

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу  
25-27 июня 2019 г., Чешская Республика, г. Колин

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу  
5-7 ноября 2019 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 7 ноября 2019 г.

**P 768**

**НЕИСПРАВНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.  
МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	4
2.	Дефекты основной площадки земляного полотна	4
2.1.	Балластные корыта	4
2.2.	Балластное ложе	5
2.3.	Балластный мешок	6
2.4.	Балластные гнезда	7
2.5.	Весенние пучинные просадки	8
2.6.	Пучины	9
2.7.	Пучинные горбы над “холодными” трубопровода	10
2.8.	Основные способы ликвидации грунтовых пучин	11
3.	Дефекты откосов насыпей	13
3.1.	Смывы	13
3.2.	Размывы откосов контрбанкетов и берм	14
3.3.	Сплывы откосов выемок	14
3.4.	Сплывы откосов насыпей	15
3.5.	Оползание откосов насыпи	16
3.6.	Оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами	17
4.	Тело и основание земляного полотна	18
4.1.	Расползание насыпи	18
4.2.	Оседание насыпи вследствие уплотнения слагающих ее грунтов	19
4.3.	Сдвиг (сползание) насыпи или ее низовой части по наклонному основанию	20
4.4.	Оползни	20
5.	Слабые основания	21
5.1.	Суффозионное разрушение откосных частей земляного полотна	21
5.2.	Оседание насыпи вследствие выпирания грунтов основания	22
5.3.	Оседание насыпи вследствие уплотнения грунтов основания	23
5.4.	Выпирание грунтов в выемке	23
6.	Повреждения земляного полотна в местах его взаимодействия с инородными конструкциями	24
6.1.	Осадки основной площадки земляного полотна над трубопроводными пересечениями	24
6.2.	Нарушение отвода поверхностных вод у пассажирских платформ и погрузочно-разгрузочных площадок	25

6.3.	Повреждения приоткосных частей земляного полотна в местах прокладки кабелей	26
6.4.	Оседание земляного полотна над шахтными подработками	27
6.5.	Длительное оседание насыпей на подходах к мостам и водопропускным трубам	28
7.	Повреждения и разрушения земляного полотна, подверженного неблагоприятным природным условиям	29
7.1.	Размывы подтопляемых откосов земляного полотна	29
7.2.	Заиливание кюветов и канав	30
7.3.	Подмыв основания земляного полотна водными потоками	30
7.4.	Оврагообразование	31
7.5.	Повреждения земляного полотна при наводнениях	32
8.	Дефекты земляного полотна при строительстве дополнительных путей	33
8.1.	Пучение на одном из путей на двухпутном участке	33
8.2.	Оседание насыпи дополнительного (нового) пути, построенной на слабом основании	33
8.3.	Переувлажнение грунта в откосах старой и вновь построенной насыпей вследствие неорганизованного водоотвода из уширенного междупутья	34
8.4.	Деформации насыпи второго пути в результате увлажнения грунта из балластного шлейфа, заземленного при строительстве второго пути	35
8.5.	Нарушение целостности земляного полотна в результате деятельности животных	36
9.	Конструктивные дефекты земляного полотна длительно эксплуатируемых линий	36
9.1.	Недостаточность ширины обочин	36
9.2.	Балластный шлейф с завышенной крутизной откоса	36
9.3.	Смещение уровня и положения в плане кюветов	37
10.	Земляное полотно в горных и селеопасных условиях	38
11.	Земляное полотно в районах распространения карста	39
12.	Земляное полотно в зоне вечной мерзлоты и участков наледеобразования	40

## **1. Введение**

Главной задачей содержания земляного полотна является обеспечение исправности состояния всех его элементов, предупреждение появления неисправностей, своевременное их устранение, а также ликвидация причин, вызывающих появление неисправностей. Земляное полотно железнодорожного пути (далее - земляное полотно) служит основанием для верхнего строения пути и состоит из комплекса инженерных сооружений, рассчитанного на длительные сроки службы.

В течение длительного срока службы земляное полотно претерпевает различные видоизменения, которые приводят к превращению типовых поперечных профилей в эксплуатационные (типичные). Земляное полотно и его сооружения должны обеспечивать безопасность движения поездов с заданными нагрузками, скоростями движения при установленной грузонапряженности. Земляное полотно, его отдельные элементы и сооружения должны отвечать требованиям прочности, устойчивости на весь период службы при соблюдении периодичности ремонта. Прочность грунтов земляного полотна резко меняется под воздействием физико-химических процессов. Увлажнение глинистых грунтов, например, может стать причиной перехода их из твердого состояния в пластичное и даже текучее. Под воздействием динамических нагрузок (вибрации, удары) грунты, взаимодействуя с содержащейся в них водой, становятся неустойчивыми. Промерзание и оттаивание их сопровождаются объемными и прочностными изменениями. Эти изменения в сочетании с ошибками и неудачными решениями при проектировании, сооружении и эксплуатации иногда приводят к катастрофическим последствиям.

В земляном полотне и его основании под действием поездной нагрузки, собственного веса и под влиянием атмосферных факторов возникают упругие и остаточные деформации. Накопление остаточных деформаций при определенных условиях эксплуатации может привести к нарушению целостности земляного полотна или отдельных его частей.

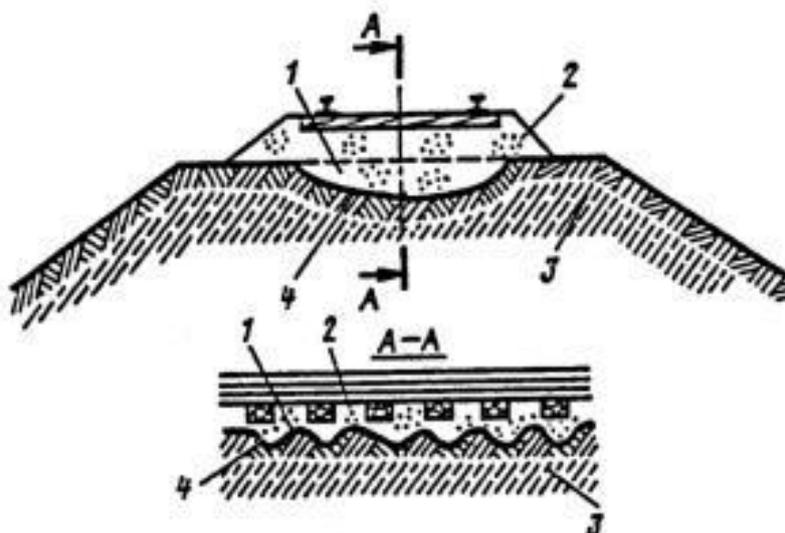
Дефекты являются следствием недоработок при проектировании земляного полотна, его защитных и укрепительных сооружений; нарушений технологии строительного процесса и временной эксплуатации железнодорожных линий; неудовлетворительного текущего содержания и ремонтов железнодорожного пути.

Деформации земляного полотна возникают при недостаточной несущей способности грунтов, из которых оно возведено; несоответствии мощности верхнего строения пути нагрузкам от обращающегося подвижного состава; при недостаточной защите грунтов земляного полотна от неблагоприятных воздействий климатических и инженерно-геологических факторов (оползней, селей, наводнений). Низкое качество содержания земляного полотна, когда не обеспечивается отвод поверхностных и грунтовых вод, несвоевременно устраняются мелкие повреждения защитных и укрепительных устройств, не ликвидируются причины снижения несущей способности грунтов и другие нарушения при содержании и ремонтах железнодорожного пути, приводит к перерастанию мелких повреждений в опасные деформации, угрожающие безопасности движения поездов.

## **2. Дефекты основной площадки земляного полотна**

### **2.1. Балластные корыта**

*Опознавательные признаки:* просадки пути, толчки, перекосы, разжижение и выплески балласта, трещины на поверхности балластного слоя.



1 – балластное корыто; 2 – балластный слой; 3 – глинистые грунты;  
4 – зона контакта балласта и глинистых грунтов

**Рисунок 1. Балластное корыто**

*Причины возникновения:* понижение несущей способности грунтов вследствие их переувлажнения; неудовлетворительное состояние балластной призмы земляного полотна и водоотводных устройств; наличие слабых или недостаточно уплотненных грунтов основной площадки; наличие пучин и весенних пучинных просадок.

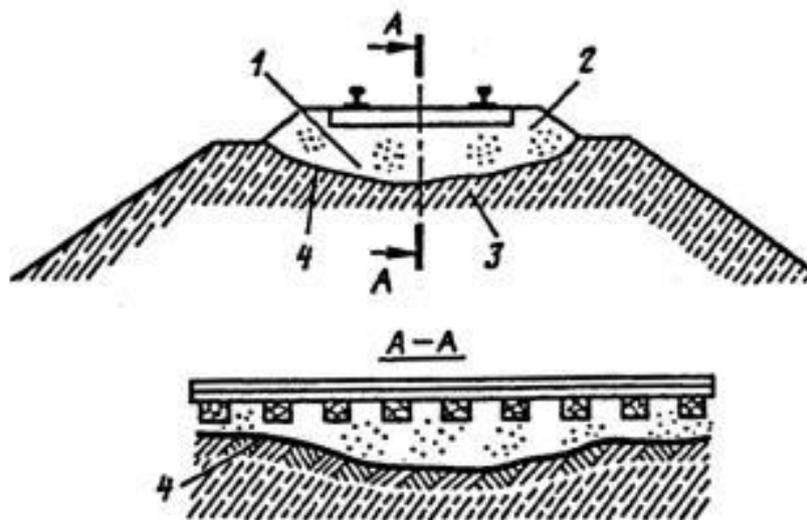
*Эксплуатационные наблюдения:* определение участка с балластными корытами; надзор за состоянием пути в периоды возникновения просадок, перекосов (весна, осень, при ливнях); регулярные замеры состояния пути по шаблону, уровню, наличию толчков при проходе поездов.

*Способы устранения:* осушение разжиженной зоны балластной призмы; устранение неисправностей верхнего строения пути (просадок, толчков, перекосов, сбития рихтовки); восстановление водоотведения по кюветам, лоткам, канавам, дренажам; устройство дренажных прорезей; устройство контрбанкетов.

Балластные корыта лучше всего ликвидировать сплошной односторонней или двусторонней срезкой верха земляного полотна и заменой его на балласт с устройством гидроизоляции. Если балластные корыта возникают на станционных путях, то целесообразно сделать местную вырезку грязного грунта, заменить его свежим, уплотнить и покрыть (под балластным слоем) слоем гидроизоляции, например, битумом или асфальтобетоном. Возможна также цементация корыт.

## 2.2. Балластное ложе

*Опознавательные признаки:* просадки пути, толчки, перекосы, разжижение и выплески балласта, трещины на поверхности балластного слоя, трещины на откосах и обочинах; выпирающие грунты на междупутья, в кюветы.



- 1 – балластное ложе; 2 – балластный слой; 3 – глинистые грунты;  
4 – зона контакта балласта и глинистых грунтов

**Рисунок 2. Балластное ложе**

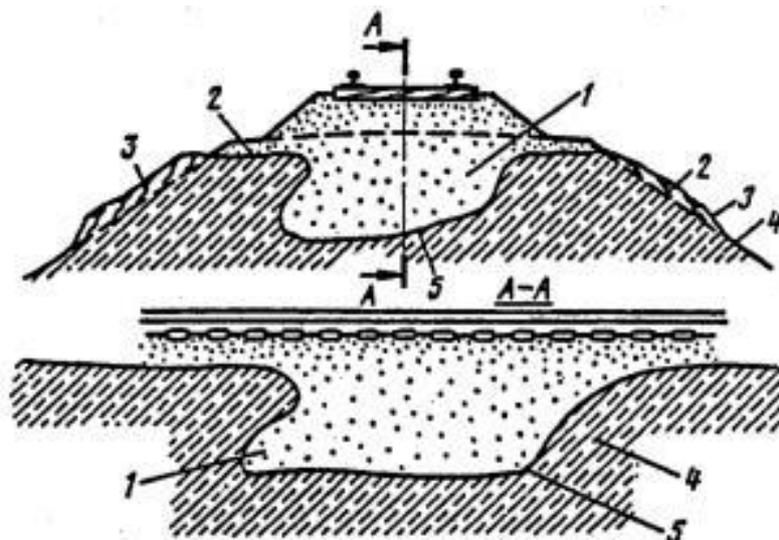
*Причины возникновения:* понижение несущей способности грунтов вследствие их переувлажнения при неудовлетворительном состоянии балластной призмы, земляного полотна и водоотводных устройств; поступление воды в насыпь или на нулевое место со стороны выемки; наличие слабых или недостаточно уплотненных грунтов в зоне основной площадки; недостаточная толщина балластного слоя; применение непригодных грунтов, неправильное расположение грунтовых слоев при возведении насыпи или оставление слабых грунтов под балластной призмой в выемках и на нулевых местах; наличие пучин и весенних пучинных просадок.

*Эксплуатационные наблюдения:* тщательный осмотр неустойчивых участков в периоды оттаивания грунта, при выпадении ливней, прохождении паводков с определением места расположения неустойчивого участка; периодический осмотр противодеформационных и водоотводных сооружений; проведение замеров уровней воды в дренажных колодцах в периоды дождей, пропуска весенних и ливневых вод, с замерами количества воды, вытекающей из дренажей, выпусков лотков, водоотводов.

*Способы устранения:* отвод воды от балластной призмы; устранение неисправностей верхнего строения пути; осушение грунтов основной площадки односторонними или двусторонними прорезями со срезкой глинистых бортов ниже дна ложа с заменой дренирующим грунтом. При наличии грунтовых вод, поступления воды из выемки по балластному ложу – каптаж ключей, устройство прорезей-преградителей, восстановление дренажей, лотков.

### 2.3. Балластный мешок

*Опознавательные признаки:* частое возникновение коротких просадок пути на одном и том же коротком участке (зимой пучинная впадина, весной выплески и разжижения); трещины на откосах земляного полотна и на водоотводах; различная растительность на участке балластного мешка и на прилегающих к нему устойчивых участках.



