання швидкості течії, підняття рівнів підтоплення й збільшення площі поверхні окремих плес більше розрахункових значень.

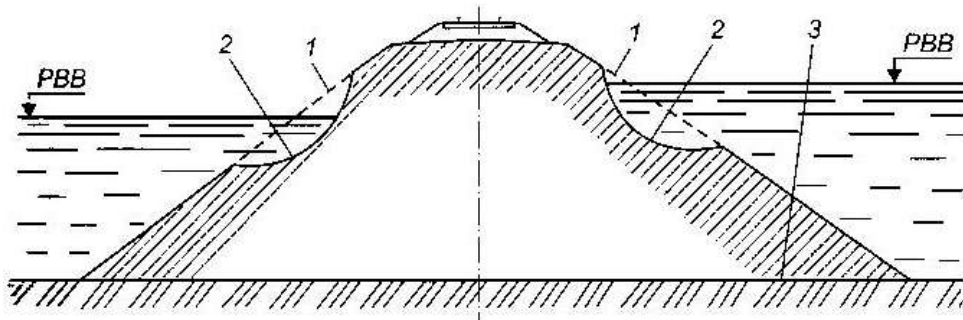


Рис. 3.34. Розмиви укосів земляного полотна, яке підтоплюється:
1 – будівельний укіс насипу; 2 – місце розмиву; 3 – основа насипу

Невідкладні заходи: усунення пошкоджень земляного полотна та його споруд; запобігання збільшенню розмірів пошкоджень закладенням вимоїн і переливів підручними матеріалами (дошками, мішками з піском, бетонними блоками, каменем); укріплення захисних конструкцій з метою запобігання їхньому обрушенню й розмиву ґрунту земляного полотна; усунення крижаних заторів, що загрожують цілісності укріплювальних і захисних споруд або підняттям рівня підтоплення. Для ділянок, де підмиви з'являються відносно часто, дистанція колії розробляє місцеві інструкції з запобігання підмивів берегів і пошкоджень колії, що затверджуються начальником служби колії, а також плани водоборотьби, що затверджуються у встановленому порядку.

Експлуатаційні спостереження: облік усіх ділянок колії, на яких можливі підмиви берегів і пошкодження земляного полотна; для об'єктів, де підмиви вже спостерігалися, заводяться Паспорти форми ПУ-9; комісійне обстеження стану земляного полотна та його споруд після пропускання кожного весняного або зливого паводка з виявленням

місце, характеру пошкоджень і розробленням необхідних заходів для їх усунення; у період пропускання високих вод – нагляд за небезпечними ділянками аж до організації постів спостережень; визначення наявності й порядку зберігання запасів матеріалів, необхідних для захисту колії від підмиву.

3.6.2. Розмиви відкритих водовідводів (канал, кюветів тощо)

Розпізнавальні ознаки: місцеві руйнування укосів і дна поздовжніх канал, кюветів, відвідних русел від дренажів у місцях з'єднання (злиття) канал, випусків води з канал на поверхню землі з утворенням вимоїн, русел, нагромаджень розмитого ґрунту, деталей кріплення дна, укосів, перепадів, гасителів енергії водяного потоку (рис. 3.35).

Причини утворення: надмірно велика швидкість потоку; низький опір ґрунтів розмиву; слабкі конструкції кріплення дна, укосів, перепадів, швидкотоків, випусків із канал; низька якість підготовки поверхні землі для монтування збірних кріплень; незадовільне закладення швів; неправильне розташування перепадів, швидкотоків, випусків канал і їхніх поворотів, недостатнє укріплення їх; незадовільне поточне утримання й несвоєчасне усунення пошкоджень.

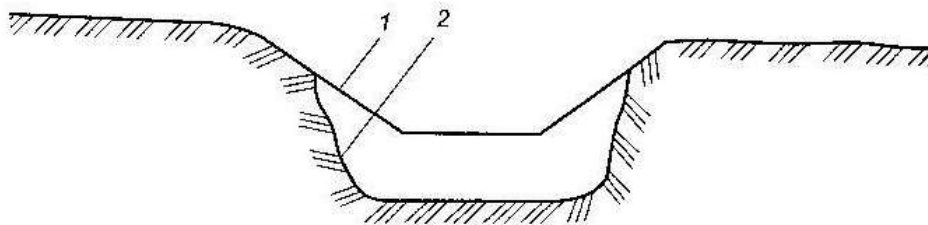


Рис. 3.35. Розмиви відкритих водовідводів (канал, кюветів тощо):

1 – будівельний поперечний профіль каналу; 2 – обрис каналу, що розмивається

Невідкладні заходи: усунення пошкоджень кріплень; усунення розмивів, що починаються, місцевими матеріалами або з використанням засобів водоборотьби (камінь, мішки з піском); огляд споруд після пропускання весняних і осінніх (зливових) паводків і усунення всіх пошкоджень.

Експлуатаційні спостереження: облік усіх водовідвідних споруд; огляд їхнього стану після пропускання весняного паводку й сходу снігового покриву; опис несправностей, що виникають (наявність тріщин, ширина їхнього розкриття); установлення маяків на великих бетонних спорудах; визначення найбільш високих відміток, до яких піднімався рівень води під час паводків.

3.6.3. Замулення кюветів і каналів

Розпізнавальні ознаки: відкладення глинистих і супіщаних ґрунтів на дні кюветів і каналів, у першу чергу в місцях зменшення їхніх поздовжніх ухилів; зменшення глибини водовідводів з уширенням їхнього дна; заростання каналів чагарником, травами (рис. 3.36). У випадках значного зменшення перерізу каналів можливо переповнення їх і переливання води на колію й на територію, що захищається.

Причини утворення: малі швидкості течії води через недостатні поздовжні ухили; інтенсивний розмив ґрунтів на укосах земляного полотна і прилеглих територіях; неправильно запроєктований поздовжній профіль каналів (з поступовим зменшенням ухилів до їхнього кінця).

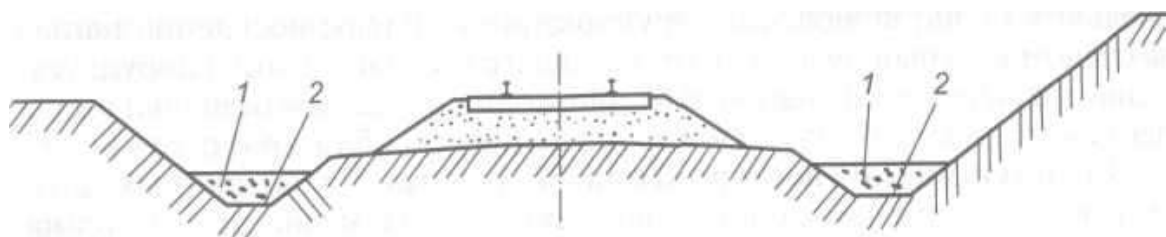


Рис. 3.36. Замулення кюветів і каналів: 1 – відкладення мулу й сміття;
2 – обрис кювету до замулення

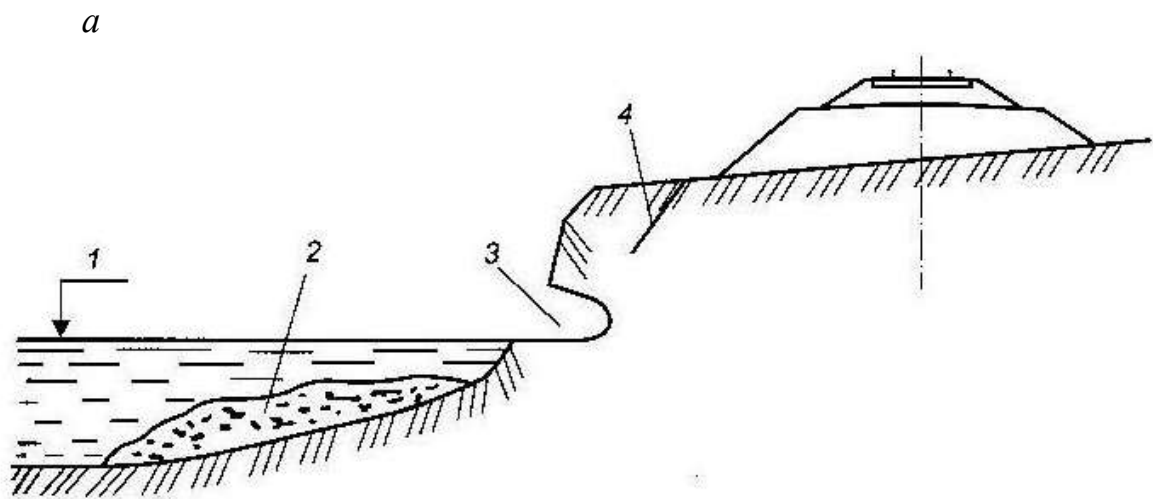
Невідкладні заходи: підвищення швидкості течії води за рахунок збільшення поздовжнього ухилу; захист від розмиву прилеглих укосів земляного полотна, закюветних полиць або берм; зменшення розмивів на прилеглих територіях, з яких вода потрапляє в канали (зміна напрямку потоків, захист травосіянням).

Експлуатаційні спостереження: облік усіх кюветів і водовідвідних каналів із зазначенням місць, де можливі замулення, переповнення й переливи води з водовідвідних споруд; перевірка наявності матеріалів, необхідних для захисту від розмиву земляного полотна та його споруд; складання календарних графіків усунення несправностей каналів і контроль за їх виконанням.

3.6.4. Підмив берега моря (озера, водосховища) поблизу земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд

Розпізнавальні ознаки: утворення ніш на рівні горизонту води з нависанням ґрунтових масивів; велика крутість берегового схилу; наявність обвалених великих масивів ґрунту, валунів, повалених стовбурів дерев у зоні прибою; поздовжні тріщини в береговому масиві, по яких відбувається відшарування й завалення підмитих масивів; викривлення початкових форм і зміна стану конструкцій кріплення берегів, підпірних стінок, хвилеломів, зрубових і габіонних стінок, скельних відсипань (гірської маси) (рис. 3.37).

Причини утворення: ширина природного пляжу недостатня для гасіння енергії хвиль і запобігання розмиву (абразії); розрізняють випадки розмивів при постійному рівні води у водоймищі й перемінному рівні; наявні кріплення берега або споруди, що гасять хвилі, недостатні для захисту від розрахункового режиму хвилювання; пошкодження або руйнування захисних споруд.



б



Рис. 3.37. Підмив берега моря (озера, водосховища) поблизу земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд: *a* – схема підмиву; *б* – руйнування конструкцій закріплення берегів внаслідок підмиву; *1* – рівень води у водоймищі; *2* – пляжні відкладення; *3* – ніша підмиву берегового схилу; *4* – поздовжня тріщина

Невідкладні заходи: захист берегів від розмиву за допомогою скельних порід; відновлення зруйнованих кріплень; посилений нагляд за станом верхньої будови колії, земляного полотна та його споруд; усунення

несправностей верхньої будови колії; при загрозі безпеці й безперервності руху поїздів – обмеження швидкості або закриття руху.

Експлуатаційні спостереження: облік ділянок колії, що знаходяться в небезпечній зоні; обстеження небезпечних місць після штормів, звільнення водоймищ від льоду з фіксуванням виявлених змін; виявлення ділянок, на яких з'являються ознаки підмиву або які сумнівні щодо стійкості.

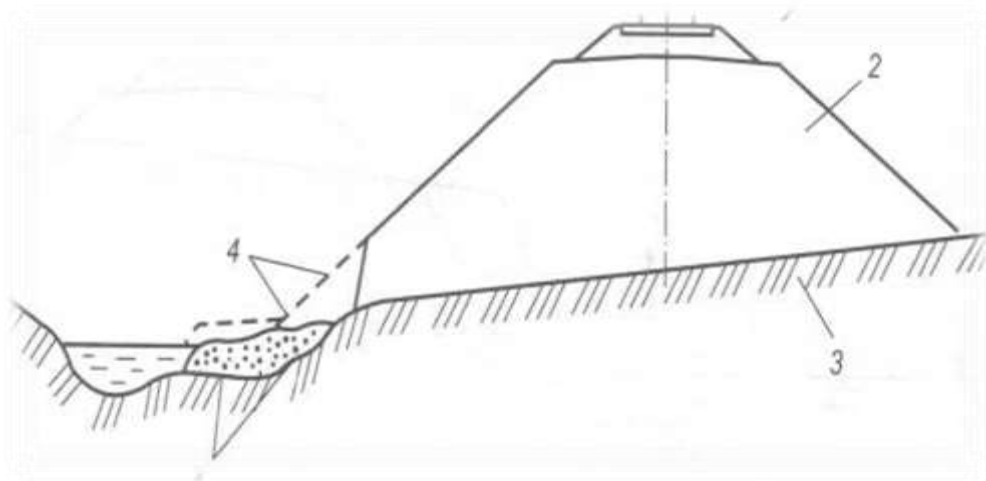
3.6.5. Підмив основи земляного полотна водними потоками

Розпізнавальні ознаки: розмив берега моря біля основи укусу земляного полотна з відкладеннями наносів біля закрутів і підмивами нижніх частин укусів; захаращення русла корчами, валунами, дрібним камінням і піском з утворенням місцевих підпорів води й підняттям її до верху земляного полотна; під час сильних атмосферних опадів, танення льоду можливе повне затоплення колії з розмивами баластового шару, пошкодженнями й руйнуваннями регуляційних споруд, опор мостів, водопропускних труб; під час катастрофічних паводків виникає загроза безпеці руху (рис. 3.38).

Причини утворення: несвоєчасне усунення пошкоджень і дефектів у конструкціях захисних і укріплювальних споруд; незадовільне утримання регуляційних, струмененаправляючих споруд і їхніх кріплень; недостатній опір ґрунтів і захисних конструкцій впливу хвиль, льоду й течії води; зміна режиму водотоку (водоймища), пов'язана з випрямленням русел, улаштуванням гребель.

Невідкладні заходи: виконання захисних робіт відповідно до планів водоборотьби, місцевих інструкцій, вказівок оперативного штабу, створюваного на небезпечний період; нарощування наявних регуляційних споруд або зведення їх на ділянках загрози розмиву (відсипання гірської маси, обвалування й інші заходи); усунення місцевих завалів русла, що створюють підпір води; нагляд за станом ділянки колії й усунення несправностей, що виникають.

a



б



Рис. 3.38. Підмив основи земляного полотна водними потоками: *a* – схема підмиву; *б* – руйнування земляного полотна внаслідок підмиву; 1 – місце підмиву; 2 – насип; 3 – основа насипу; 4 – підмитий укіс

Експлуатаційні спостереження: облік місць, де можливі підмиви й пошкодження земляного полотна; нагляд за станом земляного полотна та його споруд з усуненням виявлених пошкоджень власними силами бригади або з залученням додаткових; обстеження небезпечної ділянки під

час перевірки колії, комісійних оглядів після пропускання весняних паводків і зливових опадів; у небезпечні періоди можуть призначатися колійні обходи або пости спостережень.

3.6.6. Яроутворення

Розпізнавальні ознаки: поодинокі або розгалужені, витягнуті уздовж колії вимоїни з крутими бортами (укосами) і дном, яке інтенсивно розмивається; круті борти оголені й на них не встигає приживатися трав'яна або чагарникова рослинність; поверхня бортів покрита тріщинами; профіль дна яру, крутий біля вершини, поступово уположується до його гирла, де яр має широке розпластане дно й більш пологі борти, іноді покриті травою й чагарниками (рис. 3.39). У періоди танення снігу й випадання злив дно яру розмивається й укоси обрушуються, що супроводжується виникненням підпруженого застою води.

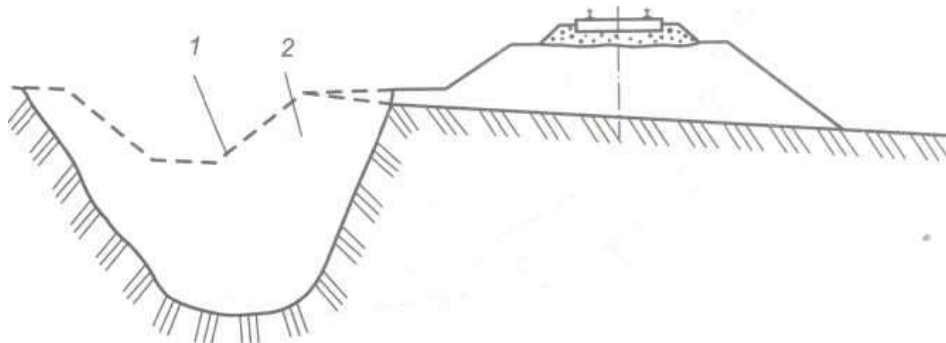


Рис. 3.39. Яроутворення:

1 – поперечний профіль водовідвідної канави до розмиву; 2 – яр

Причини утворення: несприятливе поєднання ґрунтів, що легко розмиваються, горбистого рельєфу місцевості, бурхливих паводків і сезонних злив, що викликає появу поверхневих розмивів, які переростають у великі яри. Недостатнє укріплення дна й укосів канав, кюветів, випусків дренажів викликає місцеві пошкодження, які при несвоєчасному ремонті

можуть викликати зростання яру в безпосередній близькості до земляного полотна. Неправильні орання земель, вирубка лісу сприяють утворенню дрібних русел, які при неналежному утриманні канав або обвалувань, що обгороджують яр, об'єднуються у великі русла й ведуть до виникнення й подальшого росту поодиноких ярів, що можуть об'єднуватися в розгалужені системи ярів.

Невідкладні заходи: негайне усунення пошкоджень водовідвідних систем; у разі активізації розмиву ґрунту – відведення води в безпечні місця; зменшення розмиву дна й бортів яру засобами водоборотьби. На ділянках із загрозливим розвитком ярів – створення запасів матеріалів для захисту від розмиву (камінь, бетонні плити, мішки з піском).

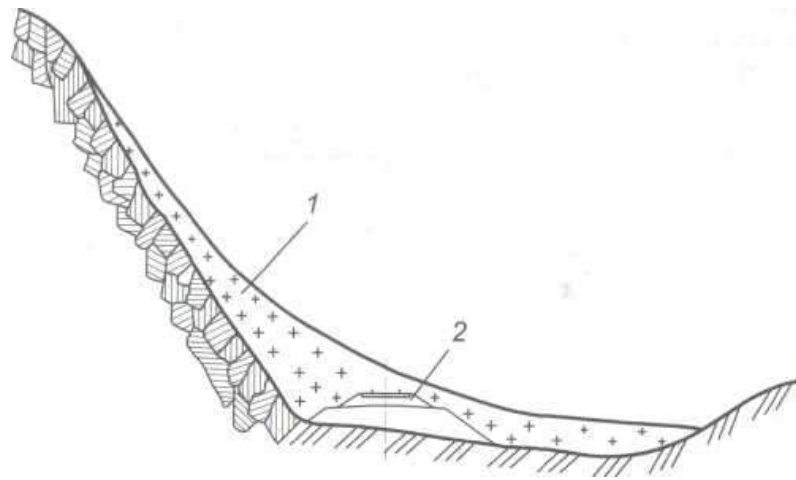
Експлуатаційні спостереження: огляд ділянки колії поблизу яру після пропускання паводку й зливи; визначення пошкоджень наявних кріплень, водовідводів і оцінювання стану дна й бортів яру; підготовка до робіт з усунення пошкоджень захисних споруд; поповнення запасу протиаварійних матеріалів; ведення Паспорта форми ПУ-9.

3.6.7. Завал земляного полотна сніговими лавинами

Розпізнавальні ознаки: лавинонебезпечні ділянки, як правило, відомі та за ними проводяться спостереження відповідно до місцевих інструкцій. Лавинні улоговини (жолоби) на поверхні схилу розпізнаються за такими ознаками: відсутність дерев; крутість схилу перевищує 15° і досягає $35\text{--}45^\circ$; під час снігопадів і заметілей відбувається нагромадження снігових масивів; накопичення талих і зливових вод (рис. 3.40).

Причини утворення: втрата стійкості снігового масиву внаслідок виникнення в його основі шару розпушувача, що утворюється в процесі перекристалізації снігу; посування сніжного покриву на косогорі внаслідок повзучості снігу; рясні опади у вигляді перемерзованих снігопадів, дощів, що супроводжуються вітром; землетруси, вибухи й інші імпульсивні впливи.

a



б



в



Рис. 3.40. Завал земляного полотна сніговими лавинами:
a – схема завалу; *б* – схід лавини; *в* – вигляд завалу; *1* – снігова маса,
що обрушилася; *2* – колія, завалена лавиною

Невідкладні заходи: оповіщення місцевих підприємств і населення про початок сходу лавин; забезпечення швидкої евакуації людей, машин та іншого майна, що може опинитися в небезпечній зоні; прибирання снігових мас, що зійшли й захарастили земляне полотно, з виконанням заходів, що забезпечують безпеку руху поїздів і особисту безпеку працівників. У разі різкого потепління й інтенсивного сніготанення – запобігання застою води й розмивам споруд. У необхідних випадках за висновками фахівців робиться штучне завалення лавин за допомогою вибухів і артобстрілу.

Експлуатаційні спостереження: визначення стану протилавинних споруд; організація служби нагляду й попередження про настання періоду лавинної небезпеки; ведення Паспорта форми ПУ-9 і нагляд за лавинонебезпечною ділянкою відповідно до місцевої інструкції, затвердженої начальником служби колії.

3.6.8. Завали колії селевими відкладеннями

Розпізнавальні ознаки: наявність селенебезпечних балок, що мають нестійкі борти; відкладення селевих мас у руслах, на підходах до мостів (валунів, стовбурів дерев), біля різких поворотів русла селенебезпечної балки; настання періодів масового танення снігу й зливових опадів, що активізують розмиви, осипи, спливи, зсуви; утворення підпертих водоймищ, що загрожують проривами й проходженнями шквальних потоків (рис. 3.41).

Причини утворення: вплив інтенсивного стікання (зливового, від сезонного сніготанення) на роздрібнені гірські породи, що знаходяться на схилах або в руслах гірських басейнів; виникненню селів сприяють знищення рослинності на гірських схилах і в руслах, випас худоби на гірських схилах, що призводить до витоптування й руйнування рослинного покриву та утворення додаткових шляхів ерозійного стоку, поздовжня оранка схилів (по вертикалі), що призводить до виникнення нових селів.

Несправні селезахисні та селенапрямні споруди також можуть бути причиною пошкодження й завалів колії.

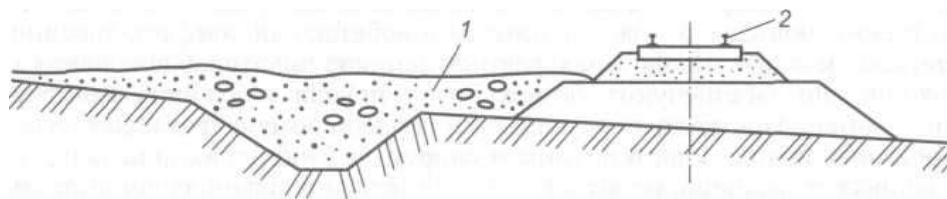


Рис. 3.41. Завали колії селевими відкладеннями: 1 – снігова маса, що обрушилася; 2 – колія

Невідкладні заходи: встановлення поста спостережень за станом земляного полотна, верхньої будови колії й захисних споруд; забезпечення безпеки руху поїздів на селенебезпечній ділянці; прибирання з колії селевих відкладень і вжиття заходів з недопущення потрапляння їх на колію; забезпечення безпечного пропускання селевого потоку штучними спорудами (міст, селеспуск та ін.); усунення пошкоджень баражних пристроїв, загат, швидкотоків, перепадів.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом земляного полотна, підвідних і відвідних русел біля штучних споруд, регуляційних і захисних споруд; періодичний огляд прилеглої території, звідки можуть поступати селеві виноси при вирубці лісу, неправильному оранні земель, порушенні системи перехоплення й відведення паводкових вод; визначення необхідного обсягу робіт з ремонту або посилення захисних споруд, що виконуються власними силами або за допомогою підрядних організацій; ведення Паспорта форми ПУ-9.

3.6.9. Захаращення колій підмостових отворів поляями

Розпізнавальні ознаки: наростання шарів льоду в місцях виходу на поверхню ґрунтових вод, перемерзання постійного водотоку на перекатах;

нагромадження льоду біля штучних споруд (малих мостів, труб); заповнення льодом дрібних балок, русел тимчасових або постійних струмків із поступовим наближенням до колії розпластаних крижаних полів; періодичне весняне денне танення снігу й льоду з нічним замерзанням талої води в кюветах, канавах, лотках, тимчасових відвідних канавах (рис. 3.42). Полої, що виходять на колію, захаращують її, перезволожують ґрунт земляного полотна, можуть викликати полоєві здимання, створювати аварійні ситуації.

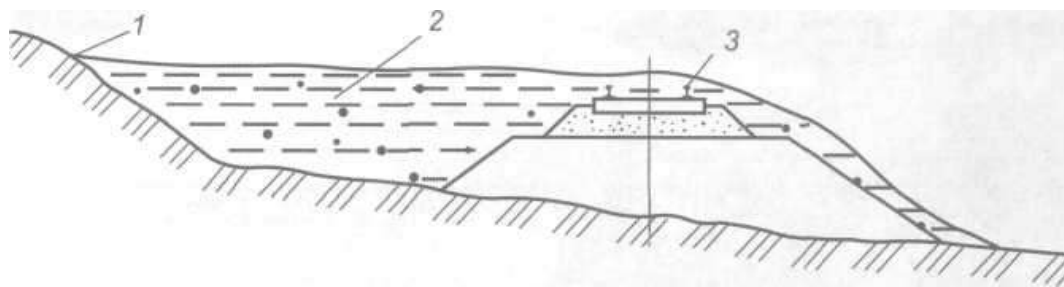


Рис. 3.42. Захаращення колії й підмостових отворів полоями: 1 – місце виходу полоєвих вод; 2 – нагромадження льоду; 3 – колія

Причини утворення: замерзання поверхневої води струмків, малих рік або ґрунтової води, що потрапила на поверхню при низьких температурах повітря. Полої ґрунтових вод виникають на косогорах, в укосах виїмок, місцях закладення каналів і резервів, що розкривають водоносні шари або сприяють їхньому частковому або повному промерзанню; у поверхневих водопроникних породах можуть утворюватися здимання всередині ґрунту й поверхневі полої; на ділянках відкритих каналів і лотків, використовуваних для пропускання струмків і джерел підземних вод, полої заповнюють їх і виливаються на поверхню біля верхньої будови колії; полої утворюються в місцях стиснення водоносних шарів фундаментами споруд, а також високими насипами, що зводяться з глинистих ґрунтів і зменшують проникність порід, що

підстилають, на ділянках водотоків із перекатами, порогами, конусами виносу, островами.

Невідкладні заходи: приведення в справний стан протиполоєвих споруд (дренажів, відкритих каналів, лотків тощо); недопущення на колію води, що потрапила на поверхню, а якщо вона продовжує поступати – якнайшвидше її відведення за допомогою каналів, лотків; прибирання льоду; своєчасне очищення від льоду й снігу отворів водопропускних споруд; відкриття отворів мостів і труб, а також підвідних і відвідних русел водотоків; утеплення лотків, випусків із дренажів.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за полоєвими ділянками з періодичним оглядом місць виходу води, визначенням швидкості наростання полоїв, загрози виходу її на колію й захаращення отворів мостів, труб, водовідвідних споруд.

3.6.10. Пошкодження земляного полотна під час повеней

Розпізнавальні ознаки: прогноз небезпечних метеорологічних явищ (зливи, бурхливе сніготанення, розливи рік); інтенсивне й тривале підняття рівня води в прилеглих водотоках, водоймищах, суходолах, на низинних територіях; переповнення водовідвідних споруд (каналів, лотків, кюветів); заповнення регуляційних і захисних споруд біля мостів, на прилеглих ділянках; розмиви укосів підтопленого земляного полотна; розмиви та інші руйнування укріплювальних споруд (дамб, кріплень укосів і берм, поперечних бун та інших конструкцій); вихід води на колію (рис. 3.37, 3.38, 3.43).

Причини утворення: раптові рясні зливові дощі, що викликають розлив водотоків і переповнення водоймищ; недостатній захист залізниці від періодичного підтоплення; виникнення місцевих заторів і підпорів води на прилеглих ріках, струмках, в ущелинах; незадовільне утримання систем відведення води (занедбаність каналів і лотків, пошкодження їхніх

кріплень, пошкодження регуляційних споруд); несвоєчасне вжиття заходів для захисту споруд від розмивів.



Рис. 3.43. Пошкодження земляного полотна під час повені

Невідкладні заходи: усунення місцевих розмивів земляного полотна та його споруд; захист верхньої будови колії від підмивів, затоплення, пошкоджень; вжиття заходів для забезпечення безпеки руху поїздів, аж до закриття руху; оповіщення відповідальних працівників (шляхового майстра, начальника дистанції колії, поїзного диспетчера) про стихійні явища; виконання робіт відповідно до місцевого плану водоборотьби.

Експлуатаційні спостереження (профілактичні й аварійні): нагляд за станом укріплювальних і захисних споруд і вжиття негайних заходів для усунення пошкоджень при загрозі зливи, паводка, різкої зміни погоди (потепління, початок льодоходу на ріках); позачерговий огляд небезпечної ділянки; ведення Паспорта форми ПУ-9; включення небезпечних ділянок до комісійного огляду навесні й восени.

3.7. Дефекти земляного полотна, що утворилися через будівництво додаткових колій

3.7.1. Здимання на одній з колій двоколіїної ділянки

Розпізнавальні ознаки: підняття рейкових ниток на різну висоту на двоколіїній ділянці, що перебудована з одноколіїної (рис. 3.44).

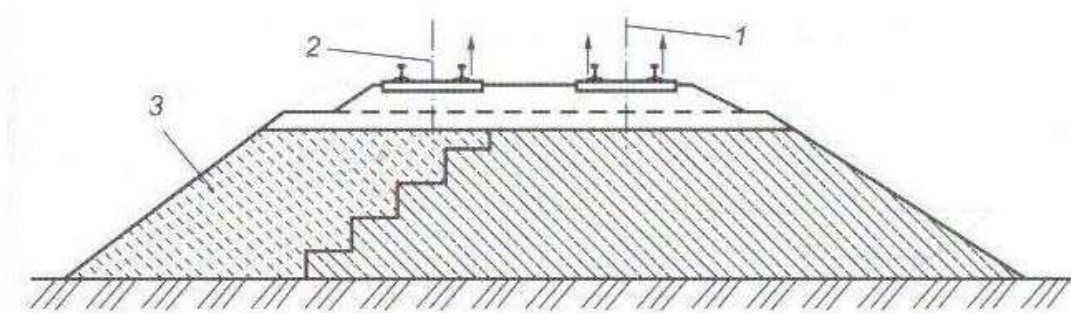


Рис. 3.44. Здимання на одній з колій двоколіїної ділянки: 1 – вісь першої колії; 2 – вісь другої колії; 3 – частина насипу, що насипана під другу колію (стрілками показане здимання)

Причини утворення: наявність у зоні промерзання під другою колією різнорідних ґрунтів; наслідки помилок під час проєктування й будівництва.

Невідкладні заходи: виправлення колії за допомогою пучинних підкладок і карток; відведення води, особливо ретельне в передзимовий і весняний періоди.

Експлуатаційні спостереження: під час перевірок колії за шаблоном і рівнем у періоди зростання здимання і весняного осідання; контроль за змінами положення головок рейок у поздовжньому профілі; визначення ознак, що супроводжують здимання (весняні осідання, виплески і випинання розрідженого ґрунту).

3.7.2. Осідання насипу додаткової (нової) колії, збудованої на слабкій основі

Розпізнавальні ознаки: осідання колії, що поступово збільшується, а згодом загасає; утворення поздовжнього пониження біля основи укосу недавно зведеного насипу; нерівне узбіччя земляного полотна й порушення прямолінійності брівки; помітне вібродинамічне відчуття під час прямування поїзда, особливо під локомотивом і навантаженими вагонами; виникнення поздовжніх тріщин біля межі старого й недавно відсипаного насипів (рис. 3.45).

Причини утворення: осідання слабкої основи нижче межі заміни слабого ґрунту; ущільнення й осідання ґрунту в укисній частині старого насипу, що опинилася під навантаженням від нового насипу і поїздів; осідання основного майданчика нової частини насипу внаслідок ущільнення ґрунтів насипу й шару, що заміняє слабку основу, укладених без достатнього ущільнення.

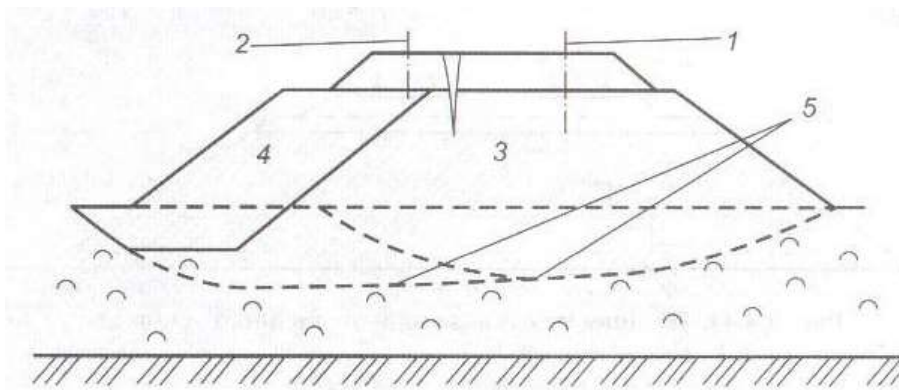


Рис. 3.45. Осідання насипу додаткової (нової) колії, збудованої на слабкій основі: 1 – вісь першої колії; 2 – вісь другої колії; 3 – існуючий насип; 4 – нещодавно побудований насип; 5 – обрис основи насипу після відсипання другої колії

Невідкладні заходи: усунення несправностей верхньої будови колії; поповнення баластових матеріалів, що витрачаються на відсипання осілих узбіч і виправлення колії; розчищення й затрамбування тріщин у земляному

полотні; усунення застоїв води біля основи укосу недавно побудованої частини насипу.

Експлуатаційні спостереження: посилений нагляд за станом верхньої будови колії (за рівнем, затуванням стикових, клемних, закладних болтів, положенням у плані); контроль за шириною узбіч, витратами баласту (осипання його на укіс насипу); візуальне спостереження за характером коливань вагонів у поїздах, що проходять.

3.7.3. Перезволожений ґрунту в укосах старого й недавно збудованого насипу внаслідок неорганізованого водовідведення з розширеного міжколійя

Розпізнавальні ознаки: застої води в міжколійних заглиблених пазухах; недостатні поздовжні ухили й глибини водовідводів, що видаляють воду з широкого міжколійя, пазух, випадкових знижень місцевості; в особливо небезпечних випадках – просочування води на укосі недавно збудованого насипу (рис. 3.46).

Причини утворення: помилки під час проектування й будівництва насипу додаткової колії; занедбаність наявних водовідводів із широкого міжколійя, пазух.

Невідкладні заходи: забезпечення стікання води з місць застою і осушення перезволоженого ґрунту; при заповненні місцевим ґрунтом безстічних пазух – забезпечення швидкого відведення води за межі земляного полотна.

3.7.4. Деформації земляного полотна другої колії, що виникли в результаті зволоження ґрунту через баластовий шлейф, затиснутий під час будівництва другої колії

Розпізнавальні ознаки: тривале осідання колії, іноді зі зміщенням її у бік укосу; поздовжні тріщини на міжколійї, узбіччях, укосах; просочування

води на укосі нового насипу; у критичних випадках – зсування укосу (рис. 3.47).

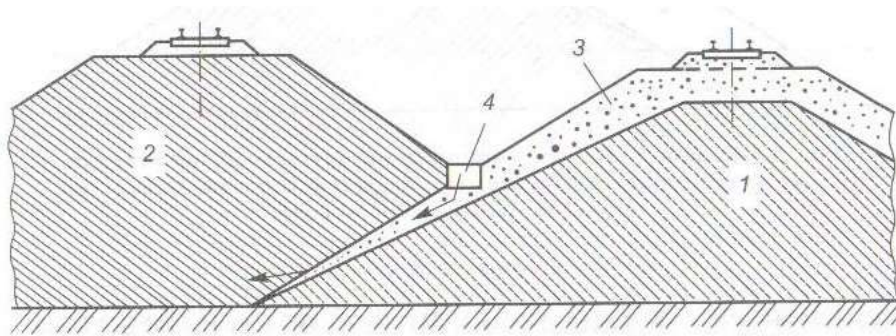


Рис. 3.46. Перезволоження ґрунту в укосах старого й нещодавно збудованого насипу внаслідок неорганізованого водовідведення з розширеного міжколійя: 1 – земляне полотно першої колії; 2 – земляне полотно другої колії; 3 – баластовий шлейф; 4 – водовідвід у пазусі між існуючим і новим земляним полотном (стрілками показано напрямок проникнення поверхневих вод у тіло земляного полотна)

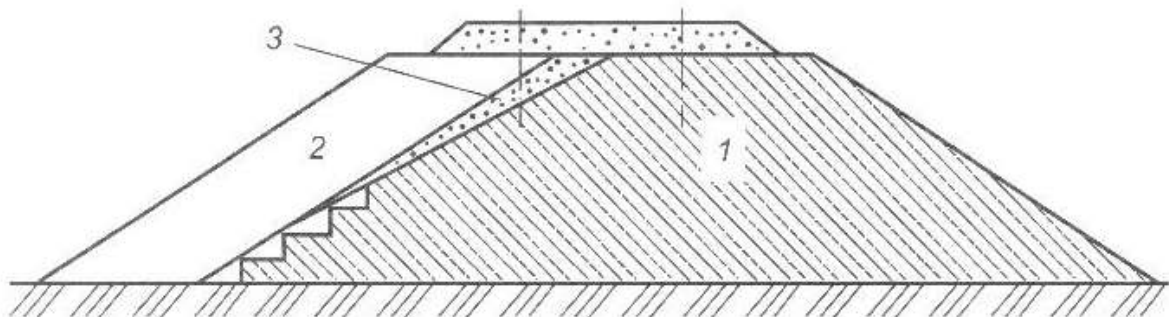


Рис. 3.47. Деформації земляного полотна другої колії, що виникли в результаті зволоження ґрунту через баластовий шлейф, затиснутий під час будівництва другої колії: 1 – насип першої колії; 2 – частина насипу, що насипається під другу колію; 3 – баластовий шлейф старого земляного полотна

Причини утворення: помилки під час проєктування або виконання підготовки існуючого укосу до зведення земляного полотна під другу

колію; наявність поздовжнього баластового ложа з ухилом у знижене місце; незадовільне утримання водовідвідних споруд, випусків води з затиснених шлейфів.

Невідкладні заходи: усунення несправностей верхньої будови (у плані, «потайних» поштовхів, осідань, перекосів); розчищення й затрамбування тріщин на узбіччях, укосах; ретельне водовідведення від місць поглинання води з канав, дренажів; організація інженерно-геологічного обстеження об'єкта й розроблення проєкту його стабілізації.

Експлуатаційні спостереження: визначення місць активного прояву деформацій колії; ведення Паспорта форми ПУ-9; при виявленні зростаючих осідань і зміщень колії – організація інструментальних спостережень за допомогою створів вішок і нівелювання; ведення обліку виконаних робіт з усунення несправностей верхньої будови колії.

3.8. Конструктивні дефекти земляного полотна від тривалої експлуатації ліній

3.8.1. Недостатність ширини узбіч

Розпізнавальні ознаки: перемінна вздовж колії ширина узбіч від близької до нормативної до повної відсутності узбіччя, коли укоси насипу або укіс кювету виїмки стають продовженням узбіччя укосу баластової призми; пухке складання баластового матеріалу на узбіччі; непрямолінійний обрис брівки земляного полотна (рис. 3.48).

Причини утворення: осідання насипу й підняття колії на баласт для компенсування осідання; збільшення товщини баластового шару до нормативних розмірів; початкова ширина основного майданчика земляного полотна недостатня для розміщення баластової призми з сучасними розмірами; пошкодження узбіч внаслідок недостатнього їхнього укріплення, деформація ґрунту й баластового шару в місцях неорганізованого руху пішоходів, зберігання матеріалів верхньої будови колії.

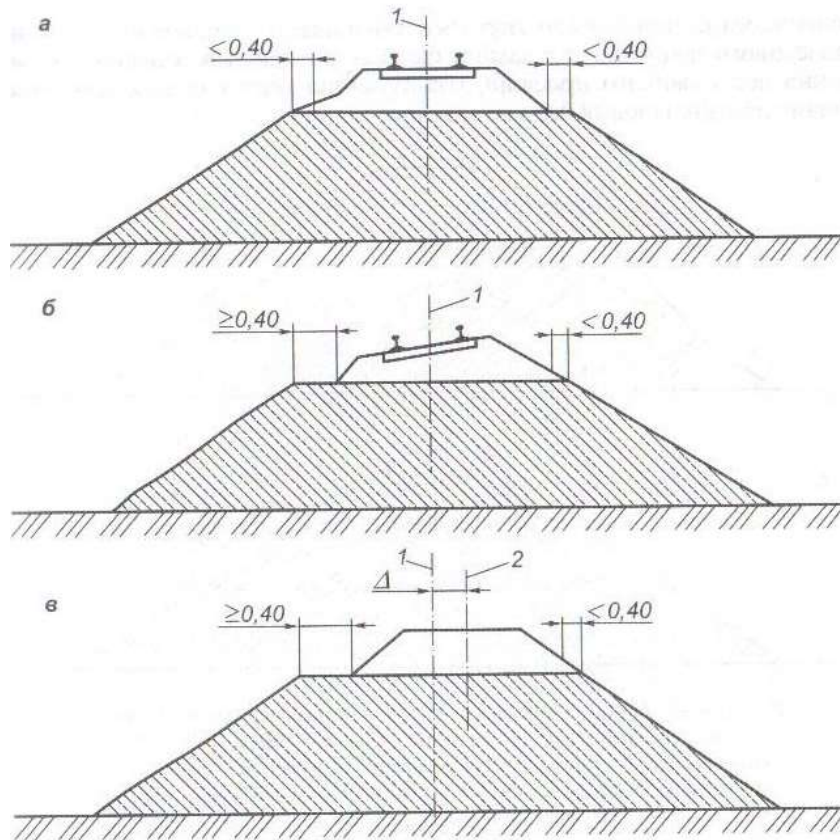


Рис. 3.48. Недостатність ширини узбіч: *а* – недостатня ширина узбіч з обох боків; *б* – недостатня ширина узбіччя з одного боку; *в* – недостатня ширина узбіччя з одного боку, що виникла через зміщення осі колії; *1* – положення осі існуючої колії; *2* – вісь колії після зміщення; *A* – величина зміщення колії; 0,40 – ширина узбіччя, м

Невідкладні заходи: виправлення обрисів узбіч із досипанням баластового матеріалу для запобігання пошкодженням баластової призми; прибирання з узбіч матеріалів і сторонніх конструкцій; улаштування тимчасових підтримувальних конструкцій із рейкових рубок, непридатних залізобетонних шпал, матеріалів для протиаварійних заходів, що розраховуються на строк служби, достатній для реалізації запроєктованих заходів. Розчищення кюветів від баластових матеріалів, що перешкоджають стіканню поверхневих вод.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за цілісністю узбіч, виявлення поздовжніх тріщин на узбіччях і укосах насипів; виявлення місць із захаращеннями (загатами) у кюветах.

3.8.2. Баластовий шлейф із завищеною крутістю укосу

Розпізнавальні ознаки: непрямолінійний обрис укосів насипів із крутістю, що зростає до верху насипу; пухке складання ґрунту (звичайно піску й щебеню) у верхніх частинах укосів; поздовжні тріщини на брівках і укосах: у багатьох випадках на таких насипах узбіччя також завужені, що обумовлює знижену стабільність колії. У разі великої крутості укосів і перевантаженні їх матеріалами, які використовуються для усунення дефектів земляного полотна, можливі спливи шлейфа, що загрожують безпеці руху поїздів (рис. 3.49).