- 1 – балластный мешок; 2 – построчный поперечный профиль;  
 3 – выпор грунта вследствие образования балластного мешка;  
 4 – глинистые грунты; 5 – зона контакта балласта и глинистых грунтов

**Рисунок 3. Балластный мешок**

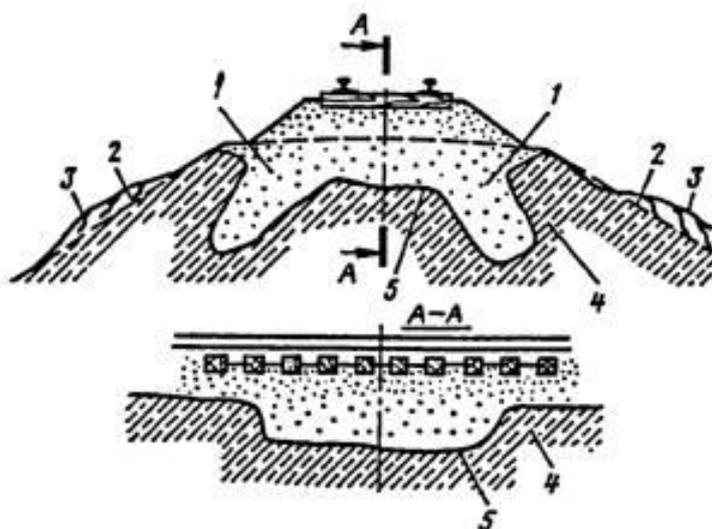
*Причины возникновения:* неправильное расположение разнородных грунтов при сооружении земляного полотна или устранении возникавших повреждений и разрушений; нарушение технических требований проектов при заполнении траншей и котлованов при прокладке трубопроводов, линий связи, водопропускных сооружений в теле земляного полотна; многократные исправления резких коротких просадок пути посредством подъемов на балласт при устранении деформаций земляного полотна на слабых основаниях интенсивного пучения и весенних пучинных просадок.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение границы неустойчивых участков земляного полотна, осмотр противодеформационных и водоотводных сооружений; выявление характерных неисправностей верхнего строения пути и приуроченность их к определенным сезонам года.

*Способы устранения:* незамедлительное устранение неисправностей пути (иногда с созданием дежурной бригады); отведение воды от места неисправности пути с устранением застоев в канавах; заделка трещин на поверхности откосов, в канавах и кюветах. При балластных гнездах или мешках наилучшим способом устранения неисправностей является устройство в теле насыпи наклонно расположенных перфорированных дренажных труб для отвода воды, устройство дренажных прорезей; устройство контрбанкетов.

#### **2.4. Балластные гнезда**

*Опознавательные признаки:* просадки пути, толчки, перекосы, разжижение и выплески балласта; трещины на поверхности балластного слоя; трещины на откосах и обочинах; выпирание грунтов на междупутья, в кюветы; образование на откосах потеков грунта, смешанного с песком; выпучивание откосов насыпей.



- 1 – балластные гнезда; 2 – построочный поперечный профиль;  
 3 – выпор грунта вследствие образования балластного гнезда;  
 4 – глинистые грунты; 5 – зона контакта балласта и глинистых грунтов

**Рисунок 4. Балластные гнезда**

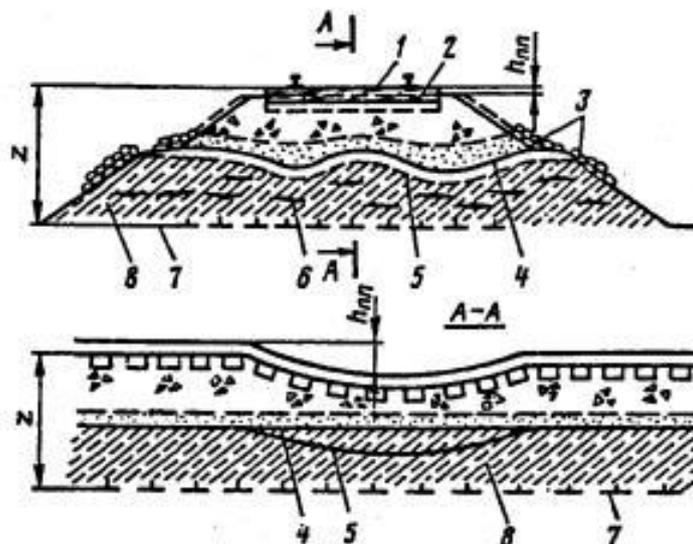
*Причины возникновения:* неправильное расположение грунтов различной водопроницаемости при строительстве дороги, при постройке вторых (дополнительных) путей; укладка глинистых грунтов поверх песчаных (в том числе шлейфа); возникновение канав, заполненных балластными материалами при развитии станций, уширении междупутий, укладке стрелочных съездов; неправильное восстановление земляного полотна после разрушений с использованием непригодных грунтов; неудовлетворительное текущее содержание пути в течение длительного времени на участках с пучинами, весенними пучинными просадками, сезонными разжижениями грунтов.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ неустойчивого участка; тщательный осмотр состояния земляного полотна, противодеформационных и водоотводных сооружений.

*Способы устранения:* устранение разжижения балластного слоя, выправка пути, устранение застоев воды на поверхности основной площадки, в балластных мешках, гнездах; выпуск воды из мест наружного и внутреннего застоя (засыпанных шлейфов и др.); подъемка пути на балласт или замена слабых грунтов основной площадки; устройство дренажных прорезей; устройство контрбанкетов; приведение верхнего строения пути к типу, соответствующему условиям эксплуатации железнодорожной линии.

## 2.5. Весенние пучинные просадки

*Опознавательные признаки:* просадки рельсовых нитей в период оттаивания грунтов; частые нарушения состояния пути по уровню и в профиле (толчки, перекосы); выжимание воды, а затем разжиженного грунта у граней шпал, в некоторых случаях появление бугров выпирания разжиженного грунта на обочинах и в междупутьях; смещение откосов и другие повреждения кюветов.



1, 2 – верх шпалы соответственно в конце зимы и весной после оттаивания грунтов; 3 – выпор грунта; 4 – основная площадка зимой; 5 – основная площадка после просадки; 6 – линзы льда 7 – граница промерзания; 8 – глинистые грунты; Z – глубина промерзания;  $h_{\text{пуч}}$  – высота пучинной просадки

**Рисунок 5. Весенние пучинные просадки**

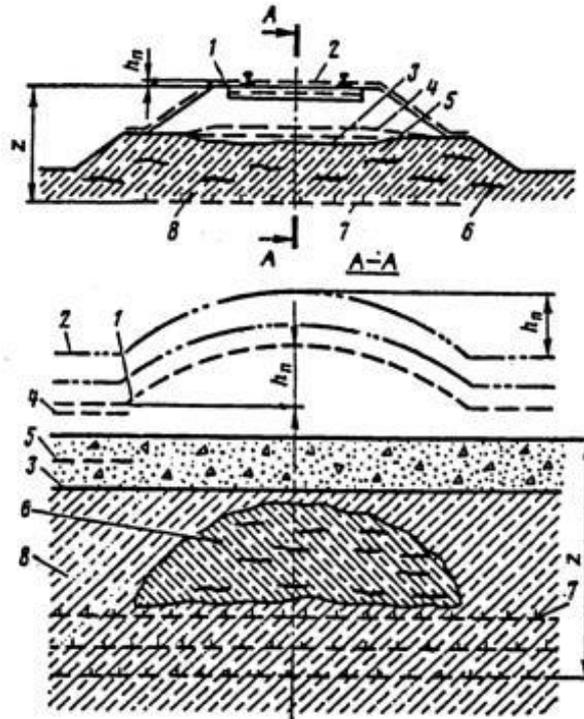
*Причины возникновения:* резкое снижение несущей способности оттаивающих грунтов на участках с интенсивным неравномерным и равномерным пучением; неудовлетворительный отвод грунтовых и поверхностных вод; неравномерное оттаивание грунта вдоль пути и под разными рельсовыми нитями; интенсивные атмосферные осадки, усиливающие деформацию пути.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение местоположения участка с весенними пучинными просадками; надзор за состоянием земляного полотна и его обустройств в период таяния снега, оттаивания грунта, прохождения паводков, выпадения атмосферных осадков.

*Способы устранения:* отвод воды от балластного слоя и с обочин; регулярная очистка кюветов и канав от загрязнителей, льда, снега с недопущением застоев воды; устройство дренажных прорезей; устройство контрбанкетов; устранение отступлений пути по уровню и в профиле; при интенсивных расстройках пути ограничение скоростей движения.

## 2.6. Пучины

*Опознавательные признаки:* деформации, возникающие в периоды промерзания и оттаивания грунтов; отступления в пути по уровню и в продольном профиле, вызывающие беспокойный ход поезда при движении по пучинному участку; зависание рельсов над шпалами вблизи пучинных неровностей; продольные трещины в снежном покрове, на поверхности откосной части балластной призмы, у концов шпал; при оттаивании грунта возникают просадки, перекосы, выплески, выпираание грунта при проходе поездов с выпучиванием обочин, откосов кюветов и канав, сдавливание лотков.



1, 2 – верх шпалы соответственно осенью и в конце зимы; 3, 4 – основная площадка соответственно осенью и в конце зимы; 5 – построечное очертание основной площадки; 6 – линзы льда; 7 – граница промерзания; 8 – глинистые грунты; Z – глубина промерзания;  $h_{п}$  – высота пучинного горба

**Рисунок.6. Пучины**

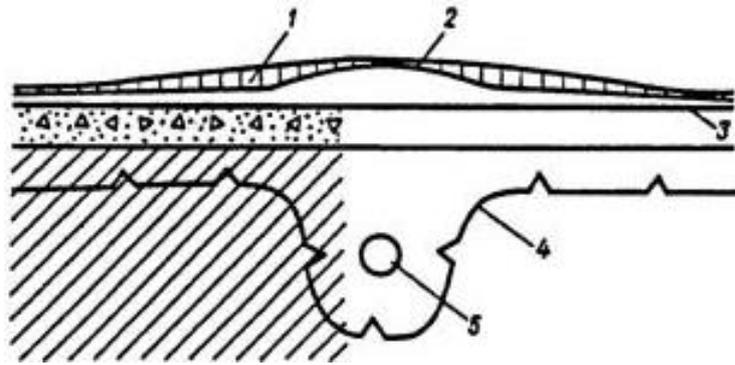
*Причины возникновения:* наличие неоднородных или неодинаково увлажненных грунтов основной площадки; увлажнение глинистых грунтов, слагающих основную площадку, вследствие наличия бессточных неровностей; промерзания при наличии грунтовых вод и при запущенном состоянии водоотводов; неодинаковая глубина промерзания земляного полотна; неравномерное загрязнение и увлажнение балластного слоя.

*Эксплуатационные наблюдения:* при визуальных зимних наблюдениях с помощью шаблона замеряется высота поднятия головок рельсов за период между датами проведения наблюдений. Весной измеряют величины оседания рельсовой колеи. По визуальным наблюдениям определяют местоположение пучины, величины пучинных горбов (или впадин), скорости нарастания и оседания пучинных неровностей, фиксируют толщины пучинных подкладок на каждой шпале.

*Способы устранения:* усиленный надзор за состоянием пути в периоды роста пучин зимой и, особенно при их спаде весной (вплоть до ежедневных осмотров); своевременное устранение отступлений от норм содержания рельсовой колеи с применением пучинных подкладок или подрельсовых прокладок; тщательное содержание водоотводных устройств (кюветов, канав, лотков, дренажей) с заблаговременной подготовкой к отводу воды в периоды длительных оттепелей и весеннего снеготаяния.

## **2.7. Пучинные горбы над “холодными” трубопроводами**

*Опознавательные признаки:* возникновение пучинного горба с недопустимыми по нормам содержания пути продольными уклонами над газопроводом.



1 – пучинные подкладки; 2, 3 – уровень головки рельсов зимой и летом соответственно; 4 – положение границы промерзания; 5 – холодный газопровод

**Рисунок 7. Пучинные горбы над холодными трубопроводами**

*Причины возникновения:* замерзание грунта вокруг газопровода с отрицательной температурой газа и дополнительные пучения по сравнению с равномерным на прилежащих участках за счет увеличения объема мерзлого грунта.

*Эксплуатационные наблюдения:* осмотры и измерения при этих осмотрах, а также инструментальные измерения как на участках с пучинами, определение температуры газопровода и размеров (диаметра) массива мерзлого грунта вокруг него.

*Способы устранения:* исправление пути на пучинные подкладки. Выполнение противодеформационных мероприятий по индивидуальному проекту, создание избыточного давления в теплоизоляционных прокладках.

## 2.8. Основные способы ликвидации грунтовых пучин

- осушение грунта с понижением уровня грунтовых вод ниже горизонта промерзания;
- теплоизоляция грунта – устройство теплоизоляционной подушки балласта;
- укладка пенопластовых плит на основную площадку земляного полотна;
- подъемка пути на песчаный балласт или шлак;
- замена пучинистого грунта крупнозернистым и средней крупности чистым песком.

Осушение грунта с понижением уровня грунтовых вод применяют, если уровень свободной грунтовой воды расположен выше горизонта промерзания в грунтах с небольшой молекулярной влагоемкостью. Для этого устраивают односторонние и двусторонние подкюветные или закюветные дренажи. Глубину заложения дренажа устанавливают так, чтобы из зоны промерзания была выведена не только свободная, но и связанная с ней капиллярная вода. Глубина заложения двустороннего дренажа считая от дна кювета:

$$H = P + e + d + f + h_0 - K,$$

где  $P$  – глубина промерзания;

$e$  – запас, учитывающий возможные колебания глубины промерзания и принимаемый по местным условиям, но не менее 0,15 м;

$d$  – высота капиллярного поднятия по данным лабораторного исследования (ориентировочно для песков  $d = 0,2$  м, для супесей 0,30 м, для суглинков и глин 0,35–0,5 м);

$f$  – стрела подъема кривой депрессии; величина ее может быть принята по среднему уклону  $I$  кривой депрессии:  $f = m \cdot I$ ;

$I$  – для пылеватых песков равен около 0,02, супесей 0,02–0,05, суглинков 0,05–0,10, глин 0,10–0,15;

$m$  – расстояние от оси пути до стенки дренажа;

$h_0$  – толщина слоя воды, собранной дренажем (расстояние от дна дренажа до верха трубы);

$K$  – расстояние от дна кювета до поверхности балластной призмы.

Данная формула справедлива и для одностороннего дренажа с учетом того, что стрела подъема кривой депрессии  $f$  определяется для сечения, отстоящего от внешнего торца дальней шпалы на расстояние 0,2–0,5 м в сторону поля.

Осушение грунта с понижением уровня грунтовых вод применяют, если уровень свободной грунтовой воды расположен выше горизонта промерзания в грунтах с небольшой молекулярной влагоемкостью. Для этого устраивают односторонние и двусторонние подкюветные или закюветные дренажи. Глубину заложения дренажа устанавливают так, чтобы из зоны промерзания была выведена не только свободная, но и связанная с ней капиллярная вода. Из расчетной схемы двустороннего дренажа (рис. 5) видно, что глубина его заложения, считая от дна кювета,

$$H = P + e + d + f + h_0 - K,$$

где  $P$  – глубина промерзания;

$e$  – запас, учитывающий возможные колебания глубины промерзания и принимаемый по местным условиям, но не менее 0,15 м;

$d$  – высота капиллярного поднятия по данным лабораторного исследования (ориентировочно для песков  $d = 0,2$  м, для супесей 0,30 м, для суглинков и глин 0,35–0,5 м);

$f$  – стрела подъема кривой депрессии; величина ее может быть принята по среднему уклону  $I$  кривой депрессии:  $f = m \cdot I$ ;

$I$  – для пылеватых песков равен около 0,02, супесей 0,02–0,05, суглинков 0,05–0,10, глин 0,10–0,15;

$m$  – расстояние от оси пути до стенки дренажа;

$h_0$  – толщина слоя воды, собранной дренажем (расстояние от дна дренажа до верха трубы);

$K$  – расстояние от дна кювета до поверхности балластной призмы.

Данная формула справедлива и для одностороннего дренажа с учетом того, что стрела подъема кривой депрессии  $f$  определяется для сечения, отстоящего от внешнего торца дальней шпалы на расстояние 0,2–0,5 м в сторону поля.

- Теплоизоляция грунта заключается в укладке под балласт материала малой теплопроводности слоем такой толщины, чтобы грунт под ним не замерзал. Для этой цели можно использовать просеянный угольный котельный шлак крупностью 2-30 мм, и устраивать теплоизоляционные пенопластовые подушки и плиты;

Толщина врезной шлаковой подушки  $Z$  определяется расчетом в зависимости от термических характеристик шлака и глубины промерзания, но ее принимают не менее 0,4 м:

При устройстве шлаковых подушек надо обязательно отводить от них воду в углубленные кюветы или дренажи траншейного типа, а также плавно сопрягать подушку с грунтом земляного полотна в продольном направлении на длине  $l$ , равной:

$$l = h / i,$$

где  $h$  – высота равномерного пучения;

$i$  – уклон отвода от неликвидированного равномерного пучения к невспученному участку, принимаемый равным 0,001–0,0025.

Укладка пенопластовых плит (подушек) на основную площадку земляного полотна приводит к выведению зоны промерзания из зоны пучения.

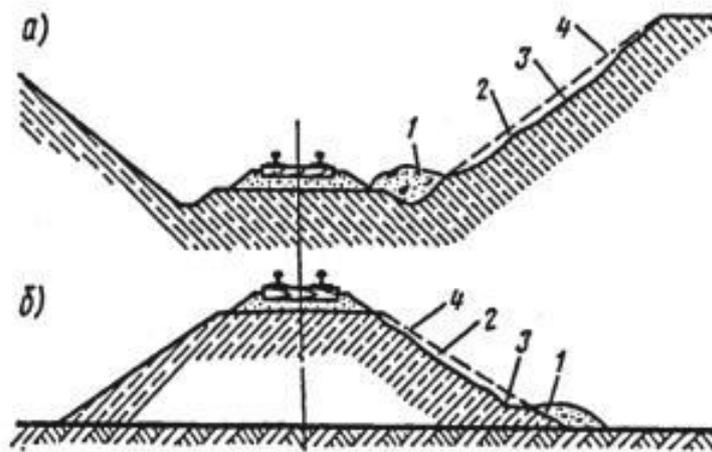
Подъемка пути на балласт или шлак основана также на принципе удаления пучинистого грунта из зоны промерзания. Высоту подъемки устанавливают специальными расчетами. Производство работ в этом случае проще и дешевле, чем врезка шлаковой подушки.

Замена пучинистого грунта непучинистым на всю глубину промерзания целесообразна при постройке. В эксплуатационных условиях ввиду большой трудоемкости и необходимости в длительных «окнах» она применяется редко.

### 3. Дефекты откосов насыпей

#### 3.1. Смывы

*Опознавательные признаки:* потеки и мелкорусловые размывы на откосах; отложения высохшего затвердевшего грунта у основания откосов.



1 – смытый грунт; 2 – место повреждения;  
3 – поврежденный откос; 4 – поверхность откоса до повреждения

**Рисунок 8. Смывы: а – выемки; б – насыпи**

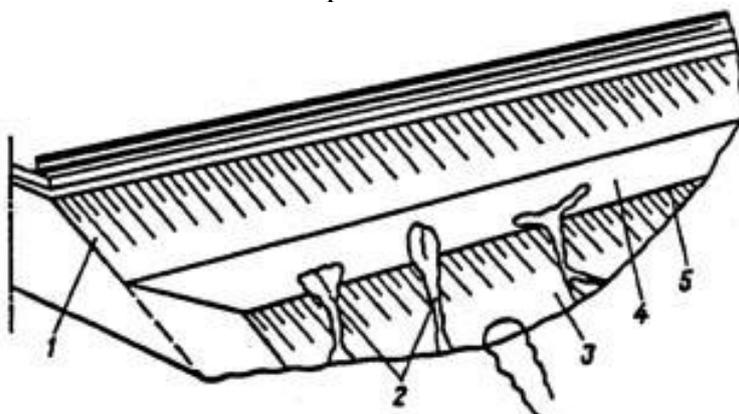
*Причины возникновения:* грубая планировка, недостаточное укрепление откосов и их бровок; местное переувлажнение грунтов из-за нарушения нормальной работы водоотводных устройств или повреждений защитного слоя, а также разжижение грунта при оттаивании до текущего состояния.

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за состоянием и работоспособностью водоотводных устройств в периоды снеготаяния, выпадения ливневых и затяжных дождей; осмотр состояния поверхности откосов, укрепительных устройств, выпусков воды из кюветов, водоотводных канав, смотровых колодцев, выходов из дренажей.

*Способы устранения:* уменьшение поступления поверхностной воды на откос; устранение застоев воды в водоотводных устройствах; заделка начинающихся размывов, трещин в грунте, восстановление крепления откосов; при необходимости – уборка снега с откосов, укрепление откосов травосеянием в сочетании с геосинтетическими материалами.

### 3.2. Размывы откосов контрбанкетов и берм

*Опознавательные признаки:* неровности на берме и откосе; оврагообразные размывы бермы, бровки откоса; заколы с образованием трещин на берме и откосе; отложение размывого грунта у основания откоса контрбанкета.



1 – откос усиливаемой насыпи; 2 – промоины на берме и откосе контрбанкета;  
3 – откос контрбанкета; 4 – берма контрбанкета; 5 – бровка контрбанкета

**Рисунок 9. Размывы откосов контрбанкетов и берм**

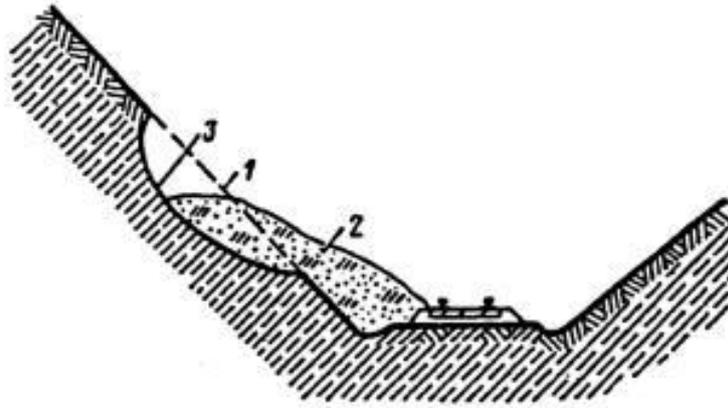
*Причины возникновения:* недостаточное уплотнение грунта при возведении контрбанкета; некачественная планировка поверхностей бермы и откоса; отсутствие укрепления откоса; низкое качество содержания контрбанкета.

*Эксплуатационные наблюдения:* визуальный осмотр контрбанкета с устранением промоин и трещин в грунте, а также восстановлением крепления.

*Способы устранения:* восстановление проектных очертаний бермы, бровки, откоса контрбанкета; ликвидация промоин засыпкой грунтом с нормируемым уплотнением; укрепление поверхности бермы и откоса травосеянием, покрытие полки и откосов защитным слоем из щебня (гравия).

### 3.3. Сплывы откосов выемок

*Опознавательные признаки:* от смывов сплывы отличаются сплошным смещением поверхностных слоев грунта, а от оползней откосов – малой глубиной захвата. На ранних стадиях возникают короткие трещины на поверхности и у бровок откосов, а у основания откосов – выпоры; может появляться влаголюбивая растительность, происходит вздутие поверхности откосов. Для сплывов, связанных с промерзанием и оттаиванием грунта, вначале характерно появление потеков разжиженной массы, а затем смещение верхних слоев грунта толщиной от 0,3 до 2 м. Кюветы и канавы деформируются со смещением их откосов внутрь сечения. На пути часто наблюдаются пучинные просадки (в том числе весенние).



1 – откос выемки да сплыва; 2 – сплывший грунт; 3 – поверхность скольжения.

**Рисунок 10. Сплывы откосов выемок**

*Причины возникновения:* снижение прочности грунтов вследствие происходящих в них физико-химических процессов, связанных с промерзанием и оттаиванием, усадкой и набуханием, попеременным высушиванием и увлажнением, нарушением сплошности при выветривании. Сплывам способствуют выходы грунтовых вод на поверхность откосов, неупорядоченный поверхностный сток, нарушение целостности укреплений.

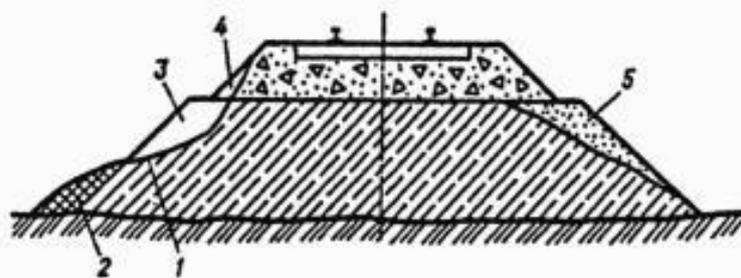
*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ участка развития сплывов с определением глубины захвата (толщины смещающегося слоя), установка створов вешек для измерения величин подвижек грунта и проведение этих измерений; наблюдение за исправностью постоянных водоотводных устройств и временных (противоаварийных) сооружений; проверка состояния пути и устранение неисправностей земляного полотна и верхнего строения пути.

*Способы устранения:* расчистка поврежденных или загроможденных канав, кюветов, лотков; пропуск застойных вод от земляного полотна; уборка сплывших масс грунта с устранением трещин, бессточных впадин, планировка откосов, устройство откосных укреплений с применением георешеток с заполнением растительным грунтом и засевом трав. Усиленный контроль за состоянием пути и устранение неисправностей.

### 3.4. Сплывы откосов насыпей

*Опознавательные признаки:* продольные трещины на обочинах, приобочных частях откоса; местное понижение обочины; местное выпучивание поверхности откоса; влаголюбивая растительность на откосе; выходы воды; неустойчивость откоса балластной призмы; односторонние просадки пути, иногда с поперечными сдвигками.

*Причины возникновения:* рыхлое сложение верхнего слоя грунта; местное смачивание контакта глинистого грунта откоса и балластного слоя; перегрузка верхней части откоса навалами грунта, старого балласта, другими материалами; неправильная прокладка в насыпях различных кабелей; выгрузка снега на откос; плохой водоотвод.



- 1 – поверхность смещения; 2 – сместившийся грунт 3 – нарушенная часть откоса;  
4 – поврежденная часть балластной призмы; 5 – балластный шлейф

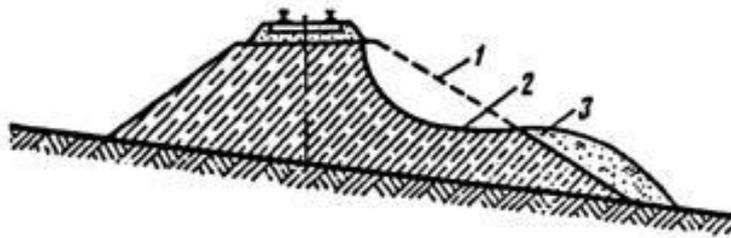
**Рисунок 11. Сплывы откосов насыпей**

*Эксплуатационные наблюдения:* проверка состояния пути в плане и профиле; осмотр поверхности обочин, откосов насыпи, поверхности балластной призмы; при необходимости – выставление створа вешек для наблюдений за горизонтальными сдвигами.

*Способы устранения:* исправление рельсовой колеи в плане и профиле; при интенсивных осадках – ограничение скоростей движения, а при необходимости организация дежурных бригад; ликвидация застоев воды; уборка излишних материалов с обочин и верхних частей откоса; создание упора у основания откоса из камня, габионов, устройство откосных укреплений с применением георешеток с заполнением растительным грунтом и засевом трав, местного грунта с отводом воды от земляного полотна, устройство контрбанкетов.

### 3.5. Оползание откосов насыпи

*Опознавательные признаки:* появление продольных трещин на обочинах, откосах балластной призмы, вдоль торцов шпал, под рельсошпальной решеткой, бугров на откосе и увлажненных складок в нижней части откоса; относительно большие просадки рельсовых нитей, требующие выправки пути; искажение очертаний откосов и поверхности земли рядом с основанием откоса.



- 1 – первоначальный (построечный) профиль; 2 – поверхность скольжения;  
3 – сползший грунт

**Рисунок 12. Оползание откосов насыпи**

При оползании вначале происходит вертикальное смещение грунта с образованием стенки отрыва, затем смещение грунта в полевую сторону. Как правило, другая часть насыпи остается устойчивой. Этим отличается оползание откосов от общего смещения всей насыпи.