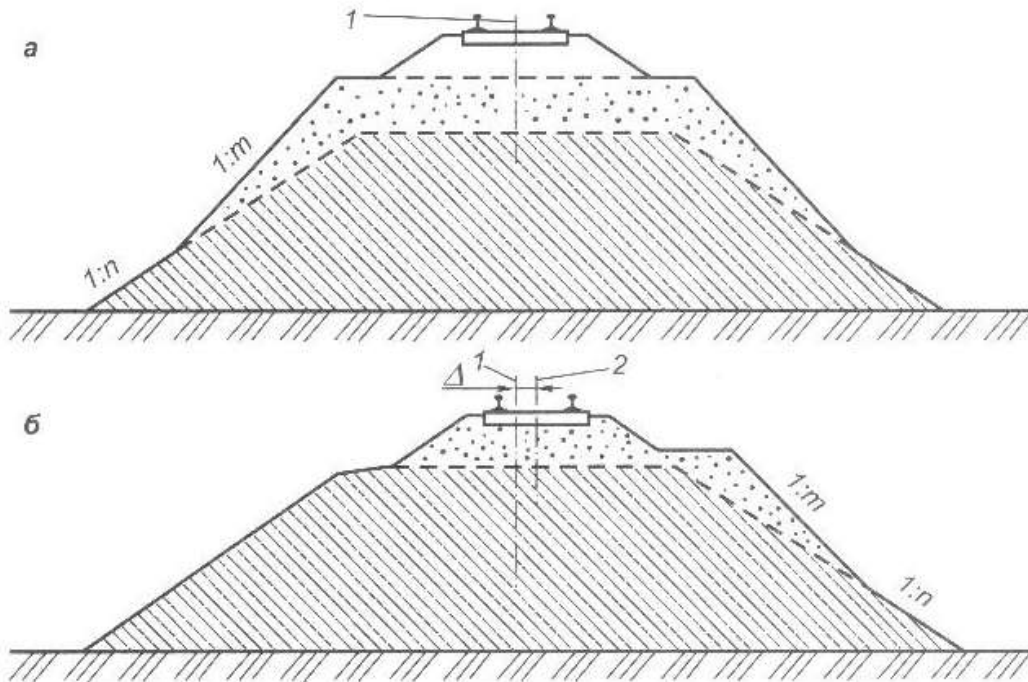


Рис. 3.49. Баластовий шлейф із завищеною крутістю укосу: *a* – з двох боків; *б* – одного боку при зміщенні осі колії або піднятті колії; *1* – положення осі існуючої колії; *2* – вісь колії після зміщення; Δ – величина зміщення осі колії; *1:n* – крутість будівельного укосу; *1:m* – завищена крутість укосу, що утворилася в результаті підняття і рихтувань колії

Причини утворення: будівництво насипів за полегшеними вимогами з завуженим основним майданчиком без достатнього ущільнення ґрунтів, без заміни слабких ґрунтів основи насипу; збільшення товщини баластового шару під час заміни баласту на більш важкі види, зм'якшення поздовжнього профілю, улаштування вертикальних сполучних кривих або збільшення їхнього радіуса.

Невідкладні заходи: своєчасне усунення несправностей колії (осідань, поштовхів, обтрушених шпал); уширення земляного полотна з забезпеченням необхідної ширини узбіч з обох боків насипу; недопущення зайвих навантажень на узбіччя й укоси насипів, відведення води від контакту глинистих ґрунтів і баластового шлейфа. Комплексне посилення насипу і наявної в ньому водопропускної споруди виконують за індивідуальним проєктом.

Причини утворення: будівництво насипів за полегшеними вимогами з завуженим основним майданчиком без достатнього ущільнення ґрунтів, заміни слабких ґрунтів основи насипу; збільшення товщини баластового шару під час заміни баласту на більш важкі види, зм'якшення поздовжнього профілю, улаштування вертикальних сполучних кривих або збільшення їхнього радіуса.

Невідкладні заходи: своєчасне усунення несправностей колії (осідань, поштовхів, обтрушених шпал); уширення земляного полотна з забезпеченням необхідної ширини узбіч з обох боків насипу; недопущення зайвих навантажень на узбіччя й укоси насипів, відведення води від контакту глинистих ґрунтів і баластового шлейфа. Комплексне посилення насипу і наявної в ньому водопропускної споруди виконують за індивідуальним проєктом.

Експлуатаційні спостереження: візуальний огляд укосів насипів із вимірюванням тріщин, визначенням крутості укосів; ведення Паспорта форми ПУ-9.

3.8.3. Пошкодження земляного полотна при недостатній довжині водопропускної труби

Розпізнавальні ознаки: завуженість узбіч насипів або повна відсутність їх; відкладення баластових матеріалів на укосах насипів у вигляді клинчастих нашарувань, що нависають над водопропускною трубою; поздовжні тріщини на укосах; захаращення підвідних і відвідних русел засміченими баластовими матеріалами, деталями конструкцій штучних споруд, сторонніми предметами; застої води біля основи укосів і розмиви укріплених і неукріплених укосів; проходження паводків на відмітках вище розрахункових внаслідок зменшення перерізу труб і живого перерізу підмостових отворів (рис. 3.50).

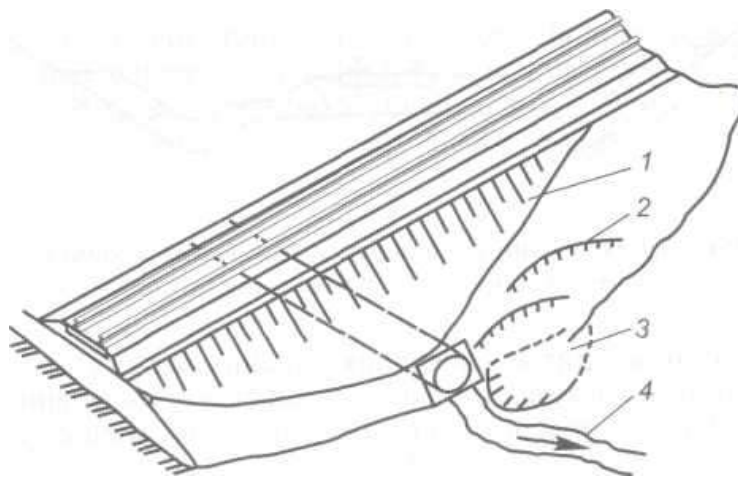


Рис. 3.50. Пошкодження земляного полотна при недостатній довжині водопропускної труби: 1 – баластовий шлейф; 2 – тріщини на укосі; 3 – маси ґрунту, що зсунулися й стискають русло; 4 – уріз води у водотоку

Причини утворення: тривале осідання насипів на підходах до малих мостів і над водопропускними трубами, крутий укіс насипу (шлейфа); місцеве зниження стійкості ґрунту над оголовком; порушення кріплення укосів; незадовільне утримання насипів, захисних і укріплювальних споруд; занедбаність підвідних і відвідних русел.

Невідкладні заходи: забезпечення безперешкодного стікання води по руслу; усунення завуженості узбіч і порушень цілісності баластової призми; ремонт укріплювальних і захисних споруд; усунення розмивів і впливів на укосах, перебудова труби за проектом.

Експлуатаційні спостереження: нагляд за станом підхідних насипів, штучних споруд, захисних і укріплювальних споруд; обстеження всього комплексу споруд після пропускання паводків; за необхідності – організація інструментального обстеження об'єкта.

3.8.4. Зменшення перерізу будівельних кюветів

Розпізнавальні ознаки: розташування експлуатаційних кюветів у матеріалах, що заповнюють будівельні кювети; відсутність води в експлуатаційних кюветах і застої її на рівні дна будівельних кюветів і основного майданчика у виїмках і на нульових місцях; зниження стабільності колії через осідання, здимання та інші деформації (рис. 3.51).

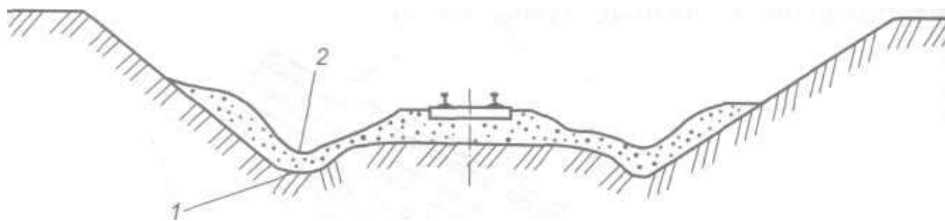


Рис. 3.51. Зменшення перерізу будівельних кюветів: 1 – будівельне положення кювету; 2 – положення кювету після підняття колії

Причини утворення: нагромадження сміття, засміченого баласту в кюветах, над будівельними узбіччями, біля основи укосів земляного полотна; підняття колії на додаткові шари баласту для підвищення стабільності, зм'якшення профілю; усунення завуженості основного майданчика, уположення укосу кювету з боку колії.

Невідкладні заходи: забезпечення стікання води з «похованих» кюветів за допомогою лотків, дренажів неглибокого закладення, в обґрунтованих випадках – розкриття виїмок і нульових місць; усунення несправностей верхньої будови колії.

Експлуатаційні спостереження: визначення ділянок колії з ускладненим стіканням води по кюветах у виїмках і на нульових місцях; контроль за глибиною знаходження води в перехідні сезони року (навесні й восени).

3.8.5. Зміщення рівня й положення в плані кюветів

Розпізнавальні ознаки: розміщення сучасних кюветів у старих баластових матеріалах; наявність валів із цих же матеріалів біля основи укосів виїмок, на нульових місцях; розміри цих валів різні з одного й іншого боку колії; після випадання дощів у кюветах, як правило, нема води (вона всмокталась у старі баластові матеріали) (рис. 3.52).

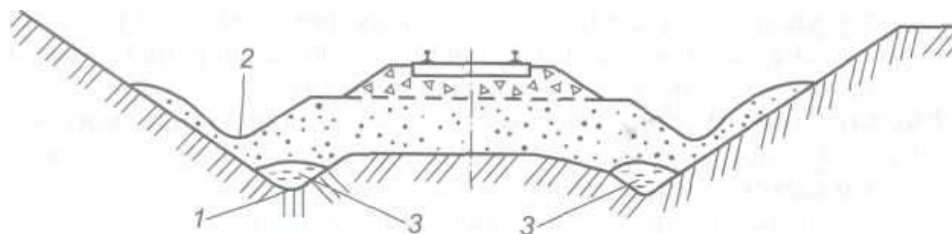


Рис. 3.52. Зміщення рівня й положення в плані кюветів: 1 – будівельне положення кюветів; 2 – положення кювету після підняття колії; 3 – застій води в кюветах

Причини утворення: наднормативне підняття колії на баласт під час пом'якшення поздовжнього профілю, заміни баласту, запровадження важкого типу верхньої будови колії; посилення колії з метою усунення осідань, здимання та інших деформацій без відповідної перебудови земляного полотна; проектування земляного полотна за полегшеними нормами.

Невідкладні заходи: забезпечення відведення води з «похованих» кюветів і заглиблень на будівельному основному майданчику за допомогою лотків, дренажів, глибоких відкритих каналів (за проєктом); усунення несправностей верхньої будови колії.

Експлуатаційні спостереження: визначення ділянок колії, на яких несправний поверхневий водовідвід; визначення ефективності раніше збудованих споруд для відведення поверхневих і ґрунтових вод; визначення залежності появи несправностей колії від сезонів року (весна, осінь, дощові періоди).

3.9. Земляне полотно в електричних колах витоку тягових струмів, блукаючих струмів та електрокорозійних процесах

3.9.1. Виток тягових струмів і електрокорозійні процеси

Земляне полотно електрифікованих залізниць, відкритих ділянок метрополітенів, міського та промислового рейкового транспорту є елементом електричних кіл витоку тягових і блукаючих струмів. На коліях, електрифікованих постійною напругою, струми витоку та блукаючі струми у свою чергу є потужним фактором електрокорозії металевих і залізобетонних конструкцій підрейкових основ (шпал, брусів, плит), інженерних споруд (мостів, тунелів, труб), опор контактної мережі та ліній зв'язку, інших конструкцій, зокрема трубопроводів різного призначення, розташованих поблизу колій [14]. Рейковий транспорт в Україні електрифікований постійним або змінним струмом напругою:

- залізниця – постійним 3,3 кВ, змінним 27,5 кВ;
- метрополітен – постійним 825 В;
- трамвай – постійним 600 В.

Контактна мережа залізниць, електрифікованих постійним струмом, живиться від тягових підстанцій, розташованих уздовж лінії на відстані до 20 км, і поділена на окремі секції (рис. 3.53). У секції виділяють також контактну мережу станцій, парків, великих штучних споруд – мостів, тунелів. На такі самі секції за допомогою ізолюючих стиків поділяються і рейкові колії, які в колах живлення виконують функції зворотного проводу. Живлення секцій звичайно влаштовують двобічне, іноді – однобічне.

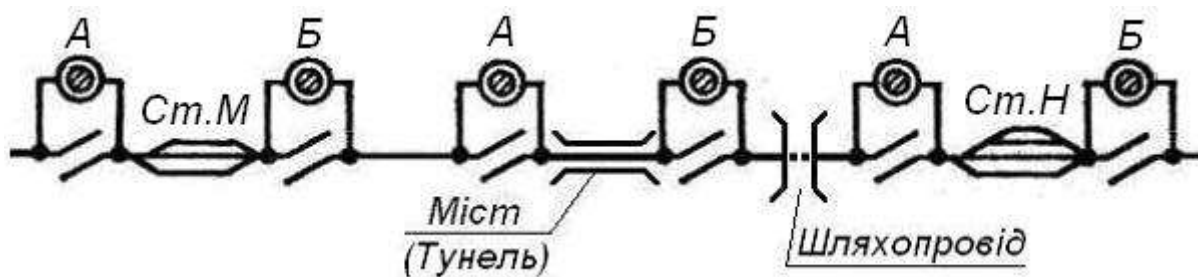


Рис. 3.53. Схема поздовжнього секціонування контактної мережі:

А, Б – секційні роздільники

Контактний провід залізниці або контактна рейка метрополітену (рис. 3.54) мають позитивний потенціал, рейкова колія – негативний. При проходженні секцією електричного рухомого складу ЕРС в колі живлення виникає струм, який протікає рейками від ЕРС до тягових підстанцій (рис. 3.55, 3.56). Рейки через скріплення, шпали і баласт у багатьох місцях електрично з'єднані з землею, що фактично є паралельним їм провідником. Тому струм, що протікає рейками, відгалужується в землю, як у паралельно приєднаний провідник, розтікається в землі, з якої поблизу тягових підстанцій знов натікає на рейки.

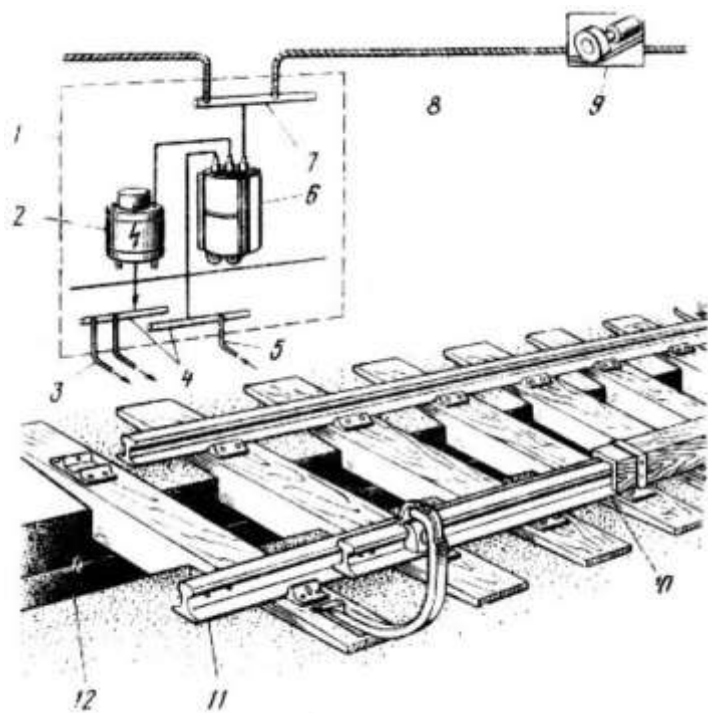


Рис. 3.54. Схема енергопостачання метрополітену через контактну (третю) рейку:
 1 – тягова підстанція;
 2 – ртутний або кремнієвий випрямляч; 3 – кабелі, що живлять контактну рейку;
 4 – шини постійного струму 825 В; 5 – зворотний кабель від ходових рейок; 6 – трансформатор; 7 – шини високої напруги; 8 – кабель; 9 – електростанція; 10 – контактна рейка; 11 – ходова рейка; 12 – дренажний лоток

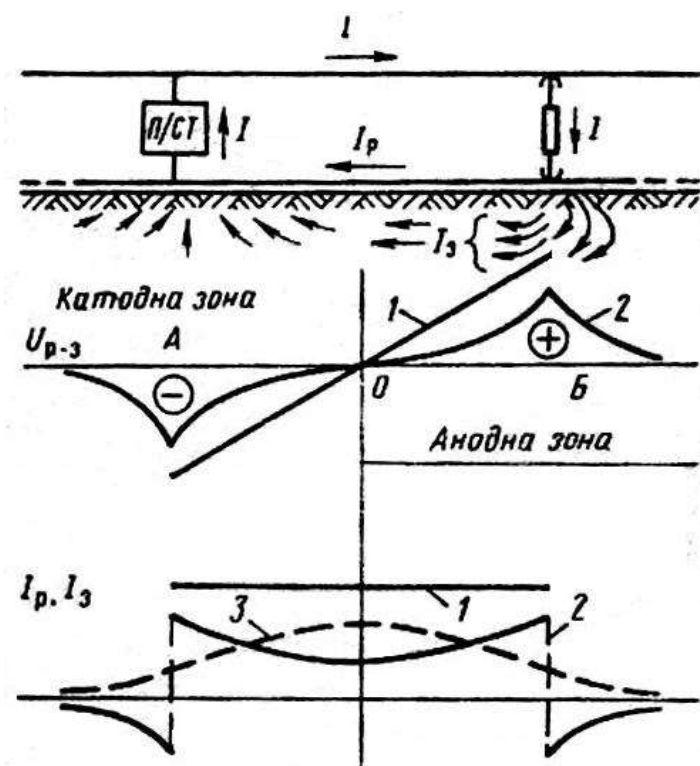


Рис. 3.55. Схема стікання тягового струму з рейкової колії і розподіл струмів і потенціалів вздовж рейок при однобічному живленні секції:
 I – тяговий струм; I_p – струм у рейках; I_3 – струм у землі;
 $U_{p-з}$ – потенціал рейка – земля;
 1 – значення при повній ізоляції рейок від землі;
 2 – фактичні значення; 3 – струм у землі

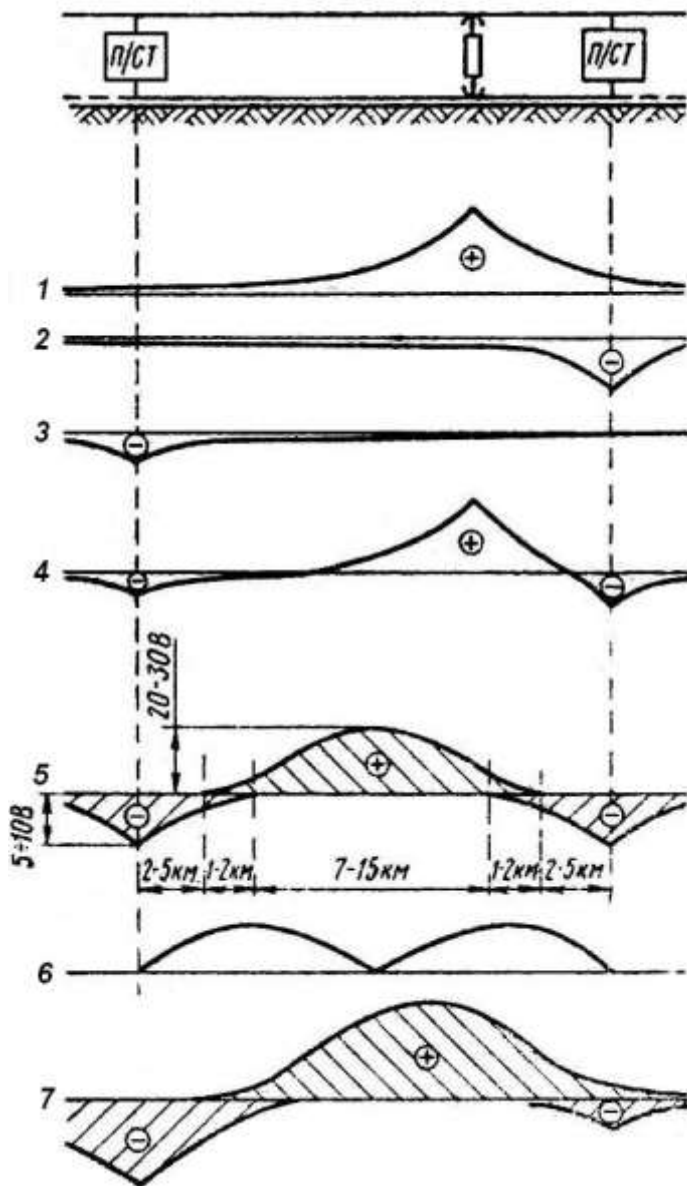


Рис. 3.56. Розподіл струмів і потенціалів вздовж рейок при двобічному живленні тягового навантаження: 1 – складова потенціалу від струму ЕРС; 2, 3 – те саме від струму відсмоктувальних ліній; 4 – сумарна потенціальна діаграма; 5 – потенціальна діаграма рейкового кола при рівномірно розподіленому навантаженні; 6 – струм у землі; 7 – потенціальна діаграма рейкового кола при неоднакових навантаженнях на шинах тягових підстанцій

Струми, що відгалужуються з рейок у землю, є струмами витоків, а ті, що протікають землею – блукаючими струмами. Ділянка рейкової колії, з якої струм стікає, набуває відносно землі позитивного потенціалу і є анодною зоною, а ділянка, на яку струм натікає, залишається з негативним потенціалом і є катодною зоною (рис. 3.56). При цьому максимальний позитивний потенціал переміщується вздовж колії разом з ЕРС, а максимальний негативний потенціал закріплений у точці підключення до рейок лінії зворотних кабелів підстанції. Виходячи з цього, існує і знаковмінна зона, яка залежно від місцезнаходження ЕРС може бути анодною чи катодною.

В анодних зонах струми витоку стікають з елементів верхньої будови колії (рис. 3.57, а, б), мостових опор (рис. 3.58, а), тунельної обробки тощо. У катодних зонах блукаючі струми натікають на елементи верхньої будови колії (рис. 3.57, в), мостові опори (рис. 3.58, б, в) тощо.

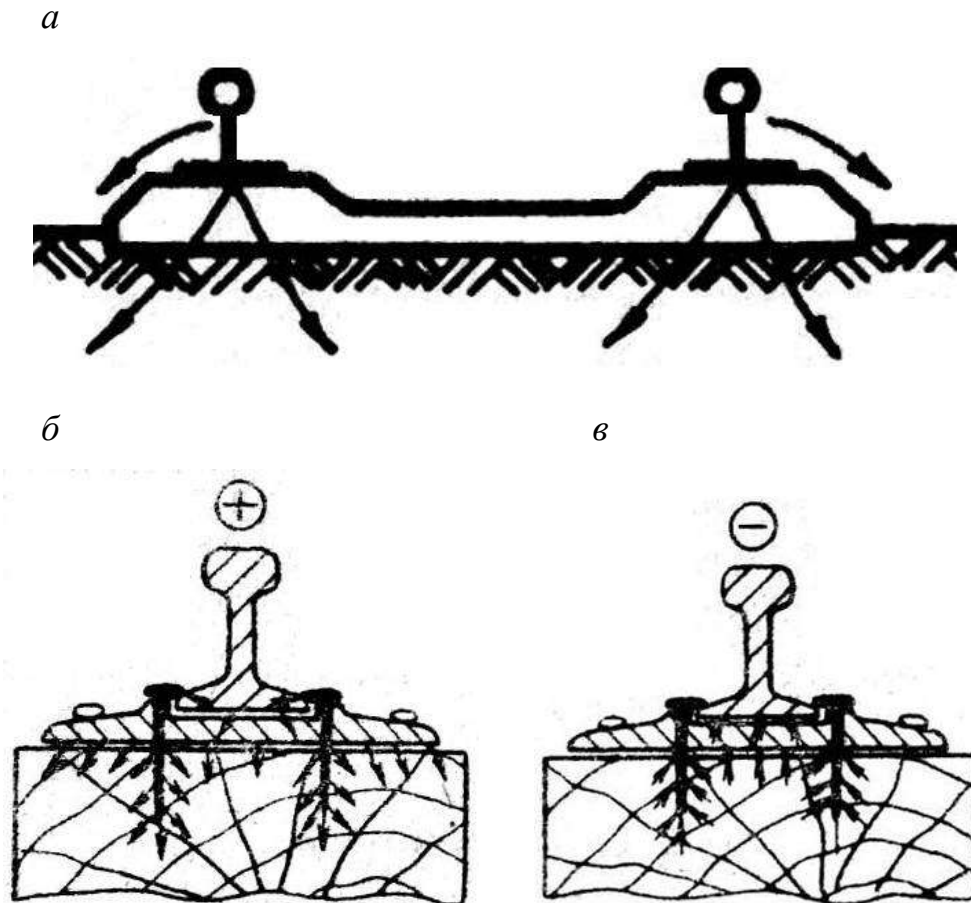


Рис. 3.57. Схема протікання струмів через конструкції верхньої будови колії: *а* – стікання струму витоку через залізобетонні шпали; *б* – стікання струму витоку через дерев'яні шпали; *в* – натікання блукаючого струму через дерев'яні шпали

Опори контактної мережі застосовують залізобетонні – нероздільні і роздільні (з окремими фундаментами), а також металеві з залізобетонними фундаментами. Стікання струмів з контактної мережі на рейки через ізолятори опор дуже незначне. Проте загальною особливістю опорних

конструкцій контактної мережі є заземлення металевих опор, консолей, жорстких поперечин, що утримують контактну підвіску, на рейки (рис. 3.59). На анодних зонах колії це обумовлює виникнення на цих конструкціях позитивного потенціалу і стікання струмів з фундаментів (рис. 3.59, а) і підземної частини опор (рис. 3.59, б). При розташуванні поблизу залізничної колії підземних металевих споруд – трубопроводів, кабелів з металевою оболонкою, ємнісних споруд – блукаючі струми можуть натікати на них, а поблизу тягових підстанцій – стікати (рис. 3.60).

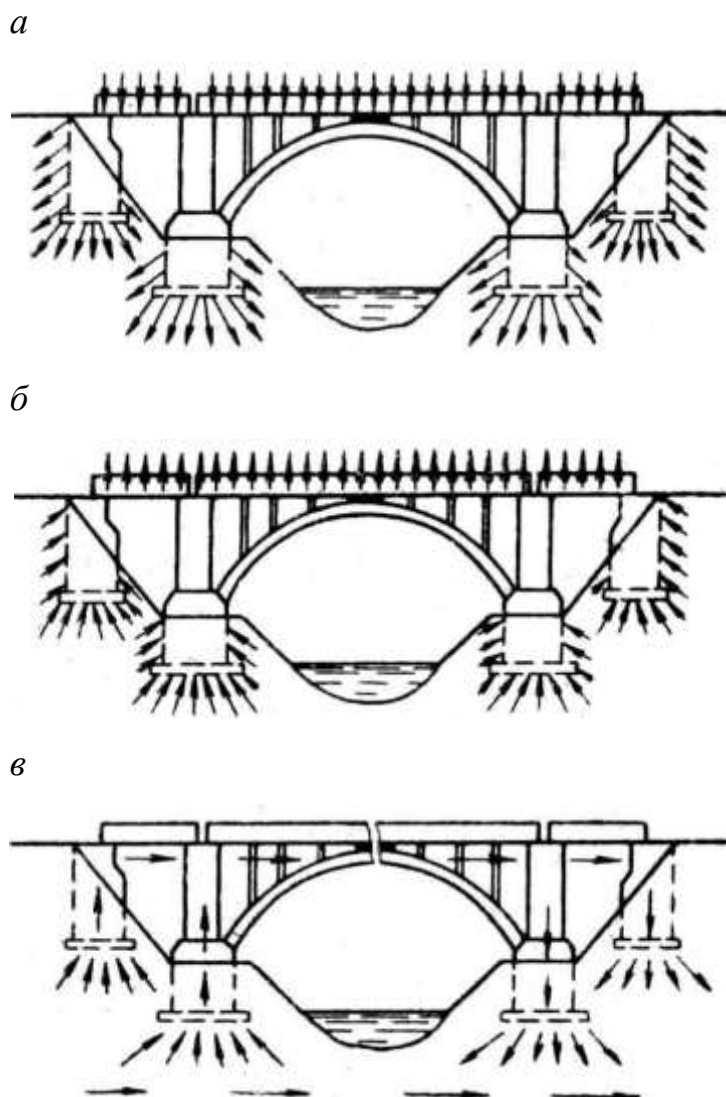


Рис. 3.58. Схема протікання струмів через конструкції мосту: а – стікання струму витіку при позитивному потенціалі «рейка–земля»; б, в – натікання блукаючого струму при негативному (б) або нульовому (в) потенціалі

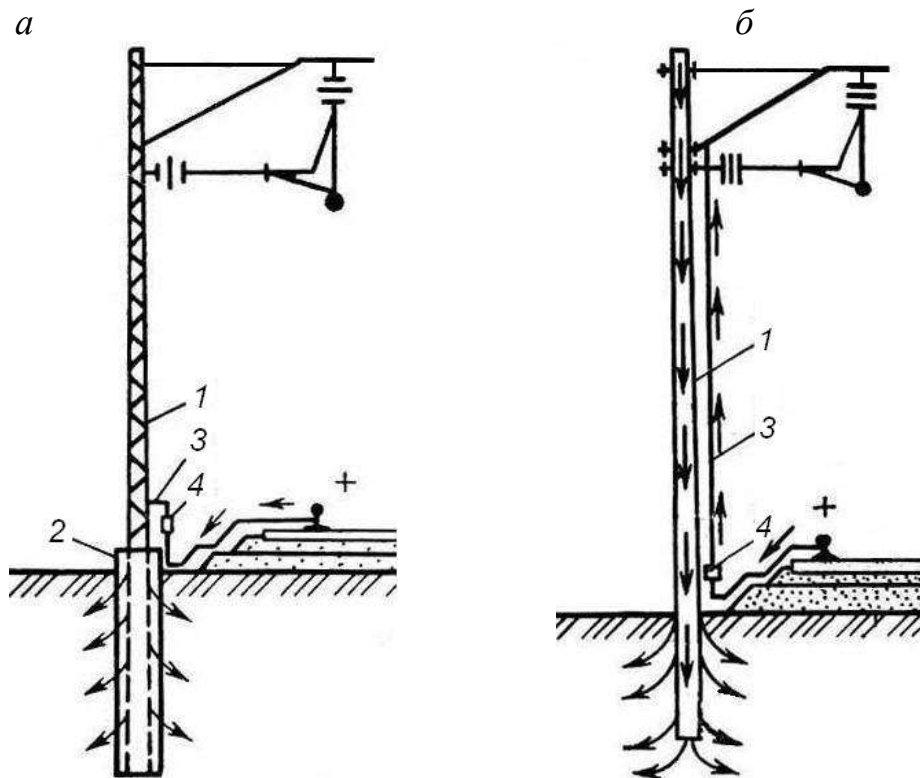


Рис. 3.59. Схеми стікання струмів з опорних конструкції контактної мережі: *a* – з фундаментів металевих опор; *б* – підземної частини залізобетонних опор; 1 – опора; 2 – фундамент; 3 – заземлювальний провідник; 4 – пошкоджений іскровий проміжок

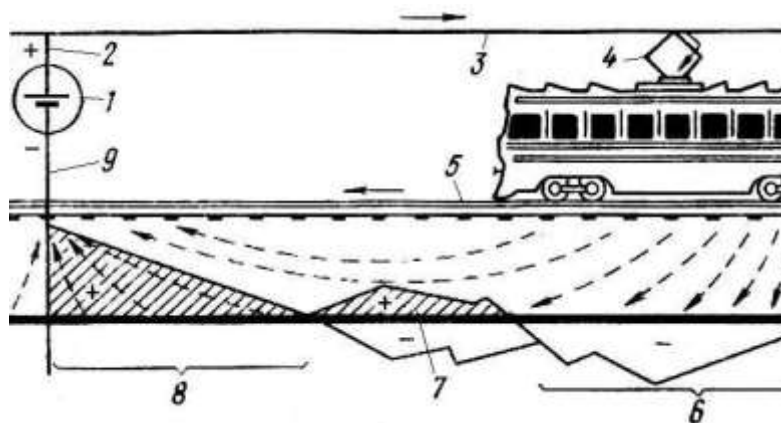


Рис. 3.60. Електрокорозійний вплив блукаючих струмів від електрифікованого транспорту: 1 – тягова підстанція; 2 – живильна лінія; 3 – контактний провід; 4 – струмоприймач; 5 – рейки; 6÷8 – підземна споруда; 6 – катодна зона; 7 – знакозмінна зона; 8 – анодна зона; 9 – зворотна лінія (пунктирними лініями вказані блукаючі струми, суцільними – тяговий струм)

Струми витоку і блукаючі струми виникають і на рейковому транспорті, електрифікованому змінним струмом. У цьому випадку анодні та катодні процеси відбуваються на одних і тих самих ділянках, змінюючись з частотою струму. Блукаючі струми є дуже небезпечними для підземних металевих ємнісних споруд, у яких зберігають легкозаймисті і вибухонебезпечні речовини, оскільки наявність поганого контакту на шляху струму може викликати іскру і займання речовини. У деяких випадках рейки можуть мати неприпустимо високі щодо умов техніки безпеки потенціали відносно заземлених частин.

На електрифікованому постійним струмом рейковому транспорті струми витоку обумовлюють електрокорозію металевих конструкцій і деталей, арматури і навіть бетону залізобетонних конструкцій залізничних споруд, а блукаючі струми – близько розташованих металевих споруд. У таких спорудах ділянки, на які струми натікають, є катодними зонами, а з яких стікають – анодними, причому також існують знакозмінні зони (рис. 3.56).

Електрокорозійне руйнування металу полягає в його електрохімічному розчиненні на анодних ділянках, з яких в електролітичне середовище стікає постійний струм. Виходячи з цього, на анодних ділянках колії електрокорозії піддаються рейки, скріплення (рис. 3.61), арматура залізобетонних конструкцій – шпал, мостових опор, тунельної обробки тощо. На катодних ділянках колії, на які блукаючі струми натікають, електрокорозія металевих конструкцій і деталей, арматури залізобетонних конструкцій не відбувається.

Електрокорозія металевих конструкцій і деталей не відмічається також на рейковому транспорті, електрифікованому змінним струмом. У цьому випадку катодні і анодні процеси відбуваються на одних і тих самих ділянках і змінюються з частотою, яка виключає розвиток корозійних процесів.

a



б



в



Рис. 3.61. Електрокорозійні пошкодження елементів верхньої будови колії:
a – рейок і рейкових скріплень у старому Бескидському тунелі Львівської залізниці; *б* – підкладок рейкових скріплень у Сухарному тунелі Придніпровської залізниці; *в* – шурупу рейкового кріплення метрополітену

Електрокорозія бетону полягає в деструкції цементного каменю – утворенні системи пор і тріщин, обумовленої перекристалізацією продуктів гідратації цементу. Електрокорозія бетону відбувається

переважно в зонах залізобетонних конструкцій, що оточують арматуру, на анодних ділянках рейкового транспорту постійного струму. Електрокорозія бетону відбувається також при електрифікації змінним струмом, причому при струмі промислової частоти 50 Гц її інтенсивність незначна, а при зниженні частоти до 1 Гц і менше істотно зростає [14]. Останнім часом на залізницях постійного струму виявлена електрокорозія бетону в залізобетонних конструкціях штучних споруд, для яких влаштовані окремі секції живлення [14]. При проходженні ЕРС цією спорудою в ній може виникати пульсуючий односпрямований струм, який подібно до змінного струму низької частоти спричиняє електрокорозійне руйнування бетону.

3.9.2. Розподіл потенціалів і струмів вздовж рейкової колії

Потенціал рейкової колії утворюється за рахунок суперпозиції позитивних потенціалів, утворених тяговим навантаженням, і негативних потенціалів, утворених лініями відсмоктування тягових струмів (рис. 3.55, 3.56).

Потенціал рейкової колії (різницю потенціалів рейка – земля) визначають згідно з роботою [14] прямими вимірюваннями за допомогою високоомного вольтметра (не менше 2000 Ом на 1 В) з двобічною шкалою. Вольтметр з'єднують позитивною клемою з рейкою, негативною – зі спеціальним заземлювачем – сталевим стрижнем діаметром 10÷15 мм і довжиною 0,6÷0,8 м, забитим у ґрунт в середині прогону між суміжними опорами контактної мережі у створі з ними. Контакт з рейками здійснюють установленням рейкового затискача на підшву або приєднанням провідника безпосередньо до стикового з'єднувача. Одержані середні позитивні і негативні потенціали характеризують потенційний стан рейок. На всій ділянці потенціал рейкової колії вимірюють не менше, ніж через 1 км.

Орієнтовно розподіл потенціалу вздовж колії можливо дослідити розрахунковим шляхом за допомогою експоненціальної залежності, за якою потенціал рейок $U_p(x)$, В, і струм у них $I_p(x)$, А, на відстані x від одиничного навантаження дорівнюють

$$U_p(x) = \pm \frac{I_n R_p}{2\alpha_p} \cdot \exp(-\alpha_p |x|), \quad (3.1)$$

$$I_p(x) = \frac{x}{|x|} \cdot \frac{I_n}{2} \cdot \exp(-\alpha_p |x|), \quad (3.2)$$

де I_n – тяговий струм ЕРС (табл. 3.1) або лінії відсмоктування тягових підстанцій, А;

R_p – поздовжній опір рейкової колії, Ом/км (табл. 3.2);

α_p – коефіцієнт витоку вздовж рейок, 1/км,

$$\alpha_p = \sqrt{\frac{R_p}{R_n^p}}, \quad (3.3)$$

де R_n^p – перехідний опір між рейковою колією і віддаленою точкою землі, Ом·км (табл. 3.3).

Таблиця 3.1

Струмові навантаження електрорухомого складу залізниць і метрополітенів

Електрорухомий склад	Потужність одиниці ЕРС, кВт	Споживаний струм I_n , А	
		максимальний при пуску	тривалий
1	2	3	4
Електровози постійного струму:			
ВЛ23	3150	1530	1020
ВЛ8	4200	2040	1400
ВЛ10, ВЛ11	5400	2720	1640
ВЛ10 ^у	5400	2800	1700

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
ВЛ11 (трисекційний)	8100	4250	2600
ЧС2	4200		1400
ЧС2 ^г	4620	2450	1440
ЧС6	8400	4400	2860
ЧС7	6160		2050
ЧС200	8400		2800
Електровози постійно-змінного струму:			
ВЛ82	5600		1870
ВЛ82 ^м	6040		2010
Електропоїзди постійного струму:			
ЕР1,ЕР2,ЕР12,ЕР2Р	4000 (5×800)	2200 (5×440)	1330
ЕР22, ЕР22М, ЕР22В	1920 (2×960)	800 (2×400)	640
ЕР200	10320 (12×860)		3440
Вагони метрополітену:			
Г	332	840	402
Д	300	800	364
Є	272	680	330
І	440		533

Таблиця 3.2

Поздовжній опір R_p однієї колії залізниць і метрополітенів
з урахуванням стиків

Рейка	R_p , Ом/км
Р43	0,0250
Р50	0,0220
Р65	0,0170
Р75	0,0146

Перехідний опір рейкових колій R_{r^p}
(між рейкою і віддаленою точкою землі)

Тип і стан баласту	R_{r^p} , Ом·км		
	розрахункові значення в сухому стані	в умовах експлуатації (математичне очікування)	нормоване значення, не менше
Щебневий чистий	0,5÷1,0	0,3÷5,0 (1,0)	0,25
Щебневий забруднений	0,3÷0,5		
Піщаний	0,15÷0,30		
Піщаний з домішкою глини	0,10÷0,15		
Колійний бетон тунелю метрополітену	1,50÷5,0	0,5÷30 (8,0)	1,5
Щебневий на відкритих ділянках метрополітену	0,5÷1,5	0,2÷10 (2,5)	0,5

У системі координат, наведеній на схемі рис. 3.62, потенціал і струм у рейках від тягового струму I_m становлять

$$U_p(x) = \frac{I_n R_p}{2\alpha_p} \cdot \exp(-\alpha_p |x - x_m|), \quad (3.4)$$

$$I_p(x) = -\frac{(x - x_m) I_n}{|x - x_m| 2} \cdot \exp(-\alpha_p |x - x_m|). \quad (3.5)$$

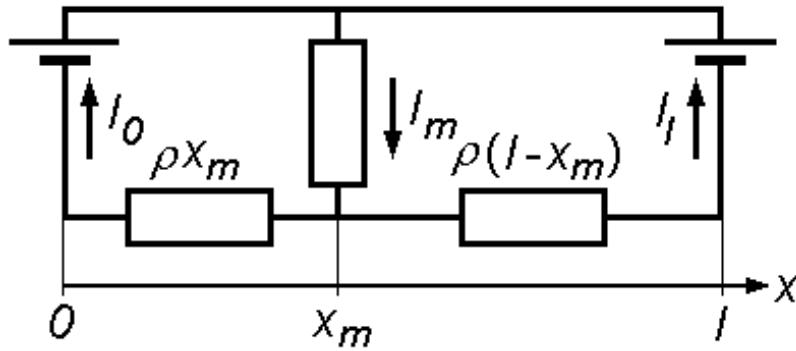


Рис. 3.62. Еквівалентна електрична схема секції з двобічним живленням і одиничним навантаженням: l – довжина секції, км; x_m – координата знаходження ЕРС, км; I_m – тяговий струм ЕРС, А; I_0, I_l – струми відсмоктувальних ліній тягових підстанцій, А; ρ – умовний лінійний опір кола, що складається і подовжнього опору рейкової колії і перехідного опору між колією і землею, Ом/км; $\rho x_m, \rho(l-x_m)$ – умовний опір частин кола по обидва боки від ЕРС

За рис. 3.62, струми відсмоктувальних ліній можуть бути знайдені шляхом розв’язання систем рівнянь (3.4), (3.5)

$$I_0 + I_l = I_m, \text{ В}; \quad (3.6)$$

$$I_0 = \frac{U}{\rho x_m}, \text{ В}; \quad (3.7)$$

$$I_l = \frac{U}{\rho(l-x_m)}, \text{ В}. \quad (3.8)$$

Поділивши вираз (3.7) на вираз (3.8), одержимо

$$\frac{I_0}{I_l} = \frac{\frac{U}{\rho x_m}}{\frac{U}{\rho(l-x_m)}}; \quad \frac{I_0}{I_l} = \frac{1-x_m}{x_m};$$

$$I_0 = I_l \frac{1 - x_m}{x_m}, \text{ А.} \quad (3.9)$$

Підставивши вираз (3.9) у вираз (3.6), одержимо

$$I_0 + I_0 \frac{x_m}{l - x_m} = I_m; \quad I_0 \left(1 + \frac{x_m}{l - x_m} \right) = I_m;$$

$$I_0 = \frac{I_m}{\left(1 + \frac{x_m}{l - x_m} \right)}, \text{ В;} \quad (3.10)$$

$$I_l = I_m - I_0, \text{ В.} \quad (3.11)$$

У системі координат, наведеній на схемі рис. 3.62, потенціал і струм у рейках від струмів відсмоктувальних ліній становлять

$$U_p(x) = -\frac{I_0 R_p}{2\alpha_p} \cdot \exp(-\alpha_p x), \text{ В;} \quad (3.12)$$

$$I_p(x) = \frac{I_0}{2} \cdot \exp(-\alpha_p x), \text{ А;} \quad (3.13)$$

$$U_p(x) = -\frac{I_l R_p}{2\alpha_p} \cdot \exp[-\alpha_p (l - x)], \text{ В;} \quad (3.14)$$

$$I_p(x) = -\frac{I_l}{2} \cdot \exp[-\alpha_p (l - x)], \text{ А.} \quad (3.15)$$

За одержаними експериментальними або розрахунковими даними будують потенціальні діаграми рейкової колії – розподіл потенціалу по довжині ділянки.

На рис. 3.63 подані визначені за формулами (3.1)-(3.15) сумарні потенціальні діаграми одиничного тягового навантаження – електровоза ВЛ10^у зі споживаним струмом 1700 А при двобічному живленні секції

довжиною 20 км, рейках типу Р65, чистому щебеневому баласті. Як бачимо, середня частина ділянки довжиною близько 10 км є анодною зоною, по обидва боки від якої розташовані знакозмінні зони довжиною до 5 км, кінцеві ділянки довжиною не більше 1 км є катодними зонами, що узгоджується з рис. 3.55, 3.56.