*Причины возникновения:* недостаточная плотность грунтов насыпи и откосных частей; наличие балластных шлейфов на откосах насыпей; завышенная крутизна откосов; сооружение насыпи из слабых грунтов, не пригодных для строительства; разница в плотности и влажности грунтов ядра и откосной части; наличие продольных балластных лож, мешков и особенно балластных гнезд; наличие балластного шлейфа с завышенной крутизной его откоса и смачиванием контакта глинистых и дренирующих грунтов; наличие слабых грунтов в основании откосной части насыпи; переувлажнение грунта обильными атмосферными осадками, талыми водами.

*Эксплуатационные наблюдения:* установление створов вешек; выявление на поверхностях откосов мест выхода грунтовой воды или, наоборот, поглощения стекающей

воды при снеготаянии и обильных дождях; тщательный осмотр мест, где проводились неотложные мероприятия.

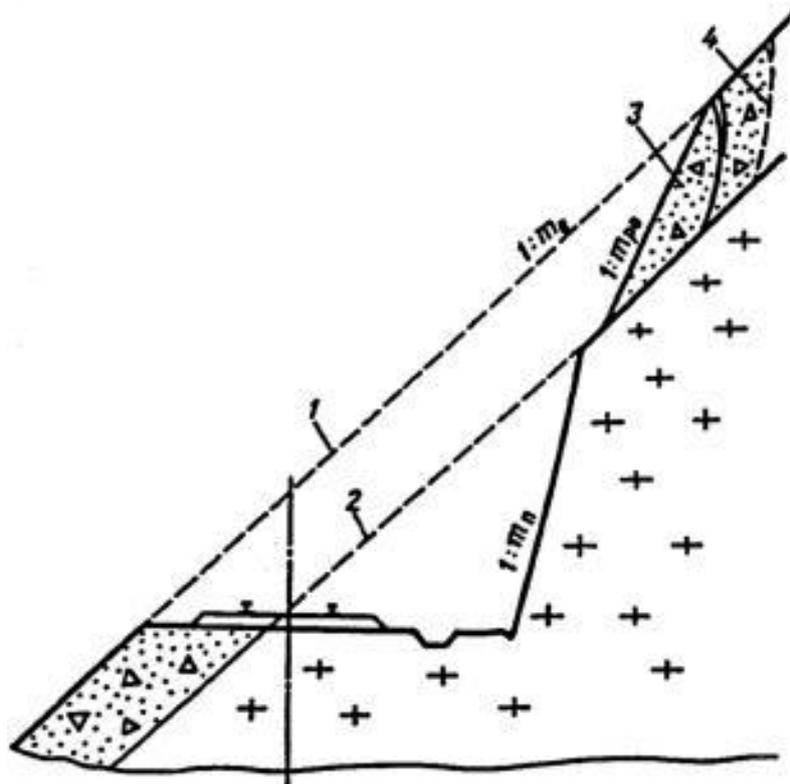
*Способы устранения:* планировка обочин, заделка трещин, уборка снега в конце зимы; осушение балластных лож, мешков и гнезд; предотвращение поступления воды в тело насыпи (гидроизоляция или перехват воды и отвод ее за пределы насыпи); срезка оползающих грунтов откосов; нарезка уступов на глиняном ядре и восстановление качественным грунтом с нормируемым уплотнением; присыпка берм или контрбанкетов для усиления откоса, устройство откосных укреплений с применением георешеток с заполнением растительным грунтом и засевом трав. При восстановлении насыпи дренирующими грунтами необходимо обеспечивать отвод воды.

### 3.6. Оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами

*Опознавательные признаки:* взбугривание естественной поверхности склона с образованием продольных трещин в грунтовой толще, расположенной выше бровки откоса и наклоном стволов деревьев в низовую сторону; выходы грунтовых вод в смеси с мелкоземом в понижениях рельефа и отложениями песчано-глинистого материала у основания скального откоса; накопление на закуветной полке продуктов выветривания пород

*Причины возникновения:* подрезка косогоров при сооружении выемок (полувыемок) без принятия мер по закреплению неустойчивых массивов; неудовлетворительная организация поверхностного стока и отвода грунтовых вод или завышенная крутизна откосов в рыхлых слоях.

*Эксплуатационные наблюдения:* все участки на косогорах с подрезкой неустойчивых слоев горных пород должны находиться под постоянным надзором эксплуатирующей организации.



1 – естественный склон до устройства выемки; 2 – контакт рыхлых отложений со скальными породами; 3 – неустойчивый массив; 4 – трещины разрыва рыхлых

отложений;  $1:m_e$  – крутизна естественного склона;  $1:m_{п}$  – крутизна откоса полувыемки в скальных породах;  $1:m_{po}$  – крутизна откоса полувыемки в рыхлых отложениях

**Рисунок 13. Оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами, сели**

*Причины возникновения:* подрезка косогоров при сооружении выемок (полувыемок) без принятия мер по укреплению неустойчивых массивов; неудовлетворительная организация поверхностного стока и отвода грунтовых вод или завышенная крутизна откосов в рыхлых слоях. При горном рельефе и накоплении в нагорных логах продуктов горного выветривания крупнообломочных и песковых материалов возможны селевые потоки (сели) – горные паводки с большим количеством твердых продуктов.

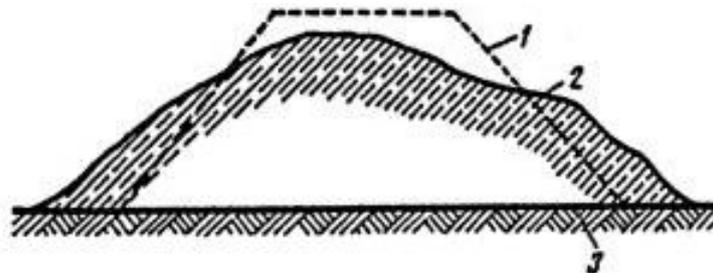
*Эксплуатационные наблюдения:* все участки на косогорах с подрезкой неустойчивых слоев горных пород, селеопасные участки должны находиться под надзором эксплуатирующей организации с постоянным контролем состояния отложений рыхлых пород (водонасыщенность, наличие спусков и т.д.).

*Способы устранения:* освобождение закветных полок и водоотводных устройств, загроможденных сплывшими породами; устранение застоев воды в неровностях неустойчивых массивов и обеспечение безопасного стока; сохранение и развитие растительности, террасирование склонов, агролесомелиорация на склонах лога закрепление на косогоре массивов, угрожающих обрушением и заблаговременное обрушение неустойчивых массивов; устройство структурных сооружений, селепропускающих (эстакады и мосты), селедуков, селеудерживающих плотин, стен, каскадных барражей.

#### 4. Тело и основание земляного полотна

##### 4.1. Расползание насыпи

*Опознавательные признаки:* неравномерные просадки рельсовых нитей с возникновением перекосов и толчков; искажение очертаний откосов с их выпучиванием и образованием трещин на поверхности; оседание обочин; постепенное оседание верхнего строения пути, более интенсивное в высокой части, у водопропускных труб.



1 – построечный поперечный профиль насыпи; 2 – поперечный профиль насыпи после деформации; 3 – основание насыпи

**Рисунок 14. Расползание насыпи**

*Причины возникновения:* сооружение насыпи из переувлажненных глинистых или пылеватых грунтов; недостаточное уплотнение грунта при строительстве; разжижение

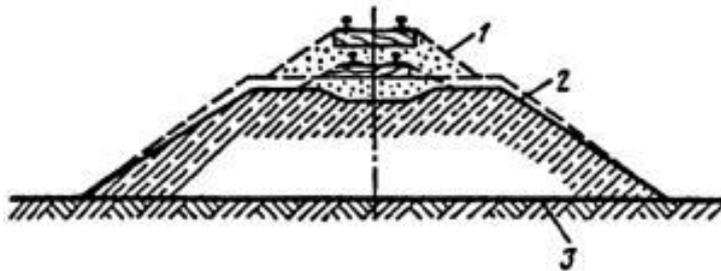
плавунных грунтов тела насыпи при воздействии на нее поездной нагрузки; переувлажнение поверхностными водами тела насыпи, сооруженной из пересушенных недоуплотненных грунтов; накопление влаги в балластных ложах, мешках, гнездах.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение величин оседания насыпи по просадкам верхнего строения пути; контроль за состоянием и работоспособностью имеющихся сооружений, отводящих грунтовые и поверхностные воды; визуальный контроль за очертанием откосов, а при необходимости проведение инструментальных наблюдений.

*Способы устранения:* ликвидация застоев воды; выправка пути на балласте, при необходимости – очистка откосов от снега до начала таяния. По проекту проводится комплексное усиление насыпи с обеспечением осушения грунта, отсыпкой контрбанкетов, уположением откосов, уширением основной площадки.

#### 4.2. Оседание насыпи вследствие уплотнения слагающих ее грунтов

*Опознавательные признаки:* заметное на глаз понижение продольного профиля пути, особенно вблизи водопропускной трубы; балластные шлейфы и продольные трещины на откосах насыпи; частые просадки пути; нарушения положения рельсовой колеи по уровню; повышенная вибрация пути при проходе поездов; интенсивный рост балластных лож, мешков, гнезд.



1 – поперечный профиль насыпи до оседания;  
2 – очертание насыпи после ее деформации; 3 – основание насыпи

#### Рисунок 15. Оседание насыпи вследствие уплотнения слагающих ее грунтов

*Причины возникновения:* использование гумуссированных, засоленных и других подобных грунтов для возведения насыпей; нарушение технологии строительства земляного полотна; недостаточное уплотнение грунтов, укладываемых в насыпи; низкое качество содержания земляного полотна, ухудшающее прочностные свойства грунтов насыпей и состояние пути в целом.

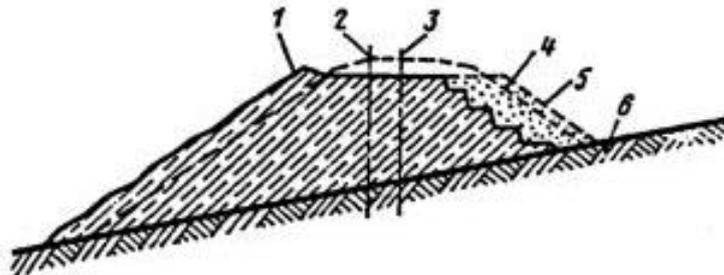
*Эксплуатационные наблюдения:* усиленный надзор за возможными просадками пути; визуальный осмотр поверхностей откосов насыпи и откосных частей балластной призмы; осмотр мест, где наблюдались трещины в грунте. При наличии в насыпи дренажей, контрбанкетов и других конструкций – осмотр их состояния и обеспечение их работоспособности.

*Способы устранения:* исправление пути по уровню и в продольном профиле; обеспечение стока поверхностных вод из углублений на основной площадке с устройством поперечного дренажа; расчистка трещин в грунте откосов насыпи и заполнение их местным грунтом; обнаружение возможного высачивания воды на откосах с обеспечением водоотвода и предупреждение переувлажнения грунта откоса.

### 4.3. Сдвиг (сползание) насыпи или ее низовой части по наклонному основанию

*Опознавательные признаки:* смещение рельсовой колеи в направлении передвижения насыпи (вниз по косогору); просадки пути; возникновение продольных трещин в насыпи (по бровкам, на откосах); появление бугров выпирания грунтов у основания откосов с низовой стороны.

*Причины возникновения:* неправильная подготовка косогорного основания насыпи во время строительства; неудовлетворительный отвод поверхностных и грунтовых вод от основания насыпи; наличие наклонно расположенных и разжиженных верхних слоев грунта в основании насыпи; наклон минерального дна болота, на которое опирается насыпь.



- 1 – поперечный профиль сместившейся насыпи; 2 – ось сместившейся насыпи;  
 3 – построечное положение оси насыпи; 4 – построечный поперечный профиль насыпи;  
 5 – уширение насыпи, необходимое для обеспечения устойчивости балластной призмы;  
 6 – наклонное основание насыпи

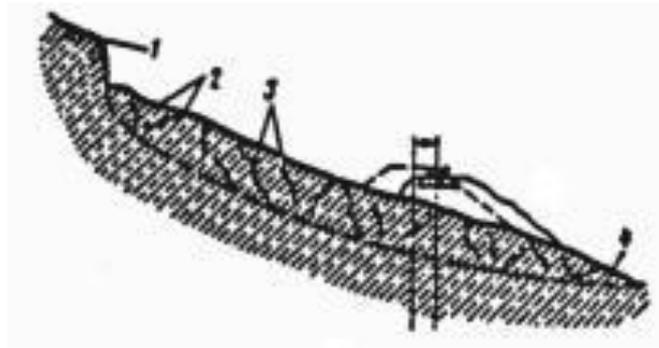
**Рисунок К.16. Сдвиг (сползание) насыпи или ее низовой части по наклонному основанию**

*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ неустойчивого участка; проверка состояния пути по сбитию рихтовки, по уровню, в продольном профиле (наличие просядок); контроль за раскрытием имеющихся трещин и за возникновением новых; надзор за имеющимися поддерживающими сооружениями (контрбанкетами свайными кустами, подпорными стенами); обеспечение стока воды по канавам, выпускам дренажей, устранение застоев.

*Способы устранения:* исправление пути по уровню и в профиле; устранение зауженности основной площадки земляного полотна; устранение застоев воды на обочинах, на поверхности балластного слоя; заделка трещин на откосах, обочинах, бермах, в водоотводных сооружениях, устройство упоров в виде подпорных стен с применением анкерных систем или устройством свайных упоров.

### 4.4. Оползни

*Опознавательные признаки:* частые нарушения состояния рельсовой колеи в плане (нарушение рихтовки) по уровню и в профиле; нарушение целостности канав, кюветов и других водоотводных сооружений со сдавливанием сечений, нарушением продольных уклонов, разрушение креплений и т. п.; нарушение целостности грунтового массива и расположенного на нем земляного полотна трещинами, ориентированными поперек и вдоль направления смещения; образование почти вертикальной стенки отрыва в голове оползня и уступов на смещающемся массиве; наклоны и расщепления деревьев, растущих на оползне.