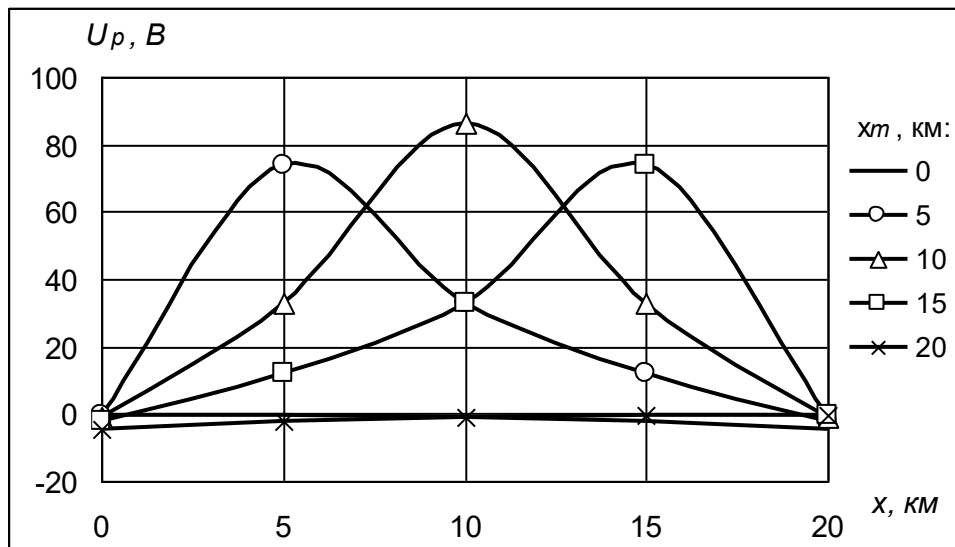


Рис. 3.63. Розподіл потенціалу U_p на рейках по довжині x секції з двобічним живленням при знаходженні одиничного тягового навантаження (електровоза ВЛ10^у зі споживаним струмом 1700 А) на відстані x_m від початку секції

3.9.3. Заходи з запобігання витоку тягових струмів, утворення блукаючих струмів та електрокорозії конструкцій

Виток тягового струму з рейок електрифікованих колій нормується. Він не має перевищувати значення, яке визначають за номограмою, наведеною на рис. 3.64.

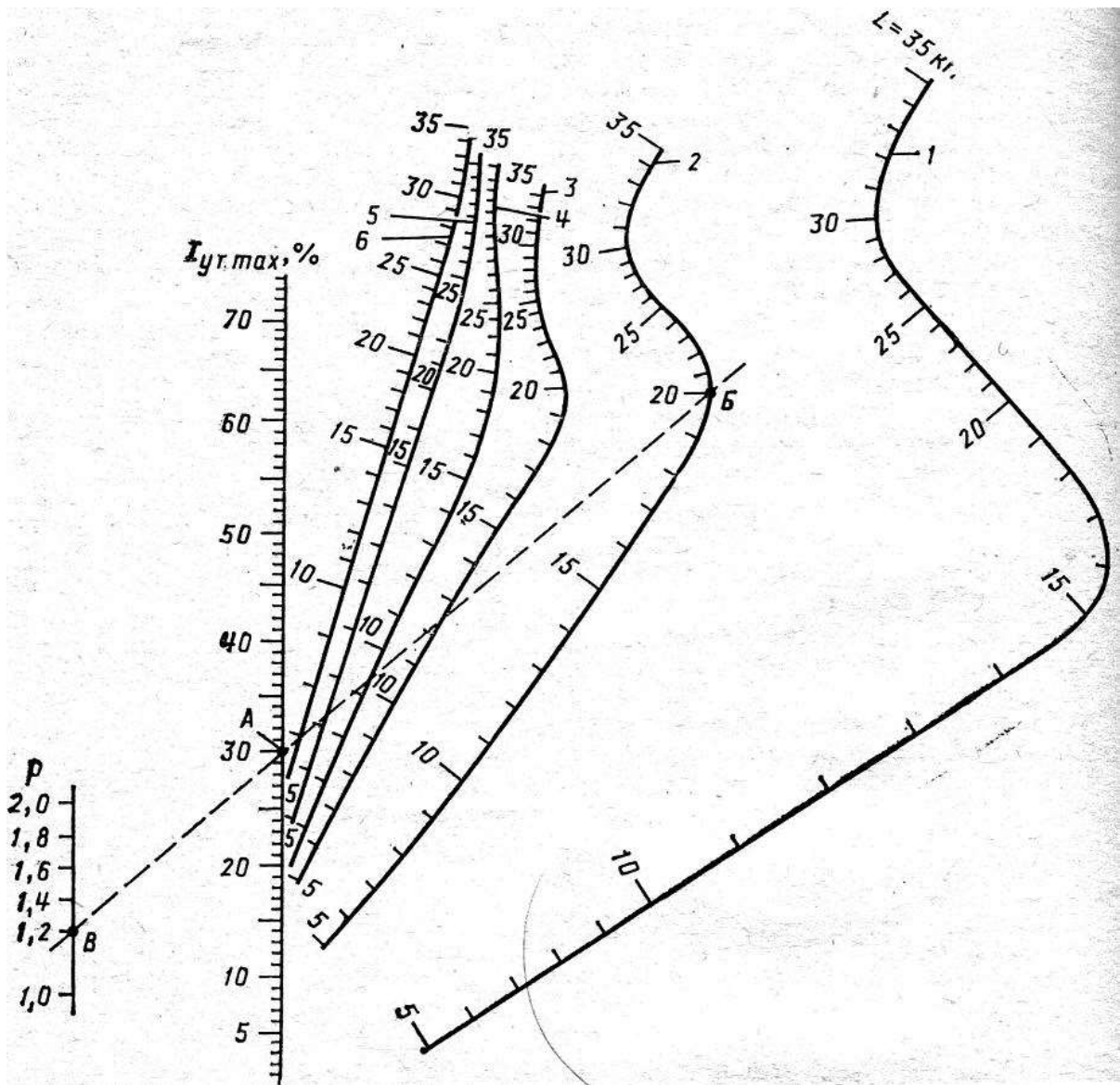


Рис. 3.64. Номограма для визначення норми витоку струму I_{\max} при різних відстані між тяговими підстанціями L залежно від відношення навантажень живильних ліній (фідерів) сусідніх тягових підстанцій p при кількості електрифікованих колій n у підстанції; точка A для конкретної ділянки визначається за пересіченням зі штриховою прямою, що з'єднує точку B (відстань між підстанціями з урахуванням n) із точкою B (вимірне співвідношення p): 1 – n до 2; 2 – від 3 до 7; 3 – від 8 до 12; 4 – від 13 до 17; 5 – від 18 до 23; 6 – понад 23

Перехідний опір відносно землі обох рейкових ниток однієї колії має бути не менше 0,25 Ом·км, що відповідає опору між нитками 1 Ом·км. Такий опір забезпечує припустимий, менший нормованого, витік тягового струму, мінімізує виникнення в землі блукаючих струмів і запобігає електрокорозії конструкцій колії та споруд. Цей опір досягається виконанням таких вимог:

- рейки на головних коліях укладають, як правило, на щебеневому або гравійному баласті, застосування інших типів баласту допускається при забезпеченні загального нормованого перехідного опору колії;

- дерев'яні шпали, які укладають в колію, мають бути просочені масляними антисептиками, що не проводять електричний струм;

- рейки і рейкові скріплення, металічно зв'язані з ними, на залізобетонних шпалах та інших підрейкових основах мають бути ізольовані від їхнього бетону і арматури, що забезпечується установленням спеціальних електроізолюючих конструктивних елементів – прокладок, втулок тощо (рис. 3.65, а, б);

- верхня поверхня баластного шару при залізобетонних шпалах має бути в одному рівні з верхньою постіллю середньої частини шпал, при дерев'яних шпалах – нижче подошви рейок на 30 мм;

- колія в тунелях і конструкція тунелів має забезпечувати відведення води від елементів верхньої будови колії; стікання на колію ґрунтових вод не допускається;

- рейки на металевих і залізобетонних мостах мають бути електрично ізольовано від ферм мосту, бетону і арматури залізобетону, тобто не мати металевого зв'язку з ними;

- рейки електрифікованих колій на переїздах в одному рівні не повинні мати зіткнення з землею безпосередньо або через металеві конструкції переїзду; конструкція переїзду має забезпечувати відведення води від елементів колії.

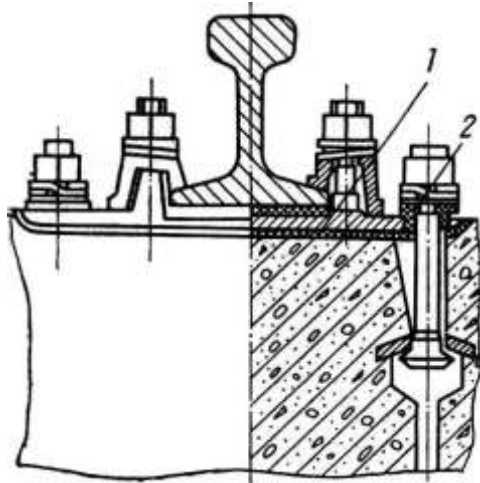
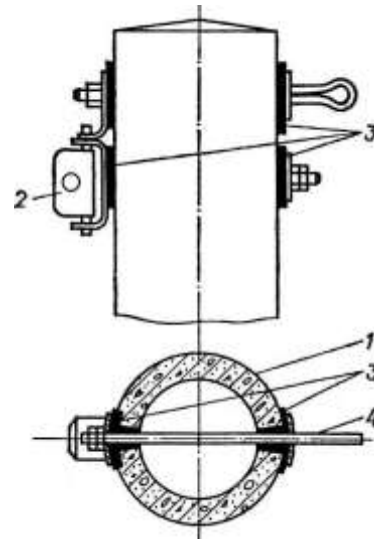
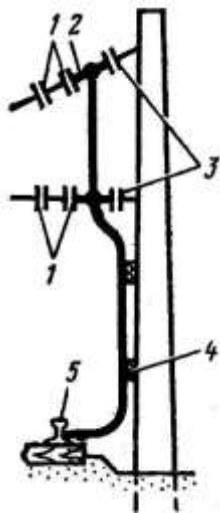
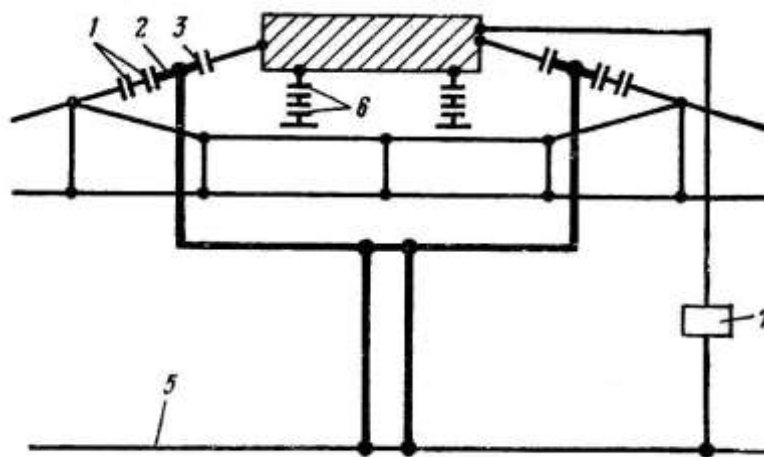
a*б**в**г*

Рис. 3.65. Стандартні рішення електричної ізоляції і заземлення конструкцій верхньої будови колії, контактної мережі та штучних споруд для запобігання втрат тягових струмів, утворення струмів витоку та блукаючих струмів і захисту від електрокорозії: *a* – електрична ізоляція рейок і рейкових скріплень типу КБ від бетону і арматури залізобетонних шпал за допомогою ізолюючих гумових прокладок 1 і полімерних втулок 2; *б* – електрична ізоляція від залізобетонної опори контактної мережі (1) деталей кріплення консолі (2, 4) полімерними ізолюючими втулками (3); *в, г* – заземлення опор контактної мережі (*в*) і мостових прогонових будов (*г*) з улаштуванням нейтральних вставок; 1 – ізолятори контактної мережі; 2 – нейтральна вставка; 3 – додаткові ізолятори; 4 – ізолюючі прокладки; 5 – тягові рейки; 6 – відбійники контактної мережі; 7 – захисне улаштування

Для запобігання витоку тягового струму електроізолюючі деталі встановлюють також для ізоляції:

- деталей кріплення конструкцій контактної мережі на штучних залізобетонних спорудах (мостах, естакадах тощо) від арматури споруд і заземлених на рейки елементів конструкцій контактної мережі (рис. 3.65, г);
- залізобетонних штучних спорудах і за умовами безпеки праці заземлених на рейки, від арматури споруд;
- деталей кріплення контактної мережі і закладних деталей від арматури і бетону залізобетонних опор контактної мережі (рис. 3.65, в);
- залізобетонних анкерів опор контактної мережі від відтяжок;
- арматури залізобетонних опор і фундаментів металевих опор, установлюваних на штучних спорудах, від арматури споруд;
- металевих опор контактної мережі і щогл світлофорів від анкерних болтів і бетону фундаментів;
- заземлених на рейки металевих частин залізобетонних щогл світлофорів від бетону й арматури щогл;
- заземлених на рейки шаф, шухляд від анкерних болтів і бетону фундаментів;
- провідників, що заземлюють, від бетону й арматури (рис. 3.65).

Оскільки витік тягового струму відбувається у ґрунт земляного полотна, йому сприяє зволоження та водонасичення ґрунту, отже, наявність баластових заглиблень в основному майданчику. Своєчасне усунення баластових заглиблень, осушення земляного полотна є обов'язковими умовами забезпечення допустимого витоку тягового струму та запобігання електрокорозії.

Доцільне застосування засобів підвищення електричного опору баласту і ґрунту земляного полотна, розроблених в УкрДУЗТ. Як зворотний провід для залізничного транспорту використовуються рейкові колії. Оскільки неможливо забезпечити абсолютну ізоляцію, то це створює

передумови для стікання струмів у землю. У вологих умовах струм витoku з рейок проходить через конструкції верхньої будови колії (скріплення, залізобетонні шпали, баласт), а потім через тіло насипу розповсюджується далі по ґрунту до споруд. Струми протікають найкоротшим шляхом з найменшим опором – від підшови рейок через водонасичені під час дощу і сніготанення забруднені баласт і ґрунт основного майданчика земляного полотна та потім через найближчу до рейкової колії торцеву грань конструкції (рис. 3.66, а), або металеві труби інженерних мереж (рис. 3.67, а).

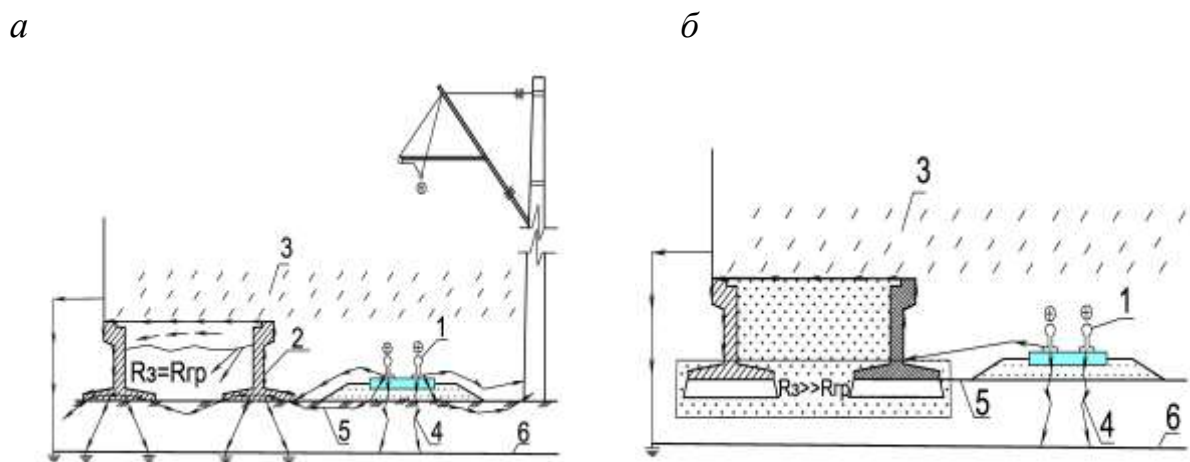


Рис. 3.66. Схема протікання струму витoku на ділянках з позитивним потенціалом на рейках через конструкції високих пасажирських платформ з опорами з залізобетонних стоянів і ригелів (а) і за наявності ділянок ґрунту з підвищеним електроопором (б): 1 – електрифікована колія; 2 – платформа; 3 – атмосферні опади; 4 – блукаючий струм, що переважає в суху погоду; 5 – блукаючий струм, що переважає у вологу погоду; 6 – рівень ґрунтових вод; 7 – ділянка підвищеного електроопору

У результаті на електрифікованих постійним струмом залізницях найбільших впливів у результаті електричної корозії зазнають фундаменти і опори контактної мережі, залізобетонні підрейкові основи, мостові конструкції, трубопроводи інженерних мереж. Результат впливу

блукаючих струмів на залізобетон – корозія металевої арматури і бетону, що викликає утворення тріщин і подальше руйнування всієї конструкції.

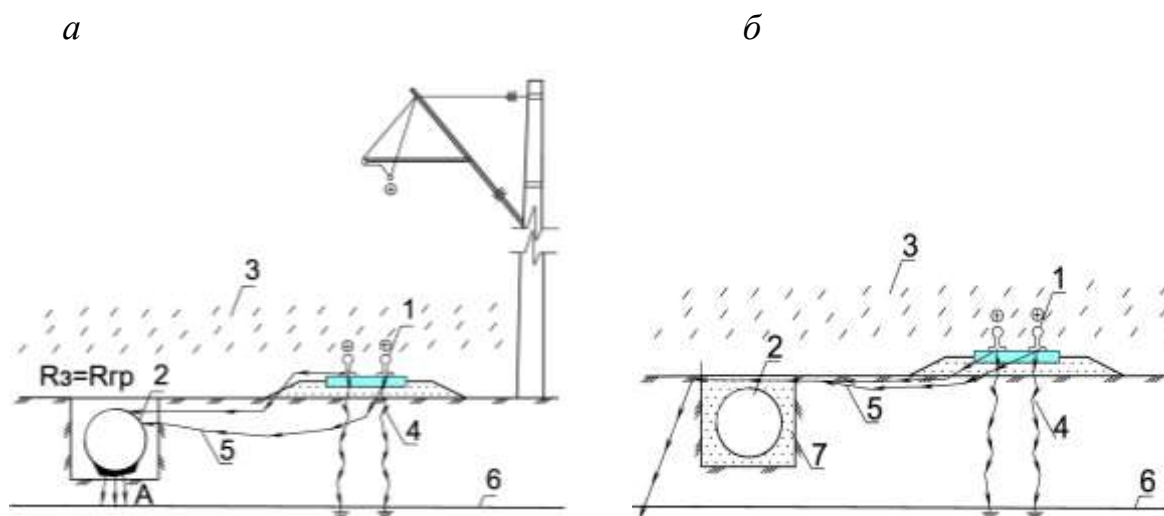


Рис. 3.67. Схема протікання струму витоку на ділянках з позитивним потенціалом на рейках через металеві трубопроводи інженерних мереж (а)

і за наявності ділянок ґрунту з підвищеним електроопором (б):

- 1 – електрифікована колія; 2 – трубопровід; 3 – атмосферні опади;
 4 – блукаючий струм, що переважає в суху погоду; 5 – блукаючий струм,
 що переважає у вологу погоду; 6 – рівень ґрунтових вод; 7 – ділянка
 підвищеного електроопору; А – анодна зона

З урахуванням цього в роботі [15] запропоновано нові принципові схеми конструктивно-технологічного рішення захисту стоянів та опор високих пасажирських платформ, металевих труб інженерних мереж, що зазнають електрокорозії, улаштуванням своєрідних екранів із ґрунтовмісних матеріалів підвищеного електроопору. Ця схема придатна при будівництві та реконструкції залізничних споруд, які експлуатуються на електрифікованих ділянках залізниць. Розроблені схеми протікання струмів крізь ґрунтовмісні матеріали підвищеного електроопору, наведено на рис. 3.66, б і 3.67, б. Як бачимо зі схем, струми витоку оминають

конструкції стоянів і опор високих пасажирських платформ, металеві труби інженерних мереж, розтікаючись шляхом з найменшим опором поза місцем розташування конструкцій, які не відчувають руйнуючого впливу електрокорозії на метал або бетон споруди.

Для уникнення розповсюдження струмів витоку та блукаючих струмів, які викликають електрокорозію споруд залізничного транспорту, необхідно збільшити опір ізоляції рейкового кола підвищенням електричного опору ґрунтів в основі споруд. Розроблено принципові схеми захисту конструкцій будівель, пасажирських платформ, інженерних мереж від електрокорозії, яку викликають струми витоку та блукаючі струми, захисними екранами у вигляді ділянок ґрунтовмісного матеріалу з підвищеним електричним опором, які спрямовують струм поза межами розташування залізничних споруд.

4. Методи та технічні засоби діагностування земляного полотна

4.1. Оснащення підрозділу, що здійснює діагностування земляного полотна

Діагностування земляного полотна здійснюються спеціалізованими підрозділами. На сьогодні це відділи з перевірки земляного полотна регіональних центрів діагностики філії «Центр діагностики залізничної інфраструктури» АТ «Укрзалізниця». Підрозділи, які здійснюють обстеження земляного полотна, мають бути оснащені такими приладами та устаткуванням:

1. Службовий вагон-лабораторія – 1 шт.
2. Службовий автомобіль – 1 шт.
3. Бурова установка на базі автомобіля з комплектом бурового інструменту – 1 комплект

4. Ручний або механізований бур геолога – 2 компл.
5. Устаткуванням для електродинамічного зондування – 1 компл.
6. Устаткування для геолокаційного діагностування (георадар з антенами) – 1 компл.
7. Електронний тахеометр зі штативом, віхою та відбивачем) – 1 компл.
8. Теодоліт технічний – 2 шт.
9. Нівелір зі штативом і рейками – 3 компл.
10. Рулетка 20 м – 8 шт.
11. Рулетка 50 м – 4 шт.
12. Польова лабораторія Литвинова – 1 компл.
13. Набір сит для визначення гранулометричного складу сипких ґрунтів – 1 компл.
14. Лабораторні ваги – 1 шт.
15. Сушильна шафа – 2 шт.
16. Муфельна піч – 1 шт.
17. Тигель для муфельної печі – 20 шт.
18. Ексикатор – 2 шт.
19. Набір бюкс – 4 компл.
20. Балансир конусний – 2 шт.
21. Індикатор переміщень ІЧ-10 – 10 шт.
22. Лабораторний інструмент – 1 компл.
23. Персональний комп'ютер – для кожного працівника.
24. Копіювальна машина (ксерокс) формату А-3 – 1 шт.
25. Сканер – 1 шт.
26. Плотер (широкоформатний принтер А1 і більше) – 1 шт.
27. Фотокамера цифрова – 1 шт.
28. Відеокамера цифрова – 1 шт.

4.2. Методи спостереження за дефектами, деформаціями та пошкодженнями земляного полотна

4.2.1. Спостереження за деформаціями укосів

Для спостереження за горизонтальним зсувом насипів і виїмок у найпростішому випадку встановлюють створи занумерованих вішок у два або три ряди, з яких верхній ряд розташовують у верхній частині укосів, останній ряд – у нижній третині довжини укосу. На косогорах створи розташовують з розрахуванням охоплення всієї ненадійної ділянки. Вішки виготовляють дерев'яні діаметром від 40 до 60 мм, довжиною від 2 до 3 м і занурюють у ґрунт не менш ніж на 0,7 м. Вішки в ряді встановлюють через 20 або 30 м залежно від розміру ділянки деформації. Крайні (опорні) вішки кожного ряду обов'язково встановлюють за межами ненадійного місця (рис. 4.1, 4.2).

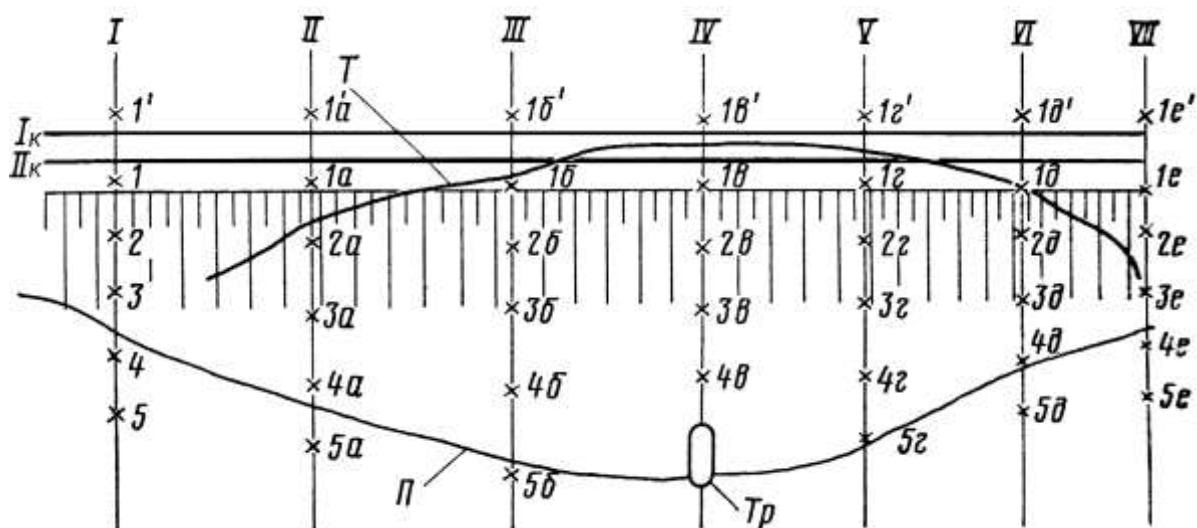


Рис. 4.1. Створи вішок на нестійкому укосі насипу: I_k та II_k – осі I та II колії, що прийняті за базис; $I \div VII$ – створи (I, VII – опорні; $II \div V$ – проміжні); T – тріщина відшарування укосу насипу; Tr – залізобетонна труба; $П$ – підшва насипу; хрестиками позначені місця спостережень

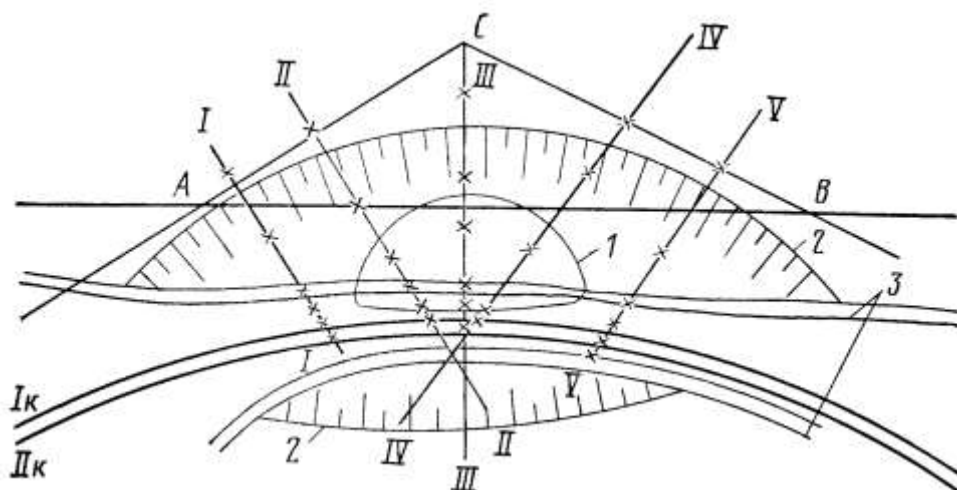


Рис. 4.2. Створи вішок на нестійкому укосі виїмки: AB – базис на кривій; C – опорна точка; $I \div V$ – створи (I, V – опорні, $II \div III$ – проміжні); 1 – ділянка пошкодження укосу; 2 – бровка виїмки; 3 – кювет; I_k та II_k – осі I та II колії; хрестиками позначені місця спостережень

Для визначення горизонтального зсуву проміжних вішок між опорними вішками створу провішують візирну лінію за допомогою переносної вішки, яку встановлюють послідовно проти кожної вішки створу. Величину зсуву вимірюють між переносною і постійною вішками створу. Результати визначення зсуву одержують наростаючим підсумком і заносять до журналу форми, наведеної в табл. 4.1. Строки спостережень призначають залежно від інтенсивності деформацій. При постійному повільному зсуві виміри достатньо проводити через один або два місяці. При більш швидкому зсуві спостереження виконують частіше.

Під час тривалих спостережень за створами замість тимчасових дерев'яних вішок установлюють залізобетонні стовпчики перерізом $0,15 \times 0,15$ м довжиною від 1,5 до 2 м, що піднімаються над поверхнею землі від 0,5 до 0,7 м (рис. 4.3). Допускається використовувати стовпчики перерізом $0,1 \times 0,1$ м довжиною 1,0-1,5 м із установленим під час виготовлення виступаючим з верхнього торця сталевим стрижнем. Глибина закопування стовпчика має бути більшою глибини промерзання ґрунту.

ЖУРНАЛ

спостережень за зсувом вішок на _____ укосі насипу

на _____ км пікетаж _____ напрямку _____

(виміри сумарні в міліметрах з початку спостережень)

Ряд вішок	Номер вішки	Пікетаж	Призначення вішок	Дата спостережень							
				5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

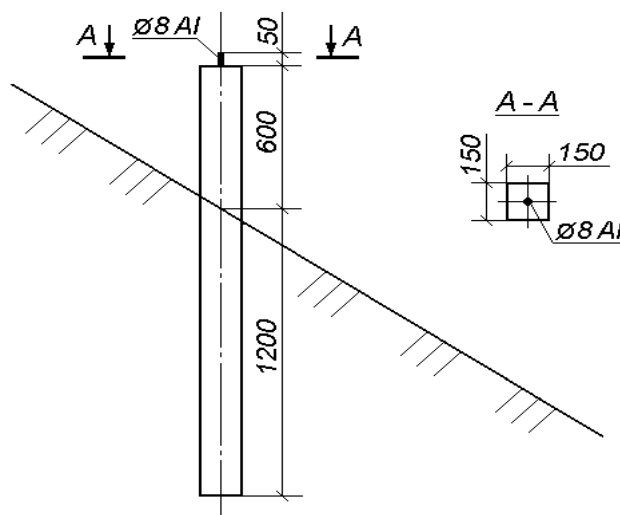


Рис. 4.3. Залізобетонний стовпчик точки створу

Для візування під час установлення й для наступних вимірювань зсуву точок створу вони під час виготовлення забезпечуються виступаючим з верхнього торця сталевим стрижнем. Найбільш зручно розташовувати створи паралельно і перпендикулярно до осі колії (рис. 4.4). Теодоліт послідовно встановлюють над нерухомими точками $I \div IX$ створу AB і точками $1-9$ створу AB і візирують на відповідні нерухомі точки створів $BГ$ і $БГ$. Горизонтальні зсуви проміжних контрольних точок створу визначають теодолітом за горизонтальною рейкою, прикладеною нульовою поділкою до вершини стовпчика. Відліки виконують за верти-

кальною ниткою теодоліта, встановленого над нерухомою точкою в одному кінці створу і спрямованого на нерухома точку іншого кінця створу.

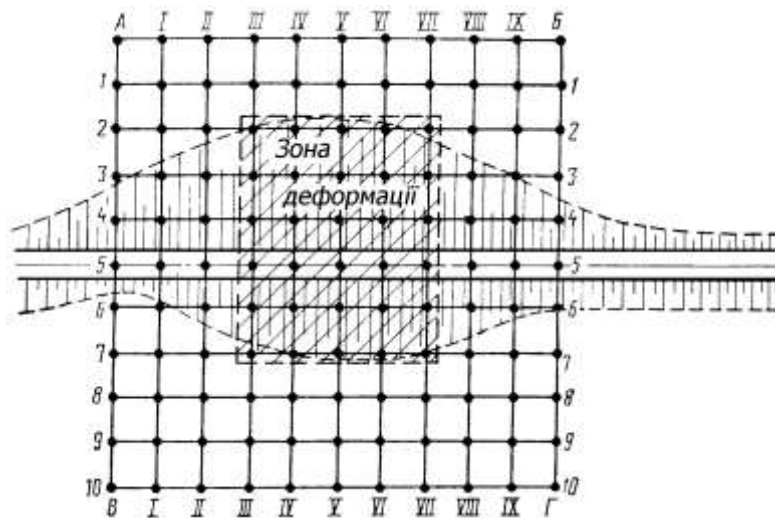


Рис. 4.4. Схема паралельних створів

Результати спостережень заносять до журналу тієї самої форми, що і візування за вішками (табл. 4.1). Зсув підшови язика масиву ґрунту, що сповзає, заміряють маяками (рис. 4.5) за поділками на кілку «А» довжиною від 1,5 до 2,0 м, що рухається зі зсувом. Напрямні кілки «Б», «В» і «Г» забиваються на відстані від 1,0 до 1,5 м нижче підшови зсуву і переставляються з його наближенням до кілків. Заміряні величини зсуву заносять до журналу спостережень і оформляють у вигляді графіка.

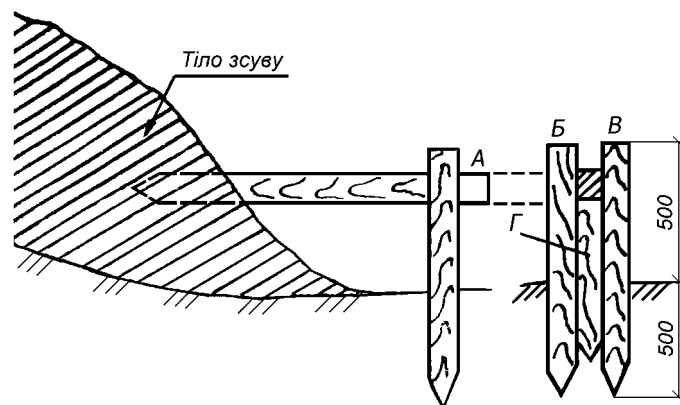


Рис. 4.5. Маяк біля підшови зсуву

4.2.2. Спостереження за тріщинами в ґрунті

Тріщини відколу, що утворюються від сповзання ґрунту насипів, укосів, виїмок і косогорів, слід відразу після виявлення затрамбовувати, щоб уникнути надходження в них води. Для подальшого спостереження за місцем тріщин їх перед ліквідацією заміряють із зазначенням довжини, ширини і відстаней від найближчої рейки і наносять на план (рис. 4.6).

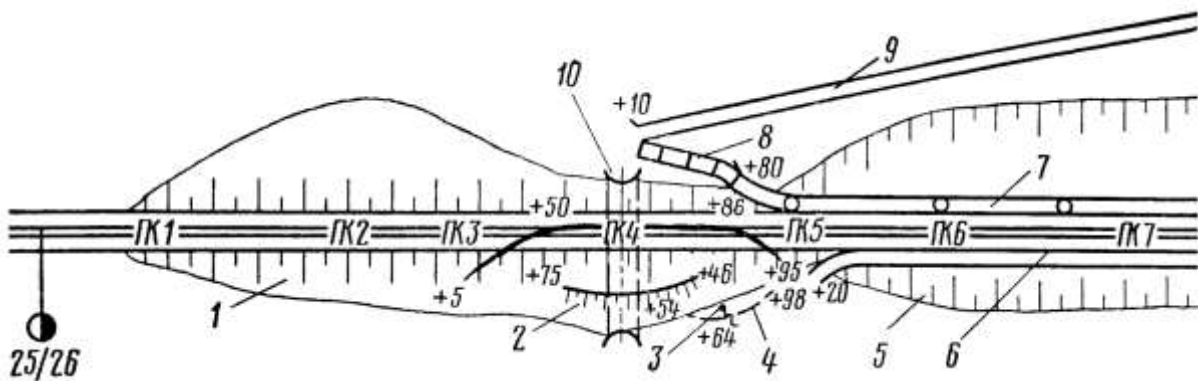


Рис. 4.6. Схематичний план ділянки насипу, який деформується:

- 1 – насип ПК3+50÷ПК4+86 – просідання колії, ПК3+05÷ПК4+95 – тріщина, що оконтурює ділянку деформації; 2 – ПК3+75÷ПК4+46 – бугор випирання ґрунту на укосі; 3 – ПК4+64 – виклинування біля підосви насипу джерела; 4 – ПК4+54÷ПК4+98 – переміщення основи; 5 – виїмка; 6 – кювет; 7 – кювет з підкюветним дренажем; 8 – залізобетонний лоток; 9 – нагірна канава; 10 – залізобетонна труба

Під час наступних спостережень оглядають місця, де раніше були виявлені тріщини. Їхнє поновлення звичайно добре помітно на заглаженій поверхні ґрунту. Зростання основних тріщин фіксується маяками (рис. 4.7). Під час установлення маяка відзначається рисою положення кінця однієї з горизонтальних рейок відносно іншої та її положення на вертикальній рейці. Від цих ліній ведуться подальші вимірювання, які слід записувати в журнал наростаючим підсумком з початку спостережень.

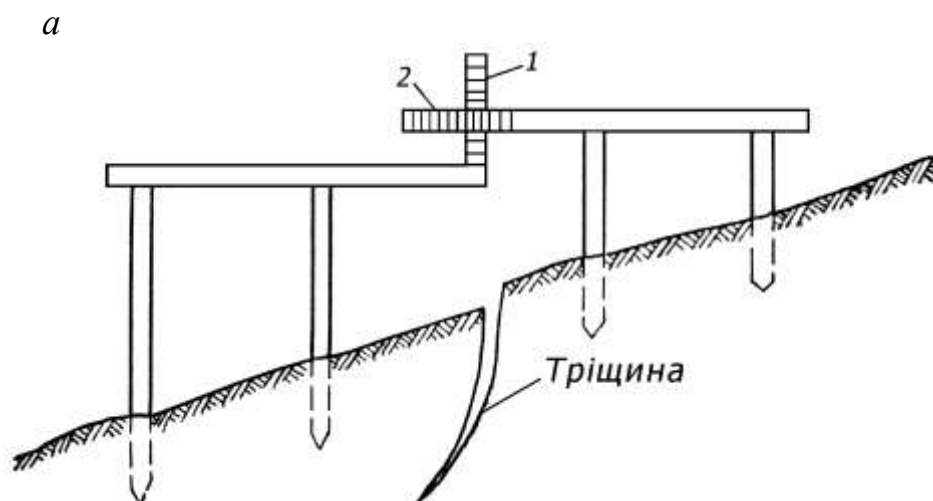


Рис. 4.7. Схема (а) і фото (б) маяків для вимірювання вертикального (1) і горизонтального (1, 2) зміщення головної частини зсуву

Тріщини свідчать про серйозну загрозу великих деформацій, тому необхідно ретельно стежити за можливою появою тріщин на насипах, де є хоча і невеликі, але систематичні осідання або зсуви колії. Часто тріщини, що з'явилися на полотні, залишаються прихованими через обсіпання сухого баласту під час проходження поїздів. Такі тріщини краще виявляються вранці, коли ґрунт на поверхні більш вологий, а також після дощів. Крім того, тріщини стають особливо помітні наприкінці зими, коли баласт ще не розмерзся, а снігу на колії вже нема.

У разі виявлення тріщин на полотні, крім вимірювання і нанесення на план, роблять ще розкопку або «закопушку» для з'ясування характеру і напрямку тріщини та для висновку про ступінь виниклої небезпеки для руху поїздів. Розкопку у вигляді поперечної до колії траншеї шириною близько 0,5 м розташовують так, щоб тріщина перетинала її бічні стінки. Обережно розчищаючи тріщину в стінках викопаної траншеї, установлюють її положення на поперечному розрізі насипу (рис. 4.8), яке дає змогу вирішити, чи є тріщина наслідком руху укісного баластового шлейфа (на рис. 4.8 – ліворуч), відшарування укісної частини насипу (на рис. 4.8 – праворуч), сповзання частини насипу з однією з колій (на рис. 4.8 – зсередини) або іншого виду деформацій.

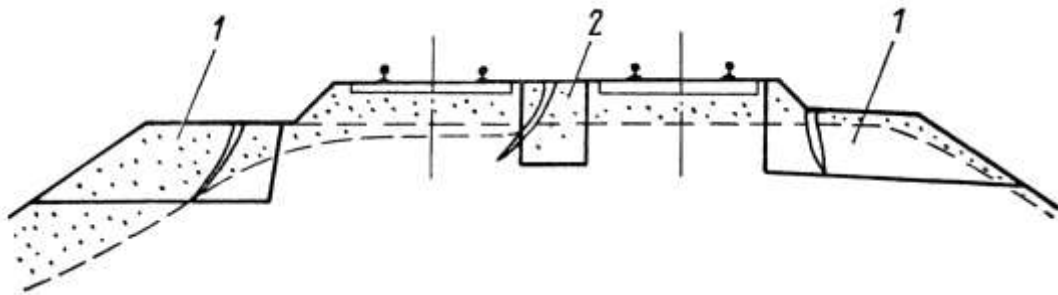


Рис. 4.8. Розчищення тріщин розкопками (1) і «закопушками» (2)

Під час розкопування тріщини треба ретельно простежити, чи нема вертикальних зсувів шарів баласту або ґрунту з обох боків тріщини (рис. 4.8). Наявність таких уступів указує на початок руху масиву ґрунту, що відшарувався. За напрямком тріщини визначають, який бік насипу перебуває під загрозою деформації.

4.2.3. Спостереження за тріщинами в спорудах

Деформації земляного полотна виявляються за станом кам'яних або бетонних споруд, які перебувають у межах хворого місця, – труб, опор мостів, оглядових і вбирних колодязів тощо. Для спостереження за

розвитком у них тріщин ставлять марки (маяки на рис. 4.9), що є накладками із цементного тіста. На кожній марці, поки розчин ще не затужавів, позначають її порядковий номер і дату установлення. Для запису результатів спостережень за марками ведуть журнал, до якого заносять результати оглядів. У журналі розміщують також схематичне креслення споруди із зазначенням положення тріщин і розташування марок.

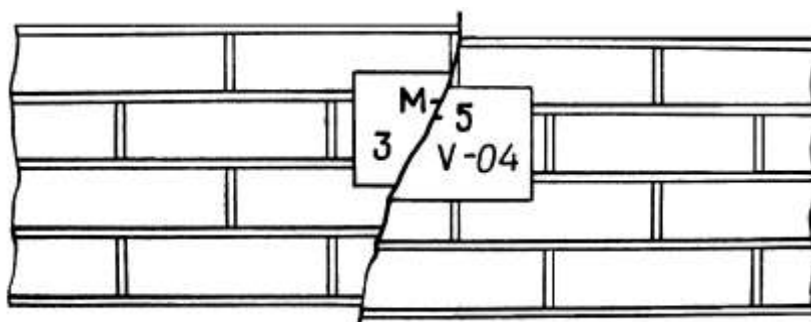


Рис. 4.9. Марка на тріщині кладки

За наявності на зсуві глибоких оглядових або вбирних колодязів рух зсуву і глибину залягання його поверхні можна виявити і надалі спостерігати за ними за скривленням, зрізом і розривами кілець. За необхідності тривалих спостережень на великих об'єктах, наприклад косогорах, такі колодязі або шурфи можуть бути улаштовані спеціально з метою спостережень (рис. 4.10, 4.11).

Зсув стінки колодязя заміряється від схилу, що опускається зверху так, щоб він збігся своєю нижньою частиною з нижньою, не зміщеною частиною колодязя. Вимірюють відхилення від схилу періодично для тих самих точок на стінках колодязів і вносять до журналу спостережень, у якому міститься розріз колодязя з зазначенням точок, за якими здійснюють вимірювання.