1 – бровка срыва; 2 – оползневой массив; 3 – трещины на оползне;  
4 – поверхность скольжения оползня

### Рисунок 17. Оползень

*Причины возникновения:* оползни выявляют при инженерно-геологическом обследовании. Как правило, имеет место комплекс причин, связанных с изменением физико-механических свойств грунтов, воздействием поверхностных и грунтовых вод, подрезкой неустойчивых косогоров, речной абразией

*Эксплуатационные наблюдения:* результаты эксплуатационных наблюдений служат основой для последующих инженерно-геологических обследований и установления причин возникновения и активизации оползня. В состав эксплуатационных наблюдений входит: периодическое нивелирование по рельсовым нитям; измерение горизонтальных смещений оползневого массива и земляного полотна; выявление застойных мест и выходов грунтовых вод.

*Способы устранения:* для защиты земляного полотна от разрушительного воздействия оползней проводят меры – неотложные при активных деформациях, усиленный текущий ремонт защитных сооружений, капитальное укрепление оползневого косогора. Проведение неотложных мероприятий нацелено на обеспечение безопасности движения поездов посредством выправки пути рихтовкой, устранением просадок, перекосов и др.; восстановление существующих устройств для отвода поверхностных и грунтовых вод, устройство упоров в виде подпорных стен с применением анкерных систем или устройством свайных упоров, устранение заболоченности и иных застоев воды, заделка трещин на поверхности оползня.

Усиленное текущее содержание с устранением возникающих повреждений земляного полотна и его обустройств требуется как в период активных подвижек оползня, так и при проведении капитальных работ, особенно во время технологических перерывов.

## 5. Слабые основания

### 5.1. Суффозионное разрушение откосных частей земляного полотна

*Опознавательные признаки:* отложение мелкопесчаных и пылеватых частиц вблизи выходов грунтовых вод на поверхность; мочажины у основания откоса со своеобразной влаголюбивой растительностью – кустарниками, крупностебельными травами; топкие поверхностные заболоченности с железистыми и солеобразующими налетами на относительно сухих возвышениях (в том числе кочках); концентрические трещины в откосных частях земляного полотна, у водоотводных канав с откосными и циркулярными оплывинами. При запущенном состоянии земляного полотна возникает заболоченность территории.

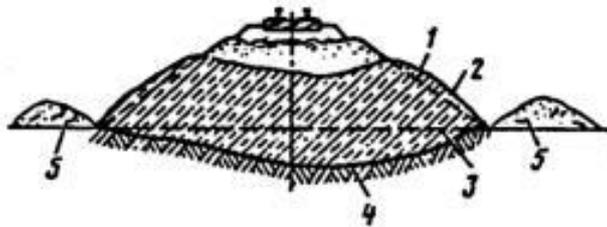
*Причины возникновения:* наличие водоносного слоя вблизи поверхности земли, где были разработаны откосы выемок или сооружены насыпи с плохо организованным сбором и отведением изливающихся на поверхность грунтовых вод (ключей, родников, трещинных вод); усиление выноса потоком изливающихся грунтовых вод, мелких частиц грунта вследствие изменения режима подземных потоков при проведении строительных или других земляных работ вблизи земляного полотна.

*Эксплуатационные наблюдения:* обнаружение и учет всех мест выхода грунтовых вод в зоне возможного их влияния на состояние земляного полотна; своевременное исправление повреждений водоотводящих устройств для обеспечения беспрепятственного стока; выявление сезонов года с наиболее интенсивными проявлениями отрицательных последствий для земляного полотна (застой воды, размывы, наледи).

*Способы устранения:* перехват и отвод грунтовых вод с помощью дренажей, каптажных устройств, поверхностных канав в случаях рассеянных выходов воды на поверхность – устройство присыпного дренажа, выполненного по принципу обратного фильтра, или отсыпка пригрузочной бермы из песчано-гравийного материала, мелкого щебня, каменных материалов; недопущение устройства прудов, отстойников воды в зонах их влияния на земляное полотно.

## 5.2. Оседание насыпи вследствие выпирания грунтов основания

*Опознавательные признаки:* просадки и сдвиги пути; зауженный верх земляного полотна, неровные обочины с продольными косыми трещинами; разрывы крепления откосов с их выпучиванием; балластные шлейфы на откосах; продольные валы выпирания у основания откосов; искривления продольных канав; выпучивание дна канав и застои воды в них; наклоны опор контактной сети; проседание и отрывы оголовков водопрпускных труб и выпусков дренажей.



- 1 – построечный поперечный профиль насыпи; 2 – фактическое очертание насыпи;  
3, 4 – основание насыпи до и после оседания, 5 – бугры выпирания основания

### Рисунок 18. Оседание насыпи вследствие выпирания грунтов основания

*Причины возникновения:* залегание в основании насыпей слабых грунтов (переувлажненных глин и суглинков, илов, заторфованных покровных грунтов); сооружение насыпи на торфах неустойчивой консистенции, выдавливаемых под нагрузкой; сооружение насыпи под вторые (дополнительные) пути без достаточной подготовки основания; устройство котлованов, траншей вблизи основания откосов.

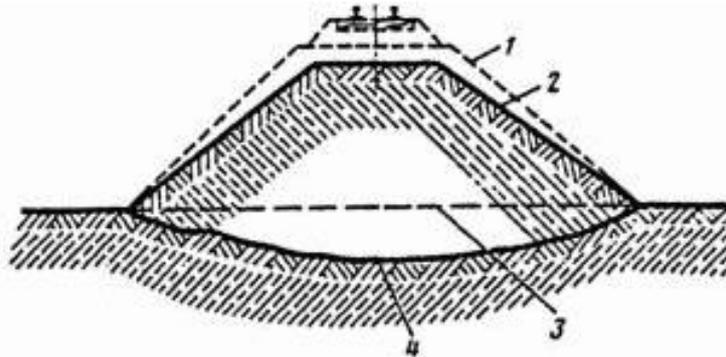
*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ неустойчивого участка; осмотр состояния поверхности откосов, обочин земляного полотна после весеннего оттаивания грунта, при выпадении обильных атмосферных осадков; определение стабильности имеющихся укрепительных и защитных сооружений и обустройств.

*Способы устранения:* устранение неисправностей верхнего строения пути; обеспечение отвода воды с устранением застоев ее в канавах и понижениях рельефа; восстановление повреждений крепления откосов, заделка трещин, планировка

поверхностей откосов, техническая мелиорация грунтов, улучшение системы водоотвода, устройство контрбанкетов и забанкетных канав, применение наклонных свай с устройством или без устройства объединяющих ростверков.

### 5.3. Оседание насыпи вследствие уплотнения грунтов основания

*Опознавательные признаки:* частые просадки пути, толчки, перекосы, сбитое направление пути; зауженное земляное полотно, толстые "шапки" балласта, шлейфы на откосах; трещины на откосах насыпей; понижения поверхности земли у основания откосов, иногда заполненные водой; оседания звеньев и трещины водопропускных труб.



1 – поперечный профиль насыпи до оседания; 2 – очертание насыпи после ее деформации; 3 – основание насыпи до оседания; 4 – деформированное основание насыпи

### Рисунок 19. Оседание насыпи вследствие уплотнения грунтов основания

*Причины возникновения:* медленное уплотнение слабых переувлажненных глинистых грунтов, илов, торфа, оседание слабого основания, вызванное осушением территории; оседание льдонасыщенных мерзлых грунтов в процессе длительного протаивания; прогрессирующее уплотнение рыхлых грунтов в зонах влияния оросительных систем, вследствие утечек воды из сетей водоснабжения, канализации и др.

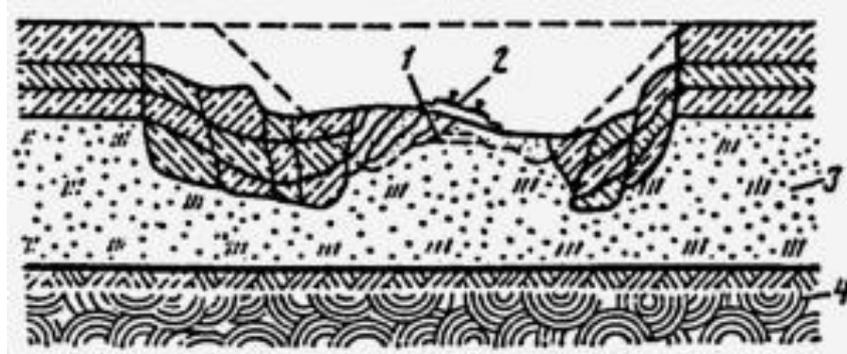
*Эксплуатационные наблюдения:* определение протяженности участка деформаций, контроль за состоянием пути и имеющимися укрепительными сооружениями; обеспечение водоотвода от основания земляного полотна.

*Способы устранения:* устранение отступлений по состоянию верхнего строения пути, по ширине обочин; расчистка и затрамбовывание трещин на обочинах, в откосах; устранение застоев воды вблизи насыпей, в продольных канавах у подводящих и отводящих русел у водопропускных сооружений; устранение повреждений откосов земляного полотна, креплений водоотводов, расчистка выпусков дренажей, лотков, канав, техническая мелиорация грунтов, улучшение системы водоотвода, устройство контрбанкетов и забанкетных канав, применение наклонных свай с устройством или без устройства объединяющих ростверков.

### 5.4. Выпирание грунтов в выемке

*Опознавательные признаки:* искривление кюветов или других водоотводных сооружений в плане и профиле; застои воды; искажение очертаний откосов с отколами крупных массивов, возникновением циркуобразных трещин; частые нарушения в состоянии верхнего строения пути по уровню, в плане и профиле с поднятием рельсовых нитей.

*Причины возникновения:* наличие на уровне основной площадки и ниже ее слабых глинистых грунтов, выдавливаемых под тяжестью масс грунта высоких откосов выемок с образованием зоны неравномерного поднятия грунтов в подбалластном основании. Свойства интенсивной усадки и набухания грунтов в условиях периодического обводнения усиливают пластические деформации.



- 1 – построечное положение пути; 2 – положение пути после выпирания грунтов основной площадки и оседания откосов выемки; 3 – слой слабого грунта; 4 – прочный грунт

**Рисунок 20. Выпирание грунтов в выемке**

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за состоянием обочин земляного полотна, за очертаниями откосов выемки, наличием уклонов в водоотводах.

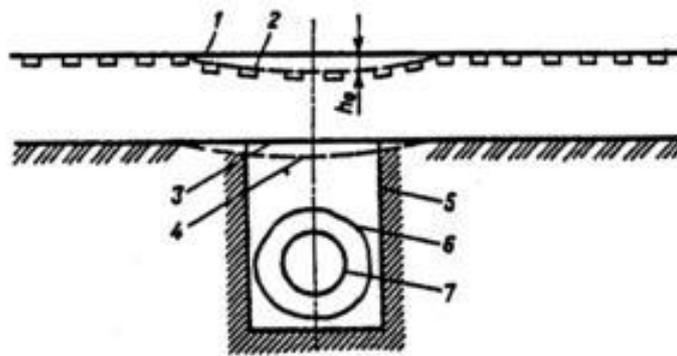
*Способы устранения:* поддержание работоспособности водоотводов, дренажей, каптажных устройств и других водосбросов; заделка трещин местным грунтом; эффективное уплотнение или террасирование откосов, устройство свайных полей, анкерное крепление грунта с устройством защитных стен и ростверков.

## **6. Повреждения земляного полотна в местах его взаимодействия с инородными конструкциями**

### **6.1. Осадки основной площадки земляного полотна над трубопроводными пересечениями**

*Опознавательные признаки:* просадки пути на коротких (до 5-8 шпал) участках вследствие оседания грунта земляного полотна; повреждение креплений и очертаний откосов или дна водоотводов (кюветов, канав и др.) в зоне влияния траншеи, пройденной открытым способом; неравномерное пучение грунтов над трубопроводом и на соседних участках пути.

*Причины возникновения:* прокладка трубопроводов с открытой разработкой траншеи и обратным заполнением их грунтом, неоднородным с грунтом земляного полотна без достаточного уплотнения; нарушение естественного теплового режима пучинистых грунтов в зоне влияния источника тепла.



1 – первоначальный уровень головок рельсов; 2 – уровень головок рельсов после оседания пути; 3 – первоначальное положение основной площадки; 4 – то же после уплотнения грунта; 5 – граница разнородных грунтов; 6 – защитный кожух трубопровода; 7 – трубопровод

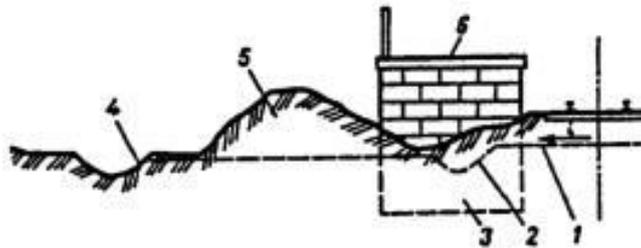
**Рисунок 21. Осадки основной площадки земляного полотна над трубопроводными пересечениями**

*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ участка с длительным протеканием осадок верхнего строения пути; измерение величин просадок за сезон года (летний, весенний, осенний); при длительных оседаниях с величиной более 10 мм в год – нивелирование просадочного места и прилегающих участков по 50 м.

*Способы устранения:* устранение неисправностей верхнего строения пути (просадок, неравномерного пучения и других дефектов); отведение воды от неустойчивого участка; устранение неисправностей в системе отвода тепла от трубопроводного пересечения.

## 6.2. Нарушение отвода поверхностных вод у пассажирских платформ и погрузочно-разгрузочных площадок

*Опознавательные признаки:* наличие засорителей на поверхности балластной призмы; загромождение кюветов (канав) бытовым мусором; выплески сквозь балластный слой; нарушение состояния пути по уровню и в профиле.



1 – первоначальное очертание основной площадки; 2 – то же кювета;  
3 – подземная часть сооружения; 4 – водоотводная канава;  
5 – наслоения загрязнителей; 6 – платформа

**Рисунок 22. Нарушение отвода поверхностных вод у пассажирских платформ и погрузочно-выгрузочных площадок**

*Причины возникновения:* несанкционированный сброс засорителей на путь с платформ, переходов, пешеходных мостов, грузовых сооружений; неудовлетворительное

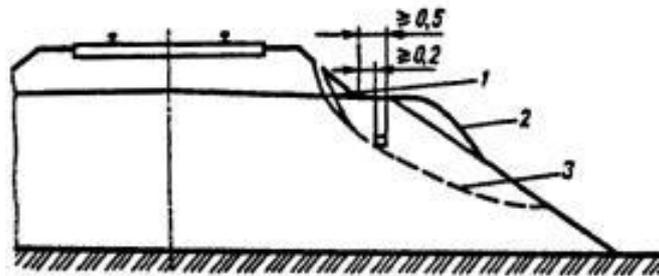
содержание верхнего строения пути и водоотводных сооружений; ошибки в проектировании и выполнении работ по строительству опор, платформ, площадок и т. п.

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за имеющимися постоянными и временными водоотводами; устранение застоев воды на поверхности балластной призмы, обочинах в водоотводах.

*Способы устранения:* отведение воды от балластной призмы, земляного полотна, из поврежденных водоотводов; восстановление системы сбора и отвода воды; устранение загрязнителей.

### 6.3. Повреждения приоткосных частей земляного полотна в местах прокладки кабелей

*Опознавательные признаки:* проседание поверхности обочин над кабелями, идущими вдоль пути; застои воды в продольных углублениях на обочинах; навалы грунта, изъятые из кабельной траншеи и неиспользованного для обратной засыпки вдоль бровки земляного полотна в местах обхода препятствий, поперечных пересечений земляного полотна, при стыковках кабелей; продольные трещины в балластной призме, приобочных частях на откосах и обочинах; местное оголение кабелей или слабая их присыпка с поверхности; повреждение наземных устройств кабельной линии.



- 1 – трещина в балластной призме и основной площадке земляного полотна;  
2 – навалы грунта, изъятые из кабельной траншеи; 3 – поверхность  
возможного сплыва откоса

**Рисунок 23. Повреждения приоткосных частей земляного полотна в местах прокладки электрических кабелей (связь, СЦБ, энергоснабжение и др.)**

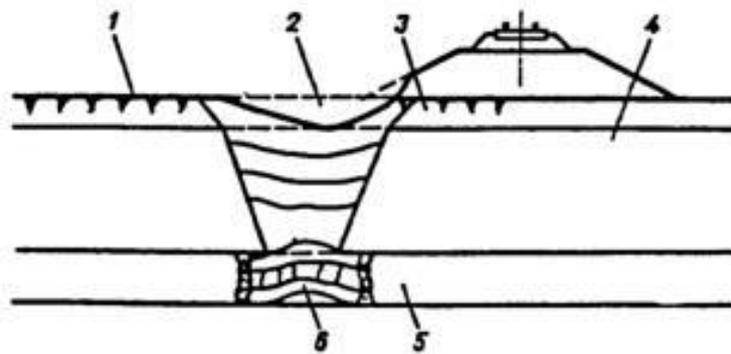
*Причины возникновения:* ошибки при разработке проектов укладки кабелей; низкое качество производства работ, в частности обратная засыпка без нормируемого уплотнения; нарушение креплений откосов, а также поверхности обочин и оставление траншей без восстановления имевшегося крепления; неудовлетворительное содержание кабельных линий и несвоевременное устранение мелких промоин, осыпаний грунта.

*Эксплуатационные наблюдения:* проверка сохранности наземных знаков и устройств кабельных линий, контроль сохранности откосов и обочин (крепления поверхности, наличие размывов) в местах прокладки кабелей, при работах с балластным слоем, грунтами земляного полотна, защитными и укрепительными устройствами.

*Способы устранения:* устранение местных повреждений земляного полотна и уложенных кабелей (промоин, трещин, оголения кабелей); при необходимости уположивание откосов, устройство подпорных стен вдоль пути.

#### 6.4. Оседание земляного полотна над шахтными подработками

*Опознавательные признаки:* непрерывное прогрессирующее искажение очертаний насыпей и выемок вследствие неравномерного оседания территории в местах ведения шахтной добычи полезных ископаемых; в зависимости от глубины расположения полезного ископаемого, видов и состояния пород над вырабатываемым пространством, от взаимного расположения железнодорожной линии и фронта подземных выработок; оседания земляного полотна могут быть неравномерными вдоль пути и приводить к искажению продольного профиля; просадки различных величин с неодинаковыми скоростями протекания вызывают односторонние или двусторонние оседания рельсовой колеи по уровню.



1 – дневная поверхность; 2 – провальная воронка; 3 – наносные породы; 4 – коренные породы; 5 – полезные ископаемые; 6 – выработанное пространство, заполненное просевшими породами

#### Рисунок 24. Оседание земляного полотна над шахтными подработками

*Причины возникновения:* пустоты, образуемые при выемке полезного ископаемого (угля, руды), вызывают смещение горных пород и расположенных на них сооружений. В толще горных пород нарушается имевшееся равновесие, что приводит к сдвигению горных пород, начинающемуся со слоев, прилегающих к разрабатываемому пласту, с последующим развитием сдвижения до земной поверхности; на земной поверхности образуется мульда оседания. Деформации могут приводить к провалам или аварийным оседаниям земляного полотна, требующим непрерывного надзора и исправления пути. В особо опасных случаях может потребоваться закрытие движения или перекладка пути на новую трассу. Закладка выработанного пространства, параллельная с добычей полезного ископаемого уменьшает степень неблагоприятного влияния шахтных подработок на земляное полотно.

*Эксплуатационные наблюдения:* за участком развития оседания железнодорожного пути устанавливают усиленный надзор с проведением инструментальных наблюдений (нивелировки, наблюдения по створам вешек, согласно инструкции, разработанной дистанцией пути и утвержденной руководством отделения дороги). При необходимости следует ввести путевой обход.

*Способы устранения:* принятие мер для уменьшения интенсивности подработки территории и закладки выработанного пространства; при активизации деформаций пути – ограничение скоростей движения поездов, а при необходимости – пропуск их с проводником или полное прекращение движения. Параллельно проводятся работы по оценке прогнозных просадок участка, заполнению зон возникших просадок грунтом с его уплотнением, устройство в основании земляного полотна ячеистых конструкций для

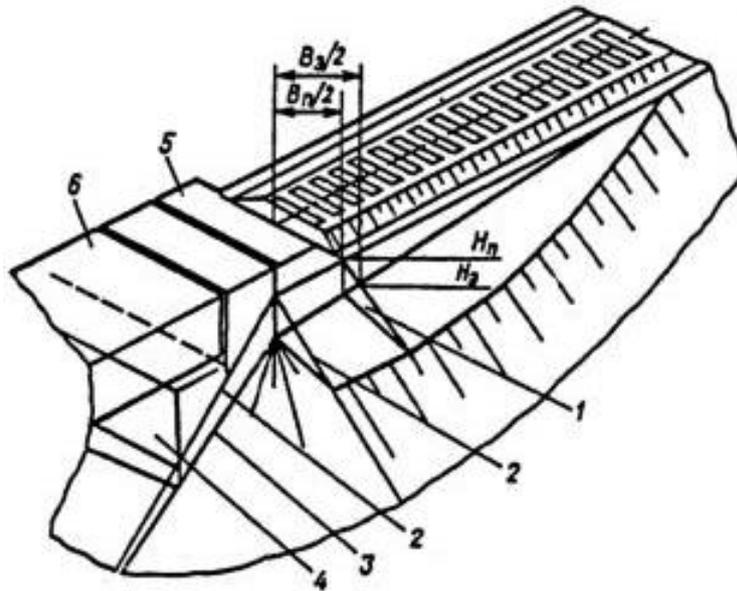
пространственной передачи усилий на неподвижные участки основания, устройство анкерных крепей в горизонтальной плоскости основания, возможно использование свайных ростверков.

### 6.5. Длительное оседание насыпей на подходах к мостам и водопропускным трубам

*Опознавательные признаки:* частые нарушения состояния верхнего строения пути в виде отрясенных шпал, предмостовых просадок рельсовых нитей, ослабление затяжки болтов в скреплениях; зауженность основной площадки земляного полотна, наличие балластных шлейфов с крутыми откосами в верхней части, нарушение ровности поверхности откосов, креплений конусов с ухудшением стока поверхностных вод, загромождение сечений малых мостов и труб, подводящих и отводящих русел.

*Причины возникновения:* недостаточное уплотнение грунта насыпи при строительстве или восстановлении; ошибочно заниженная величина запаса на осадку, компенсирующего оседания слабого основания подходной насыпи; неправильные способы уширения насыпи в процессе длительной эксплуатации дороги, обусловленные доведением ширины земляного полотна до новых нормативов, изменением размеров междупутий, применением более мощных конструкций верхнего строения пути.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение границ участка, на котором происходят более частые нарушения состояния пути, учет объемов работ по выправкам пути; нивелирование пути по головкам рельсов и обочинам земляного полотна.



1 – балластный шлейф; 2 – построечное очертание откоса насыпи; 3 – эксплуатационное очертание откоса насыпи; 4 – устой моста; 5 – шкафная стенка; 6 – пролетное строение;  $H_n$ ,  $H_э$  – построечный и эксплуатационный уровни основной площадки соответственно;  $B_n$ ,  $B_э$  – построечная и эксплуатационная ширина основной площадки соответственно

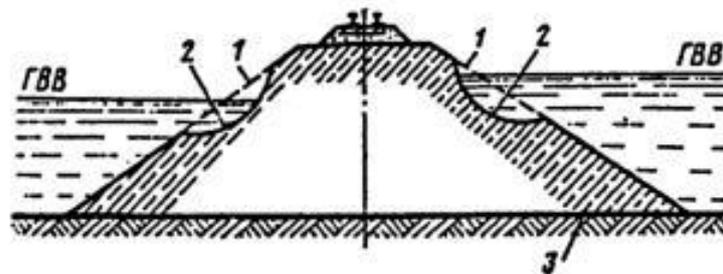
**Рисунок 25. Длительное оседание насыпей на подходах к мостам и водопропускным трубам**

*Способы устранения:* исправление верхнего строения пути, устройство подпорных стенок, обеспечение отведения воды от основания насыпи, своевременный ремонт имеющихся сооружений для сбора и организованного отвода поверхностных или грунтовых вод. Устройство конструкций сопряжения с насыпью с применением георешеток, железобетонных конструкций «мягких въездов».

## **7. Повреждения и разрушения земляного полотна, подверженного неблагоприятным природным условиям**

### **7.1. Размывы подтопляемых откосов земляного полотна**

*Опознавательные признаки:* быстрое течение воды на участках временного или постоянного подтопления; наличие в водном потоке поваленных деревьев, пней, бревен, посторонних предметов; прохождение ледохода на высоких горизонтах подтопления с ударами льдинами, ледяными полями в откосы насыпей или по конструкциям регуляционных и защитных сооружений; появление трещин в швах и конструкциях креплений в откосах земляного полотна; взбултривание укрепленной поверхности откосов; в аварийных случаях – изломы плит крепления и местные размывы грунта под плитами.



1 – построечный откос насыпи; 2 – место размыва; 3 – основание

**Рисунок 26. Размывы подтопляемых откосов земляного полотна**

*Причины возникновения:* недостаточные меры защиты от повреждений земляного полотна текущей водой, влекомыми предметами (например, бревнами) на горизонтах подтопления; плохое текущее содержание земляного полотна и его обустройств при несвоевременном устранении повреждений; резкое непредсказуемое изменение режима водотока (например, быстрое снеготаяние, катастрофические ливни, возникновение заторов и т.п.), приводящее к росту скоростей течения, уровней подтопления и увеличению площади поверхности отдельных плесов больше расчетных значений.

*Эксплуатационные наблюдения:* обследование состояния земляного полотна и его обустройств после пропуска каждого весеннего или ливневого паводка с выявлением мест, характера повреждений и необходимых мер по устранению повреждений; в период пропуска высоких вод – надзор за опасными участками вплоть до организации постов наблюдений; определение наличия и сохранности запасов материалов, необходимых для защиты от подмыва.

*Способы устранения:* предотвращение увеличения размеров повреждений закладкой промоин материалами (мешками с песком, бетонными блоками, камнем); укрепление защитных конструкций с целью предотвращения их обрушения и размыва грунта земляного полотна с устройством мощения конусов железобетонными плитами, георешетками и другими способами в соответствии с местными условиями; устранение

ледяных заторов, угрожающих целостности укрепительных и защитных устройств или поднятием уровня подтопления.

## 7.2. Заиливание кюветов и канав

*Опознавательные признаки:* отложение глинистых и субпесчаных грунтов на дне кюветов и канав, в первую очередь в местах уменьшения их продольных уклонов; уменьшение глубины водоотводов с уширением их дна; зарастание канав кустарником, крупнотравяными травами.

В случаях значительного уменьшения сечения канав возможно их переполнение и излияние воды на защищаемую территорию и конструкции пути.



1 – отложения засорителей; 2 – очертание кювета до заиливания

**Рисунок 27. Заиливание кюветов и канав**

*Причины возникновения:* малые скорости течения воды из-за недостаточных продольных уклонов; интенсивный размыв грунтов на откосах земляного полотна и прилегающих территориях; неправильно запроектирован продольный профиль канавы (с постепенным уменьшением уклонов к ее концу).

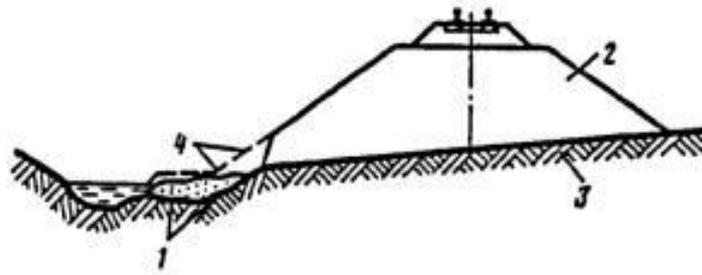
*Эксплуатационные наблюдения:* учет всех кюветов и водоотводных канав с указанием мест, где возможны заиливание, переполнение и переливы воды из водоотводных сооружений; проверка наличия материалов, необходимых для защиты от размыва земляного полотна и его обустройств; составление календарных графиков устранения неисправностей канав и контроль за его исполнением.

*Способы устранения:* повышение скорости течения воды за счет увеличения продольного уклона; защита от размыва прилегающих откосов земляного полотна, закюветных полок или бERM; уменьшение размывов на прилегающих территориях, с которых сток идет в канавы (изменение направления потоков, защита травосеянием).