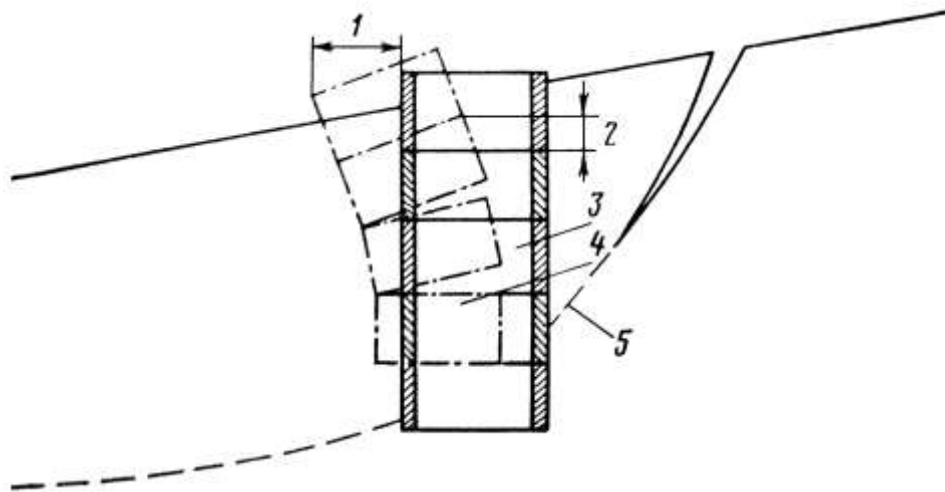


Рис. 4.10. Вимірювання відхилення кілець колодязя при русі зсувного косогору: 1, 2 – зсув кілець відповідно по горизонталі та вертикалі; 3, 4 – положення кілець відповідно до та після зсуву; 5 – лінія зсуву

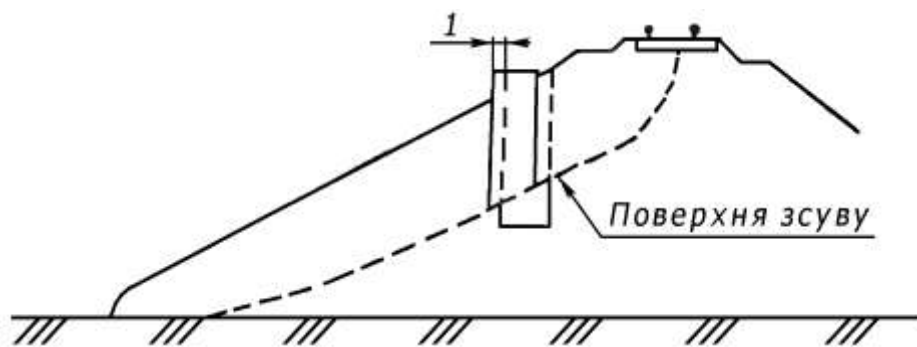


Рис. 4.11. Зрізування шурфу під час сповзання насипу:
1 – зсув стінки шурфу

4.2.4. Інженерно-геологічне обстеження земляного полотна

На виявлених спостереженнями хворих і ненадійних місцях земляного полотна для швидкого одержання місцевими засобами основних даних для висновку про стан земляного полотна і необхідні заходи проводять буріння неглибоких розвідницьких свердловин. Бурінням установлюють наявність і глибину баластових лож, мішків, гнізд, наявність води і водонасиченого ґрунту у верхній частині земляного полотна. Крім того, за побудованим у результаті буріння поперечним і

поздовжнім розрізами основного майданчика визначають і характер деформацій земляного полотна, з'ясовують, у якому напрямку вони розвиваються, уточнюють границі ненадійних ділянок.

Для буріння застосують будь-який буровий інструмент, що дає змогу точно встановити залягання підошви баластового шару і чергування різних видів баласту. Найпростішим для виготовлення в майстернях дистанції колії є ударний бур (рис. 4.12), придатний для проходки в легких безводних ґрунтах на глибину до 10 м. Буріння цим буром на глибину до 1,5 м виконує один працівник. Буріння на більшу глибину проводять два працівники. Перед бурінням з місця свердловини за допомогою ручного колійного інструменту максимально видаляють щебневий баласт. Для кожної свердловини виконують вертикальну і горизонтальну прив'язку до головки рейки. Для цього застосовують вертикальну і горизонтальну ватерпасувальні рейки із сантиметровими поділками та рівень.

Розміщення свердловин на поперечному профілі земляного полотна і їхні порядкові номери мають бути постійними (рис. 4.13). Повна схема свердловин на полотні становить: для одноколійної лінії свердловини від № 1 до № 7 і для двоколійної лінії – від № 1 до № 11. Для визначення положення баластових шлейфів і мішків, що утворюються під час сповзання насипів, бурять додаткові свердловини на укосах. Їм надають буквені індекси за алфавітом і номери, що повторюють номер крайньої свердловини на колії, тобто № 1 для правого укосу і № 7 або № 11 – для лівого (рис. 4.13). Отже, номер свердловини або номер з буквою визначають її положення як на полотні, так і укосі, і вказують, на якому укосі зроблена свердловина.

Під час буріння нема необхідності виконувати в усіх випадках усі свердловини типової схеми. Спочатку на полотні роблять свердловини через одну, тобто з непарними номерами, і свердловину № 6 при двох коліях. Якщо отриманий розріз потребує деталізації, бурять окремі, раніше

пропущені парні свердловини. Повну кількість свердловин, за рис. 4.13, бурять тільки у разі дуже ламаного обрису підшви баласту. Можливо також робити на одному профілі повну кількість свердловин, а на наступному або двох наступних – скорочувати їхню кількість. Нормальна відстань між поперечними профілями приймається рівною 12,5 м.

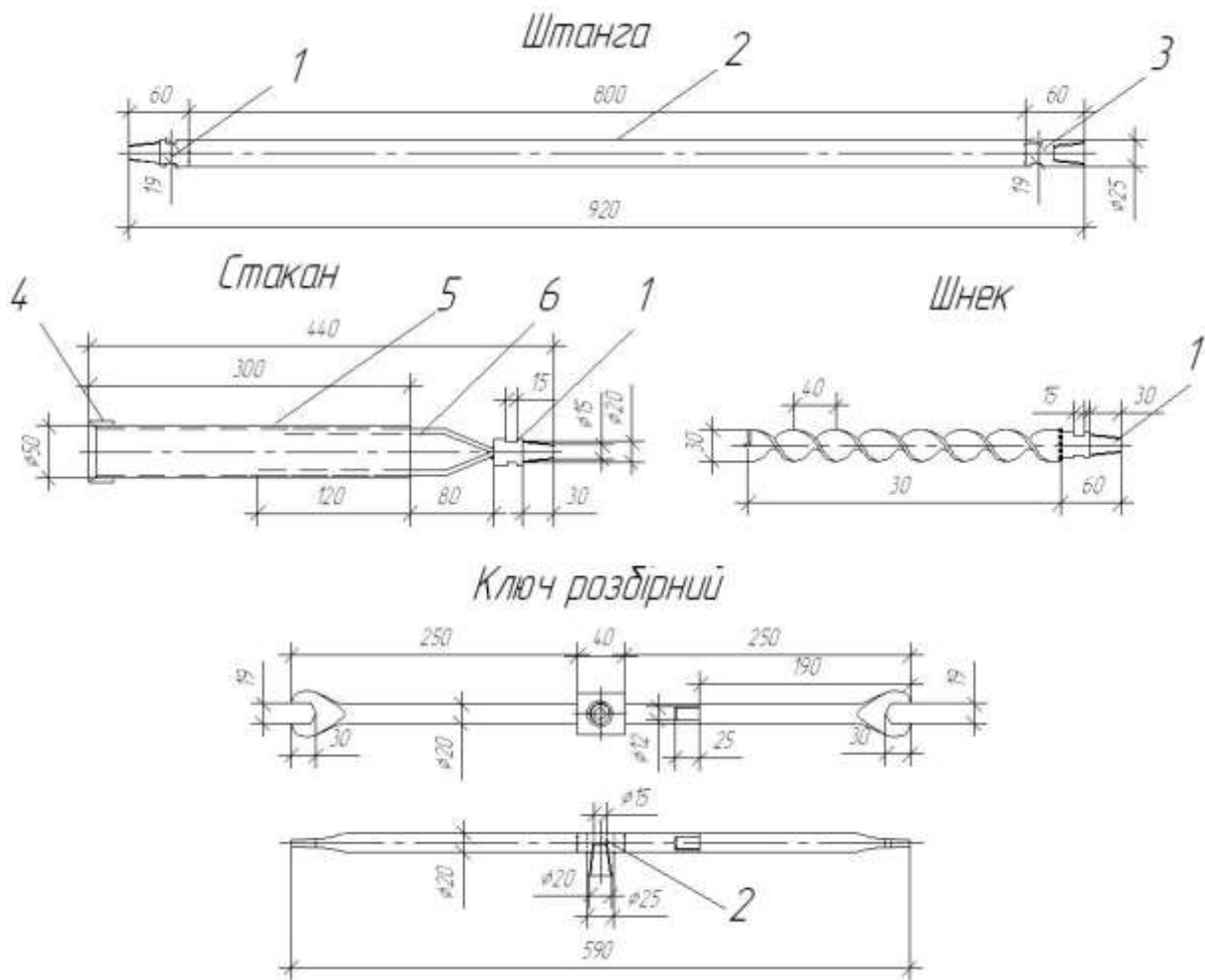


Рис. 4.12. Ручний буровий комплект: 1 – приварна деталь із зовнішньою конічною різзю; 2 – труба ДУ-25; 3 – приварна деталь із внутрішньою конічною різзю; 4 – приварне кільце із внутрішнім діаметром 50 мм; 5 – труба ДУ-25; 6 – металева штаба

При одноманітному обрисі підшви баласту відстань між профілями збільшують до 25 м. Поблизу осередку деформацій під час уточнення його

границь і найбільш знижених місць баластового ложа або мішка профілі, якщо потрібно, зближають до 6,25 або 3,125 м. Для кожного поперечного профілю, крім його порядкового номера, обов'язково вказують його пікетаж. Окремі свердловини поперечного профілю потрібно занурювати у ґрунт на 0,5-0,7 м нижче баластового шару для того, щоб переконатися у відсутності язиків і прошарків баласту, а також перезволоженого ґрунту. Якщо такі шари виявляться в одній з поглиблених свердловин, то і сусідні з нею мають бути поглиблені, щоб обрисувати на поперечнику ці деталі баластового розрізу. Результати буріння записують у журнал, наведений у табл. 4.2.

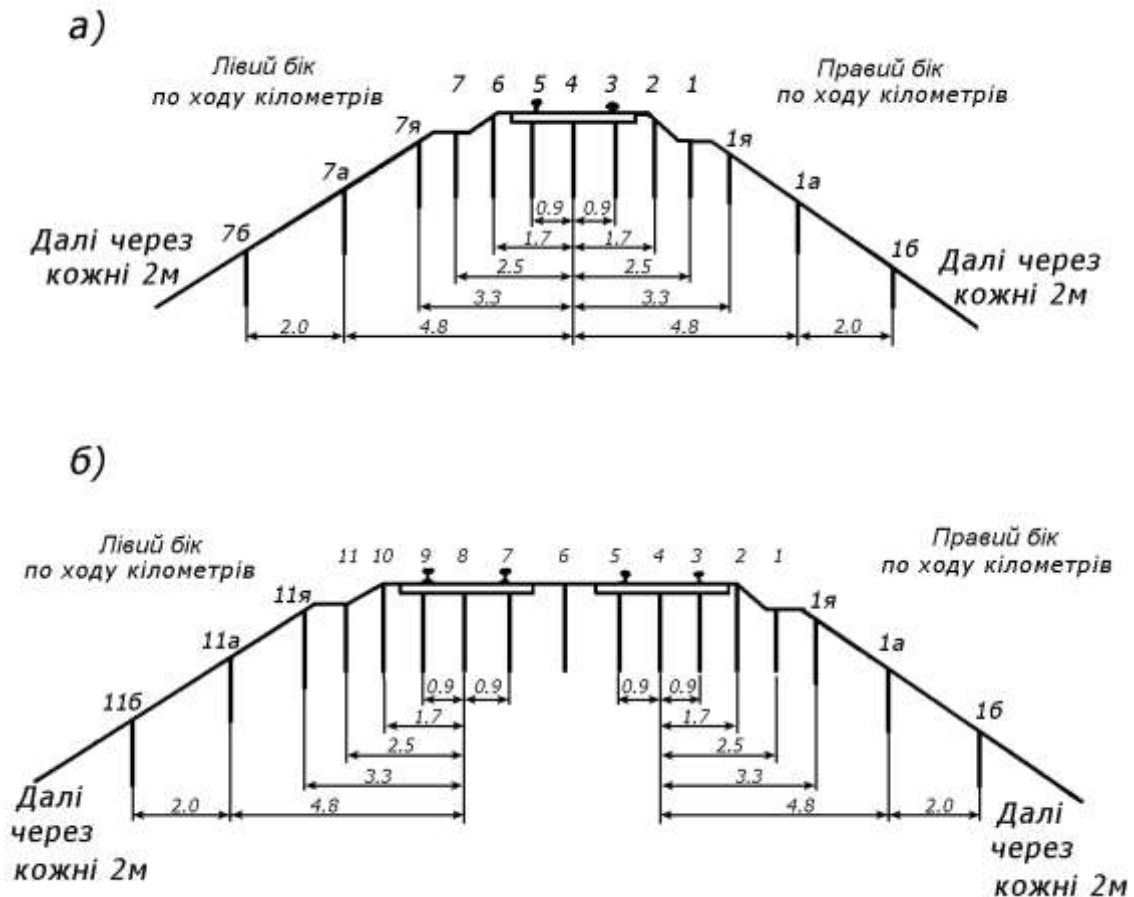


Рис. 4.13. Типові схеми розташування свердловин для складання розрізів шару баласту: а – одноколійне полотно; б – двоколійне полотно

ЖУРНАЛ

буріння свердловин насипу на _____ км
напрямку _____

Дата	Номер профілю і пікетаж	Номер свердловини	Номер ґрунту	Ґрунт	Початок залягання від устя	Вологість	Загальна глибина свердловини	Зниження устя від головки рейки
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ліквідацію свердловин на полотні виконують після проходки всіх свердловин поперечного профілю, коли стає очевидно, що потрібність поглиблення будь-якої з них не виникне. Для ліквідації свердловин раніше видалений глинистий ґрунт подрібнюють і закидають у свердловину до рівня підосви баласту з ретельним пошаровим трамбуванням буровим інструментом. Вище свердловини засипають баластом. У межах баластової призми забороняється залишати на ніч не засипані свердловини. За необхідності поглиблення наступного дня свердловин на узбіччях або укосах їх закривають дерев'яними конусними пробками.

За даними буріння складають поперечні і поздовжні розрізи баластового шару (його підосви), які дають змогу судити про деформацію земляного полотна. Поперечні профілі креслять у масштабі 1:100. Збільшена товщина баласту на профілях однієї ділянки насипу при меншій товщині на профілях інших ділянок указує на місце, де відбувалося більше осідання земляного полотна. Загальна товщина баластового шару, за виключенням його нормальної товщини, характеризує сумарну величину осідання насипу. Симетричний обрис поперечного профілю основного майданчика свідчить про рівномірне осідання обох боків насипу.

Перекіс основного майданчика є першою ознакою можливого початку зсуву насипу убік (рис. 4.14, а). Така деформація може розвиватися далі, перейти в явне сповзання укусу (рис. 4.14, б) і закінчитися повним зсувом убік частини насипу, що відшарувалася (рис. 4.14, в).

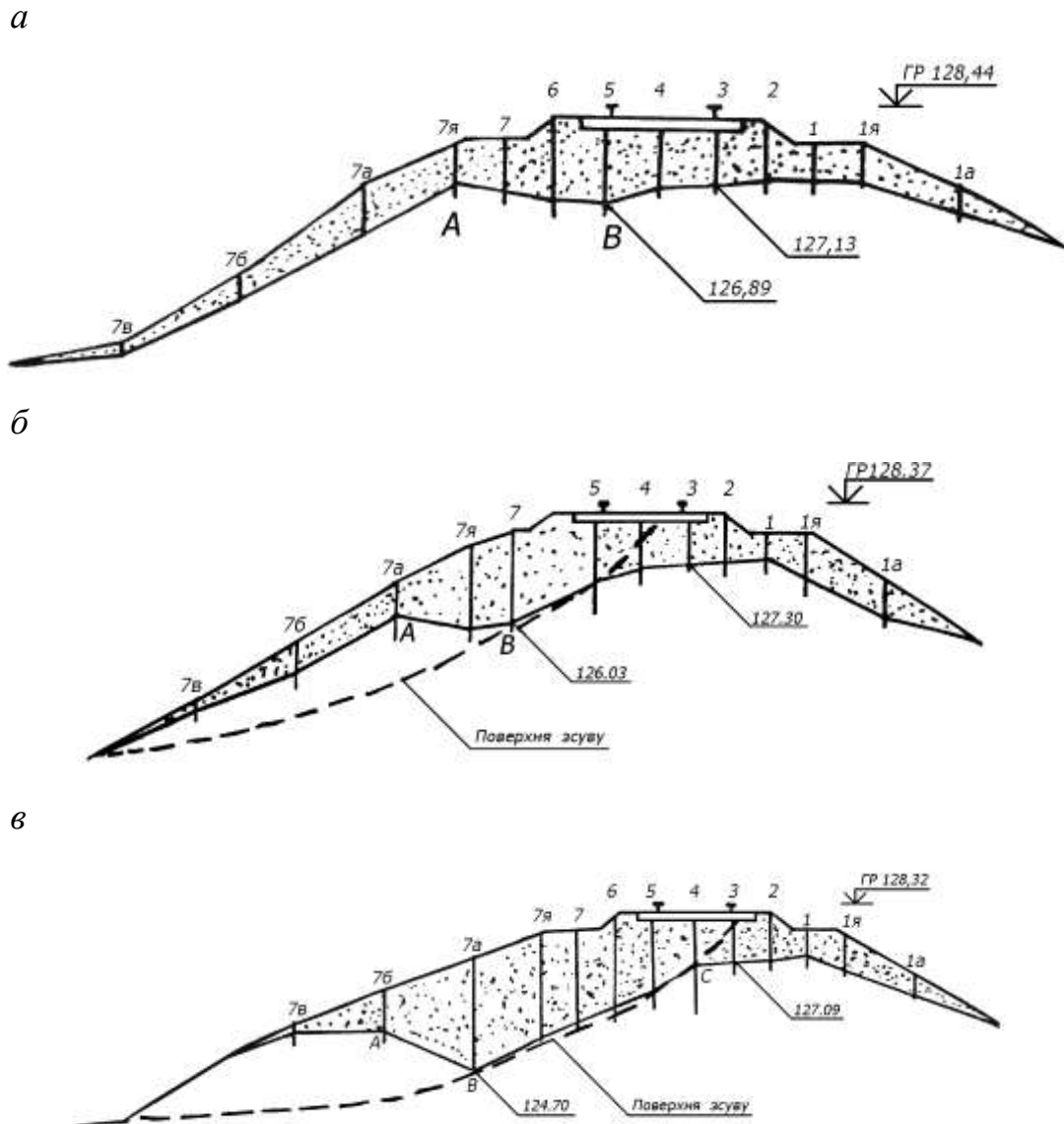


Рис. 4.14. Різні стадії сповзання укїсної частини одноколїйного насипу:
 а – перші ознаки сповзання; б – початок сповзання; в – повне сповзання;

AB – частина основного майданчика, яка сповзає; *C* – місце відриву
 основного майданчика; *BC* – величина зміщення

При виявленні за даними буріння ознак сповзання насипу слід негайно вжити заходів із підвищеного нагляду за небезпечним місцем, зробити більш докладну розвідку і виконати роботи зі зміцнення насипу для попередження небезпечних деформацій. На насипах, які були обстежені раніше, перевірочні баластові розрізи виконують на колишніх профілях, зміщуючись на один шпальний ящик, щоб не потрапити на місце первісної свердловини. Накладання сполучених старого і нового розрізів баластового шару (з урахуванням можливих змін відміток головки рейки) показує наявність або відсутність деформацій насипу за час між двома перевірками і характер деформацій, якщо вони є.

На рис. 4.15 показано приклад, коли на місці, де періодично виконували невеликі виправлення колії, вони виявилися наслідком повільного, зовні непомітного зсуву лівої укісної частини насипу, виявленого повторним бурінням.

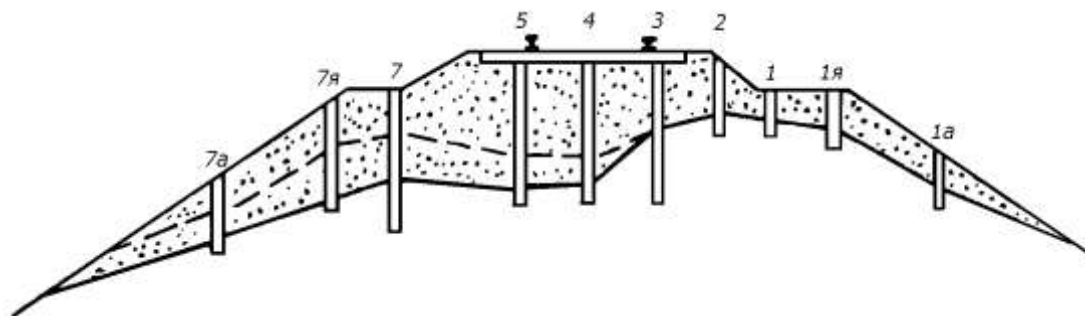


Рис. 4.15. Однобічне осідання насипу – початок сповзання лівої частини з захопленням колії:

— — — — — профіль земляного полотна в 1993 р.;

————— те саме у 2001 р.

Поздовжні профілі основного майданчика складають за рядами свердловин, що знаходяться на узбіччях і біля рейок, тобто для свердловин № 1, 3, 5, 7, 11. Масштаби приймають: горизонтальний 1:1000,

вертикальний – 1:50. Профілі накреслюють сумісні (рис. 4.16), що дає змогу зручно зіставляти їх один з одним і оцінювати положення основного майданчика одночасно на всьому насипу як у поздовжньому, так і поперечному напрямку.

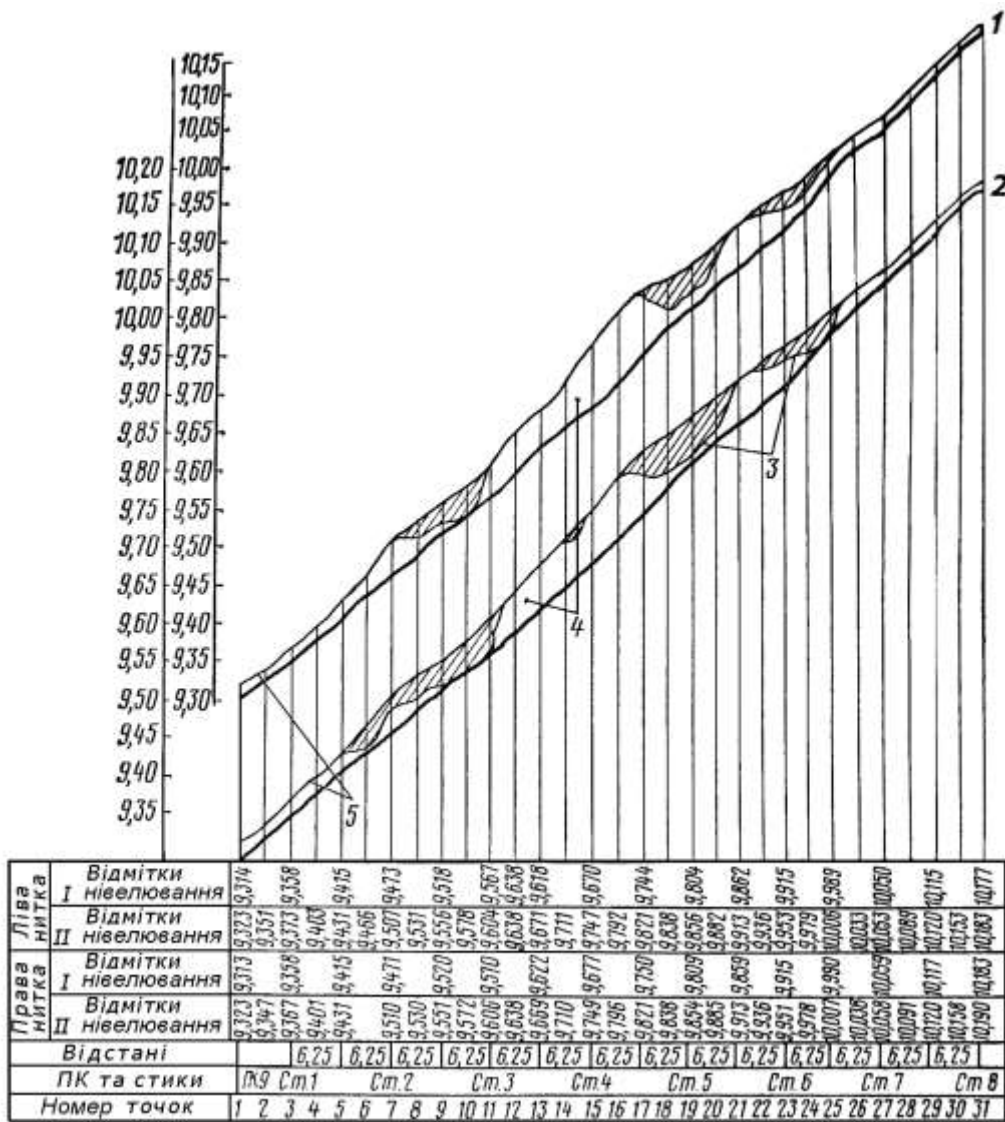


Рис. 4.16. Поздовжні профілі по основному майданчику земляного полотна насипу: 1, 2 – ліва та права рейкові нитки; 3 – пучинні підкладки; 4 – горби здимання; 5 – ділянки колії з рівномірним морозним здиманням

Знижені ділянки поздовжніх профілів показують місця найбільшого осідання земляного полотна. Величина осідання визначається за

збільшеною потужністю баластового шару. На найбільш знижених місцях профілів, де були найбільші деформації, земляне полотно є особливо ненадійним, і ці місця підлягають більш детальній перевірці, ретельному нагляду і першочерговому зміцненню. Взаємне положення сумісних поздовжніх профілів, побудованих за свердловинами на узбіччях і біля рейок, показує наявність або відсутність баластового ложа, перекоси основного майданчика, довжину ділянок із цими порушеннями і їхню величину.

4.2.5. Спостереження за роботою водовідвідних споруд

Для перевірки роботи дренажних пристроїв бурінням роблять окремі свердловини біля цих споруд, а саме біля поздовжнього перехоплювального дренажу під час перевірки ефективності його роботи бурять свердловину № 2 (рис. 4.17), яка не має зустріти воду. Свердловина № 1 служить для контролю наявності води вище дренажу.

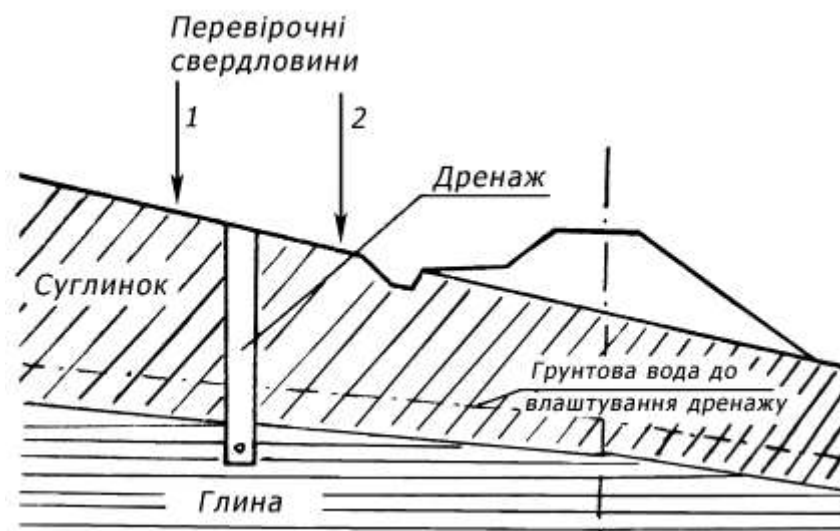


Рис. 4.17. Бурова перевірка роботи перехоплювального дренажу

Осушення укісного баластового мішка контролюють проходкою свердловини між наявними прорізами (рис. 4.18). Аналогічно перевіряють

наявність води в баластовому ложі. Знижені місця баластових мішків і лож, де слід зробити перевірочні свердловини, визначають за поперечними і поздовжніми розрізами баласту, які є в документації обстеження і лікування земляного полотна, альбомах креслень споруд хворого місця та інших матеріалах. За їх відсутності або недостатності для визначення зниженого місця на поперечному або поздовжньому профілі роблять кілька свердловин.

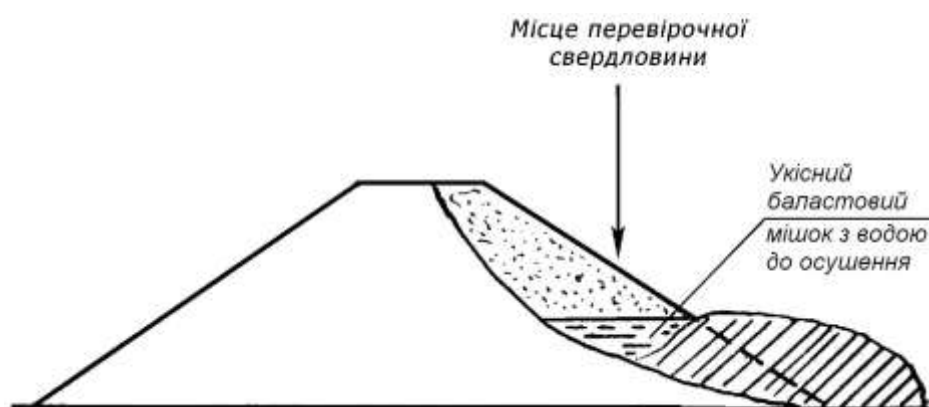


Рис. 4.18. Бурова перевірка укисного баластового мішка

Витрати води в дренажах вимірюють не менше двох разів на рік – навесні і восени – біля виходу дренажу і в окремих оглядових колодязях. Для вимірювання дебіту води застосовують мірну посудину, металеву лінійку і годинник із секундною стрілкою. Як мірну посудину зручно використовувати спеціальне циліндричне цебро місткістю 10 л, діаметром у світлі 206 мм і висотою 300 мм. Вимірявши лінійкою висоту води, зібраної в цебрі, визначають її кількість у літрах виходячи з того, що кожні 1,5, 3,0 і 30 мм висоти відповідають 0,05, 0,1 і 1 л. Розділивши кількість зібраної води в літрах на час у хвилинах, одержують витрати води в дренажі в літрах за хвилину. Таких вимірів робиться три і за витрати дренажу приймається середнє з них. Якщо води випливає мало, то для вимірювання можна використовувати мірну посудину ємністю 1 л, що має поділкі. Витрати тоді даються в літрах за годину.

Для вимірювання великої кількості води, що впливає з дренажу, застосовують переносну водозливну рамку (рис. 4.19), яку встановлюють у канаві за виходом дренажу.

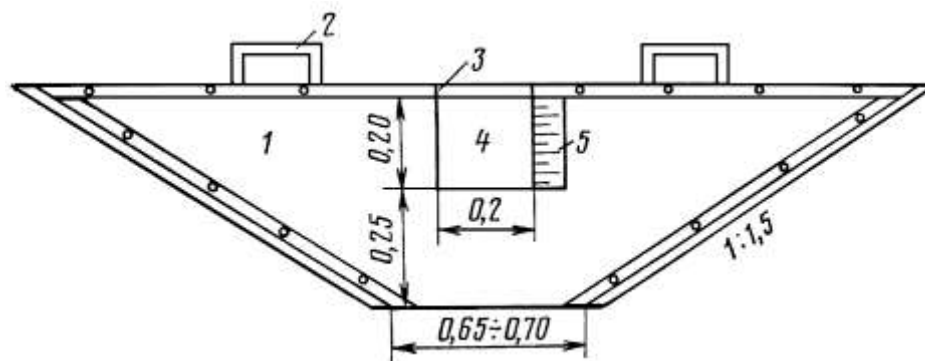


Рис. 4.19. Водозливна рамка: 1 – листовая сталь; 2 – ручки; 3 – підсилювальні сталеві смуги; 4 – водозливний отвір; 5 – рейка з поділками

Рамка є щитком з листової сталі товщиною від 1,5 до 2,0 мм із приклепаними по краях для жорсткості смугами шириною 20 мм із листової сталі товщиною 2 мм. Посередині верхньої частини щитка роблять прямокутний виріз шириною 200 мм, висотою від 150 до 200 мм. Краї вирізу загострюють. Усі розміри щитка, за винятком ширини водозливного отвору, можна змінити відносно обрисів канав. Щиток установлюють у канаві вертикально як загату. Коли вода починає впливати через водозливний отвір рівним шаром, заміряють за поділками рейки на краю вирізу щитка висоту шару води над порогом водозливу. Витрати води водотоку визначають за табл. 4.3. Витрати води в дренажах заносять до відомості в паспорті ПУ-9 на додатковий аркуш. Крім того, для порівняння витрат за ряд років ведуть графік.

Якщо витрати дренажу з часом зменшуються, необхідно перевірити, чи є це наслідком зміни режиму ґрунтових вод або відбувається в результаті несправності дренажу, що може утворитися внаслідок

забруднення дренаючого заповнювача, відкладень солей від переходу води із ґрунту в дренаж, заповнювача в дренаж, а також у вихідній частині дренажу.

Таблиця 4.3

Витрати води водотоку

Висота шару води, см	Витрати води, л/с	Висота шару води, см	Витрати води, л/с	Висота шару води, см	Витрати води, л/с	Висота шару води, см	Витрати води, л/с
1	0,37	6	5,22	11	12,77	16	22,30
2	1,04	7	6,54	12	14,52	17	24,34
3	1,89	8	7,95	13	16,32	18	26,50
4	2,88	9	9,47	14	18,23	19	28,71
5	4,00	10	11,06	15	20,22	20	30,90

Для перевірки бурять свердловини на воду поруч із дренажем, а в дренажі роблять розкопки для огляду матеріалу заповнення і відбору в необхідних випадках проб для аналізу. Треба мати на увазі, що деякі дренажі через особливості геологічної будови ділянки можуть мати витрати води на виході менше, ніж у колодязях середньої частини, і це не є наслідком несправності дренажу. Таке може бути, наприклад, у випадку, якщо поверхня водотривкого ґрунту, у якому занурений дренаж у виїмці, у місці виходу з неї значно знижується. Ґрунтова вода тому виявляється теж глибоко, і кінцева частина дренажу проходить вище водотривкого і водоносного шарів, а тому частина води, зібраної дренажем на попередній ділянці, усмоктується через його дно в ґрунт, не досягаючи виходу.

4.2.6. Спостереження в прорізах

Усі випадки улаштування нових дренажних прорізів або перекладання існуючих необхідно використовувати для поповнення даних про стан хворих місць. Дані одержують шляхом огляду безпосередньо розрізу насипу в розробленому котловані прорізу. Такий огляд дає змогу одержати відомості про земляне полотно, які іншим шляхом отримати неможливо: наявність схованих тріщин або зсувних уступів під баластом, наявність навскісності, уточнена конфігурація підшови баласту. Ці відомості дають змогу характеризувати процеси (деформації), які протікають у земляному полотні, їх можна застосувати для оперативного коректування проекту прорізу, заснованого на результатах тільки буріння, аналізу процесів, що відбуваються в сусідніх подібних об'єктах.

Усі одержані дані фіксують на виконавчому кресленні, яке роблять з натури з розробкою котловану прорізу. До виконавчого креслення включають фактичну конструкцію прорізу і, обов'язково, геологічний розріз на стінці розкритого котловану. Для цього заздалегідь на міліметровому папері заготовлюють поперечний профіль насипу за місцем прорізу в масштабі від 1:100 до 1:50 і на ньому з розробкою котловану наносять положення всіх шарів ґрунту та інші дані з їхнім прив'язуванням по горизонталі до осі колії і по вертикалі до головки рейки. Існуючі старі прорізи служать глибинними реперами, що дають змогу судити про процеси, що протікали в насипу за час після улаштування прорізів. Зазвичай прорізи не усувають повністю осідання високих насипів, яке триває, і проріз із часом скривлюється. При заповненні існуючого прорізу шлаком, крупнозернистим піском або черепашкою фактичне положення дна прорізу можна перевірити бурінням (рис. 4.20).

У результаті цього встановлюють:

- відсутність або наявність нерівномірного осідання дна, яке замість осушення насипу утворює безстічне місце збору води, ще більше обводнює його і потребує перекладання прорізу;

- наявність або відсутність деформацій насипу (осідання) після зведення прорізу.

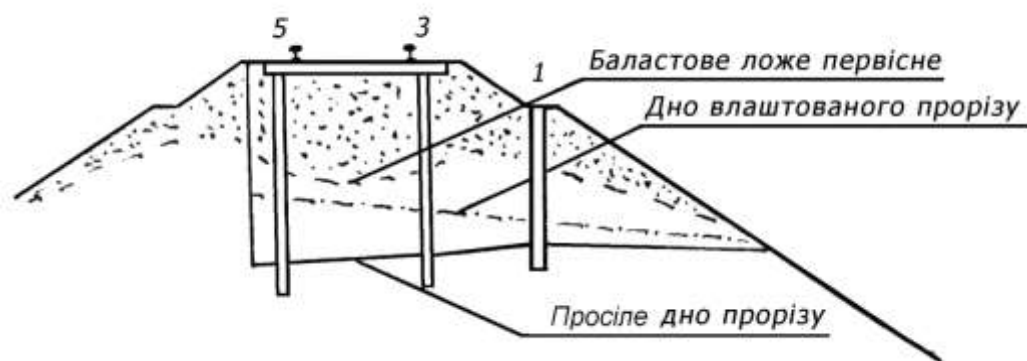


Рис. 4.20. Бурова перевірка положення дна старого прорізу (виконується тільки при заповненні прорізу матеріалами, що піддаються бурінню наявним буровим інструментом – шлаком, крупнозернистим піском, черепашкою тощо)

Перевірка прорізу бурінням виявляє тільки порівняно великі скривлення, але не показує положення дна прорізу між свердловинами, не дає змоги виявити приховані тріщини, відриви, місцеві перекручування. Дані перевірки прорізу бурінням мають першорядне значення для висновку про ступінь ненадійності насипу і призначення заходів із зміцнення. Із прорізів у насипу для перевірки призначається найближчий до ненадійного місця. Найбільш точним способом визначення прихованих деформацій, які розвиваються в земляному полотні непомітно, є перевірка розкриттям старого прорізу. Розкриття старого прорізу є трудомістким і складним заходом, до якого вдаються, коли виникає можливість небезпечних деформацій. Дані про приховані деформації отримують шляхом повного розкриття старого прорізу з обережним очищенням його дна. Усе виявлене ретельно фіксують на зарисовках і в описах. Тріщини, уступи, розриви та інші порушення дна залежно від їхнього розвитку вказують на ступінь ненадійності насипу (рис. 4.21).

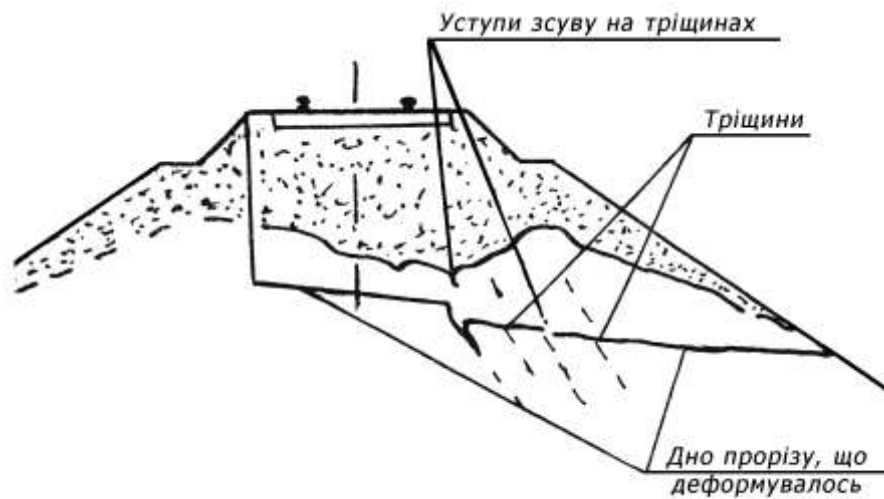


Рис. 4.21. Початок сповзання насипу, виявлений під час розкриття старого прорізу

За відсутності на об'єкті, що підлягає ретельній перевірці, старих прорізів, дані про його стан можна одержати, призначивши розробку спеціального розвідувального прорізу (рис. 4.22). Після розробки такий проріз облаштовують як звичайний проріз для покращення стану насипу. Під час спостереження у прорізах слід мати на увазі, що уступи зсуву, тріщини найпомітнішими є на дні старих прорізів, свого часу ретельно сплановані і укріплені втрамбуванням заповнювача, а найменш помітними – на лінії контакту підосви баласту з ґрунтами.

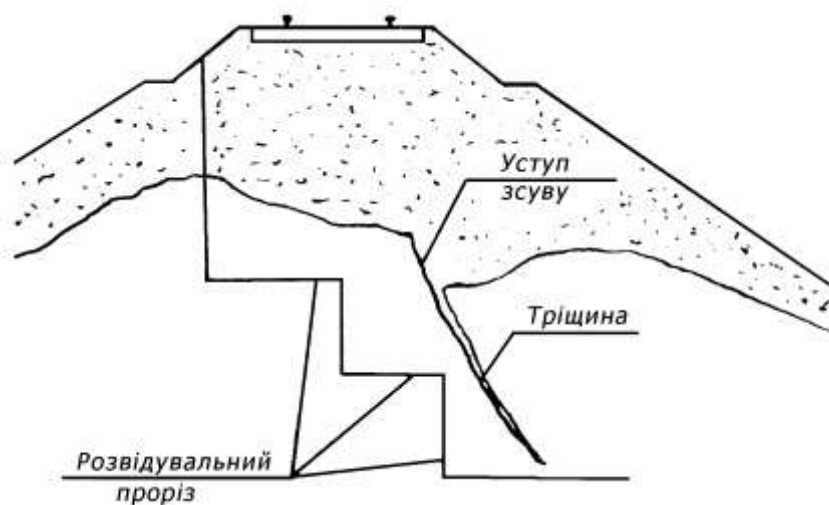


Рис. 4.22. Прихована тріщина і зсувний уступ, виявлені розвідувальним прорізом

4.3. Фізичні методи діагностування земляного полотна

Фізичні методи служать для виявлення аномалій у фізичних полях, зумовлених неоднорідностями геологічної будови, пов'язаних зі зміною фізичних властивостей і геометрії шарів об'єктів, що вивчаються. Фізична інформація відображує фізико-геологічні неоднорідності середовища у плані, за глибиною та в часі. Виникнення аномалій пов'язане з тим, що об'єкт дослідження змінює, наприклад, від контакту з різними шарами ґрунту штучно створене (тестова діагностика) або природне фізичне поле (функціональна діагностика). Тестові дії постійним або змінним електричним струмом через забиті в ґрунт електроди (електрометричний метод і електроконтактне динамічне зондування), електромагнітним випромінюванням імпульсного або безперервного характеру у високочастотному діапазоні (радіолокаційний метод), сейсмічним навантаженням (акустичний метод) можуть призводити до виникнення фізичних полів. Функціональна діагностика земляного полотна дає змогу вивчати вібрації ґрунту, що виникають під час руху поїздів (вібраційний метод). Отже, фізичні методи мають великі можливості при діагностуванні земляного полотна та його основи. Вибір якогось одного з них або цілого комплексу при вирішенні різних завдань залежить від ефективності та точності в конкретних геосейсмічних і геоелектричних умовах і техніко-економічної доцільності. Зазвичай один метод (рідше два) виділяють як основний, яким виконується основний обсяг діагностичних робіт, а інші відіграють роль додаткових, що вибираються за результатами спостережень основним методом.

4.3.1. Електрометричний метод діагностування земляного полотна

Електрометричний метод, або електророзвідка, першим з геофізичних методів був застосований ще в 50-60-х рр. ХХ ст. на

експлуатованому земляному полотні. Було показано, що найбільш ефективним є метод, заснований на створенні у ґрунтовому масиві штучних полів за допомогою постійного електричного струму. Відомо, що різні матеріали, у тому числі ґрунти, чинять неоднаковий опір електричному струму, що проходить через них. Електричний опір ґрунтів визначається наявністю в них мінеральних частинок різної твердості, пор різної величини та конфігурації, що містять воду та розчинені в ній солі, які є головними провідниками електричного струму. Кількісною характеристикою опору, Ом·м, є питомий електричний опір, чисельно рівний опору ґрунту, що має форму куба заввишки 1 м і перерізом 1 м², позначається символом ρ .

Для вимірювання електричного опору ґрунтів і визначення закономірності поширення у ґрунтах земляного полотна застосовують в основному дві схеми спостережень із застосуванням симетричної установки, що складається з джерела B , вимірювального приладу Π , проводів і металевих заземлювачів-електродів (рис. 4.23). При постійних значеннях відстаней між електродами A і B дослідження ґрунтової товщі виконується практично на однакову глибину, подібна схема спостережень називається електропрофілюванням (рис. 4.23, а). При спостереженнях за схемою, коли відстань між електродами A і B поступово збільшують (що дає змогу проводити обстеження за глибиною ґрунтового масиву), таку схему називають вертикальним електричним зондуванням (рис. 4.23, б).

Геоелектричну модель довгостроково експлуатованого піщано-глинистого насипу можна подати в такому вигляді. Шар щебеневого баласту має питомий електричний опір ρ , що дорівнює декільком тисячам ом на метр; ρ піщаного шару у вигляді подушки та баластових заглиблень в основному майданчику залежно від складу піску, вмісту в ньому щебеню, глинистих частинок і зволоженості змінюється від 100 до 3000 Ом·м; ρ тіла насипу, складеного з глинистих ґрунтів, при побутовій

вологості коливається для глин у межах від 5 до 30 Ом•м; суглинків – від 10 до 60 Ом•м; супісків – від 40 до 100 Ом•м (табл. 4.4).

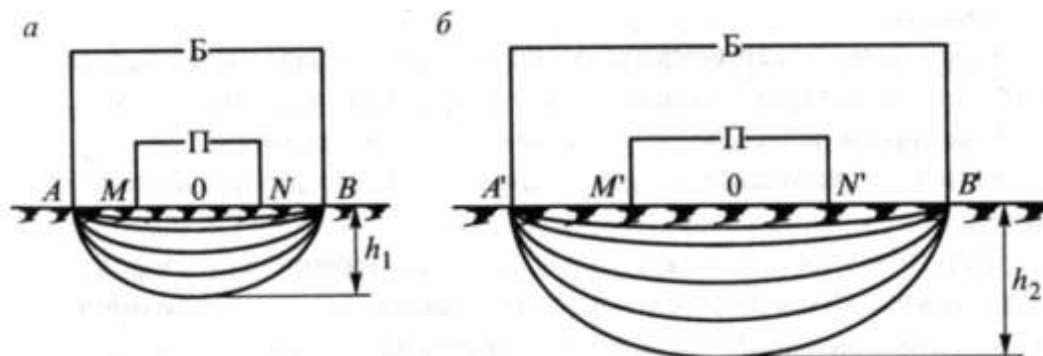


Рис. 4.23. Схеми вимірювань електричного опору ґрунтів чотириелектродною симетричною установкою: *a* – глибина дослідження h_1 ; *b* – глибина дослідження h_2 ; АВ і А'В' – живильні електроди; MN та М'N' – приймальні електроди; Б – джерело живлення (батарея); П – вимірювальний прилад

Таблица 4.4

Величини питомого електричного опору ґрунтів земляного полотна

Ґрунт	Питомий електричний опір ρ , Ом•м	Сила струму I , мА
Шар щебеневого баласту	2000-3000	
Піщаний шар у вигляді подушки та баластових заглиблень на основному майданчику (залежно від складу піску, вмісту в ньому щебеню, глинистих частинок і зволоженості)	100-3000	0,02-0,1
Тіло насипу, складеного з глинистих ґрунтів, при побутовій вологості:	5 - 30	
– для глин		
– суглинків	10 - 60	0,5-1,0
– супісків	40 - 100	

Зазначені межі опорів можуть змінюватися залежно від зміни мінералізації ґрунтових вод. Забруднений баласт має нижчий опір, ніж чистий. Опір мерзлих ґрунтів, присутніх у тілі насипу, у десятки разів більше, ніж талих, і залежить від їхнього складу, текстури та льодовитості. Відношення питомих опорів тонкодисперсних ґрунтів при переході від талих до мерзлих не перевищує 10, а для великоуламкових обводнених може досягати кількох сотень.

4.3.2. Сейсмічний метод діагностування земляного полотна

Застосування сейсмічного методу для діагностування земляного полотна засноване на вивченні швидкості пружних хвиль, що виникають під впливом ударного навантаження та поширюються у ґрунті (табл. 4.5). Для довго експлуатованого земляного полотна характерна поява границь, пов'язана зі зміною фізичних властивостей ґрунту, обумовлених зміною його літології та стану – ступеня напруженості, тріщинуватості, неоднорідності тощо. Ефективність застосування сейсмічного методу для вивчення внутрішньої будови земляного полотна залежить від того, наскільки чітко виражена заломлююча границя між шарами ґрунту, тобто є сильною або слабкою. Сильно заломлюючі границі виникають між ґрунтами з різним типом структурних зв'язків, а також такими, що знаходяться в різних станах (неводонасиченому, водонасиченому та мерзлому). Виділення та простежування цих границь за допомогою сейсмічного методу не викликає труднощів.

Діагностування земляного полотна сейсмічним методом відбувається за кількома схемами. При поздовжньому сейсмічному профілюванні пункти збудження хвиль ПВ та сейсмоприймачі СП розташовуються на одній прямій лінії – сейсмічному профілі (рис. 4.24, а). При сейсмічному просвічуванні джерела збудження хвиль (удар молотом, тампером, еталонним пристроєм) перебувають на одному з укосів, а

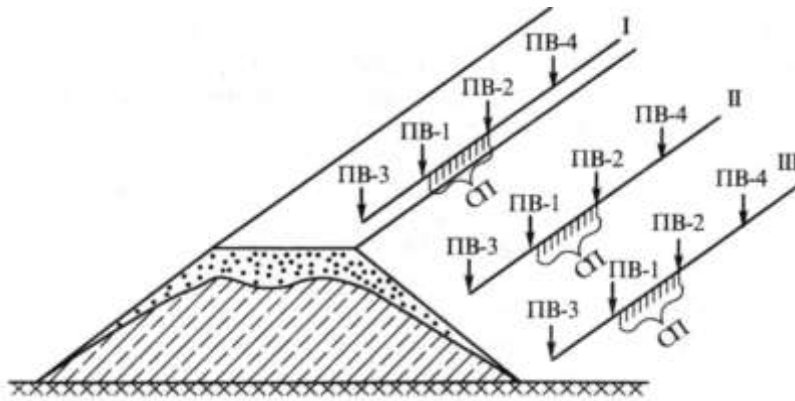
реєстрація хвиль, які проходять через насип, здійснюється сейсмоприймачами на іншому схилі насипу. Це дає змогу простежити зміну параметрів пружних хвиль залежно від напрямку хвильового фронту (спрощено променів) і різного обсягу досліджуваних ґрунтів (рис. 4.24, б). При круговому сейсмічному зондуванні профілі розташовують на укосі по радіусах кола, у центрі якого був пункт збудження хвиль (рис. 4.24, в). Усього послідовно виконують спостереження по восьми профілях, розташованих через 45° один відносно одного. Така схема спостережень дає змогу контролювати стан ґрунту по глибині певної площі укосу.

Таблиця 4.5

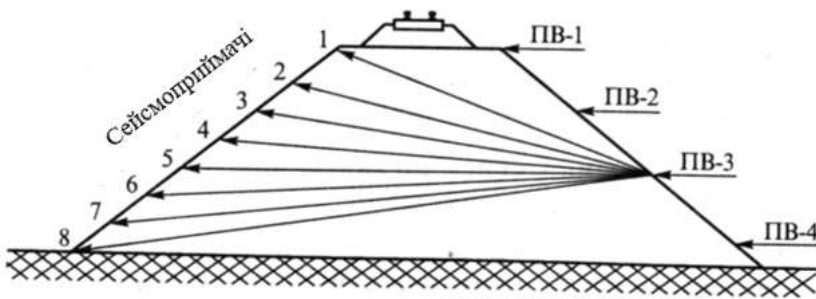
Швидкості розповсюдження пружних хвиль у ґрунтах земляного полотна

Ґрунт	Швидкість поздовжніх хвиль v_p , м/с	Швидкість поперечних хвиль v_s , м/с	v_p / v_s
Скельні, слаботріщинуваті (граніти, піщаники, вапняки)	3500 – 5000	2000 – 3000	0,5 – 0,6
Великоуламкові і піщані (галечники, гравій, пісок)	200 – 800	150 – 500	0,5 – 0,7
Глинисті (глини, суглинки)	300 – 1800	100 – 400	0,1 – 0,5

a



б



в

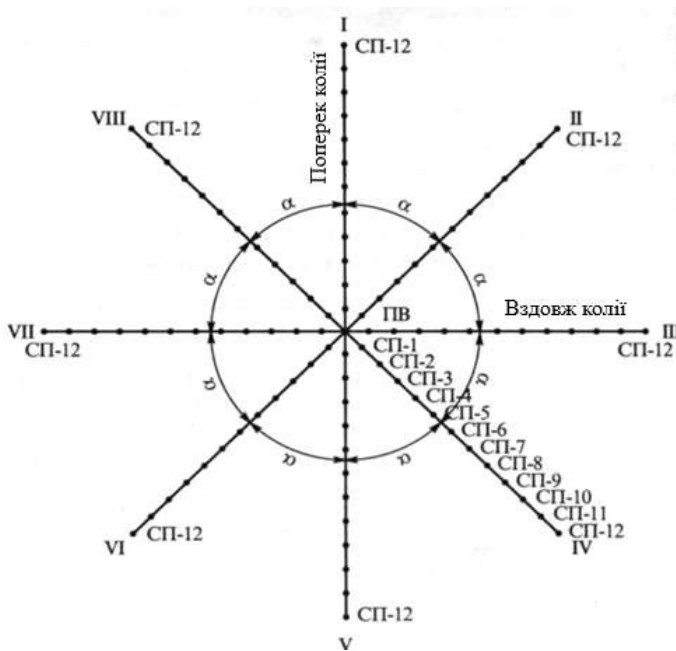


Рис. 4.24. Схеми сейсмічного діагностування земляного полотна:
a – поздовжнього профілювання; *б* – просвічування насипів; *в* – кругового зондування

4.3.3. Радіолокаційний метод діагностування земляного полотна

Для масового та оперативного діагностування ділянок земляного полотна великої протяжності перспективним є застосування методу радіолокації. Цей метод характеризується великою роздільною здатністю, технологічністю, можливістю здійснення безперервних вимірювань з транспортного засобу, що рухається. Радіолокаційний метод заснований на вивченні параметрів електромагнітних хвиль, які утворюються у ґрунті за допомогою імпульсного впливу високочастотного генератора. Сигнали від генератора приймаються на поверхні після взаємодії їх із ґрунтовим середовищем. За параметрами електромагнітних хвиль (швидкість розповсюдження і коефіцієнт поглинання α) визначають геологічні характеристики середовища: наявність, форму і глибину залягання границь, вид і стан ґрунтів у розрізі.

За ступенем поглинання електромагнітних хвиль ґрунти можна поділити на три групи: слабопоглинаючі – незасолені ґрунти, піски, торф ($\alpha = 0,3-7,0$ дБ/м); сильнопоглинаючі – глини та важкі суглинки ($\alpha = 14-26$ дБ/м); проміжні за поглинанням – легкі суглинки та супіски. Зі збільшенням поглинання електромагнітного сигналу в ґрунті глибина дослідження методом радіолокації змінюється від 25-30 м для піщаних і до 3-5 м для глинистих ґрунтів. Отже, радіолокаційний метод фіксує лише конфігурацію відбивальних електромагнітний сигнал границь ґрунтів без визначення їхніх фізико-механічних властивостей. Результатом радіолокаційних спостережень є радарограма, яка є безперервним часовим розрізом товщі ґрунтів уздовж профілю зйомки.

Радіолокаційні спостереження виконуються за двома методиками: профілювання та похилого зондування (рис. 4.25).

Радіолокаційне профілювання полягає у вимірюваннях при безперервному переміщенні вздовж певного профілю зі збереженням незмінної відстані між приймальною та передавальною антенами.

Розташування антен на землі і, за потреби, на відстані близько 10 см від її поверхні дає змогу отримати досить чіткі відбиття від меж моделей у земляному полотні. Було зроблено важливий практичний висновок — можна вести вимірювання методом радіолокації без контакту антени з поверхнею. Це дає змогу використовувати георадіолокаційні комплекси в колієвимірювальних вагонах для діагностування земляного полотна.

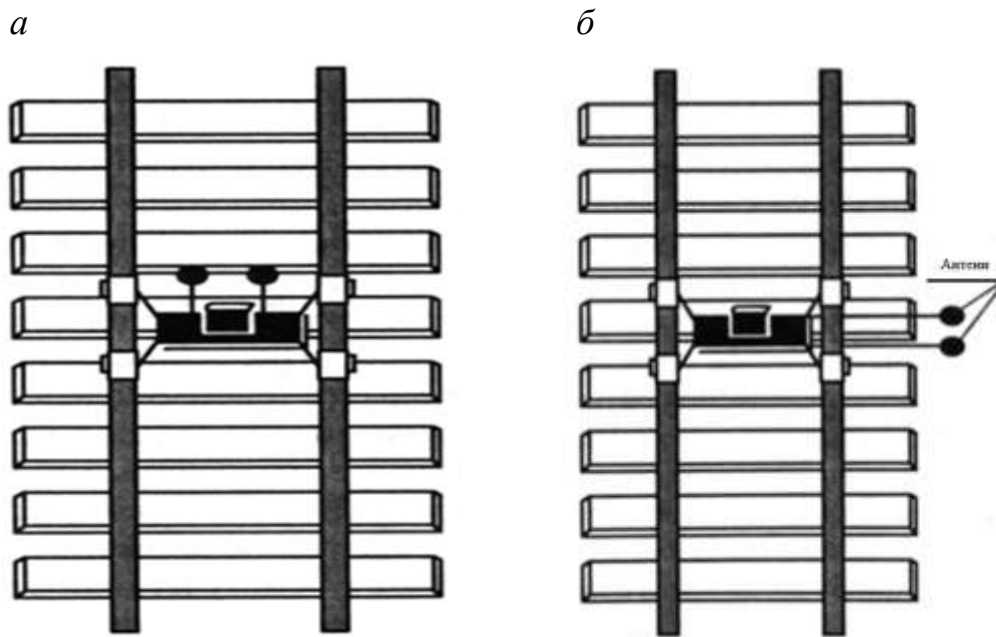


Рис. 4.25. Схеми радіолокаційного діагностування земляного полотна:

a – профілювання; *б* – похилого зондування

4.3.4. Моніторинг вологісного стану ґрунтів за допомогою стаціонарних датчиків

Методика призначена для визначення вологості ґрунтів всередині об'єктів земляного полотна, у яких вважають можливим виникнення деформацій і пошкоджень внаслідок перезволоження ґрунтів. Методика здійснюється шляхом занурення в ґрунт спеціального капілярного датчика (рис. 4.26), проведення електричних вимірювань і оцінювання за їхніми результатами вологості ґрунту і його реологічного стану – пластичного, текучого.

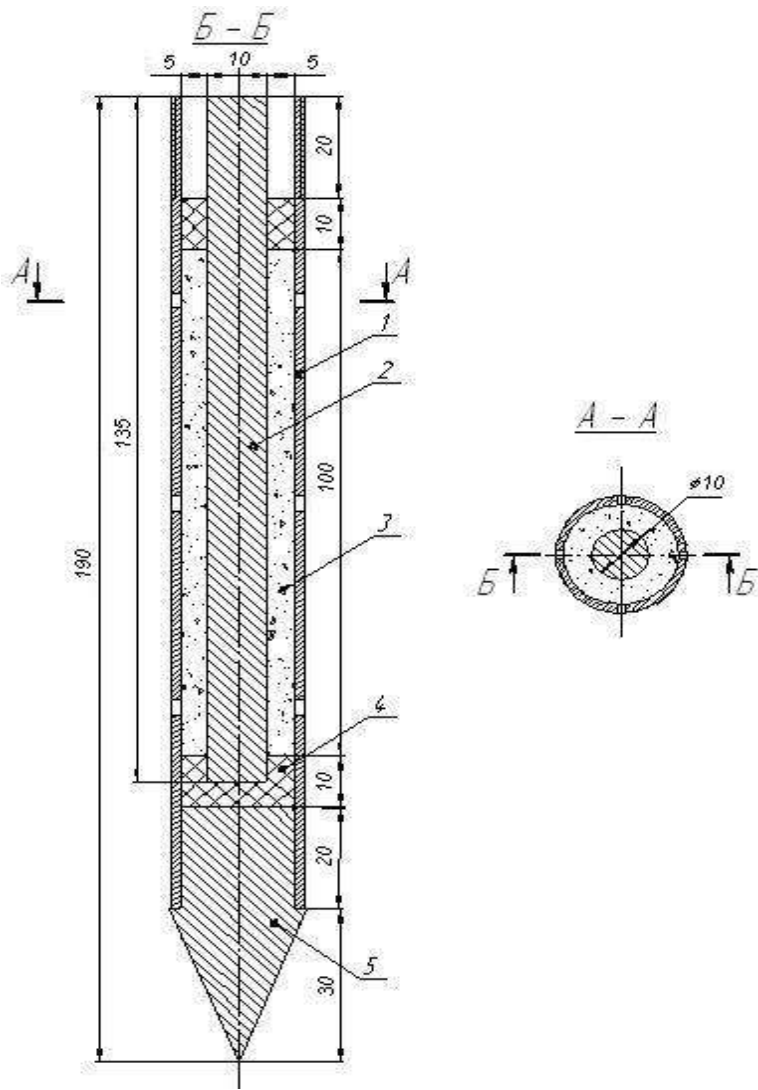


Рис. 4.26. Коаксіальний датчик для визначення вологості ґрунту всередині об'єктів земляного полотна:

- 1 – зовнішній електрод;
- 2 – внутрішній електрод;
- 3 – капілярна засипка;
- 4 – полімерні вкладиші;
- 5 – наконечник

Методика дає змогу проводити постійний контроль – моніторинг вологості і реологічного стану ґрунту об'єктів земляного полотна. Методика ґрунтується на застосуванні коаксіального капілярного датчика, зазор між електродами якого заповнюють спеціальною капілярною засипкою. Капілярна засипка через перфорований зовнішній електрод сполучається з оточуючим ґрунтом, поточна вологість якого визначає вологість капілярної засипки і електричні показники датчика – електричний опір і електричну ємність. Такий спосіб забезпечує набагато більшу точність визначення вологості, ніж прямі вимірювання електричних характеристик ґрунту, на які має значний вплив фракційний, сольовий склад ґрунту і т. п. Датчики встановлюють у місцях на плані та

глибині, у яких вважають можливим виникнення деформацій і пошкоджень внаслідок перезволоження ґрунтів. Приклад схеми розташування датчиків наведено на рис. 4.27.

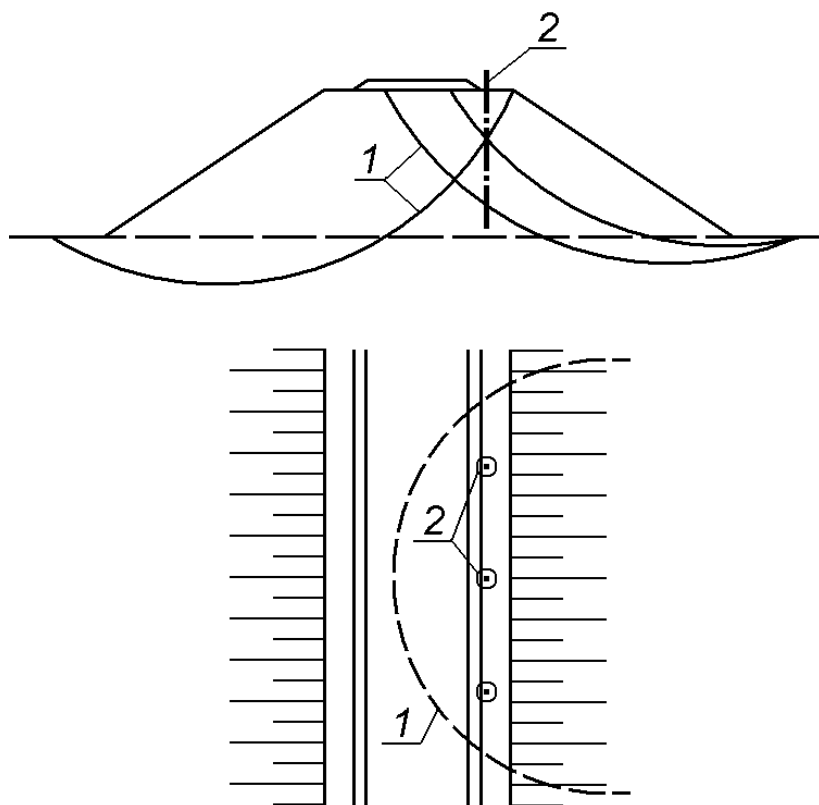


Рис. 4.27. Схема встановлення капілярних датчиків у насипу: 1 – можливі поверхні зсуву укосу насипу; 2 – місця установа датчиків

Вимірювання проводять один раз на місяць, результати заносять у журнал, форма якого наведена в табл. 4.6. За величинами електричного опору (ємності) за допомогою тарувальних залежностей визначають вологість ґрунту в кожній контрольованій точці. Одержані величини вологості зіставляють з небезпечними величинами, що відповідають переходу ґрунтів у текучий стан. Збільшення вологості ґрунту і її наближення до небезпечних величин свідчить про можливість виникнення і розвитку деформацій і пошкоджень об'єкта земляного полотна.

Журнал контролю вологості ґрунту об'єкта земляного полотна за
допомогою стаціонарних датчиків:

об'єкт _____ на _____ км, ПК _+_ _ ділянки _____

ПК+	Номер датчика (точки на схемі)	Дата проведення і результати контролю – електричний опір R , кОм, і вологість W , %					
		« » _____ 20__		« » _____ 20__		« » _____ 20__	
		R	W	R	W	R	W

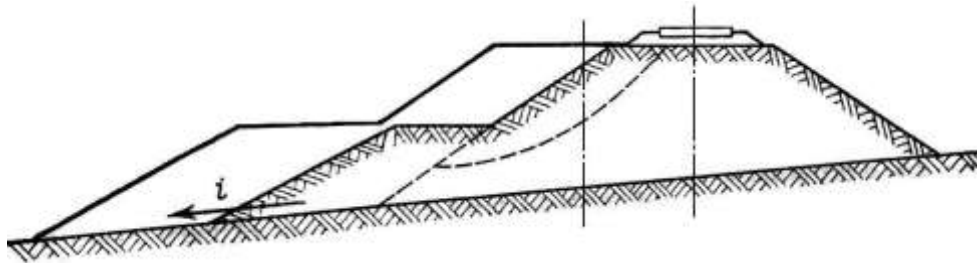
ЧАСТИНА 2

ЗАХИСТ, РЕМОНТ І ПІДСИЛЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЦЬ

5. Спеціальні захисні споруди земляного полотна

5.1. Контрбанкет (рис. 5.1). Призначення – підвищення загальної стійкості високих насипів, у тому числі на косогорах.

a



б



Рис. 5.1. Контрбанкет: *a* – схема; *б* – контрбанкети високого насипу на 365 км ділянці Основа – Букине Південної залізниці; *i* – ухил основи насипу

Несправності:

а) сповзання разом із частиною насипу, що захищається;

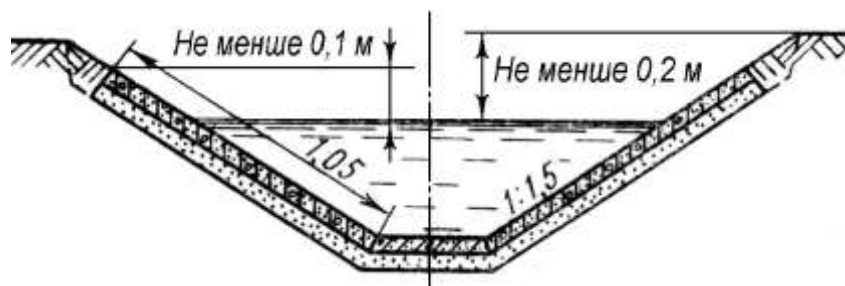
- б) місцеві ушкодження у вигляді підмивів укосних частин і їх обвалення (іноді з захаращенням русла водотоку);
- в) поверхневі розмиви брівок, берм, укосів.

5.2. Глибока канава (рис. 5.2). Призначення – перехоплення зливового або паводкового стоку.

Несправності:

- а) обвалення укосів;
- б) ушкодження (у тому числі розмиви) кріплень, дна укосів.

а

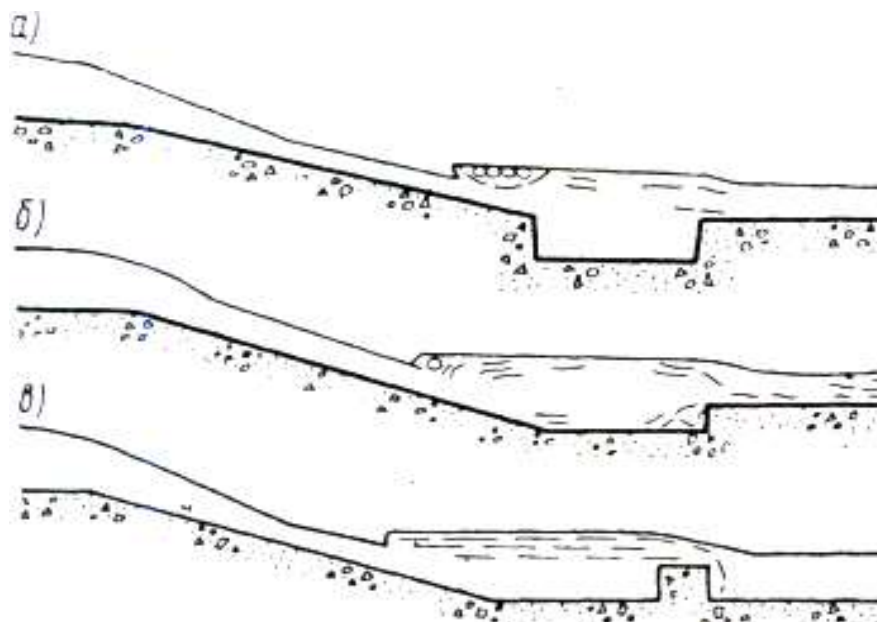


б



Рис. 5.2. Глибока канава: *а* – схема; *б* – глибокі канали на 442 км карстонебезпечної ділянки Основа – Никитівка Донецької залізниці

5.3. Гасники енергії водотоків (водобійні колодязі, уступи, стінки; водоскиди, відсипання (рис. 5.3)). Призначення – попередження розмивів дна каналів, їхніх випусків, місць з'єднання постійними або періодичними водотоками.



г



Рис. 5.3. Гасники енергії водотоків:

а – схема водобійного колодязя; *б* – схема водобійного уступу; *в* – схема водобійної стінки; *г* – водобійний колодязь водовідвідних спруд на зсувонебезпечній ділянці біля ст. Полтава

Несправності:

- а) розмиви дна каналів, що мають круті ухили дна і укосів;
- б) руйнування кріплень і укосів;
- в) захаращення перерізу каналу.

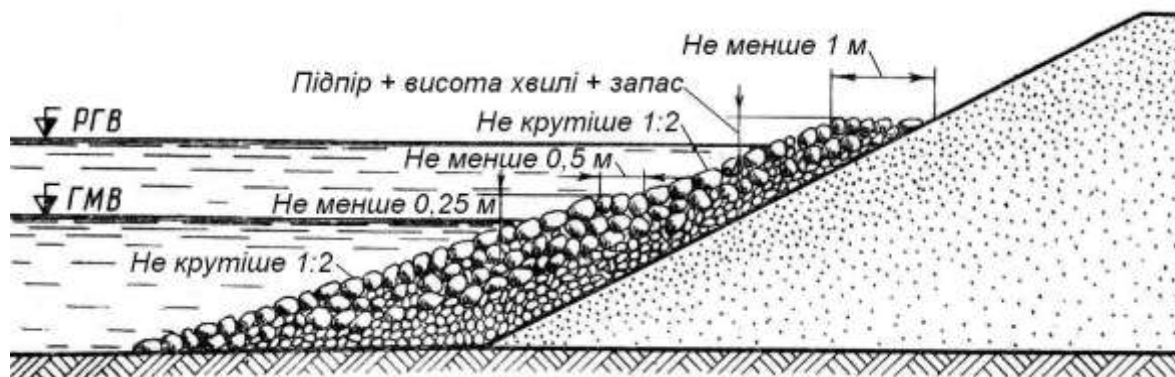
5.4. Протирозмивні споруди на берегах водоймищ

5.4.1. Укріплення укосів кам'яним накидом (рис. 5.4).

Призначення – захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому: при нерозмиваних (а) і таких, що піддаються розмиву (б) грунтах основи насипу.

Несправності – винесення хвилями камення, розмив укосу.

а



б

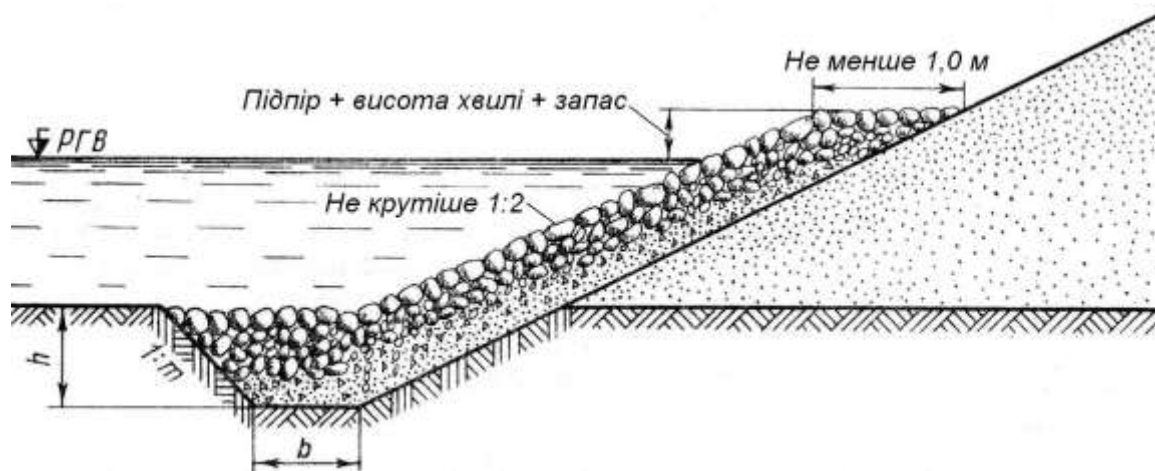
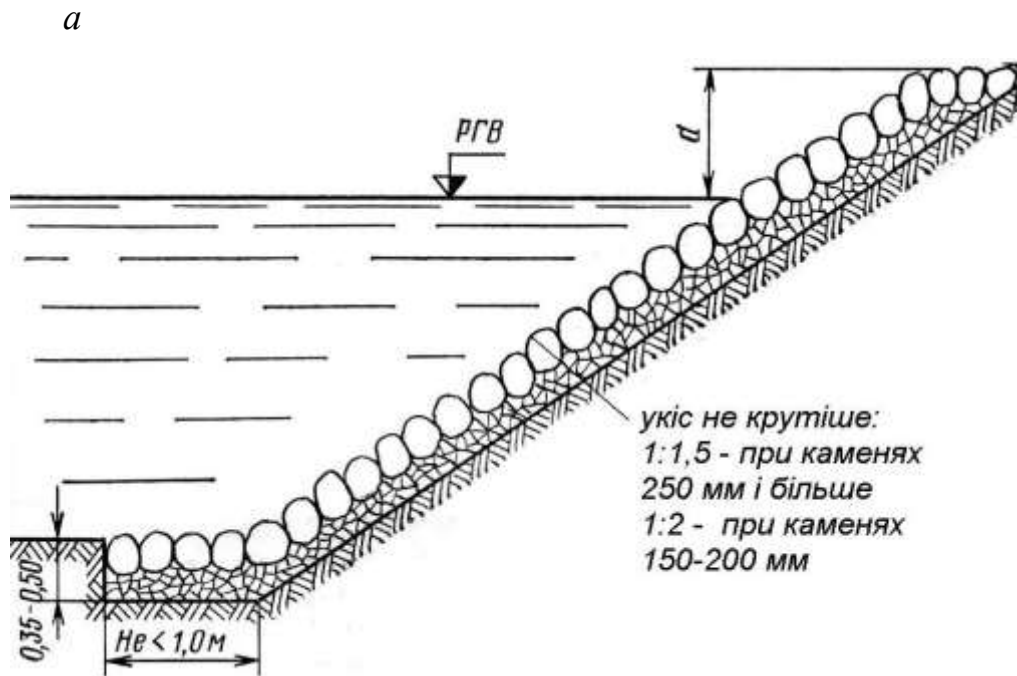


Рис. 5.4. Укріплення укосів кам'яним накидом при грунтах основи:

а – нерозмиваних; б – таких, що піддаються розмиву

5.4.2. Укріплення укосів мощенням (рис. 5.5). Призначення – захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому. Несправності – винесення хвилями каміння, розмив укосу.



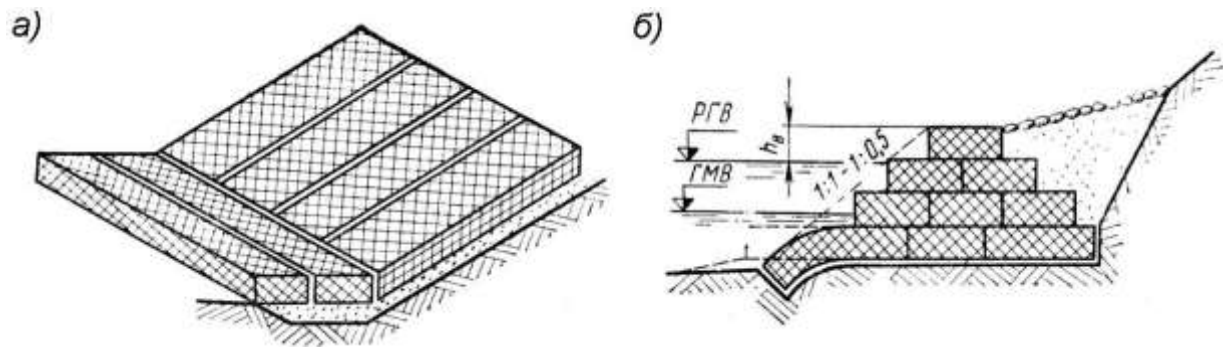
б



Рис. 5.5. Укріплення укосів мощенням, у т. ч. з прокладанням геотекстилю (*б*)

5.4.3. Укріплення укосів габіонами (рис. 5.6). Призначення – захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому.

Несправності – руйнування дротяної сітки, випадіння каменів, розмив укосу.



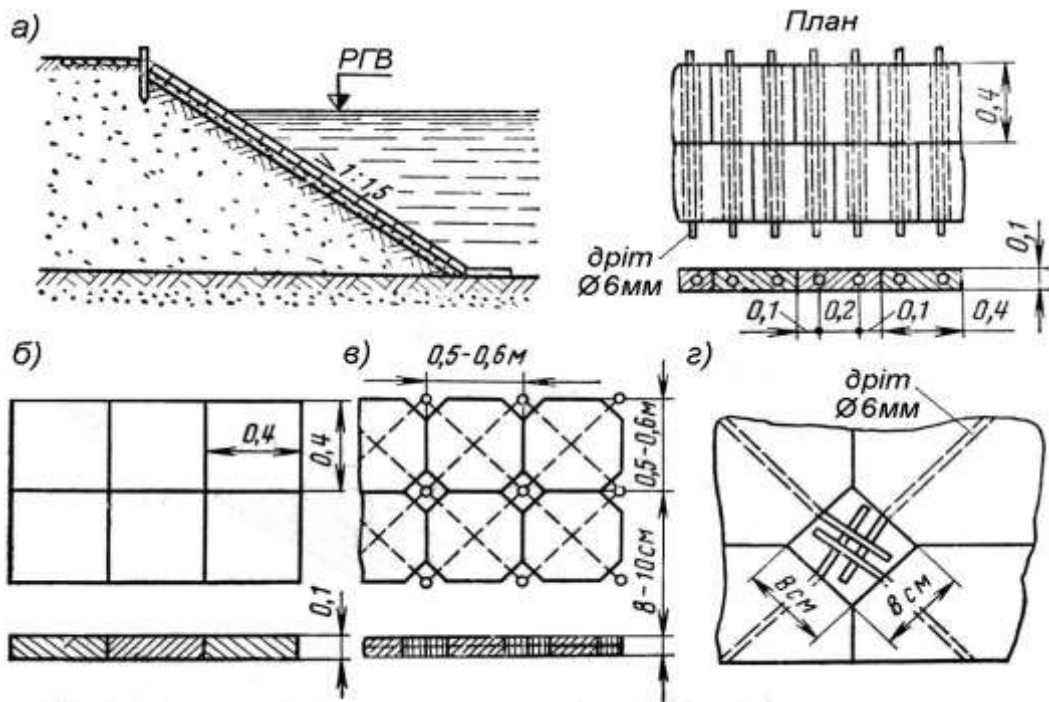
в



Рис. 5.6. Укріплення габіонами: *а* – укосів насипу або берми; *б* – берега водоймища або водотоку; *в* – улаштування і вигляд укріплення поверхонь габіонами (Львівська залізниця)

5.4.4. Бетонні укріплення укосів (рис. 5.7, 5.8). Призначення – захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому.

Несправності: руйнування бетону, арматури, зміщення і випадіння плит, розмив укосів.



д



Рис. 5.7. Бетонні укріплення укосів: *а* – гнучке; *б* – із незв'язаних плит; *в, г, д* – із зв'язаних плит (*г* – деталь)

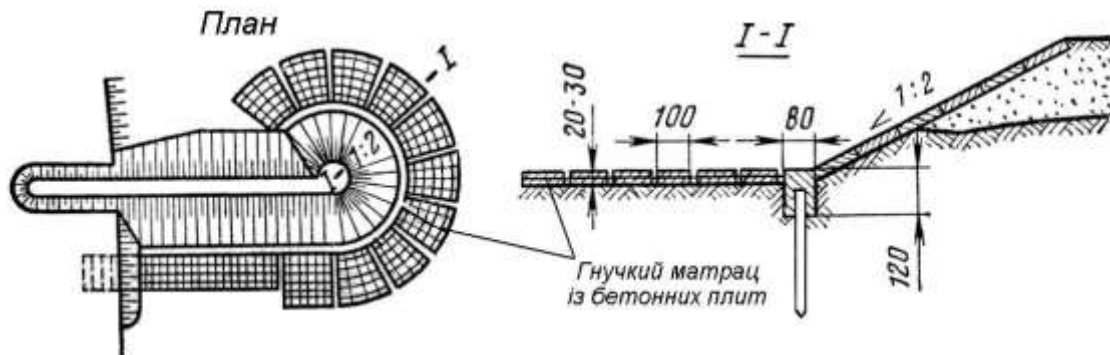
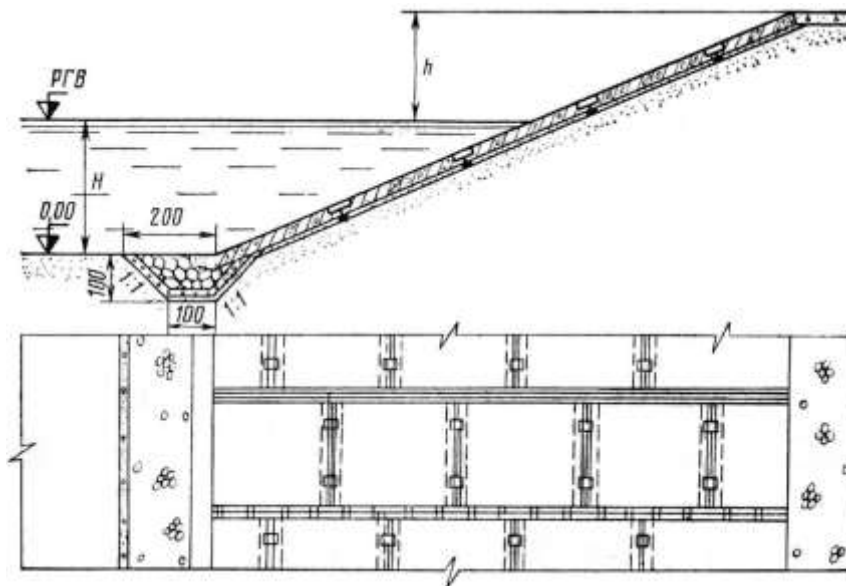


Рис. 5.8. Укріплення укосів гнучким матрацом із бетонних плит

5.4.5. Укріплення укосів залізобетонними плитами (рис. 5.9).

Призначення – захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому.

а



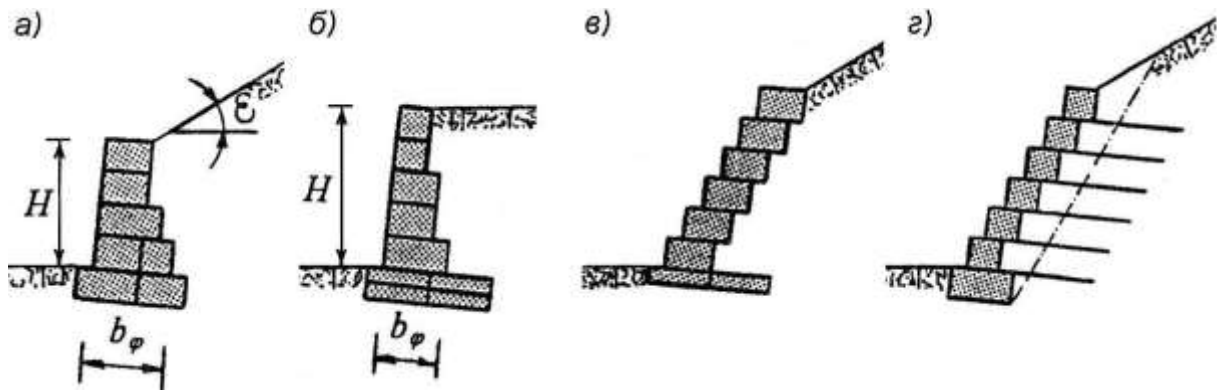
б



Рис. 5.9. Укріплення укосів залізобетонними плитами: *а* – схема укріплення укосу; *б* – вигляд укріплення укосу з пошкодженнями

Несправності: руйнування бетону, арматури, зміщення і випадіння плит, розмив укосів (рис. 5.9, б).

5.4.6. Габіонні стіни (рис. 5.10). Призначення – підсилення і підтримання нестабільних укосів, захист від розмиву берега водоймища і споруд, що знаходяться на ньому.



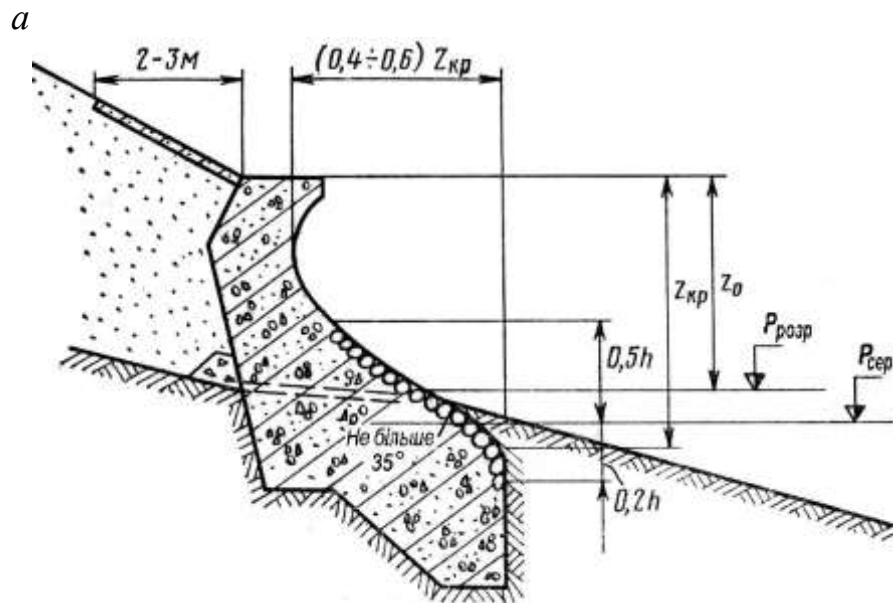
ж



Рис. 5.10. Габіонні стіни: *a* – гравітаційна ($H/b_\phi < 1,5$); *б* – півгравітаційна ($H/b_\phi > 1,5$); *в* – східчаста; *г* – тонка стінка з анкеруванням;
д, е, ж – улаштування і вигляд габіонних стін (Львівська залізниця)

Несправності: руйнування дротяної сітки, випадіння каменів, розмив укошу.

5.4.7. Підпірно-хвилевідбійні стіни (рис. 5.11). Призначення – захист від дії хвиль і підтримання берегових уступів і земляного полотна (на притисках і берегах водоймищ – рік, озер, водосховищ, морів).