## 7.3. Подмыв основания земляного полотна водными потоками

*Опознавательные признаки:* размыв берега у основания откоса земляного полотна с отложениями наносов в излучинах и подмывами нижних частей откосов; загромождение русла валунами, мелким камнем и песком с образованием местных подпоров воды и поднятием ее до верха земляного полотна; при обильных атмосферных осадках вероятно полное затопление пути с размывами балластного слоя, повреждениями и разрушениями регуляционных сооружений, опор мостов, водопропускных труб; при катастрофических паводках возникает угроза безопасности движения поездов.

*Причины возникновения:* несвоевременное устранение повреждений и дефектов в конструкциях защитных укрепительных устройств и сооружений; неудовлетворительное содержание регуляционных, струенаправляющих сооружений и их креплений; недостаточная сопротивляемость грунтов и защитных конструкций волновым, ледовым воздействиям и течению воды; изменение режима водотока (водоема), связанное со спрямлением русел, устройством плотин.



1 – места подмыва; 2 – насыпь; 3 – основание насыпи; 4 – подмытый откос

**Рисунок 28. Подмыв основания земляного полотна водными потоками**

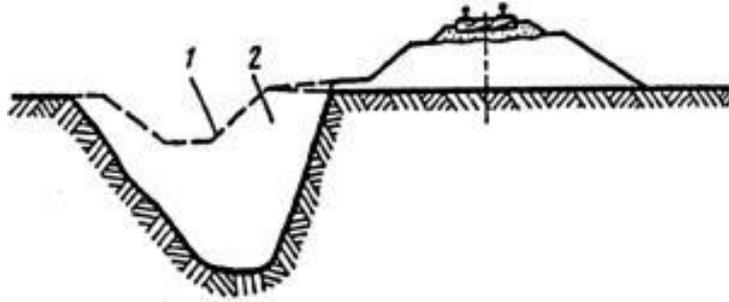
*Эксплуатационные наблюдения:* учет мест, где возможны подмыв и повреждение земляного полотна; надзор за исправным состоянием земляного полотна и его обустройств с устранением обнаруженных повреждений собственными силами бригады или с привлечением дополнительных средств; обследование опасного участка при проверке пути, комиссионных осмотрах, после пропуска весенних и ливневых вод; в опасные периоды могут назначаться путевые обходы или посты наблюдений.

*Способы устранения:* выполнение защитных работ, наращивание имеющихся регуляционных сооружений или возведение их вновь на участках угрозы размыва (отсыпка горной массы, обвалование и другие мероприятия); устранение местных завалов русла, создающих подпор воды; усиленный надзор за состоянием участка пути.

#### **7.4. Оврагообразование**

*Опознавательные признаки:* одиночные или разветвленные, вытянутые вдоль промоины с крутыми откосами и интенсивно размываемым дном; крутые борта обнажены и на них не успевает приживаться травяная или кустарниковая растительность; поверхности бортов покрыты трещинами, создающими системы столбчатых отдельностей (характерно для вершин оврагов); профиль дна оврага, крутой у вершины, постепенно выполаживается к его устью, где овраг имеет широкое, распластанное дно и более пологие борта, иногда покрытые травой и кустарниками. В периоды снеготаяния и выпадения ливней размывается дно оврага и обрушаются откосы, что сопровождается возникновением подпруженных застоев воды.

*Причины возникновения:* неблагоприятное сочетание легко размываемых грунтов, всхолмленного рельефа местности, бурных паводков и сезонных ливней, вызывающее появление поверхностных размывов, перерастающих в крупные овраги. Недостаточное укрепление дна и откосов канав, кюветов, выпусков дренажей вызывает местные повреждения, при несвоевременном ремонте может вызвать рост оврага в непосредственной близости к земляному полотну. Неправильная распашка земель, вырубка леса, способствующие образованию мелких русел, объединяющихся в крупные русла при плохом содержании канав или обваловании, ограждающих овраг, ведут к возникновению или дальнейшему росту притоков, превращающих одинокие овраги в разветвленные овражные системы.



1 – поперечный профиль водоотводной канавы до размыва; 2 – овраг

**Рисунок 29. Оврагообразование**

*Эксплуатационные наблюдения:* осмотр участка пути вблизи оврага после пропуска паводка и выпадения ливней; определение мест повреждений имеющихся креплений, водоотводов и оценка состояния дна и бортов оврага; подготовка к работам по устранению повреждений защитных устройств; наличие запаса противоаварийных материалов.

*Способы устранения:* незамедлительное устранение повреждений водоотводящих систем; при активизации размыва грунта – отвод воды в безопасные места; уменьшение размыва дна и бортов оврага средствами водоборьбы. На участках с угрожающим развитием оврагов – создание запасов материалов для защиты от размыва (камень, бетонные плиты, мешки с песком), устройство изоляционных покрытий, укладка сборных желобов, устройство сооружений, отклоняющих направление оврагообразования от пути, закрепление основания земляного полотна вдоль пути устройством свайных стен, стен в грунте.

### **7.5. Повреждения земляного полотна при наводнениях**

*Опознавательные признаки:* прогноз опасных метеорологических явлений (ливней, бурного снеготаяния, разливов рек); интенсивное и продолжительное поднятие уровня воды в близкорасположенных водотоках, водоемах, суходолах, на низменных территориях; переполнение водоотводных сооружений (канав, лотков, кюветов); затопление регуляционных и защитных сооружений у мостов, на прижимных участках; размывы откосов подтопленного земляного полотна; размывы и другие разрушения укрепительных сооружений (дамб, креплений откосов и берм, поперечных бун и других конструкций); выход воды на путь.

*Причины возникновения:* внезапное выпадение обильных атмосферных осадков, вызывающее разлив водотоков и переполнение водоемов; недостаточная защита железной дороги от периодического подтопления; возникновение местных заторов и подпоров воды на попутных реках, ручьях, ущельях; плохое содержание систем отведения воды (запущенность канав и лотков, повреждения их креплений, поврежденность регуляционных сооружений); несвоевременное принятие мер по защите сооружений от размывов.

*Эксплуатационные наблюдения* (профилактические и аварийные): надзор за состоянием укрепительных и защитных сооружений и принятие неотложных мер по устранению повреждений при угрозе ливня, паводка, при резком изменении погоды (потепление, начало ледостава на реках).

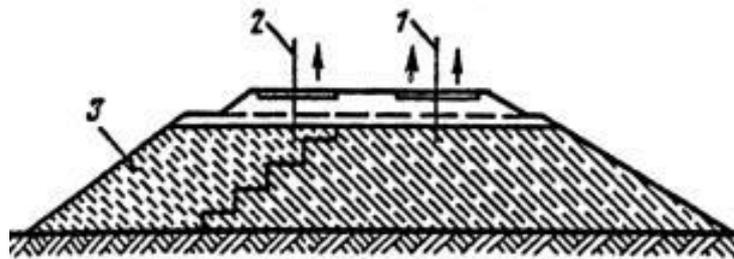
*Способы устранения:* устранение местных размывов земляного полотна и его обустройств; защита верхнего строения пути от подмывов, затопления, повреждений;

принятие возможных мер по обеспечению безопасности движения поездов, вплоть до закрытия движения; выполнение работ в соответствии с планом водоборьбы и планом ликвидации последствий наводнения.

## 8. Дефекты земляного полотна при строительстве дополнительных путей

### 8.1. Пучение на одном из путей на двухпутном участке

*Опознавательные признаки:* поднятие рельсовых нитей на двухпутном участке на различные величины; участок пути первоначально однопутный перестроен в двухпутный.



1 – ось первого пути; 2 – ось второго пути;  
3 – присыпаемая под второй путь часть насыпи (стрелками показано пучение)

**Рисунок 30. Пучение на одном из путей на двухпутном участке**

*Причины возникновения:* различная интенсивность пучения грунтов может появиться вследствие разных материалов, используемых для отсыпки земляного полотна под 1 и 2 пути, а также при наличии в зоне промерзания под вторым путем разнородных грунтов, как следствия ошибок проектирования и строительства.

*Эксплуатационные наблюдения:* при проверках пути по шаблону и уровню в периоды роста и спада пучин; контроль за изменениями положения головок рельсов в продольном профиле; определение наличия явлений, сопутствующих пучинам (весенних пучинных просадок, выплесков и выпоров разжиженного грунта).

*Способы устранения:* исправление пути с помощью пучинных подкладок и карточек; отвод воды, особенно в предзимний и весенний периоды.

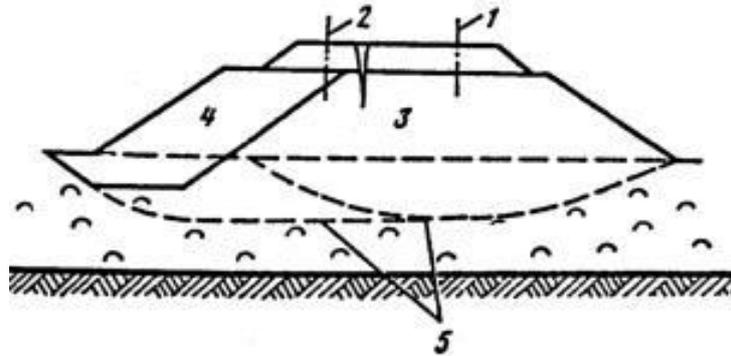
### 8.2. Оседание насыпи дополнительного (нового) пути, построенной на слабом основании

*Опознавательные признаки:* постепенно увеличивающиеся оседания рельсовой колеи, со временем затухающие; образование продольного понижения у основания откоса вновь возведенной насыпи; неровность обочины земляного полотна и нарушение прямолинейности бровки; заметное вибродинамическое ощущение при проходе поезда, особенно под локомотивом и гружеными вагонами; возникновение продольных трещин у границ старой и вновь отсыпанной насыпей.

*Причины возникновения:* осадка слабого основания ниже границы замены слабого грунта; уплотнение и оседание грунта в откосной части старой насыпи, оказавшейся под нагрузкой новой части насыпи и от проходящих поездов; оседание основной площадки новой части насыпи вследствие уплотнения грунта насыпи и в слое замены слабого основания, уложенных без достаточного уплотнения.

*Эксплуатационные наблюдения:* усиленный надзор за состоянием верхнего строения пути (по уровню, за затяжкой стыковых, клеммных, закладных болтов; по состоянию рихтовки); контроль достаточности ширины обочин, за отсутствием потерь балласта (осыпанием его на откос насыпи); визуальное наблюдение за характером колебаний вагонов в проходящих поездах.

*Способы устранения:* устранение неисправностей верхнего строения пути; расчистка и затрамбовка трещин в земляном полотне; устранение застоев воды у основания откоса вновь построенной части, устройство горизонтальных дренажных скважин; в период строительства обеспечение устойчивости и совместной работы старого и нового земляного полотна обеспечивается при помощи укладки армирующих георешеток с устройством зубчатого соединения массивов насыпи.

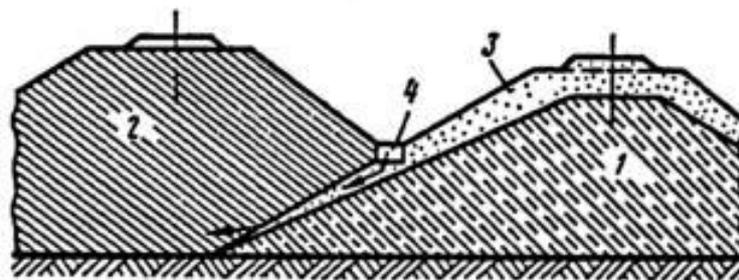


1 – ось первого пути; 2 – ось второго пути; 3 – существующая насыпь; 4 – присыпаемая насыпь; 5 – очертание основания насыпи после отсыпки второго пути

**Рисунок 31. Оседание насыпи дополнительного (нового) пути, построенной на слабом основании**

### 8.3. Переувлажнение грунта в откосах старой и вновь построенной насыпей вследствие неорганизованного водоотвода из уширенного междупутья

*Опознавательные признаки:* застои воды в междупутных заглубленных пазухах; невыдержанные продольные уклоны и глубины водоотводов, удаляющих воду из широких междупутий, пазух, случайных понижений местности; в особо опасных случаях – высачивание воды на откосе вновь построенной насыпи.



1 – земляное полотно первого пути; 2 – земляное полотно второго пути; 3 – балластный шлейф; 4 – водоотвод в пазухе между существующим и новым земляным полотном (стрелками показано направление проникновения поверхностных вод в тело земляного полотна)

**Рисунок 32. Переувлажнение грунта в откосах старой и вновь построенной насыпей вследствие неорганизованного водоотвода из уширенного междупутья**

*Причины возникновения:* ошибки при проектировании и выполнении работ по строительству насыпи дополнительного пути; запущенность имеющихся водоотводов из широких междупутий, пазух.

*Эксплуатационные наблюдения:* осмотры земляного полотна в периоды паводков, после выпадения обильных атмосферных осадков, перед началом зимы с целью определения необходимости неотложных мер; в теплые сезоны года – проверка отсутствия застоев воды в понижениях поверхности, где были бессточные пазухи, а также состояния откосов (мочажины, влаголюбивая и другая растительность).

*Способы устранения:* обеспечение стока воды из мест застоев и осушение переувлажненного грунта; при заполнении грунтом бессточных пазух – обеспечение быстрого стока воды за пределы земляного полотна, устройство продольного и поперечного устройство горизонтальных дренажных скважин.

#### **8.4. Деформации насыпи второго пути в результате увлажнения грунта из балластного шлейфа, защемленного при строительстве второго пути**

*Опознавательные признаки:* длительное оседание рельсовой колеи, иногда со смещением ее в сторону откоса; продольные трещины на междупутье, обочинах, на откосах; просачивание воды на откосе присыпанной насыпи; в критических случаях – оползание откоса.



1 – насыпь первого пути; 2 – присыпаемая под второй путь часть насыпи;  
3 – балластный шлейф старого земляного полотна

#### **Рисунок 33. Деформации насыпи второго пути в результате увлажнения грунта из балластного шлейфа, защемленного при строительстве второго пути**

*Причины возникновения:* ошибки в проекте или при производстве работ по подготовке существующего откоса перед возведением земляного полотна под второй путь; наличие продольного балластного ложа с уклоном в пониженное место; неудовлетворительное содержание водоотводных и дренажных сооружений, выпусков воды из защемленных шлейфов.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение мест активного проявления деформаций пути; при обнаружении растущих просадок и подвижек пути – организация инструментальных наблюдений с помощью створов и нивелирования; ведение учета выполненных работ по устранению неисправностей верхнего строения пути.