б

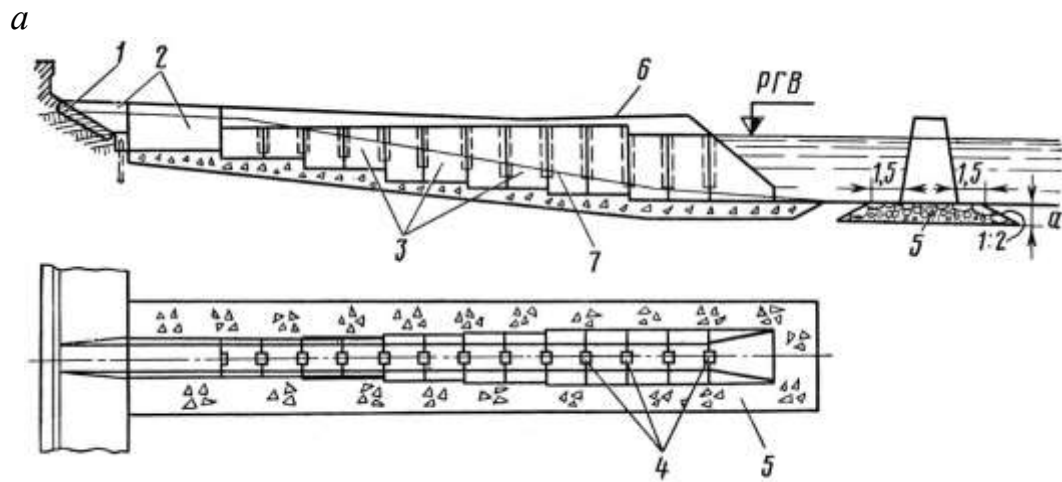


Рис. 5.11. Підпірно-хвилевідбійні стіни: *a* – схема;
б – підпірно-хвилевідбійна стіна на південному березі Криму

Несправності:

- а) підмив основи підпірної стіни;
- б) руйнування матеріалу секцій фундаментів і тіла стіни;
- в) засмічування застінного дренажу;
- г) перекидання секцій стіни.

5.4.8. Гравітаційні поперечні буни (рис. 5.12). Призначення – захист морського берега від розмиву вздовж береговим потоком шляхом утримання наносів, утворення і стабілізації пляжу.



б



в



Рис. 5.12. Гравітаційні поперечні буни: *а* – схема конструкції; *б* – пошкоджена бун; *в* – ремонт бун за допомогою плавучого крана; 1 – укiсна стiна; 2 – коренева частина; 3 – блоки; 4 – шпонки; 5 – кам'яна постiль; 6 – монолiтна плита; 7 – проєктна поверхня пляжу; *а* – глибина можливого розмиву

Виконуються затопленими або незатопленими зі збірних блоків, великогабаритних бетонних масивів, тетраподів.

Несправності:

- а) підмив основи бун зі зсувом і перекиданням бетонних масивів;
- б) віднесення пляжного матеріалу з навітряного боку бун;
- в) заглиблення тетраподів у товщу пляжних відкладень зі зсувом їх у бік водойми;
- г) руйнування матеріалів (бетону, арматури) бетонних блоків і тетраподів.

5.4.9. Регуляційні споруди на притисках гірських рік (рис. 5.13).

Призначення – захист від розмивів укосів заплавних насипів і берегів рік.

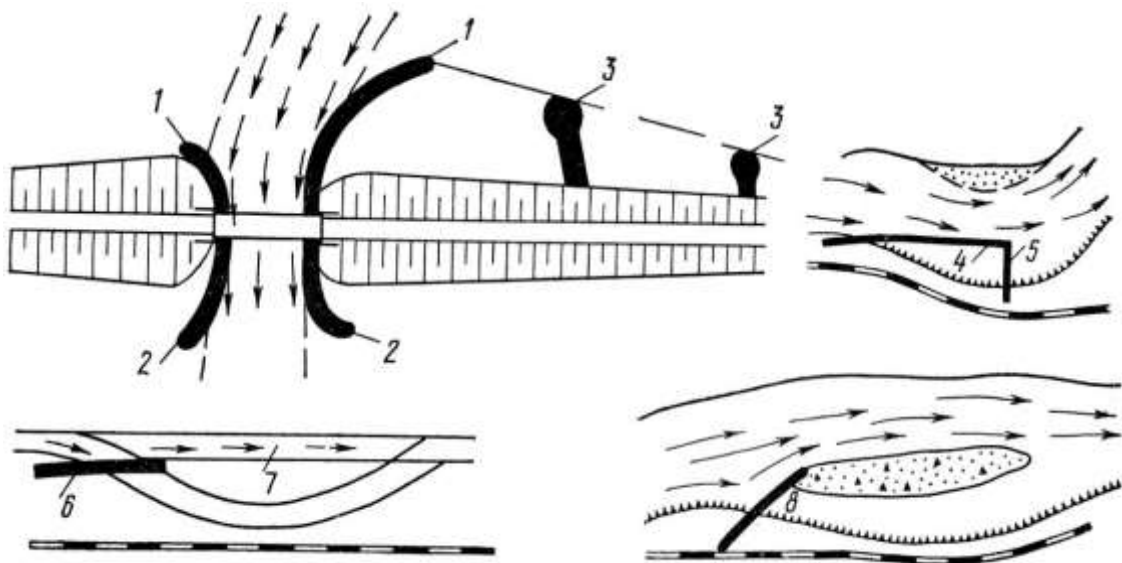


Рис. 5.13. Регуляційні споруди на притисках гірських рік: 1 – верхові струмененапрямні дамби; 2 – низова дамба; 3 – шпора (річкова буна); 4 – поздовжня дамба; 5 – траверс; 6 – загата; 7 – прокоп русла; 8 – напівзагата

Несправності:

- а) замивання старих русел і поява нових;
- б) розмив дамб і траверс;

в) підмив і перекидання габіонних і зрубових споруд;
г) у важких випадках підгачування ріки з підняттям рівня, розмивом берега і загрозою пошкодження земляного полотна та верхньої будови колії.

5.5. Протиобвальні облаштування і споруди

5.5.1. Прикюветні траншеї (рис. 5.14). Призначення – захист колії уздовж обвалонебезпечних схилів і виїмок.

Несправності – переповнення траншеї скельними уламками, що загрожують потраплянням їх на колію.

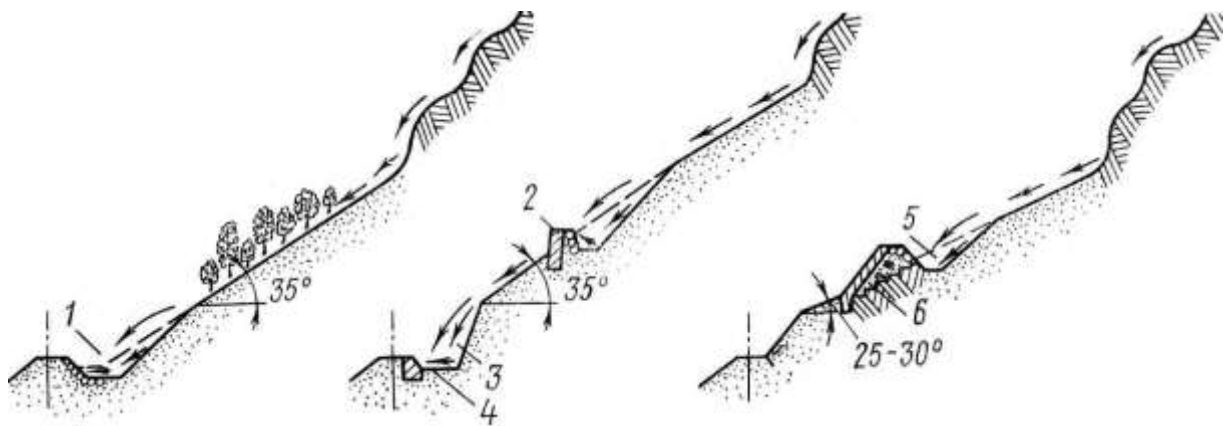
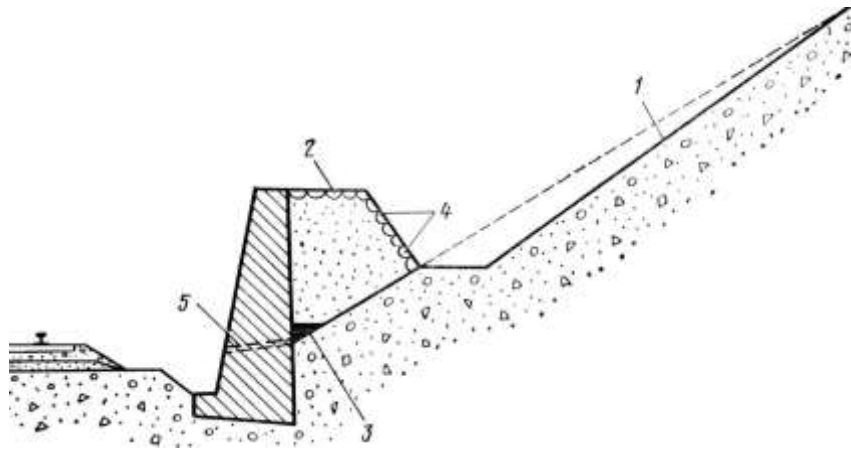


Рис. 5.14. Прикюветні траншеї: 1 – колійний уловлювальний рів; 2 – уловлювальна стіна на крутому схилі; 3 – колійна уловлювальна траншея; 4 – колійна заглиблена полка; 5 – уловлювальна траншея на схилі; 6 – уловлювальний вал

5.5.2. Уловлювальні стіни (рис. 5.15). Призначення – захист колії уздовж схилу (укосу) зі скельним обвалом.

Несправності – переповнення застінної пазухи з загрозою пошкодження підпірної стіни і потрапляння скельних уламків на колію.

а



б



Рис. 5.15. Уловлювальна стіна: а – схема конструкції; б – зведення уловлювальної стіни під час будівництва підходів до тунелю (Німеччина, 2009 р.); 1 – суглинково-уламковий делювіально-елювіальний шар; 2 – відсіпання, що амортизує; 3 – дренаж; 4 – викладення укосу каменем; 5 – водовипускний отвір

5.5.3. Підпірно-захисні пломби з кам'яної кладки в обвальних схилах (рис. 5.16). Призначення – захист колії вздовж крутих схилів з оголеними поверхнями і нестійкими масивами з міцних скельних порід.

Пошкодження: руйнування кладки пломб, підпірних стін, контрфорсів.

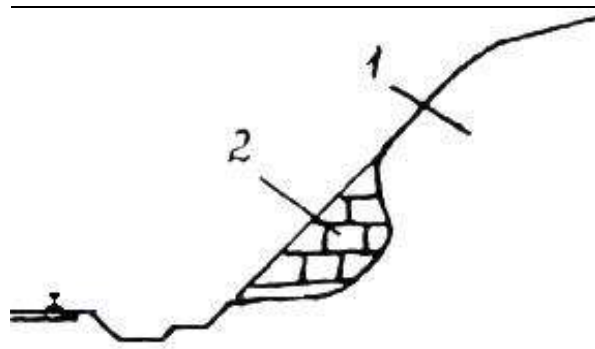


Рис. 5.16. Підпірно-захисна пломба з кам'яні кладки в обвальному схилі:
 1 – нестійкий масив, що загрожує падінням на колію; 2 – кам'яна кладка на розчині, що підпирає нестійкий масив

5.5.4. Надовби на обвальних схилах (рис. 5.17). Призначення – захист колії вздовж крутих схилів з оголеними поверхнями і нестійкими масивами з міцних скельних порід.

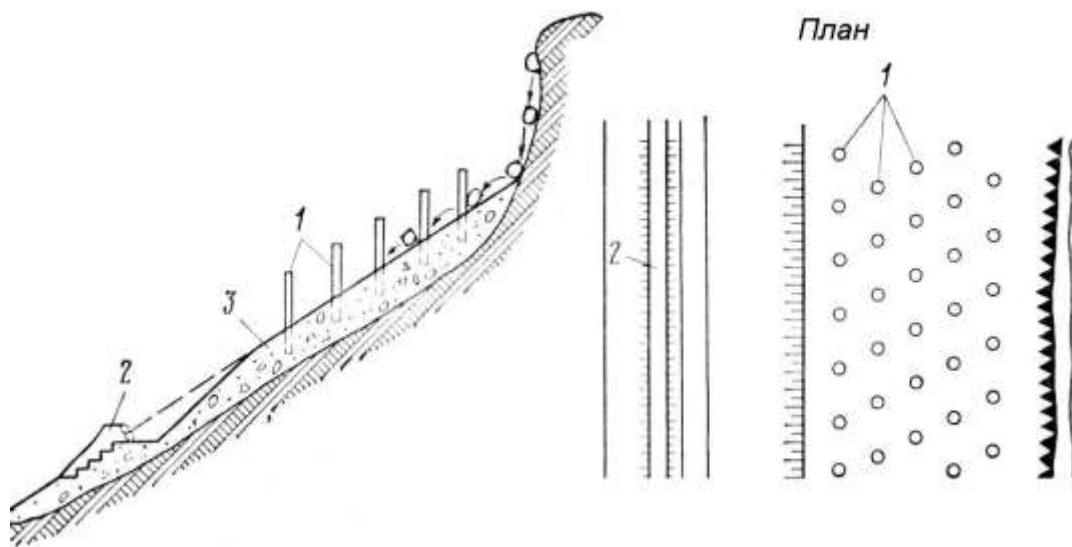


Рис. 5.17. Надовби на обвальному схилі: 1 – надовби, що гальмують рух уламків і утримують їх; 2 – вал, що утримує уламки, які прориваються через поле надовб; 3 – делювіально-елювіальний шар

Пошкодження: морозне руйнування і вилугування бетону, корозія арматури надовб.

5.5.5. Покриття укосу бетоном, торкретом по арматурній сітці (рис. 5.18). Призначення – закріплення схилів (укосів), складених породами, що легко вивітрюються (сланцями, гіпсами тощо).

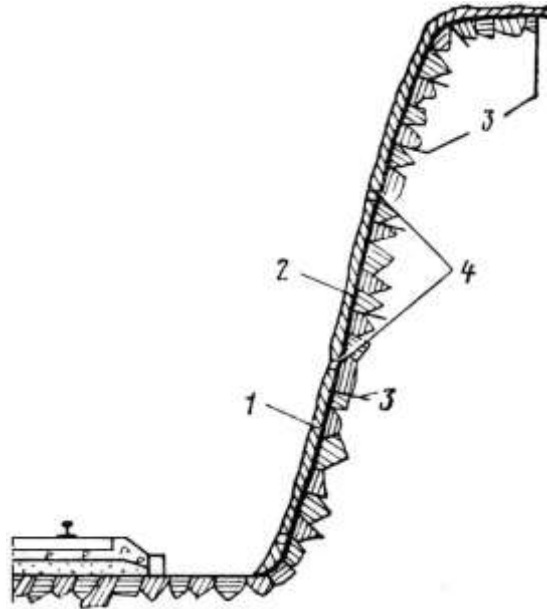


Рис. 5.18. Покриття укосу бетоном, торкретом по арматурній сітці:
1 – торкрет; 2 – сітка, закріплена анкерами; 3 – анкери; 4 – водозливні отвори

Несправності:

- а) ослаблення анкерних кріплень;
- б) відшарування захисної «сорочки» від скельних порід;
- в) пошкодження захисної «сорочки» від замерзання води, ударів скельними уламками.

5.6. Протиселеві споруди

5.6.1. Баражні загати (рис. 5.19). Призначення – зменшення впливу водокам'яного (селевого) потоку

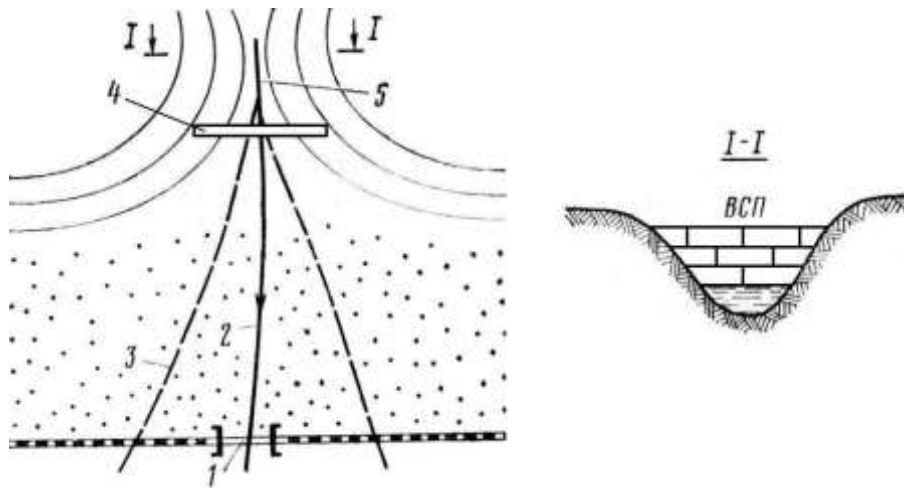


Рис. 5.19. Баражна загата: 1 – селепропускна споруда; 2 – русло селевого потоку; 3 – тимчасове русло селевого потоку; 4 – баражна загата; 5 – русло селевого потоку жорсткої фіксації

Несправності:

- а) заповнення забаражного простору каменем, пнями, карчами;
- б) пошкодження загати внаслідок ударів об стіну скельних уламків.

5.6.2. Селеспрямовуючі стіни (рис. 5.20). Призначення – переформування русла при розпластуванні селю в селевих балках зі змінними руслами селевих потоків.

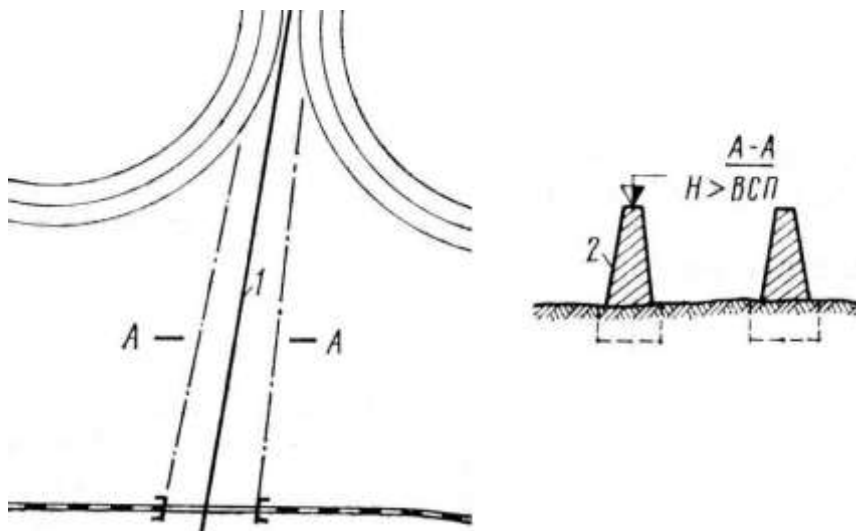


Рис. 5.20. Селеспрямовуючі стіни: 1 – фіксоване русло в зоні розпластування селю; 2 – стінки русла (з кам'яної кладки)

Несправності:

- а) підмив основи фундаменту стіни;
- б) зсуви секцій напямної стіни від ударів брил, що тягнуться потоком;
- в) руйнування матеріалу стіни;
- г) у важких випадках – пошкодження моста (труби).

5.7. Протилавинні споруди

5.7.1. Лавинозатримуючі споруди (рис. 5.21). Призначення – запобігання зсуву снігового покриву і виникненню снігової лавини.

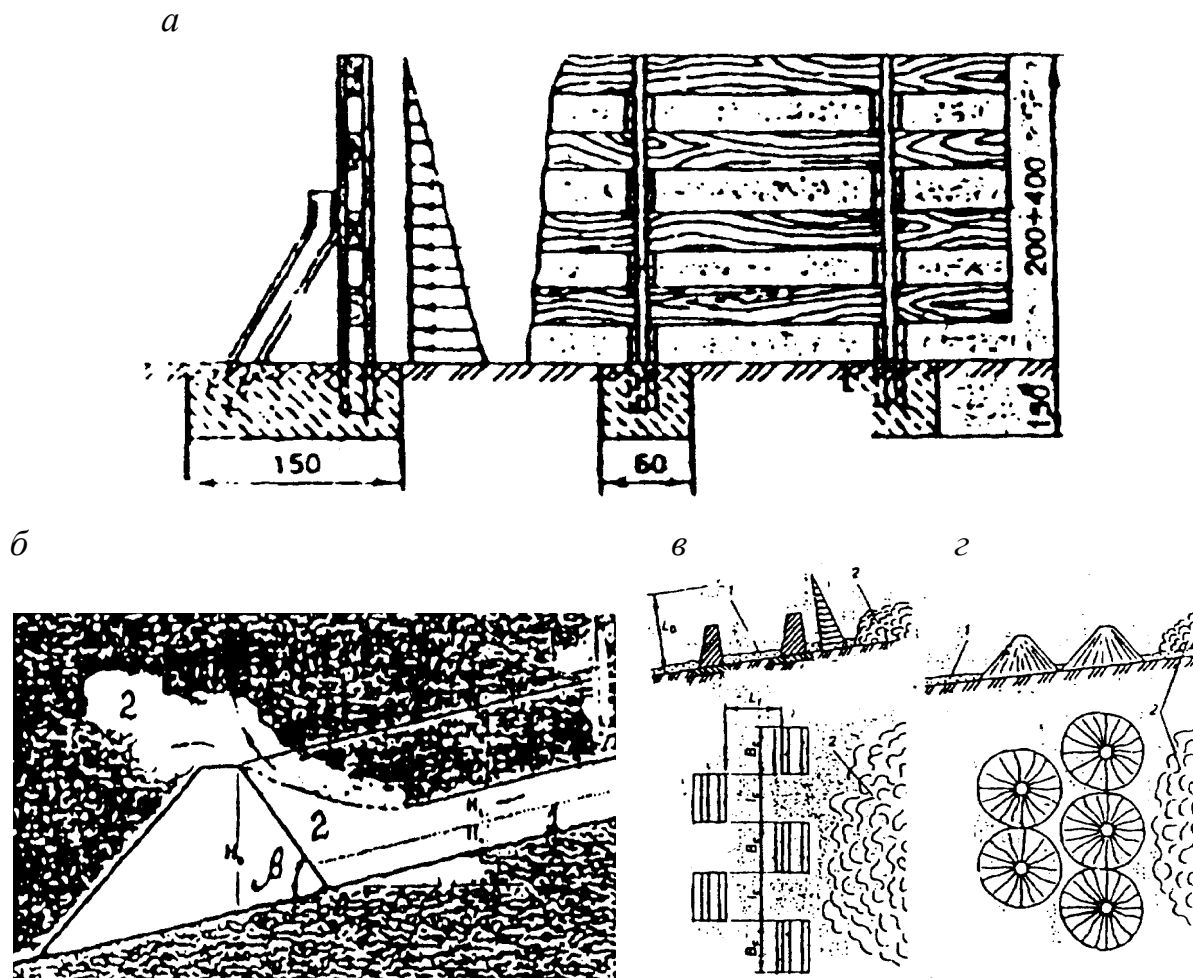


Рис. 5.21. Лавинозатримуючі споруди: *а* – наскрізні однорядні; *б* – суцільні однорядні; *в* – наскрізні багаторядні з елементів заповнення, які погано обтікаються; *г* – наскрізні багаторядні з елементів, які добре обтікаються; *1* – природний сніговий покрив; *2* – снігова лавина

Несправності: злам опор і заповнення лавинозатримуючої споруди; руйнування кам'яних викладок, що утримують сніг.

5.7.2. Лавиногальмуючі споруди (рис. 5.22). Призначення – зменшення швидкості зсуву лавини перед об'єктом, що захищається.

Несправності – руйнування окремих гальмуючих пристроїв (надовба, лавинорізу).

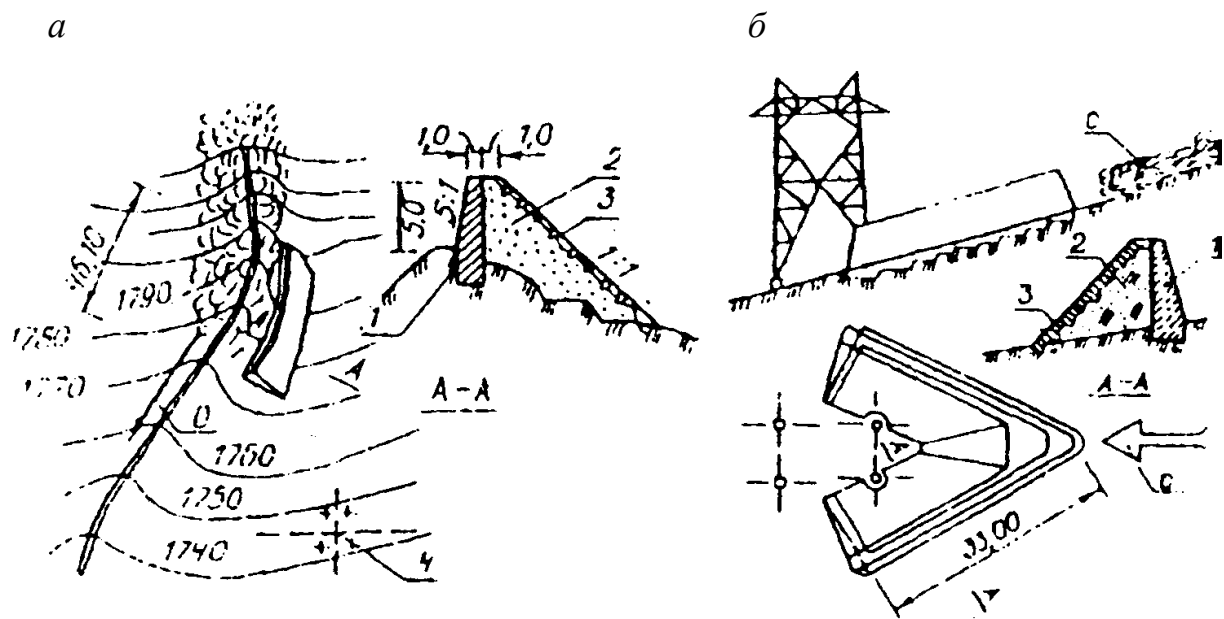


Рис. 5.22. Лавиногальмуючі споруди (лавинодефлекторні системи):
а – лавиновідхильна стінка; *б* – лавиноріз; *0* – напрямок руху снігової лавини; *1* – підпірна стінка; *2* – заднє заповнення; *3* – кріплення укосу заднього заповнення

5.7.3. Лавиновідхиляючі споруди (стіни, дамби (рис. 5.23)). Призначення – захист виробничого об'єкта, населеного пункту від руйнування.

Пошкодження:

- а) перекидання стіни;
- б) часткове або повне руйнування дамби.

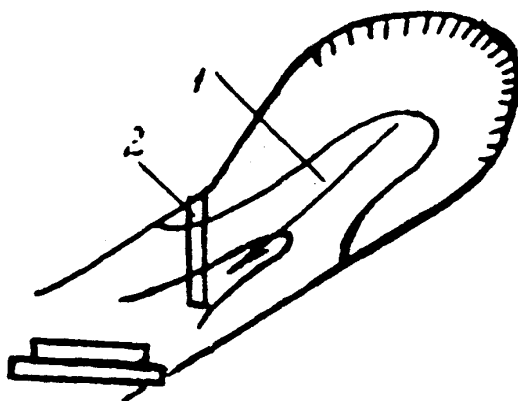


Рис. 5.23. Лавиновідхиляючі споруди: 1 – лавинна балка;
2 – лавиновідхиляюча стіна (дамба)

5.7.4. Лавинопропускні споруди (галереї, мости зі збільшеними отворами згідно з ВНД УЗ 32.2.04.015 [8] (рис. 5.24)).



Рис. 5.24. Лавинопропускна галерея

5.8. Протизсувні споруди

5.8.1. Утримуючі підпірні стіни (рис. 5.25). Призначення – підвищення стійкості зсувного масиву для відносно невеликих зсувів і в стиснутих умовах, де нема можливості спорудити контрбанкет.

Несправності:

- а) зсув окремих секцій підпірної стіни;
- б) пошкодження бетонної кладки, залізобетонних елементів;
- в) вихід із ладу застінного дренажу.

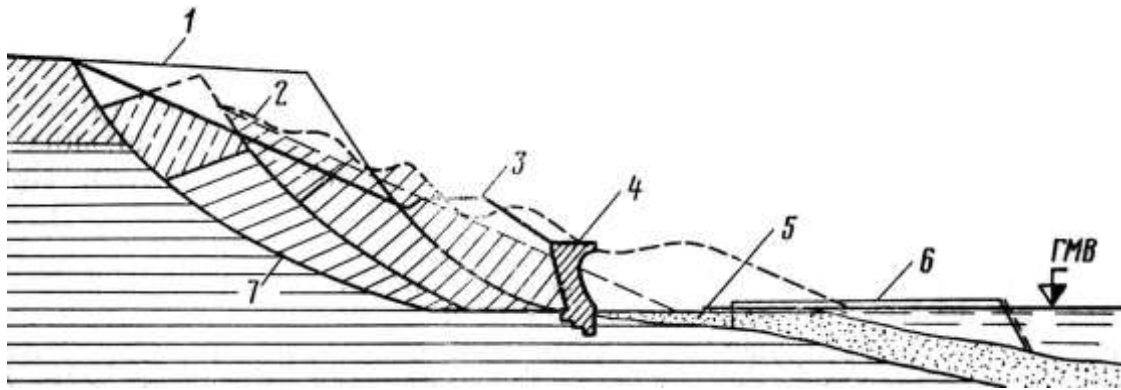


Рис. 5.25. Закріплення зсуву, що виник внаслідок підмиву берега, утримуваного підпірною стіною: 1 – укіс до зсуву; 2 – укіс після зсуву; 3 – укіс і основний майданчик земляного полотна, що проектується; 4 – підпірно-хвилебійна стіна; 5 – пляж; 6 – буни; 7 – поверхня зсуву

5.8.2. Утримуючі контрбанкети (див. п. 5.1). Призначення – підвищення стійкості зсувного масиву.

5.8.3. Система поверхневих водовідводів і дренажних пристроїв (рис. 5.26–5.28). Призначення – попередження перезволоження ґрунту (за допомогою перехоплення і відведення поверхневої води з поверхні тіла зсуву, масивів, що примикають до зсуву, а також тієї, що надходить із територій, що примикають; ґрунтових вод).

Несправності:

- а) порушення поздовжніх ухилів каналів;
- б) застій води на поверхні зсуву і за його межами;
- в) пошкодження кріплення укосів і дна каналів;
- г) руйнування випусків з каналів і дренажів;
- д) замулення дренажів;
- е) інші причини погіршення роботи дренажів.

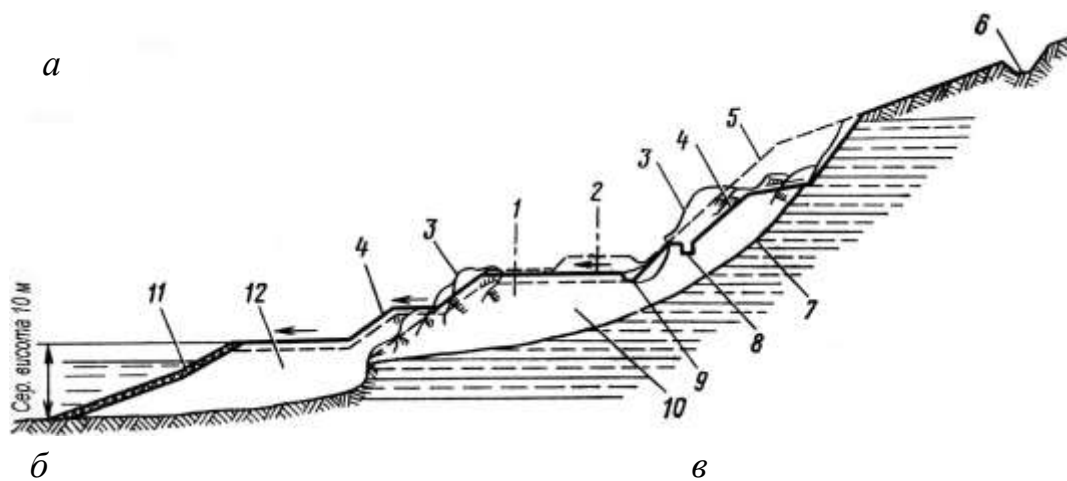


Рис. 5.26. Система поверхневих водовідводів і дренажних пристроїв:
a – схема; *б* – телескопічні водовідвідні лотки (зсувонебезпечний косогір біля ст. Полтава); *1* – вісь колії після зсуву; *2* – первісне положення осі колії; *3* – денна поверхня зсуву; *4* – зрізана і спланована поверхня зсуву; *5* – укіс первісний; *б* – основна нагірна огорожувальна канава; *7* – поверхня зсуву; *8* – канава, кювет, лоток для відведення вод за межі зсуву; *9* – магістральна канава для відведення вод; *10* – тіло зсуву; *11* – укріплення укосу контрбанкета; *12* – контрбанкет



Рис. 5.27. Улаштування дренажних пристроїв під час ліквідації наслідків зсуву біля з. п. Кривошиївка ділянки Куп'янськ – Сватове Південної залізниці, березень 2006 р.:

а – брівка зриву зсуву біля колій; *б* – виправлення колії; *в* – накопичення розладів колії, що не піддаються виправленню; *г* – демонтаж колії та вирівнювання земляного полотна після стабілізації зсуву; *д, е* – улаштування поперечного прорізу



Рис. 5.28. Улаштування дренажних пристроїв під час ліквідації наслідків зсуву біля з. п. Кривошіївка ділянки Куп'янськ – Сватове Південної залізниці, березень 2006 р. (продовження): *a* – укладання у проріз геотекстилю; *б, в* – заповнення прорізу дренаючим матеріалом (бутовим каменем); *г* – підсилення основного майданчика геотекстилем; *д* – укладання рейко-шпальної решітки та баластування колії; *е* – відновлена ділянка колії зі смотровими колодзями дренажної системи

5.8.4. Система зрізань і досипань, створюваних під час терасування і планування поверхні зсуву і території, що примикає (здійснюється в комплексі з п. 5.8.1–5.8.3 (рис. 5.29)). Призначення – підвищення стійкості зсувного масиву.

Несправності:

- а) порушення рівності поверхні берм, укосів;
- б) виникнення западин на місцевих проїздах від місцевих рухомих зсувів, порушень правил утримання охоронних зон.

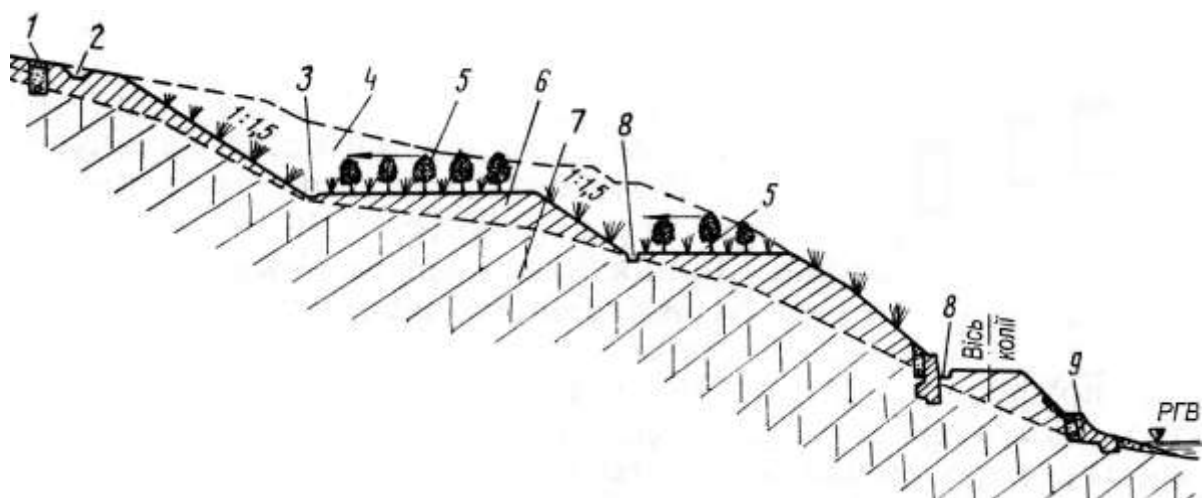
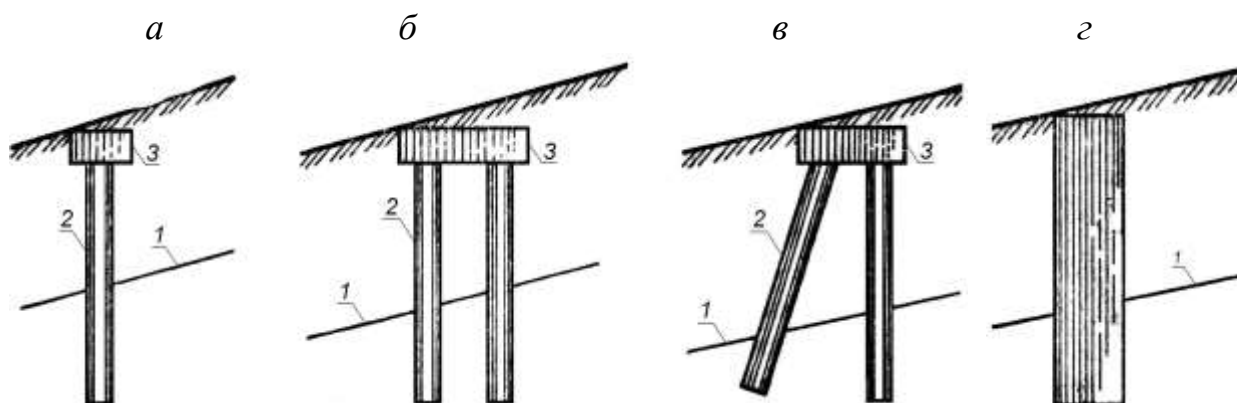


Рис. 5.29. Система зрізань і досипань, створюваних під час терасування і планування поверхні зсуву і території, що примикає: 1 – дренаж, що перехоплює; 2 – нагірна канава; 3 – водовідвідна канава; 4 – зрізання; 5 – насадження чагарників і дерев; 6 – делювій; 7 – корінні породи; 8 – лотки; 9 – хвилевідбійна стіна

5.8.5. Берегозахисні споруди в місцях підмивів «язика» зсуву: хвилевідбійні стіни; кам'яні відсипання (самостійні або в комплексі зі шпорами, бунами, хвилеламами (п. 5.4.1)); **регуляційні споруди на гірських річках** (п. 5.4.9). Призначення – у комплексі споруд з берегозахисту і стабілізації зсуву.

5.8.6. Укріплення зсувних схилів і укосів буронабивними і забивними палями (рис. 5.30, а-в), стовпами (рис. 5.30, г, д). Призначення – підвищення стійкості зсувного масиву.

Несправності: морозне руйнування і вилуговування бетону, корозія арматури.



д



Рис. 5.30. Укріплення зсувних схилів і укосів: а, б, в – буронабивними і забивними палями; г – стовпами; д – стовпи (підземні контрфорси) із кам'яної кладки у зсувонебезпечному косогорі біля ст. Полтава

6. Ремонт і підсилення земляного полотна

6.1. Роботи з ремонту земляного полотна, виконувані в комплексі з планово-запобіжними ремонтами верхньої будови колії

У комплексі з усіма видами капітального, середнього та комплексно-оздоровчого ремонту колії обов'язково слід виконувати роботи з покращення стану земляного полотна та його споруд з урахуванням положень п. 6.2. При всіх видах капітального, середнього та комплексно-оздоровчого ремонтів колії виконуються такі роботи з земляного полотна:

- ремонт, відновлення або перевлаштування кюветів, усіх видів каналів, лотків для відведення поверхневих і ґрунтових вод;
- ліквідація місць морозного здимання, у першу чергу понаднормативного, за допомогою укладання захисного шару з дренажного матеріалу, у тому числі з застосуванням полімерного покриття;
- підвищення несучої здатності основного майданчика шляхом заміни слабкого ґрунту, ліквідації баластових заглиблень (корит, лож, мішків тощо), збільшення товщини захисного шару, укладання гідроізоляційного покриття;
- зрізання завищеного узбіччя, складеного засміченими баластовими матеріалами, яке перешкоджає стіканню води з основного майданчика та баластової призми;
- забезпечення стійкості укосів насипу й баластових шлейфів шляхом уположення укосів, а за необхідності — відсипкою контрбанкетів;
- усунення звуженості основного майданчика земляного полотна з забезпеченням поверхневого водовідводу у виїмках і на нульових місцях із забезпеченням стійкості ґрунту на укосах насипу;
- розчищення русел малих і середніх штучних споруд. При проведенні комплексно-оздоровчого ремонту виконуються очищення

водовідвідних споруд (русел штучних споруд, кюветів) і влаштування узбіч нормативної величини.

На ділянках планових ремонтів верхньої будови колії встановлені обсяги робіт із земляного полотна мають виконуватись КМС, спеціалізованими колонами КМС, колонами або укрупненими бригадами дистанцій колії. Обсяги робіт у кожному окремому випадку визначаються на підставі спеціального обстеження земляного полотна та його споруд з урахуванням інженерно-геологічних особливостей ділянки, вантажонапруженості та інших місцевих умов. У випадку неповного виконання обсягів робіт із земляного полотна та його споруд приймання колії з ремонту забороняється.

6.2. Улаштування основного майданчика земляного полотна під час виконання капітальних ремонтів колії

Для ліквідації дефектів основного майданчика вживаються відповідні заходи під час поточного утримання, передбачені ДСТУ 9002 [2], з урахуванням п. 3.1.1, 6.3.

У разі неможливості усунення виявлених дефектів при поточному утриманні плановим порядком призначається капітальний ремонт. Роботи з капітального ремонту основного майданчика земляного полотна виконуються, як правило, у комплексі з капітальними ремонтами колії у «вікна» або за спеціальним проєктом. Рішення щодо проведення капітального ремонту основного майданчика земляного полотна приймається на підставі фактичного стану, що визначається за матеріалами обстежень і вишукувальних робіт.

Для забезпечення надійності колії передбачено шість основних типів улаштування основного майданчика земляного полотна з можливими варіантами, модифікаціями конструктивного рішення, які забезпечують

стабільність основного майданчика земляного полотна, виходячи з конкретних умов: типу ґрунтів основи земляного полотна, кліматичних умов експлуатації залізниці, інтенсивності навантаження тощо. Конструкції, що рекомендуються, забезпечують підвищення несучої здатності основного майданчика земляного полотна, надійного захисту земляного полотна від шкідливого впливу природних факторів (морозні впливи, перезволоження), оптимізацію витрат на капітальний ремонт, поточний ремонт і поточне утримання.

Стійкість основного майданчика земляного полотна визначається типом ґрунту, який її складає, його фізико-механічними характеристиками і фізичним станом. Основний майданчик, як правило, складається з гравелистих або піщаних, глинистих зв'язних і малозв'язних, скельних або напівскельних ґрунтів. Модуль деформації земляного полотна на основному майданчику становить від 35 до 120 МПа. Для конструкції, що має працювати в режимі сталої нормальної експлуатації з незначними деформаціями (не більше 1,5 мм на рік), ґрунти основного майданчика земляного полотна повинні мати модуль деформації E не менше 35 МПа.

За ДБН В.2.3-19 [1], для забезпечення максимально допустимих пружних деформацій земляного полотна ґрунти основного майданчика мають бути достатньо ущільнені під час його улаштування. Загальний модуль деформації після проведення капітального ремонту має бути не менше 50 МПа. Вимоги до ущільнення ґрунтів приймаються за дод. Б ДБН В.2.3-19 [1]. Мінімальний коефіцієнт ущільнення (K_y) беруть від 0,98 до 1,03 залежно від категорії лінії та місця розташування шару ґрунту. Товщина захисного шару земляного полотна, за вимогами ДБН В.2.3-19 [1], встановлюється 0,8 м. Улаштування захисного шару земляного полотна ведеться шарами товщиною не більше 0,3 м.

Застосування геотекстильних матеріалів для підсилення основного майданчика земляного полотна дає змогу зменшити товщину захисного

шару і змінити напружено-деформований стан конструкції земляного полотна, зменшити витрати на його поточний ремонт і забезпечити надійну довготривалу експлуатацію колії. При використанні геосинтетичних матеріалів мінімальна товщина піщаної захисної подушки над ними рекомендується не менше 0,2 м. Підсилення основного майданчика земляного полотна виконують для обмеження швидкості накопичення залишкових деформацій у ґрунтах, зниження до допустимих величин або повного усунення деформацій морозного здуття.

Порядок улаштування основного майданчика при проведенні капітального ремонту здійснюється на підставі проєкту, який враховує конкретні інженерно-геологічні умови, інтенсивність руху поїздів, кліматичні умови тощо. Під час улаштування основного майданчика необхідно дотримуватися таких вимог:

- поперечний ухил рекомендовано брати від 4 до 5 %. При виконанні капітальних ремонтів із застосуванням щибенеочисних машин типу RM-80 застосовують односхилий поперечний переріз основного майданчика з ухилом від 4 до 5 %;

- фактичне положення основного майданчика не має відрізнятися більш ніж на ± 2 см від проєктного положення;

- основний майданчик має бути рівним у поздовжньому профілі (нерівність не має перевищувати 20 мм на базі вимірювання 4 м). На ньому не має бути поглиблень, слідів від коліс або гусениць будівельних машин;

- у випадку розташування ділянки, що підлягає ремонту, на кривій слід збільшувати ширину основного майданчика з зовнішнього боку кривої від 200 до 500 мм залежно від радіуса кривої (згідно з табл. 10 ДБН В 2.3-19 [1]).

Для кількісного оцінювання несучої здатності ґрунтів використовують модулі деформації, які враховують консистенцію ґрунтів і їхній пружний стан. Модулі деформацій визначають за ДСТУ Б В.2.1-7 [16]. У

польових умовах модуль деформації ґрунтів рекомендовано визначати за допомогою сучасних мобільних електронних приладів. Ці прилади мають пройти відповідне тарування згідно з їхнім призначенням. У разі невідповідності значень модуля деформації проєктним вимогам необхідно виконати роботи з ущільнення основного майданчика, використовуючи спеціальну техніку. Улаштування верхньої будови колії дозволено за умови відповідності несучої здатності основного майданчика проєктним вимогам, за ЦП-0204 [6] і ЦП-0266 [7].

6.3. Типи конструкції основного майданчика земляного полотна, що улаштовуються під час капітальних ремонтів

6.3.1. Загальні положення

Для забезпечення проєктної несучої здатності й строку служби основного майданчика земляного полотна застосовуються підбаластний захисний шар, конструктивний захисний шар, геосинтетичні матеріали, віброізоляційний або теплоізоляційний шар із пінополістирольних плит, залізобетонні плити. Підбаластний захисний шар виконується товщиною від 0,2 до 0,25 м, відсипається з піску та ущільнюється до проєктних значень модуля деформації.

Конструктивним захисним шаром заміняється ґрунт верхньої частини насипу з недостатньою несучою здатністю. Товщина конструктивного захисного шару визначається проєктом у межах від 0,15 до 0,8 м залежно від розмірів дефектів, які усуваються, та інженерно-геологічних умов, у т. ч. міцності ґрунту верхньої частини земляного полотна. Ґрунтова основа конструктивного захисного шару ущільнюється до проєктної величини модуля деформації, яка має бути не менше 35 МПа. При товщині конструктивного захисного шару більше 0,3 м він укладається шарами товщиною від 0,2 до 0,3 м з ущільненням до

проектних значень модуля деформації. Поперечний ухил основного майданчика, основи та поверхні конструктивного захисного шару має дорівнювати 5 %, а при використанні щебенеочисних машин типу RM-80 – від 4 до 5 % (однобічний для одноколісного земляного полотна).

Укладання геосинтетичних матеріалів дозволено після перевірки технічних характеристик на відповідність проекту. При використанні високопродуктивних щебенеочисних машин типу RM-80 геосинтетичні матеріали укладаються механізовано за допомогою спеціального пристрою. Геосинтетичні матеріали укладаються на підготовлений основний майданчик або поверхню конструктивного захисного шару, модуль деформації ґрунту яких доведений до проектного значення, після чого поверх них укладаються щебенекий баласт і рейко-шпальна решітка.

6.3.2. Вимоги до матеріалів

Конструктивний захисний шар улаштовується зі щебеню, щебеневої суміші, бутового каменю або старопридатного щебеню. Вимоги до фракційного складу щебеневої суміші: зерен крупністю від 2 до 20 мм – не більше 40 % за об'ємом, пилюватих частинок розміром менше 0,0625 мм – не більше 5 %, решта – від 20 до 40 мм. Крупність бутового каменю має бути від 150 до 300 мм. Максимальна крупність старопридатного щебеню має бути від 25 до 35 мм.

Як геосинтетичні матеріали можуть застосовуватися геотекстиль, геосітки, геомембрани або їхні комбінації. Геосинтетичні матеріали забезпечують підвищення несучої здатності, зниження бічних деформацій. Геотекстиль і геомембрани розділяють баластовий шар і земляне полотно, запобігаючи змішуванню баласту з ґрунтом, геомембрани забезпечують гідроізоляцію тіла земляного полотна. Ширина геосинтетичних матеріалів має бути не менше від 4,0 до 4,2 м. Вимоги до геосинтетичних матеріалів наведені в табл. 6.1.

Вимоги до геосинтетичних матеріалів

Показник	Одиниця вимірювання	Величина для матеріалу		
		нетканого геотекстилю	тканого геотекстилю	геосіток і георешіток
Поверхнева густина	кг/м ³	не менше 0,28	не менше 0,22	не менше 0,2
Розривне навантаження на стрічку шириною 50 мм	кН	не менше 0,8	не менше 1,8	—
Розривне навантаження в поздовжньому та поперечному напрямках	те саме	—	—	не менше 20
Відносне подовження після розриву	%	менше 80	не менше 20	менше 15
Міцність на продавлювання кулькою	кН	не менше 1,2		—
Міцність у вузлах від міцності матеріалу	те саме	—		не менше 90
Коефіцієнт фільтрації під тиском 200 кПа	м/с	не менше 1×10^{-4}		—
Геометричні розміри: - ширина - довжина - діаметр рулону*	м те саме «	не менше 4 не менше 50 не більше 0,38		
Розмір комірки	мм	—		не менше 20×20

Примітка. * Для укладання без зняття рейко-шпальної решітки.

Плити з пінополістиролу застосовуються для улаштування теплоізоляційного шару за потреби захисту основного майданчика від промерзання в місцях здимання і просідання, а також на прогонових будовах мостів з їздою по баласту. Застосовуються плити з пінополістиролу товщиною від 40 до 60 мм із характеристиками, наведеними в табл. 6.2.

Залізобетонні плити застосовуються для підвищення довговічності земляного полотна і верхньої будови колії в межах залізничних переїздів. Розміри та конструкція залізобетонних плит визначаються проектом. Розміри плит мають бути не менше $3 \times 1 \times 0,1$ м або $3 \times 2 \times 0,1$ м.

Таблиця 6.2

Вимоги до плит геосіток і георешіток

Показник	Одиниця вимірювання	Величина
Поверхнева густина	кг/м ³	не менше 0,035
Міцність на стиск при відносній деформації 5 %	МПа	більше ніж 20
Міцність на згин	МПа	не менше 0,7
Відносна деформація після динамічного навантаження	%	не більше 2
Водопоглинання за об'ємом за 24 год	те саме	не більше 0,5
Коефіцієнт фільтрації під тиском 200 кПа	м/с	
Геометричні розміри:		
- ширина	м	не менше 4
- довжина	те саме	не менше 0,6
- товщина	мм	не менше 40

6.3.3. Конструкції основного майданчика земляного полотна

Тип 1. Конструкція земляного полотна без захисного шару.

Тип 1-1 – без захисного шару (рис. 6.1). Застосовується за умови, що земляне полотно складається з дренуючих незв'язних ґрунтів достатньої несучої здатності з модулем деформації не менше 40 МПа, що не піддаються морозному здиманню. Цей тип є основним для капітального ремонту або реконструкції на ділянках, де основний майданчик не має дефектів і не потребує підсилення.

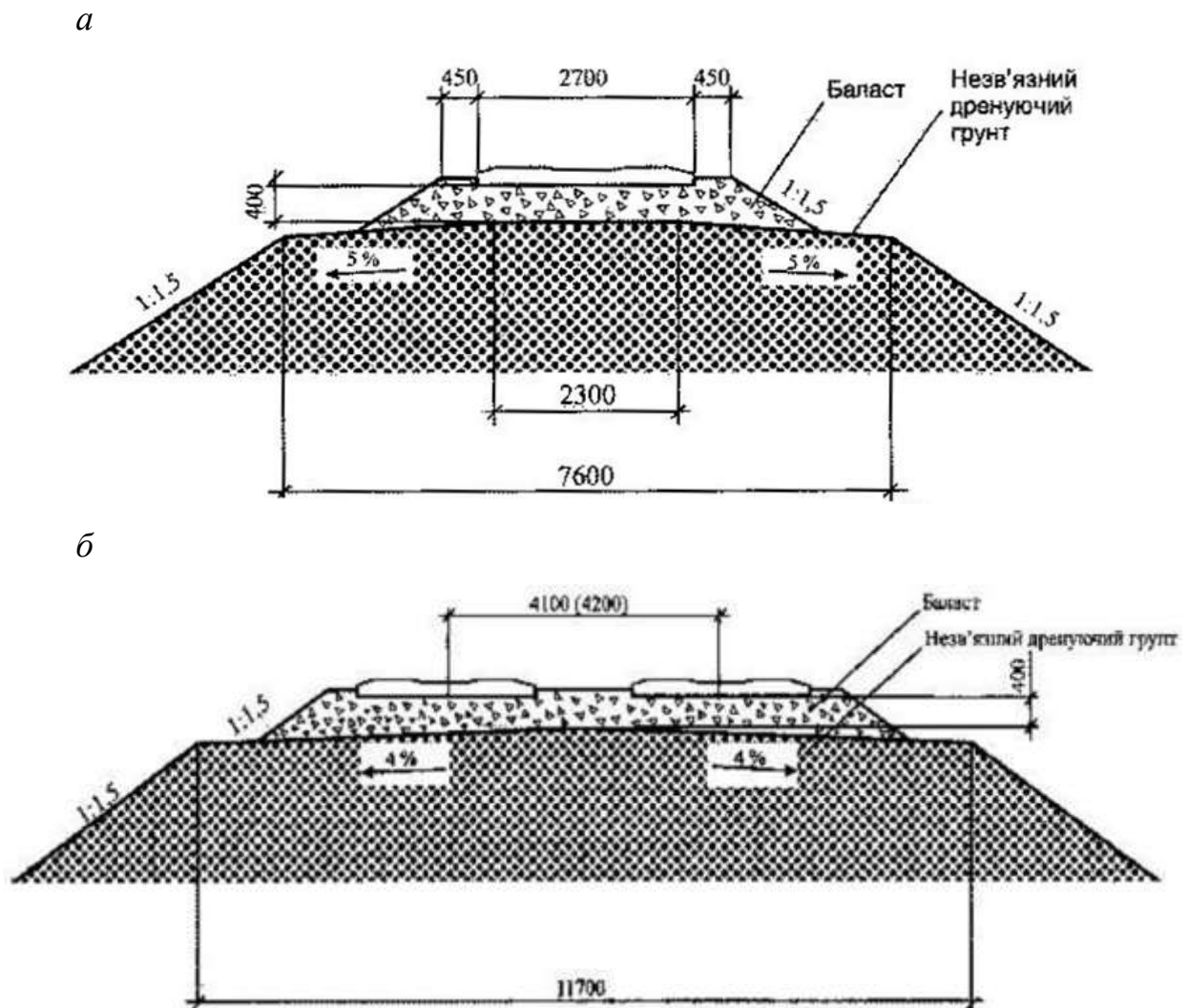


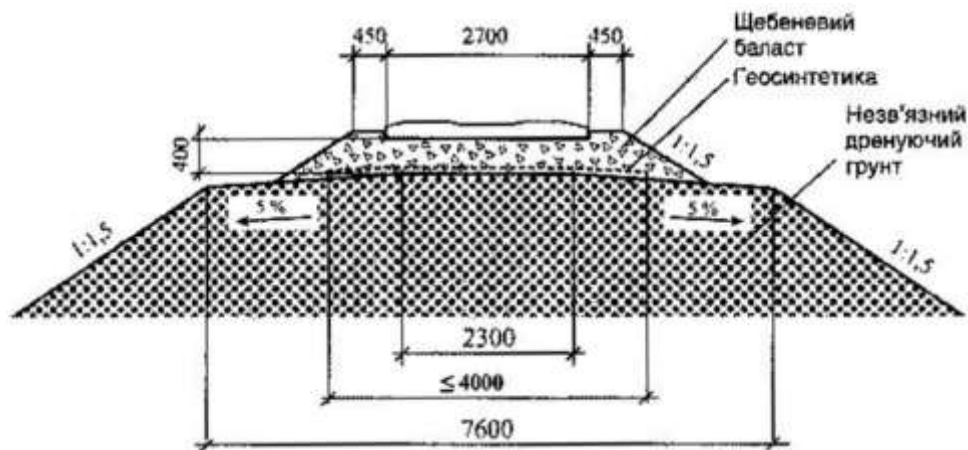
Рис. 6.1. Конструкція земляного полотна типу 1-1:

а – одноколійного; *б* – двоколійного

При використанні щебенеочисних машин типу RM-80 улаштується поперечний ухил основного майданчика від 4 до 5 % в один бік. При виконанні робіт без застосування машин типу RM-80 зі зняттям верхньої будови колії основний майданчик звільняється від забрудненого баласту, вирівнюється бульдозером, нерівності засипаються піском.

Тип 1-2 – без захисного шару з геосинтетичним матеріалом (рис. 6.2). Застосовується для земляного полотна з дренажним ґрунту – супіску або щебеневої суміші з модулем деформації не менше 35 МПа.

а



б

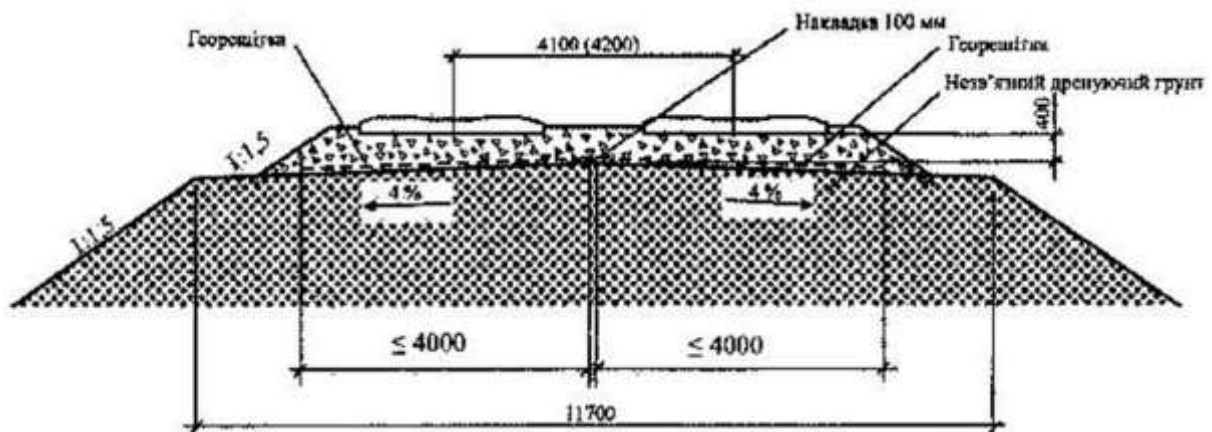


Рис. 6.2. Конструкція земляного полотна типу 1-2:

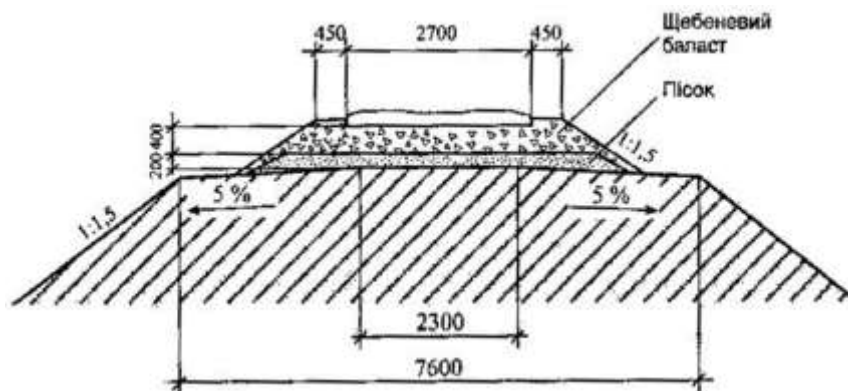
а – одноколійного; б – двоколійного

При використанні машин типу RM-80 улаштовується поперечний ухил основного майданчика від 4 до 5 % в один бік, а геосинтетичні матеріали укладаються механізовано за допомогою спеціального пристрою.

Тип 2. Конструкція земляного полотна з захисним шаром.

Тип 2-1 – з підбаластним захисним шаром (рис. 6.3). Є основною типовою конструкцією, яка тривалий час застосовувалася для будівництва нових ліній, других колій тощо. Під час капітальних ремонтів колії використовується для земляного полотна зі зв'язних ґрунтів, що піддаються морозному здиманню, у випадках руйнування існуючого захисного шару; необхідності підвищення несучої здатності основного майданчика.

а



б

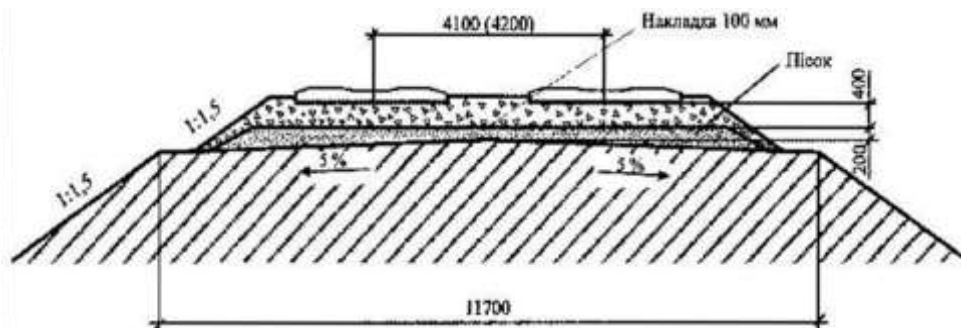


Рис. 6.3. Конструкція земляного полотна типу 2-1:

а – одноколійного; *б* – двоколійного

Ґрунтова основа та піщаний підбаластний шар ущільнюються до модуля деформації не менше 50 МПа.

Тип 2-2 – з підбаластним захисним шаром і конструктивним захисним шаром (рис. 6.4). Застосовується за наявності дефектів верхньої частини земляного полотна або його недостатньої несучої здатності.

Ґрунтова основа конструктивного захисного шару ущільнюється до проектної величини модуля деформації, але не менше 35 МПа. Конструктивний захисний шар укладається пошарово з ущільненням кожного шару до проектної величини модуля деформації, але не менше 60 МПа. Піщаний підбаластний шар ущільнюється до модуля деформації не менше 40 МПа.

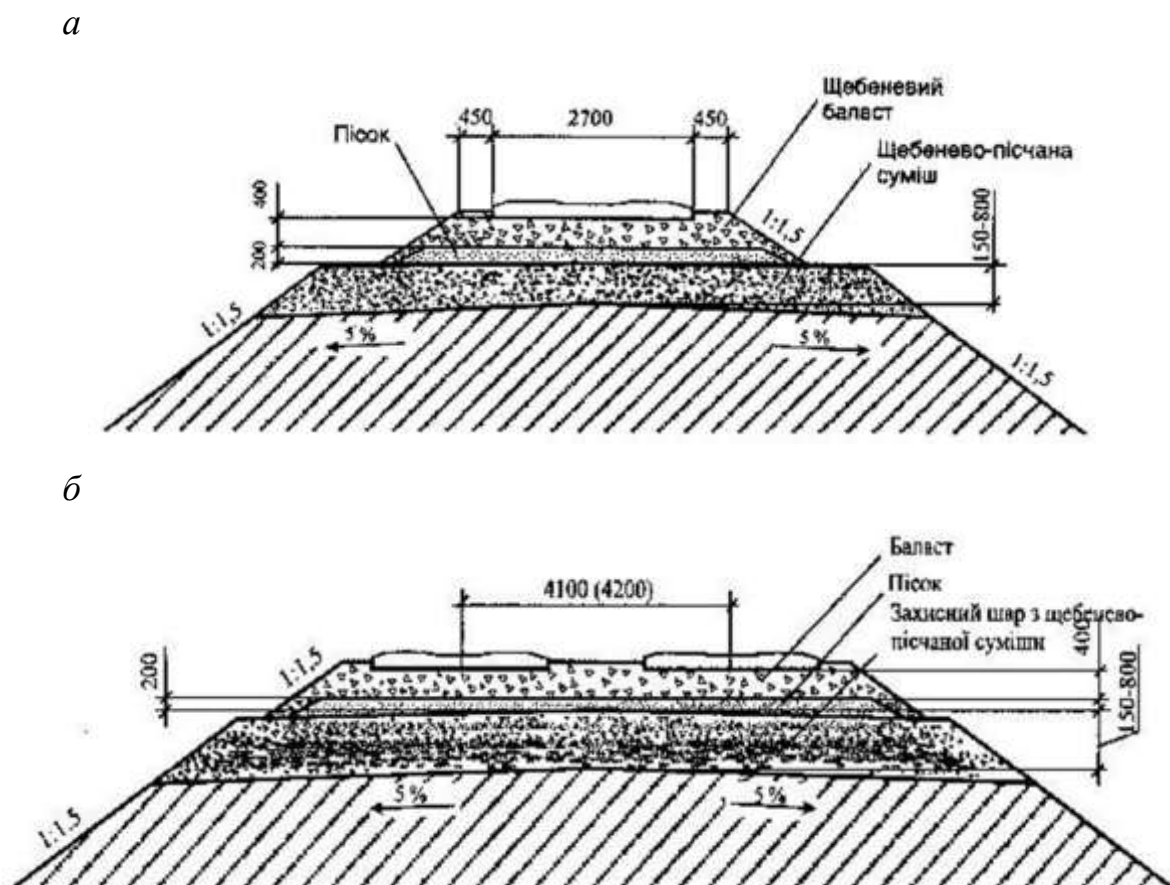


Рис. 6.4. Конструкція земляного полотна тип 2-2:

a – одноколійного; *б* – двоколійного

Тип 2-3 – з підбаластним захисним шаром і конструктивним захисним шаром із бутового каменю (рис. 6.5). Застосовується за відповідним техніко-економічним обґрунтуванням на обмежених ділянках протяжністю до 300 м за необхідності усунення значних дефектів верхньої частини земляного полотна.

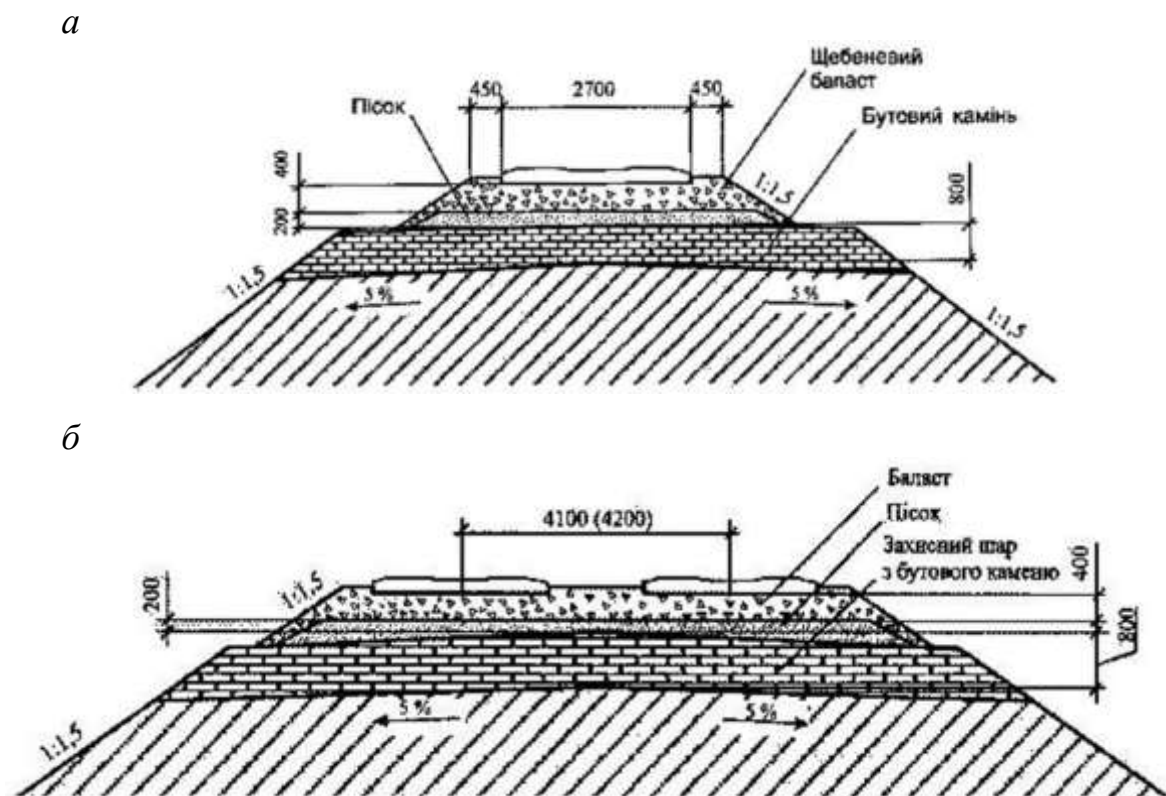


Рис. 6.5. Конструкція земляного полотна типу 2-3:

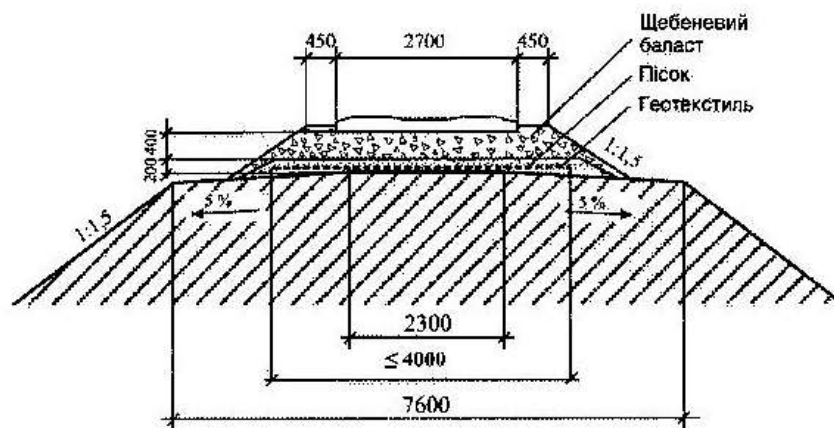
a – одноколійного; *б* – двоколійного

Перед улаштуванням конструкції земляного полотна типу 2-3 знімають рейко-шпальну решітку, видаляють забруднений баластний шар і верхню частину дефектного земляного полотна на висоту конструктивного шару, визначену проектом. Конструктивний захисний шар укладають пошарово з ущільненням кожного шару до проектної величини модуля деформації, але не менше 80 МПа. Піщаний підбаластний шар товщиною 0,2 м ущільнюють до модуля деформації не менше 40 МПа.

Тип 3. Конструкція земляного полотна з захисним шаром і геосинтетичними матеріалами

Тип 3-1 – з підбаластним захисним шаром і геосинтетичним матеріалом (рис. 6.6). Застосовується під час будівництва нових ділянок із земляним полотном із супісків з модулем деформації 35 МПа. За відповідного техніко-економічного обґрунтування може використовуватися для капітальних ремонтів колії.

а



б

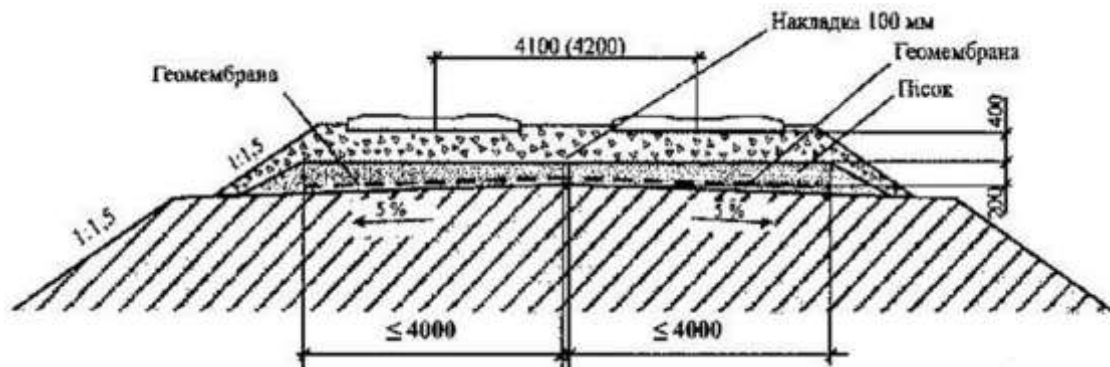


Рис. 6.6. Конструкція земляного полотна типу 3-1:

а – одноколійного; *б* – двоколійного

Ширина геосинтетичних матеріалів має бути не менше 4,2 м. Геосинтетичні матеріали укладають на підготовлений основний майданчик із модулем деформації, що відповідає проєктній величині, але не менше

35 МПа, після чого поверх них укладають підбаластну піщану подушку товщиною 200 мм.

Улаштування конструкції земляного полотна типу 3-1 потребує зняття верхньої будови колії і є неможливим при застосуванні машин типу RM-80.

Тип 3-2 – з підбаластним захисним шаром, конструктивним захисним шаром і геосинтетичними матеріалами (рис. 6.7). Застосовується при недостатній несучій здатності основного майданчика.

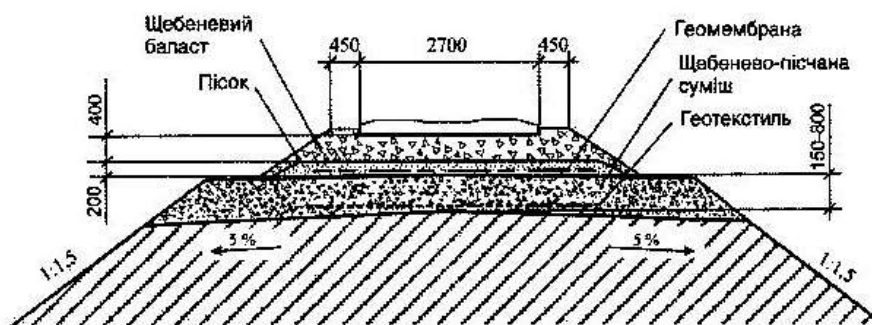


Рис. 6.7. Конструкція земляного полотна типу 3-2

Ґрунтову основу конструктивного захисного шару ущільнюють до проектної величини модуля деформації, але не менше 35 МПа. На ґрунтову основу укладають геотекстиль. Конструктивний захисний шар укладають пошарово з ущільненням кожного шару до проектних значень модуля деформації, але не менше 80 МПа. На поверхню конструктивного захисного шару укладають геомембрану. Піщаний підбаластний шар ущільнюють до модуля деформації не менше 40 МПа.

Тип 3-3 – з підбаластним захисним шаром і протівібраційним шаром (рис. 6.8). Застосовується в окремих випадках для усунення або зменшення впливу вібрації від руху поїздів на будівлі та споруди, розташовані поблизу залізниці, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні та погодженні Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

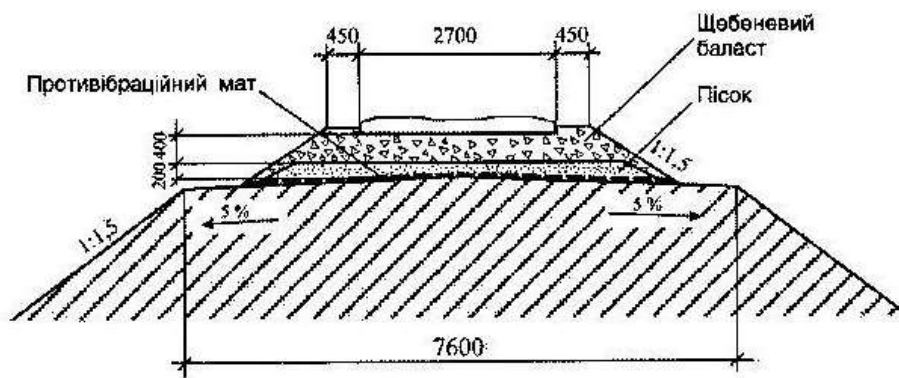


Рис. 6.8. Конструкція земляного полотна типу 3-3

Поверхню основного майданчика ущільнюють до проєктної величини модуля деформації, який має складати не менше 40 МПа. Противібраційний шар укладають на поверхню основного майданчика. Поверх противібраційного шару укладають піщаний підбаластний шар, який ущільнюють до проєктної величини модуля деформації, але не менше 40 МПа.

Тип 3-4 – з підбаластним захисним шаром і теплоізоляційним шаром (рис. 6.9). Застосовується за потреби захисту основного майданчика від промерзання в місцях здимання і просідання, а також на прогонових будовах мостів з їздою по баласту при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні та погодженні Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

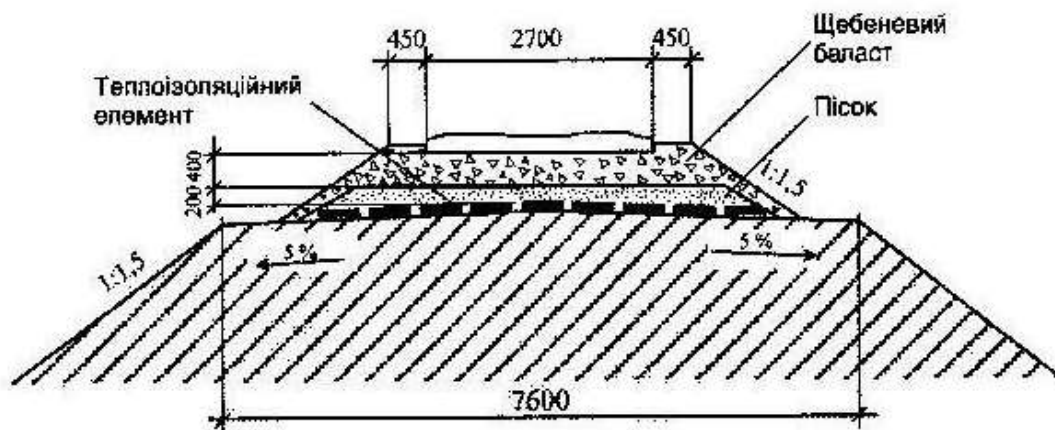


Рис. 6.9. Конструкція земляного полотна типу 3-4

Для теплоізоляційного шару використовують екструдований пінополістирол товщиною від 40 до 60 мм із характеристиками, наведеними в табл. 6.2. При застосуванні машин типу RM-80 підбаластний захисний шар не улаштовують, а використовують екструдований пінополістирол з міцністю на стиск 0,5 МПа при відносній деформації 10 %.

Тип 4. Конструкція земляного полотна з захисним шаром і підбаластовими залізобетонними плитами.

Тип 4-1 – із захисним шаром і підбаластовими залізобетонними плитами (рис. 6.10). Застосовується при улаштуванні або ремонті колії в межах залізничних переїздів на ділянках довжиною не більше 50 м при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні та погодженні Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

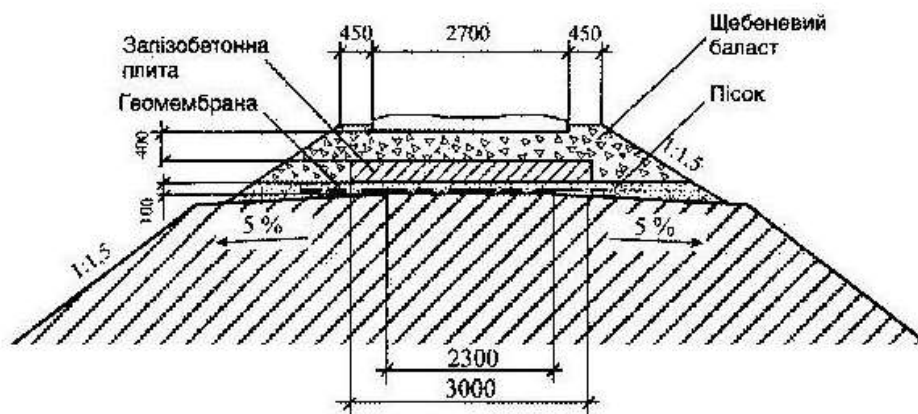


Рис. 6.10. Конструкція земляного полотна типу 4-1

На поверхню ґрунтової основи укладають геотекстиль. Поверх геотекстилю укладають вирівнювальний шар із піску товщиною 0,1 м, який ущільнюють до проєктної величини модуля деформації, але не менше 40 МПа. Залізобетонні плити укладають на вирівнювальний шар.

Тип 5. Конструкція земляного полотна з конструктивним захисним шаром з використанням в'язучих матеріалів і мінеральних сумішей.

Конструкції типу 5 призначені для земляного полотна на скельних ґрунтах, що піддаються вивітрюванню з втратою міцності й несучої здатності під впливом води та низьких температур. Укладання колійного баласту безпосередньо на скельну основу не допускається.

Улаштування земляного полотна типів 5-2 та 5-3 здійснюється за допомогою колійних машин типу КРМ-2002 для оздоровлення баластної призми та земляного полотна, конструкція яких передбачає комплексне виконання робіт з очищення баласту і укладання та ущільнення захисного шару земляного полотна. Використання іншої наявної в підрозділах АТ «Укрзалізниця» техніки потребує зняття рейко-шпальної решітки та виконання комплексу робіт із улаштування захисного шару за традиційною технологією та з використанням відповідної будівельної техніки, що обумовлює збільшення тривалості вікон і вартості робіт.

Тип 5-1 – з конструктивним захисним шаром із матеріалів, оброблених бітумними в'язучими (рис. 6.11). Застосовується у виняткових випадках дослідним порядком на ділянках, розташованих на скельних ґрунтах, у виїмках або косогорах, де породи піддаються вивітрюванню, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні та погодженні Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

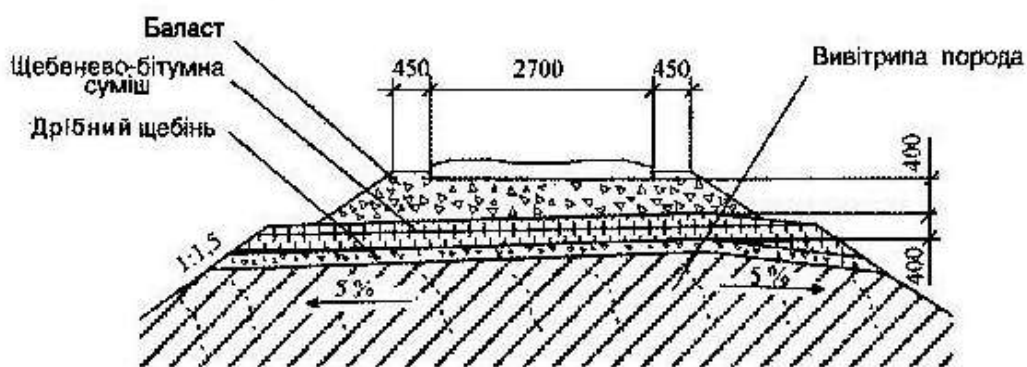


Рис. 6.11. Конструкція земляного полотна типу 5-1

Підготовчий вирівнювальний шар товщиною від 0,05 до 0,1 м улаштовують із піску, дрібного щебеню або щебеневої суміші з ущільненням до проєктної величини модуля деформації, але не менше 40 МПа. Захисний шар товщиною від 0,4 до 0,6 м з асфальтобетону або обробленого (просоченого) бітумом щебеню укладають шарами товщиною не більше 0,2 м з ущільненням до величини модуля деформації від 70 до 80 МПа поверх підготовчого шару.

Тип 5-2 – з конструктивним захисним шаром і геомембраною (рис. 6.12). Застосовується на ділянках, розташованих на скельних ґрунтах, що піддаються вивітрюванню. Геомембрана забезпечує гідроізоляцію земляного полотна, що запобігає подальшому розвитку процесів вивітрювання.

Вирівнювальний шар товщиною 0,15 м із піску, піщано-гравійної або щебеневої суміші крупністю не більше 32 мм укладають на підготовлене земляне полотно та ущільнюють до проєктної величини модуля деформації, але не менше 40 МПа. Геомембрану укладають на вирівнювальний шар. Поверх геомембрани укладають підбаластний захисний шар товщиною від 0,15 до 0,2 м.

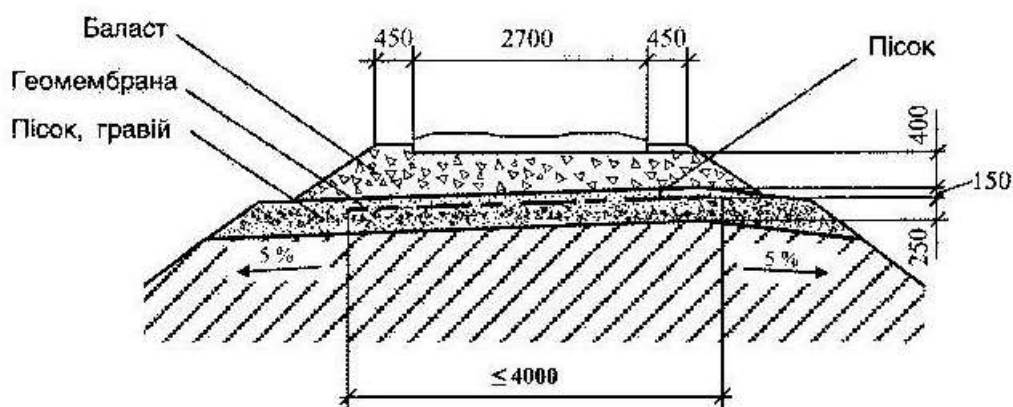


Рис. 6.12. Конструкція земляного полотна тип 5-2

Тип 5-3 – з конструктивним захисним шаром із мінеральної суміші (рис. 6.13). Застосовується на ділянках, розташованих на скельних ґрунтах, що піддаються вивітрюванню, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні та погодженні Департаменту колії та споруд АТ «Укрзалізниця».

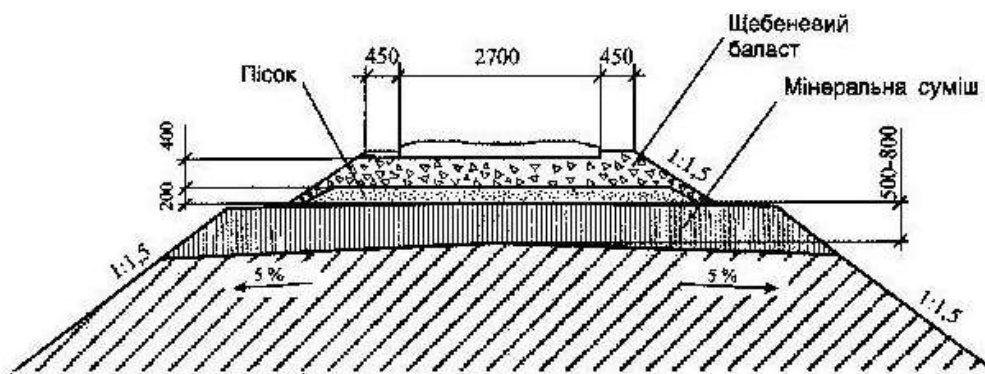


Рис. 6.13. Конструкція земляного полотна типу 5-3

Конструктивний захисний шар товщиною від 0,5 до 0,8 м улаштовується з мінеральної суміші. Мінеральні суміші – піщано-гравійні, щебневі, у т. ч. із очищеного та подрібненого старопридатного щебеню, до яких можуть додаватися мінеральні в'язучі – портландцемент або вапно. Конструктивний шар ущільнюють за допомогою віброкатків до проектної величини модуля деформації, але не менше 50 МПа.

Тип 6. Конструкція земляного полотна з захисним шаром стабілізованого ґрунту.

Тип 6-1 – з конструктивним захисним шаром із стабілізованого (покращеного) місцевого ґрунту (рис. 6.14). Застосовується за погодженням проектної організації для підсилення основного майданчика існуючого земляного полотна, складеного зволженими ґрунтами, що промерзають і піддаються здиманню, а під час нового будівництва – за відсутності місцевих ґрунтів, придатних для зведення конструкцій земляного полотна.