*Способы устранения:* устранение неисправностей верхнего строения пути (сбитие рихтовки, просадок, перекосов); водоотведение от мест поглощения воды из канав и дренажей; организация инженерно-геологического обследования объекта и разработка проекта его стабилизации, предполагающего устройство контрбанкетов, укрепление основания и нижней части насыпи. На момент строительства объединение старого и нового тела земляного полотна решается с помощью армирующих георешеток, выполняется зубчатое соединение тел насыпи, устраиваются горизонтальные дренажные скважины.

## 8.5. Нарушение земляного полотна в результате деятельности животных

*Причины возникновения:* нарушения вызваны устройством нор и образованием полостей в результате деятельности животных, повреждение откосов и приоткосных частей, завалы деревьев и устройство плотин поднимающее уровень воды и приводящее к застою воды в водоотводных канавах, вдоль земляного полотна заболачиванию железнодорожного полотна и, как следствие, к потере его несущей способности.

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за целостностью откосов насыпи; выявление мест с загромождениями (запрудами) в кюветах, руслах каналов и рек.

*Способы устранения:* заполнение полостей песчано-гравийной смесью, иными строительными материалами с уплотнением, расчистка завалов по мере обнаружения, разборка плотин. Изъятие животных или перемещение (отселение) их в другое место в соответствии с национальным законодательством.

## 9. Конструктивные дефекты земляного полотна длительно эксплуатируемых линий

### 9.1. Недостаточность ширины обочин

*Опознавательные признаки:* переменная вдоль пути ширина обочин от близкой к нормативной до полного отсутствия, когда откосы насыпи или откос кювета выемки становится продолжением откоса балластной призмы; рыхлое сложение балластного материала на обочине; непрямолинейное очертание бровки земляного полотна.

*Причины возникновения:* оседание насыпи и подъёмка пути на балласт для компенсации осадки; наращивание толщины балластного слоя до нормативных величин; первоначальная ширина основной площадки земляного полотна недостаточна для размещения балластной призмы с современными размерами; повреждение обочин вследствие недостаточного укрепления ее, деформация грунта и балластного слоя в местах неорганизованного движения пешеходов, складирования материалов верхнего строения пути.

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за целостностью обочин, за появлением продольных трещин на обочинах и откосах насыпей; выявление мест с загромождениями (запрудами) в кюветах и расчистка их по мере обнаружения.

*Способы устранения:* исправление очертаний обочин с досыпкой балластного материала для предотвращения повреждений балластной призмы; уборка с обочин материалов и посторонних конструкций; устройство временных поддерживающих конструкций из старых железобетонных шпал, местных материалов, материалов, используемых для противоаварийных мероприятий. Расчистка кюветов от осыпаний балластных материалов, препятствующих стоку поверхностных вод, уширение тела насыпи с использованием при необходимости бетонных блоков, габионов.

### 9.2. Балластный шлейф с завышенной крутизной откоса

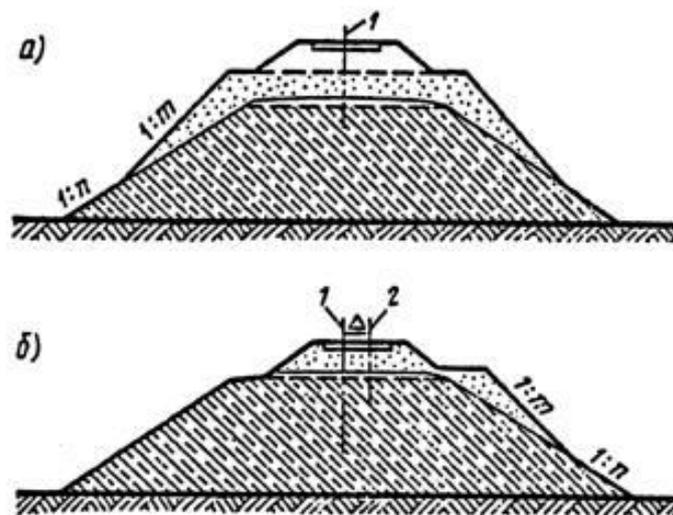
*Опознавательные признаки:* непрямолинейное очертание откосов насыпей, с крутизной возрастающей кверху насыпи; рыхлое сложение грунта (обычно песка и щебня) в верхних частях откосов; продольные трещины на бровках и откосах; во многих случаях на таких насыпях обочины также заужены, что вызывает пониженную стабильность рельсовой колеи. При большой крутизне откосов и перегрузке их материалами,

используемыми для устранения дефектов земляного полотна, возможны спливы шлейфов, угрожающие безопасности движения поездов.

*Причины возникновения:* сооружение насыпей по облегченным требованиям с зауженной основной площадкой без достаточного уплотнения грунтов, без замены слабых грунтов в основании; наращивание толщины балластного слоя при постановках пути на тяжелые виды балласта, при смягчении продольного профиля, постановке вертикальных сопрягающих кривых или увеличении их радиуса.

*Эксплуатационные наблюдения:* надзор за состоянием верхнего строения пути по уровню, положению в плане; за появлением толчков; отрясенных шпал; визуальный осмотр откосов насыпей с замером трещин и определением крутизны откосов.

*Способы устранения:* своевременное устранение неисправностей рельсовой колеи (просадок, толчков, отрясенных шпал); уширение земляного полотна с обеспечением требуемой ширины обочин с обеих сторон насыпи; недопущение излишних нагрузок на обочины и откосы насыпей; отведение воды от контакта глинистых грунтов и балластного шлейфа; уширение тела насыпи с использованием при необходимости бетонных блоков, габионов; комплексное усиление насыпи и имеющегося в ней водопропускного сооружения выполняют по индивидуальному проекту.

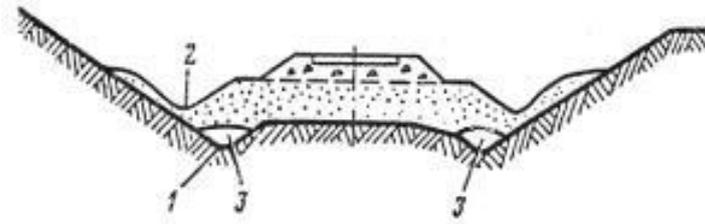


1 – положение существующей оси пути; 2 – ось пути после сдвижки;  
 Δ – величина сдвижки оси пути; 1:n – крутизна построечного откоса;  
 1:m – завышенная крутизна откоса в результате подъемов и рихтовок пути

**Рисунок 34. Балластный шлейф с завышенной крутизной откосов:**  
 а – с двух сторон; б – с одной стороны при сдвижке оси пути или подъемке пути

### 9.3. Смещение уровня и положения в плане кюветов

*Опознавательные признаки:* размещение современных кюветов в старых балластных материалах; наличие валов из этих же материалов у основания откосов выемок, на нулевых местах; размеры этих валов не одинаковы у одной и другой сторон пути; после выпадения дождей в кюветах обычно нет воды (она впиталась в старые балластные материалы).



1 – построечное положение кюветов; 2 – положение кювета после подъёмки пути;  
3 – застои воды в кюветах

### Рисунок 35. Смещение уровня и положения в плане кюветов

*Причины возникновения:* сверхнормативная подъёмка пути на балластные материалы при смягчении продольного профиля, постановке пути на тяжелые виды балласта; внедрение на линии тяжелого и особо тяжелого типов верхнего строения пути; усиление пути с целью устранения просадок, пучин и других деформаций без соответствующего переустройства земляного полотна; проектирование земляного полотна по облегченным нормам.

*Эксплуатационные наблюдения:* определение участков пути, на которых нарушен поверхностный водоотвод; определение эффективности ранее построенных сооружений для отведения поверхностных и грунтовых вод; установление зависимости нарушений состояния пути от сезонов года (весна, осень, дождливые периоды).

*Способы устранения:* обеспечение отвода воды из “погребенных” кюветов и углублений на построечной основной площадке посредством лотков, дренажей, глубоких открытых каналов (по проекту); устранение неисправностей верхнего строения пути.

## 10. Земляное полотно в горных и селеопасных условиях

Особенностью земляного полотна в горных условиях является крутая косогорность рельефа, склонов, распространение скальных грунтов.

При этом возможно развитие процессов разрушения горных пород, горнообвальные деформации (камнепады, осыпи, обвалы, лавины каменные и снежные), которые приводят к загромождению пути. Для предупреждения и ликвидации указанных проблем должны проводиться противодеформационные стабилизационные меры с устройством защитных конструкций.

Стабилизация осуществляется:

- уположением, террасированием откосов;
- заделкой трещин, вывалов;
- заанкериванием участков;
- инъекцией цементных и полимерцементных растворов в полости;
- устройством облицовочных стен с анкерровкой;
- устройство улавливающих сеток;
- торкретированием поверхностей;
- устройством поддерживающих сооружений (подпорных стен, упоров и др.).

Защитные сооружения устраивают как:

- улавливающие, выполняемые в виде грунтовых валов, рвов, траншей, кюветов-траншей, сетчатых уловителей, стенок с амортизирующей отсыпкой, закюветных полок, откосных полок и других аналогичных сооружений, задачей которых является защита от

отдельных камней и глыб; их рассчитывают на перелет и возможность улавливания отдельных камней и глыб;

- заградительные сооружения в виде надолбных полей, заградительных валов, барражных стенок, металлических ежей, бетонных стен, лесонасаждений;

- обвалонаправляющие сооружения в виде грунтово-руслых и лоткового типа, обвалопрускающих – эстакадного типа, с пропуском продуктов обвала под железнодорожными мостовыми сооружениями;

- противообвальные в виде галерей, выполненных из монолитного или сборного железобетона, а также из металлоконструкций с железобетонными или металлическими покрытиями и стенами; противообвальных стенок, выполненных из железобетона, габионов, армогрунтовые, консольного типа с защитными козырьками, в том числе под два пути.

При галерейной защите камнепады, осыпи и селевые потоки перемещаются над железнодорожным путем. Улавливающие сооружения необходимо регулярно расчищать в целях обеспечения их работоспособности.

При горном рельефе на горных склонах возможно накопление продуктов горного выветривания (денудации) крупнообломочных и песковых материалов возможно возникновение селевых потоков – горных паводков с большим количеством твердых продуктов.

Меры предупреждения селей – сохранение и развитие растительности в логах и на склонах, регулирование поверхностного стока (водоотводы, канализованные русла), террасирование склонов, агролесомелиорация.

Регулирование селевых потоков осуществляется устройством:

- скелепропускающих мостовых сооружений;
- селеспусков через железнодорожный путь;
- селедуков, выполненных в виде навесов над путем;
- улавливающих плотин и стен;
- каскадных барражей и других инженерных сооружений, обеспечивающих отвод, локализацию или пропуск селевых потоков от железнодорожного пути.

## **11. Земляное полотно в районах распространения карста**

Карстовые процессы возникают в районах распространения растворимых горных пород в результате растворения и вымывания породы подземным водами с образованием пустот и полостей в основании насыпей, которые приводят к деформациям, возникновению карстовых воронок. Диагностика карста возможна сейсмо- и радиолокационными методами с обнаружением полостей и пустот в основании насыпей, подбалластных зон выемок.

К мерам борьбы с карстовыми проявлениями следует отнести:

- обрушение кровель полостей с заполнением неразмываемыми материалами (песчано-гравийными смесями с одержанием цемента, крупнообломочными нерастворимыми породами);

- сброс воды вертикальными дренажными скважинами в низлежащие дренирующие слои;

- сдвигка пути от деформативной зоны;

- устройство разгружающих конструкций;

- установка мостовых пролетных строений для перекрытия карстовой воронки.

## 12. Земляное полотно в зоне вечной мерзлоты и участков наледеобразования

К вечномерзлым относят грунты, залегающие на некоторой глубине от поверхности и имеющие в течение 3-х и более лет отрицательную температуру.

При низкотемпературной мерзлоте ( $T \leq - 2^{\circ}\text{C}$  на глубине нулевых амплитуд) как правило производится консервация мерзлоты, при высокотемпературной ( $T > - 2^{\circ}\text{C}$  на глубине нулевых амплитуд) – оттаивание мерзлоты.

Для регулирования водно-теплового режима основания земляного полотна в зоне вечной мерзлоты устраивают:

- тепловые экраны, выполненные в виде сборно-разборных навесов, светоотражающих покрытий;
- тепловые амортизаторы в виде слоев пенопласта, снега;
- обсыпка откосов насыпи скальным грунтом, торфом, грунтом в обоймах из геосинтетических слоев, устройство на поверхности откосов полых коробов и др.;
- тепловые трансформаторы с применением теплоносителей, применяемые по границе зоны замерзания.

Для повышения несущей способности и уменьшения деформативности основания земляного полотна в условиях вечной мерзлоты эффективно использование георешеток, которые при заполнении крупнообломочным материалом или щебнем также выполняют роль тепловых экранов.

Ледяные массивы, возникающие при замерзании воды, излившейся на поверхность получили название – наледи. Наледи заполняют водопропускные и водоотводные сооружения, нарушая их нормальную работу, могут перемещаться на железнодорожный путь, перекрывая габарит пропуска подвижного состава. Наледи подразделяются на грунтовые, ключевые, речные и поверхностные. При наледеобразовании следует ситуационно применять следующие меры по предохранению пути по отдельности или в сочетаниях:

- перехват и понижение уровня грунтовых вод дренажами, каптаж источников и отвод подземных вод, регулирование направления стока рек и ручьев;
- устройство регулирующих участков наледеобразования путем аккумуляции льда в неопасных местах;
- создание мерзлотных полос, очищаемых от снега для сжатия живого сечения потока для вызывания направленного прорыва воды и льдообразованию в определенных участках;
- создание тепловых поясов в виде полос со снежными валами для обеспечения прорыва воды в зоны, где возможно неопасное льдообразование;
- устройство временных заборов, снежных валов для защиты пути, подмостовых русел и труб от наледей, закрытие отверстий водопропускных сооружений;

Устройство временных мостов, труб и эстакад для безналедного пропуска водотоков.