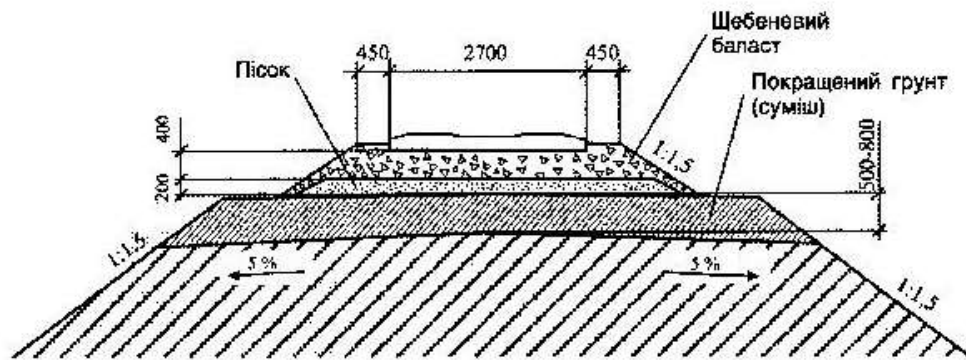


Рис. 6.14. Конструкція земляного полотна типу 6-1 з конструктивним захисним шаром із стабілізованого ґрунту

Товщина конструктивного захисного шару зі стабілізованого ґрунту має бути не менше 0,5 м. Для стабілізації найбільш придатні супіски і піщано-глинисті ґрунти. Стабілізація місцевого ґрунту здійснюється його змішуванням з вапном або портландцементом у кількості від 3 до 10 % за масою та, за необхідності, сумішшю піску і щебеню або гравію, та ущільненням до проектної величини модуля деформації, але не менше 50 МПа. Дозування в'язучих речовин та інші параметри стабілізації визначаються проектом на основі лабораторного підбору складу стабілізованого ґрунту. Змішування здійснюється на місці за допомогою устаткування, що за один прохід здатне обробити та ущільнити ґрунт на глибину від 0,4 до 0,5 м.

Основні конструкції двоколійного земляного полотна для колій I категорії наведені на рис. 6.1, б – 6.6, б. Умови застосування й технічні вимоги конструкцій робочої зони земляного полотна на двоколійних ділянках аналогічні умовам застосування конструкцій робочої зони земляного полотна для одноколійних ділянок. Капітальні ремонти колії на двоколійних ділянках, як правило, виконуються поетапно: спочатку на одній колії, а через деякий час – на другій. У цьому випадку проектом мають бути передбачені конструктивні й технологічні рішення щодо

забезпечення безпеки руху поїздів сусідньою колією під час проведення ремонту.

Під час розроблення проєкту конструктивного захисного шару двоколійного земляного полотна мають бути передбачені конструктивні рішення, що забезпечують об'єднання конструкцій під окремими коліями в єдину конструкцію. Проєктом має бути визначена конструкція стикування в міжколії геосинтетичних матеріалів, геомембрани тощо. У технологічному розділі проєкту і графіку робіт визначаються склад технологічного комплексу; послідовність виконання ремонтних робіт; конструкції допоміжних споруд, що забезпечують стійкість укосів діючої сусідньої колії під час розробки ґрунту земляного полотна для улаштування конструктивного захисного шару; швидкість руху поїздів сусідньою колією під час виконання робіт.

6.4. Капітальний ремонт земляного полотна та його споруд

Капітальний ремонт призначений для періодичного відновлення міцності, стабільності й працездатності земляного полотна та його водовідвідних, захисних і укріплювальних споруд. Періодичність виконання, види і перелік робіт з капітального ремонту визначаються за ДСТУ 9002 [2]. До капітального ремонту земляного полотна та його споруд також відносять ремонт земляного полотна та його споруд, що виконується за індивідуальними проєктами й окремим планом; підсилення, відновлення й заміну окремих елементів земляного полотна та його споруд або влаштування додаткових водовідвідних захисних та укріплювальних споруд. Під час капітального ремонту земляного полотна та його споруд здійснюються:

- стабілізація земляного полотна на ділянках з деформаціями основного майданчика (осідання, корита, здимання тощо), укосів і основи (зсуви, спливи);

- відновлення й ремонт усіх водовідвідних і дренажних споруд (кювети, резерви, канали, лотки, швидкотоки, перепади, дренажі, прорізи, штольні тощо);

- приведення до встановлених норм обрису земляного полотна, що має недостатню ширину основного майданчика та завищену крутість укосів;

- відновлення й ремонт усіх захисних і укріплювальних споруд земляного полотна (підпірні, уловлювальні, одягаючі стінки, контрфорси, контрбанкети, буни, хвилеломи тощо);

- відновлення й ремонт регуляційних споруд.

До робіт з підсилення, відновлення й заміни окремих елементів земляного полотна та його споруд відносять:

- відновлення або заміну окремих конструктивних елементів протидеформаційних споруд (в обсязі 25 % і більше) зі збереженням їхніх конструкцій;

- будівництво додаткових споруд (водовідвідні, захисні, регуляційні та інші), що забезпечують стійкість і захист земляного полотна у складних інженерно-геологічних умовах.

Зазначені роботи, як правило, слід виконувати відповідно до планів регіональних філій АТ «Укрзалізниця» спеціалізованими КМС або колонами й укрупненими бригадами дистанцій колії за калькуляціями, кошторисами або кошторисно-фінансовими розрахунками, що складаються на підставі дефектних відомостей, або проектами. При невеликих обсягах капітального ремонту допускається організація єдиної бригади для здійснення робіт з поточного утримання та ремонту земляного полотна і його споруд. Планування капітального ремонту земляного полотна та його споруд здійснюється на підставі даних технічного паспорта дистанції колії, результатів періодичних оглядів, а також накопичених попередніми оглядами й обстеженнями матеріалів про стан

земляного полотна та його споруд і передбачає найбільш раціональне використання фінансових коштів і матеріалів. При розробленні технічної документації на ремонт земляного полотна та його споруд у її складі розробляють проєкт організації робіт.

Роботи з оздоровлення основного майданчика земляного полотна, що потребують зняття верхньої будови колії, слід виконувати в комплексі з капітальними ремонтами колії у спільні «вікна». Роботи, для виконання яких «вікна» в графіку руху поїздів не передбачені, слід виконувати в період зменшення обсягів перевезень у «вікна», що надаються в оперативному порядку.

Відремонтовані або збудовані укріплювальні споруди земляного полотна приймаються до експлуатації комісією, призначеною інстанцією, яка затвердила проєктно-кошторисну документацію. Приймання до експлуатації проводиться після закінчення всього комплексу робіт на об'єкті відповідно до проєкту й кошторису з передачею дистанції колії та службі колії такої виконавчої документації: виконавчих креслень, актів на приховані роботи, об'ємних відомостей, паспортів споруд і конструктивних деталей споруд, журналів виконання робіт. Приховані роботи слід перевіряти за актами на ці роботи. Приймання відремонтованих об'єктів земляного полотна та його споруд необхідно оформляти актами (форма № 2).

При значних обсягах і тривалості виконання ремонтних робіт допускається здійснювати приймання робіт в міру готовності конструктивних елементів споруд з оформленням акта (форма № 2), який підписується: під час виконання робіт будівельною організацією – представником будівельної організації та начальником дистанції колії або його заступником, а при виконанні робіт господарським способом – майстром із земляного полотна та начальником дистанції колії. В окремих випадках за наявності техніко-економічного обґрунтування можуть

виконуватися роботи з виносу колії на нову трасу (із зони затоплення, скельно-обвальних і зсувних ділянок тощо). У цьому випадку роботи виконуються за індивідуальними проєктами будівельними або ремонтними підрядними організаціями залізниці чи іншими. Порядок оформлення технічної документації, оплати й приймання робіт такий самий, як для нового будівництва.

6.5. Осушення земляного полотна

6.5.1 Відведення поверхневих вод

Основна умова забезпечення справного стану земляного полотна – справний стан його конструктивних елементів і споруд, призначених для збирання та відведення поверхневих і підземних вод. Цими елементами є зливна призма; укоси; кювети; водовідвідні канали; резерви; лотки; водопропускні споруди, зокрема водопропускні труби, мости, дюкери. Визначення цих конструктивних елементів наведені в п. 1.2.

Для запобігання швидкому розмиванню або захаращенню кюветів, водовідвідних каналів їх укріплюють збірними залізобетонними лотками. Лотки виготовляють із залізобетону трапецеїдального або П-подібного перерізу. Лотки трапецеїдального перерізу укладають у кювети, водовідвідні канали для укріплення їхніх днища та укосів (рис. 5.26, б–д). Лотки П-подібного перерізу виготовляють безрозпірними або рамними і застосовують замість глибоких каналів (рис. 5.2) для зменшення їхньої ширини в плані (рис. 5.3, г, 6.15).

6.5.2. Дренажі

Дренаж – спосіб осушення ґрунту шляхом спорудження штучних водостоків у вигляді відкритих каналів або труб з бічними отворами, що прокладають у траншеях з шаром щебеневої підсіпки та засіпки.

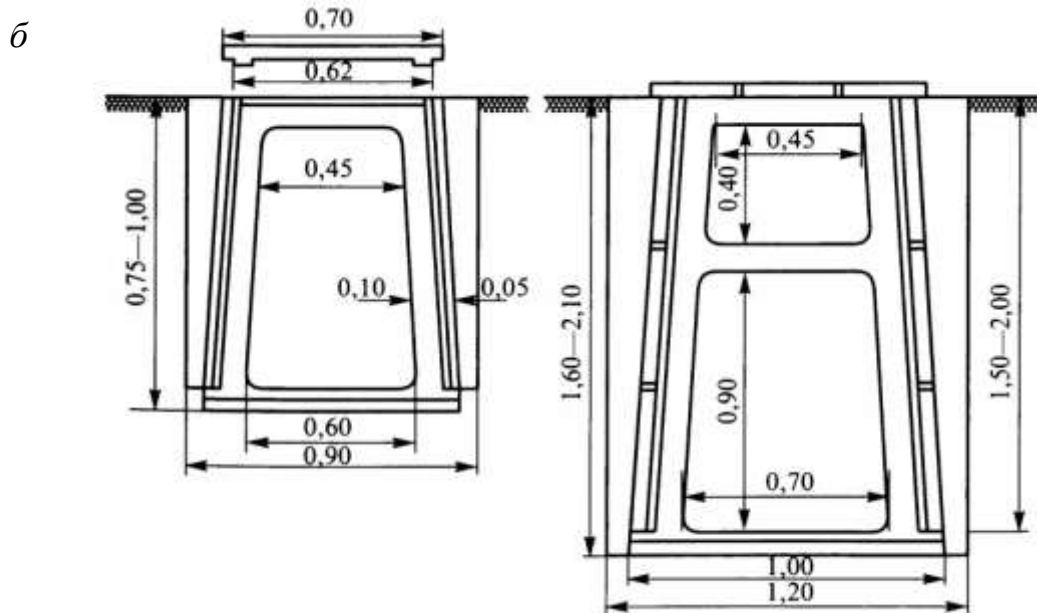
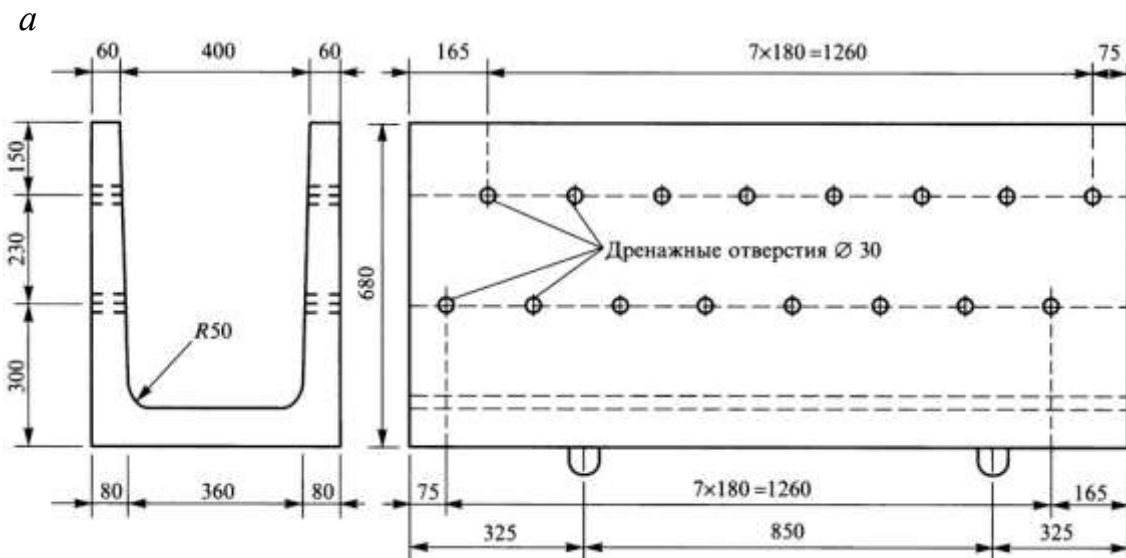


Рис. 6.15. Збірні залізобетонні лотки: *a* – безрозпірні; *б* – рамного типу

На залізницях дренажі застосовують для зниження рівня ґрунтових вод за межі їхнього впливу на земляне полотно, для запобігання їхньому виходу на укоси виїмок тощо. Дренажі влаштовують траншейними гравітаційними вздовж виїмок або насипів на косогорах (рис. 6.16), за розташуванням відносно елементів земляного полотна (рис. 6.17) відкосними (1), закюветними (односторонніми недосконалими 2), підкюветними (двосторонніми 3), передкюветними односторонніми 4), закюветними (досконалими 5).

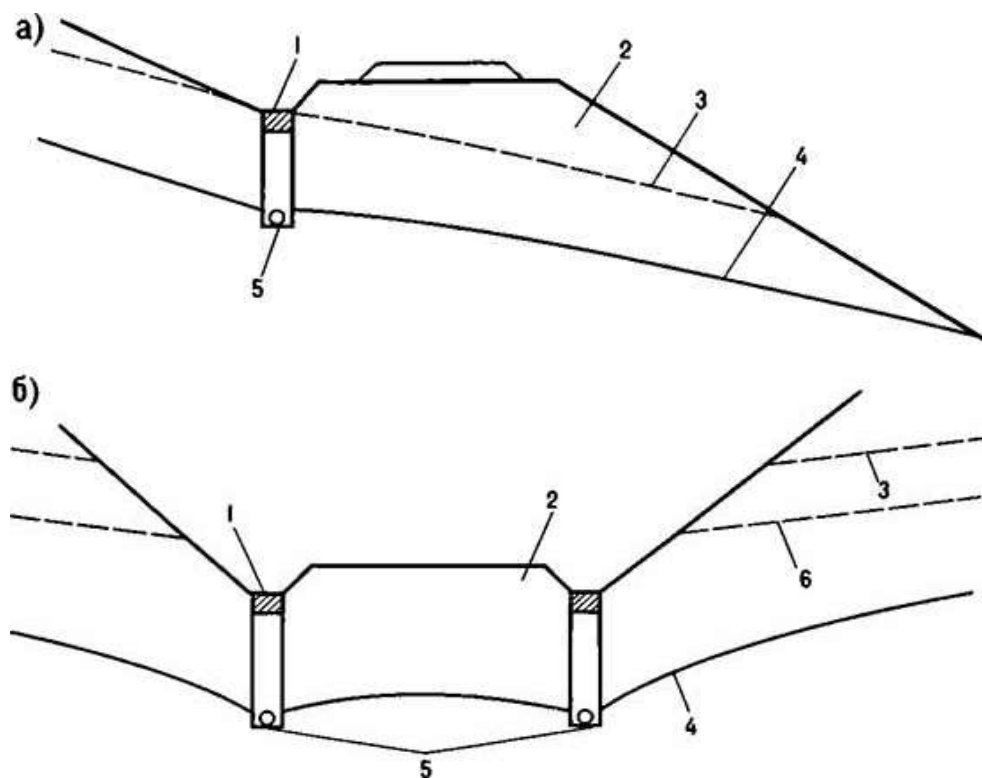


Рис. 6.16. Розташування траншейних дренажів (підкюветних) відносно земляного полотна: *а* – вздовж насипів на косогорах; *б* – вздовж виїмок; 1 – кювет (дно заповнене водонепроникними матеріалом – м'ятою глиною); 2 – тіло земляного полотна; 3 – рівень ґрунтових вод до улаштування дренажу; 4 – рівень ґрунтових вод після улаштування дренажу; 5 – дренаж (перфорована труба з дренажною обсыпкою)

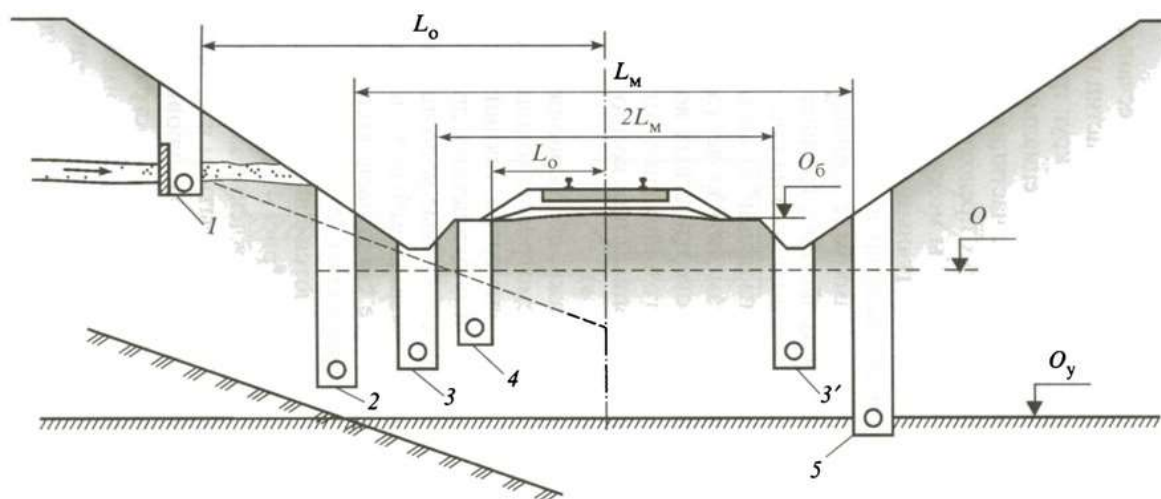


Рис. 6.17. Схема траншейних гравітаційних дренажів за розташуванням до елементів виїмки: 1 – відкосний; 2 – закюветний (односторонній недосконалий); 3 – підкюветний (двосторонній); 4 – передкюветний (односторонній); 5 – закюветний (досконалий); L_M – величина міждренажного простору; L_o – відстань від осі колії; O_6 , O_r , O_y – відмітки брівки, горизонту води, водоупору відповідно

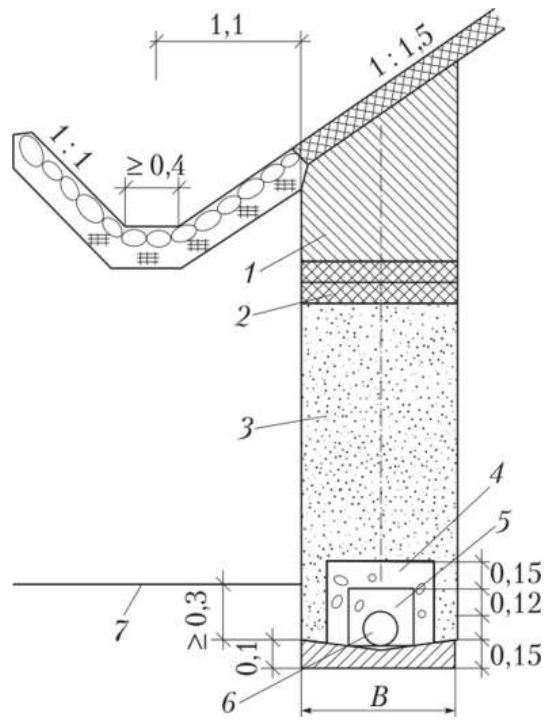


Рис. 6.19. Конструкція заюветного дренажу: 1 – утрамбований глинистий ґрунт; 2 – два шари дерну корінням уверх або шар м'ятої глини; 3 – середньозернистий пісок; 4 – гравій розміром 5–10 мм; 5 – щебінь розміром 40–70 мм; 6 – дренажна труба діаметром 150–200 мм; 7 – водопорний шар

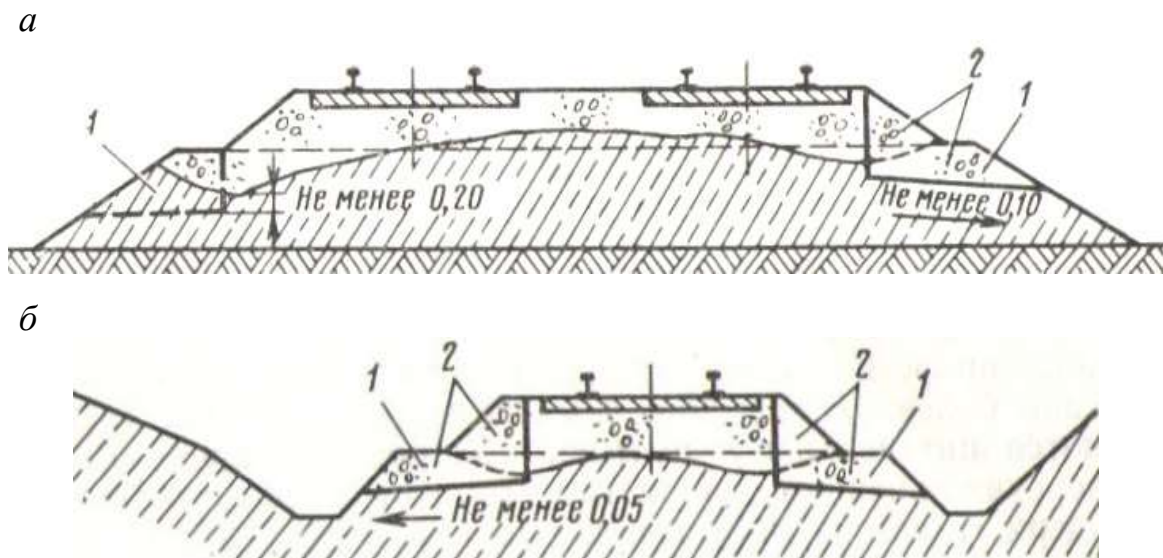


Рис. 6.20. Бортове вирізання глинистих ґрунтів для випускання води з баластових корит і лож: а – у насіпу; б – виймці; 1 – глинистий борт; 2 – засипання крупнозернистим піском або іншими дренажними матеріалами

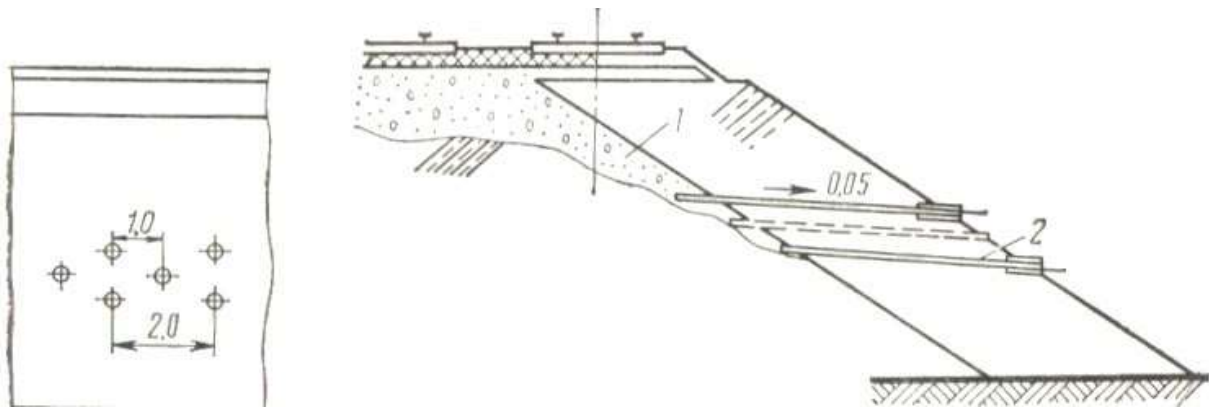


Рис. 6.21. Випускання води з баластових мішків, гнізд, шлейфів через похилі свердловини

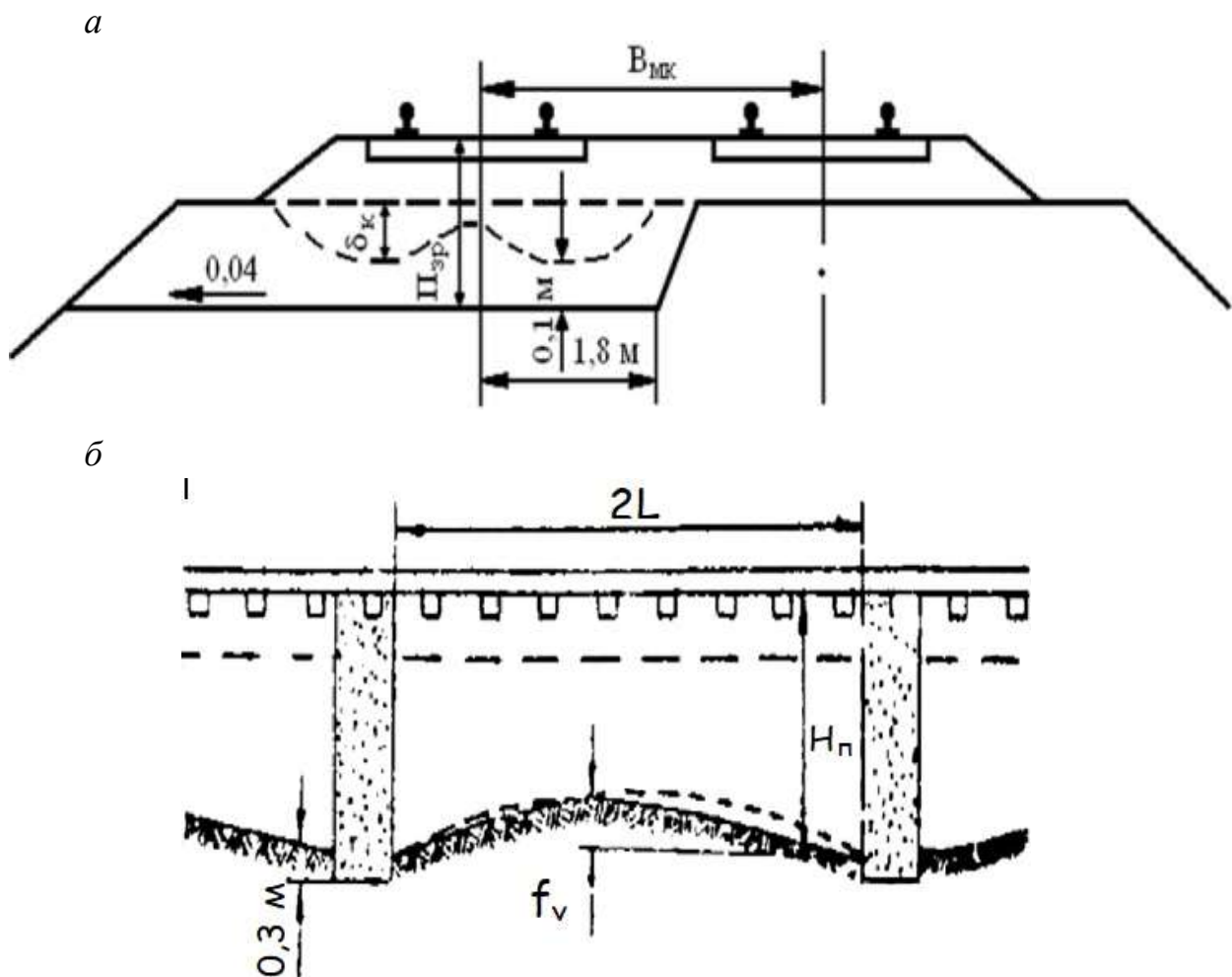


Рис. 6.22. Осушення баластових поглиблень прорізами. Схеми поперечного (а) і поздовжнього (б) профілів

Проектні розміри прорізу, вказані на рис. 6.21, а, визначають розрахунками за результатами обстеження земляного полотна в місцях розташування баластових поглиблень:

- глибина зрізування

$$\Pi_{зр} = \delta_c + \delta_k + 0,1, \quad (6.1)$$

де δ_c – товщина баластового шару, м;

δ_k – глибина баластового корита (ложа), м;

- довжина сполучення

$$D_c = \frac{h_p \cdot (\Pi_{зр} - \delta_c)}{i_0 \cdot (Z_p - \delta_c)}, \quad (6.2)$$

де i_0 – ухил відводів;

Z_p - глибина промерзання, м;

- довжина фронту зрізування

$$D_{зр} = L_k + 2D_c, \quad (6.3)$$

де L_k – довжина ділянки, м;

h_p – висота обдимання, мм.

Відстань між прорізами для ліквідації баластового ложа

$$L_M = \sqrt{\frac{K_\phi \cdot t}{m_0 \cdot (\eta_1 + \eta_2)}}, \quad (6.4)$$

де K_ϕ – коефіцієнт фільтрації забрудненого баласту, м/доба;

t – необхідний строк осушення, доба;

m_0 – водовіддача,

$$m_0 = n_{II} - (1 + \alpha) \cdot W_M \rho; \quad (6.5)$$

η_1, η_2 – функції часу,

$$\eta_1 = \frac{1}{3 \cdot H_{\text{л}}}; \quad (6.6)$$

$$\eta_2 = 0,897 \cdot \left(\frac{1}{f_{\text{уг}}} - \frac{1}{H_{\text{л}}} \right); \quad (6.7)$$

де $n_{\text{п}}$ – пористість, частк. од.;

α – частка капілярно-зв’язаної води;

$W_{\text{м}}$ – максимальна молекулярна вологоємність, %;

ρ – густина баласту, т/м³;

$H_{\text{л}}$ – глибина ложа, м;

$f_{\text{уг}}$ – величина заглиблення, м

6.5.4. Електрохімічні способи осушення ґрунтів

Електроосмотична обробка використовується для осушення й ущільнення всіх видів ґрунтів, які мають коефіцієнт фільтрації менше 0,5 м/доба. До них належать дрібні і пилюваті піски, супіски, суглинки, глини, мул і торф, що розклався. Відмінною рисою цього методу осушення і зміцнення ґрунтів порівняно з хімічними є використання постійного електричного струму. Електроосмос являє собою спрямоване переміщення води в полі постійного електричного струму. Вода переміщується від анода до катода завдяки пересуванню в полі електричного струму позитивно заряджених іонів у дифузній частині подвійного електричного шару. З катодних електродів вода відкачується насосами чи самопливом назовні (рис. 6.23). Електроосушення виконується при визначених показниках електричного струму. З підвищенням напруженості електричного струму процес електроосушення ґрунту прискорюється, але при цьому збільшується і щільність струму. Надмірне збільшення щільності струму може викликати пересушення ґрунту біля анодного електрода і призвести до розриву електричного кола.

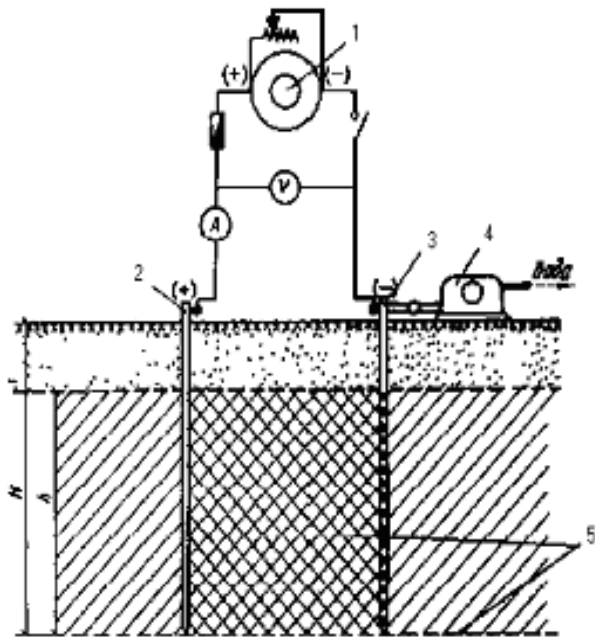


Рис. 6.23. Схема електроосушення ґрунту:

1 – джерело постійного струму; 2 – анод (сталеві труби або стрижні); 3 – катод (сталеві перфоровані труби); 4 – насос; 5 – зона осушення; А – амперметр; V – вольтметр; h – глибина зони осушення; H – глибина занурення електродів

6.6. Підсилення земляного полотна геотекстилем

6.6.1. Різновиди геотекстилю

1. Геотекстиль фільтрувальний (геомембрани) – для підсилення основного майданчика, укосів, тіла земляного полотна, запобігання змішуванню баласту з ґрунтом тощо.

2. Геотекстиль водонепроникний – для запобігання фільтрації води.

3. Геосітки – плоскі, для підсилення тіла земляного полотна.

4. Георешітки – просторові, для підсилення тіла земляного полотна.

6.6.2. Підсилення геотекстилем основного майданчика

Основний майданчик земляного полотна залізниць підсилюють переважно фільтрувальним геотекстилем (геомембранами) під час нового будівництва (рис. 1.10, 1.11, 6.24), капітального ремонту колії (п. 6.3.3, рис. 6.25), відновлювальних робіт (рис. 5.28, г). Аналогічно підсилюють основу автомобільних доріг (рис. 6.26). Для досягнення більшої стабільності земляного полотна залізниць основний майданчик підсилюють георешітками та геомембранами одночасно (рис. 6.19).



Рис. 6.24. Улаштування підсиленого фільтрувальним геотектилем основного майданчика земляного полотна під час будівництва Угорсько-Словенської залізниці (2000-ні рр.)



Рис. 6.25. Укладання геотекстилю за допомогою колійних машин під час планово-попереджувальних ремонтів колії



Рис. 6.26. Укладання геотекстилю в основу автомобільних доріг під час будівництва

6.6.3. Підсилення геотекстилем тіла земляного полотна

Схеми конструкцій підсиленого геотекстилем земляного полотна залізниць, а також інших земляних споруд наведені на рис. 6.27-6.29.



Рис. 6.27. Улаштування підсиленої георешітками та фільтрувальним геотекстилем основного майданчика земляного полотна під час будівництва Угорсько-Словенської залізниці (2000-ні рр.)

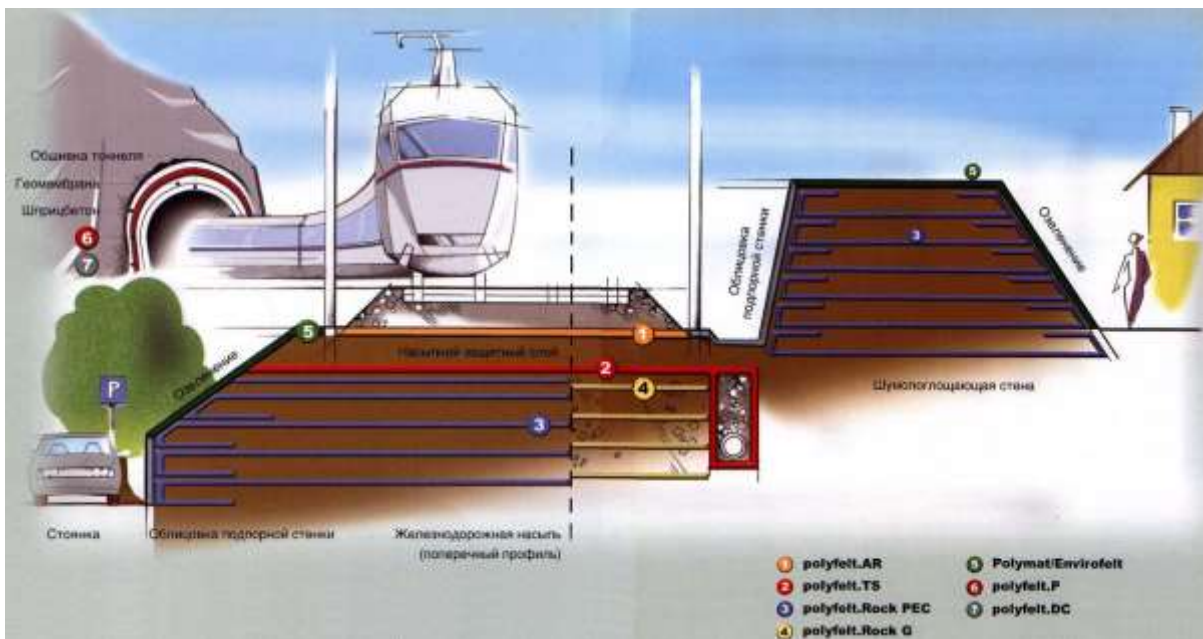


Рис. 6.28. Схеми улаштування земляного полотна та інших земляних споруд, підсилені геотекстильними матеріалами торговельної марки Polyfelt



Рис. 6.29. Улаштування земляного полтна та інших земляних споруд геотекстильними матеріалами торговельної марки Polyfelt

6.6.4. Підсилення геотектилем укосів земляного полотна
(рис. 6.30).



Рис. 6.30. Улаштування підсилених фільтрувальним геотектилем укосів земляного полотна під час будівництва Угорсько-Словенської залізниці (2000-ні рр.)

6.6.5. Улаштування дренажів із застосуванням геотекстилю

Фільтрувальний геотекстиль застосовують як конструктивний елемент дренажів (рис. 5.28, а–в, 6.31).



Рис. 6.31. Улаштування дренажів із застосуванням фільтрувального геотекстилю

6.6.6. Улаштування водонепроникних конструкцій із застосуванням геотекстилю

При зведенні тунелів австрійським методом на поверхню скельних порід виробки наносять вирівнювальний шар торкрету, на якому закріплюють водонепроникний геотекстиль (рис. 6.32), після чого зводять монолітну обробку.

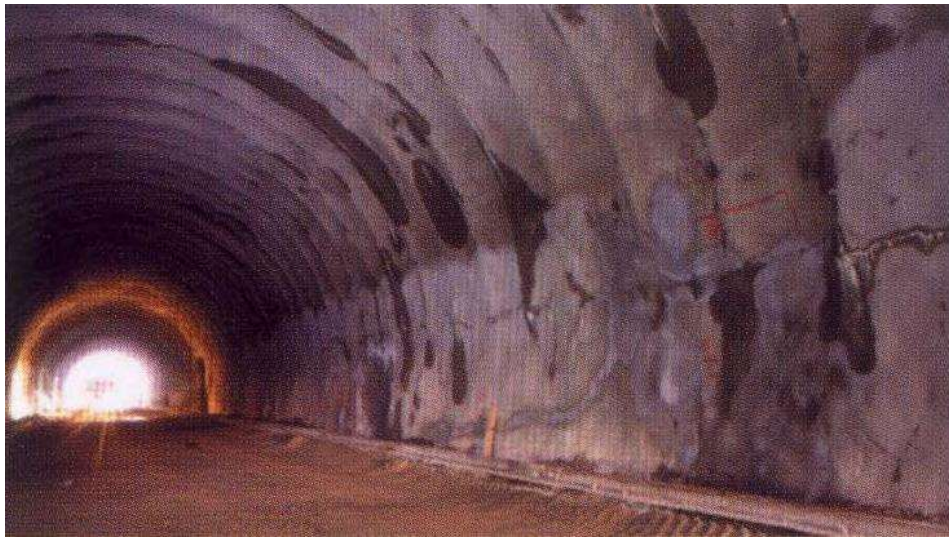


Рис. 6.32. Гідроізоляція тунелю водонепроникним геотекстилем під обробкою

При організації полігонів твердих побутових відходів для запобігання проникненню забруднених атмосферних вод у ґрунти в основу полігону укладають водонепроникний геотекстиль (рис. 6.33).

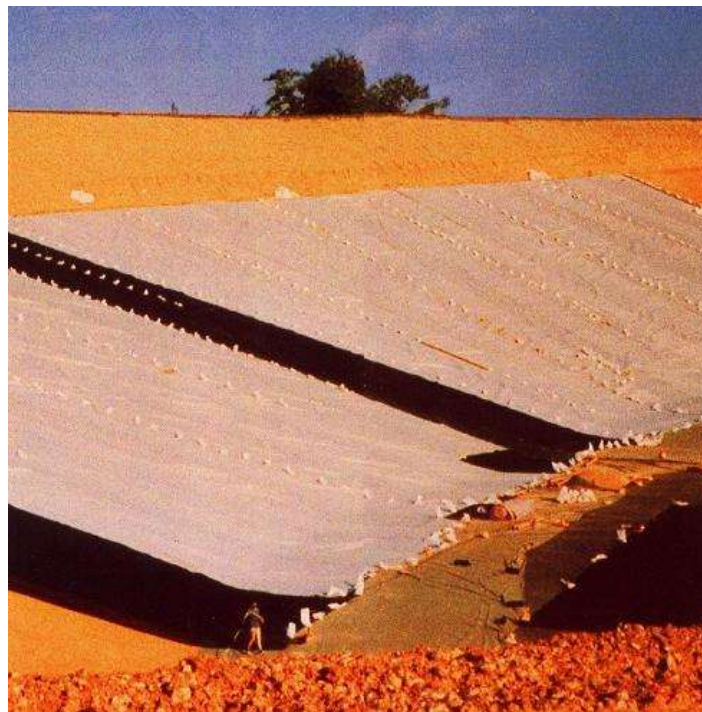


Рис. 6.33. Укладання водонепроникного геотекстилю в основу полігону твердих побутових відходів

6.7. Підсилення колії на карстонебезпечних ділянках

На карстонебезпечних ділянках, де можливе виникнення несправностей (п. 3.4.2.5), застосовують лише ланкову колію, яку підсилюють рейковими пакетами (рис. 6.34).



Рис. 6.34. Підсилення рейкової колії рейковими пакетами

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.3-19:2018. Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування: затв. наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 28.09.2018 р., № 261. 151 с.
2. ДСТУ 9002:2020. Споруди транспорту. Класифікація, періодичність призначення та проведення планово-запобіжних ремонтів залізничних колій. Чинний від 2021-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2021. 30 с.
3. ЦРБ 0004. Правила технічної експлуатації залізниць України: затв. наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р., № 411. 133 с.
4. ЦП 0072. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 08.05.2001 р., № 256-Ц. 105 с.
5. ЦП 0188. Правила з укладання безстикової колії на капітально відремонтованому земляному полотні: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 19.03.2008 р., № 176-Ц. 12 с.
6. ЦП 0204. Правила улаштування основної площадки земляного полотна при виконанні капітального ремонту та модернізації колії: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 25.12.2008 р., № 557-Ц. 44 с.
7. ЦП 0266. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 01.02.2012 р., № 033-Ц. 150 с.
8. ЦП 0282. Інструкція з утримання штучних споруд (ВНД УЗ 32.2.04.015-2013 ЦП): затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 13.02.2013 р., № 027-Ц. 161 с.

9. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. Чинний від 1997-04-01. Київ: Держкоммістобудування України, 1997. 51 с.

10. СНиП 2.06.04-82*. Навантаження і вплив на гідротехнічні споруди (хвильові, льодові і від суден): затв. Постановою Державного комітету СРСР з будівництва від 15.06.1982 р., № 161. 44 с.

11. ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014. Настанова щодо проведення авторського нагляду за будівництвом. Чинний від 2015-07-01. Київ: Мінрегіон України, 2015. 14 с.

12. СТП 06-038:2020. Споруди колійного господарства та об'єкти водопостачання. Правила підготовки до льодоходу та пропуску весняного паводку та дощових зливових вод: затв. рішенням правління АТ «Укрзалізниця» від 03.09.2020 р., № Ц-45/74 Ком. т. 30 с.

13. ЦП-0269. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 01.03.2012 р., № 072-Ц. 456 с.

14. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних впливів: навч. посібник / Плугин А. А., Казімагомедов І. Е., Скорик О. О. та ін. Харків: Колегіум, 2017. 188 с.

15. Савчук В. Ю. Ґрунтовмісні матеріали, модифіковані відходами виробництв, з підвищеним електричним опором для залізничних споруд: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби; 19 – архітектура та будівництво. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 186 с.

16. ДСТУ Б В.2.1-7-2000 (ГОСТ 20276-99). Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польового визначення характеристик міцності і деформованості. Чинний від 2001-03-01. Київ: Держбуд України, 2001. 81 с.

Навчальний посібник

Плугін Андрій Аркадійович,

Трикоз Людмила Вікторівна

**ДІАГНОСТИКА ТА ПІДСИЛЕННЯ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

Відповідальний за випуск Партала Н. М.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 26.09.2023 р.

Умовн. друк. арк. 18,5. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.
