ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70312— 2022

Дороги автомобильные общего пользования

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Правила проектирования сопряжений с насыпями подходов

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Транспортный инжиниринг и строительство» (ООО «ТИиС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 ноября 2022 г. № 1275-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дороги автомобильные общего пользования

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Правила проектирования сопряжений с насыпями подходов

Automobile roads of general use. Bridge constructions.
The rules for designing ends of bridges with approach embankments

Дата введения — 2022—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на конструкции сопряжений мостовых сооружений, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования (далее — автомобильные дороги), с насыпями подходов, и устанавливает общие требования к правилам проектирования железобетонных конструкций переходных плит и лежней, узлов опирания переходных плит и щебеночной подушки сопряжений новых, реконструируемых и подвергаемых капитальному ремонту мостовых сооружений.

Требования стандарта распространяются на мостовые сооружения, предназначенные для эксплуатации в любых климатических условиях и в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 5781 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 25100—2020 Грунты. Классификация

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 32868 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий

ГОСТ 32960—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения

ГОСТ 33178—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация мостов

ГОСТ 33179 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания мостов и путепроводов. Общие требования

ГОСТ 33384—2015 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование мостовых сооружений. Общие требования

ГОСТ 33390—2015 Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия

ГОСТ Р 59619—2021 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила проектирования опор

ГОСТ Р 59622—2021 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Проектирование железобетонных элементов

Издание официальное

ГОСТ Р 70311—2022 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила устройства и укрепления конусов насыпей подходов

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений»

СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги»

СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы»

СП 45.13330.2017 «СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты»

СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

СП 268.1325800.2016 Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования

СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **водно-тепловой режим земляного полотна**: Характер изменения во времени влажности и температуры грунта в различных точках земляного полотна

3.2

слабые грунты: Связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании приборами вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5 МПа). При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции свыше 0,5, иольдивые глины, грунты мокрых солончаков.

[ГОСТ Р 54476-2011, статья 3.1]

3.3 **лежень:** Железобетонный элемент сопряжения в виде вытянутого блока прямоугольного сечения, выполняющий функцию ленточного фундамента при опирании сборных железобетонных плит со стороны насыпи подхода и укладываемый на тщательно уплотненную щебеночную подушку.

3.4 **армогрунтовое основание**: Массив грунта, в котором размещены армирующие элементы, обеспечивающие повышение его устойчивости и снижение деформируемости.

4 Общие положения

4.1 При проектировании сопряжений мостовых сооружений с насыпями подходов должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие следующие основные потребительские свойства сопряжений в течение срока службы, установленного ГОСТ 33178—2014 (приложение В):

а) плавность проезда, характеризуемая допустимыми углами перелома продольного профиля согласно ГОСТ 33384—2015 (пункты 8.2.4 и 8.2.6);

б) гидроизоляция узла шарнирного сопряжения переходной плиты со шкафной стенкой и деформационным швом устоя согласно 5.5;

в) защита всех конструкций сопряжения от поверхностных вод согласно ГОСТ 33384—2015 (пункт 8.7.7).

Проектирование сопряжений в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов проводят с учетом требований СП 35.13330.2011 (пункты 5.12 и 5.79).

Мероприятия, обеспечивающие основные потребительские свойства сопряжений, должны быть обоснованы расчетами на все сочетания нагрузок и воздействий согласно ГОСТ 33390, за исключением расчетов по сочетаниям, включающим сейсмическую нагрузку, при которых необходимо обеспечивать только несущую способность по I группе предельных состояний.

4.2 Нарушение плавности проезда вследствие превышения допустимых осадок сопряжений приводит к снижению основного потребительского свойства мостового сооружения в целом: его грузоподъемности, так как вызывает повышение динамического коэффициента для устоя и примыкающего пролетного строения, и соответственно, уменьшение допустимого класса нагрузки. Устройство сопряжений необходимо выполнять при достаточном обосновании сохранения нормативных углов перелома продольного профиля в течение расчетного срока службы сопряжений (в том числе с использованием дополнительных мероприятий по 7.4).

4.3 Для обеспечения потребительских свойств сопряжений при проектировании необходимо:

а) приводить конкретные требования к грунтам дренирующей засыпки под сопряжением в соответствии с ГОСТ Р 70311;

б) выполнять расчеты конструкций сопряжения по предельным состояниям с использованием данных инженерных изысканий, необходимых и достаточных для определения осадки конца переходных плит с учетом прогноза возможных изменений свойств грунтов (дренирующей засыпки и основания) в процессе строительства и эксплуатации в соответствии с разделом 6;

в) учитывать особенности водно-теплового режима земляного полотна на подходах к мостовому сооружению и при необходимости применять меры для минимизации негативного влияния от переувлажнения грунтового массива в зоне опирания на него конструкций сопряжения;

г) обеспечивать несущую способность конструкций сопряжений по I группе предельных состояний согласно ГОСТ 27751 с учетом повышенных динамических воздействий при нарушении плавности проезда согласно 4.1, а).

5 Конструктивные требования к сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов

5.1 Требования к основным параметрам участков примыкания насыпей подходов к устоям следует принимать по ГОСТ 33384—2015 (подраздел 8.7).

5.2 Переходные плиты следует предусматривать на всей ширине проезжей части и тротуаров:

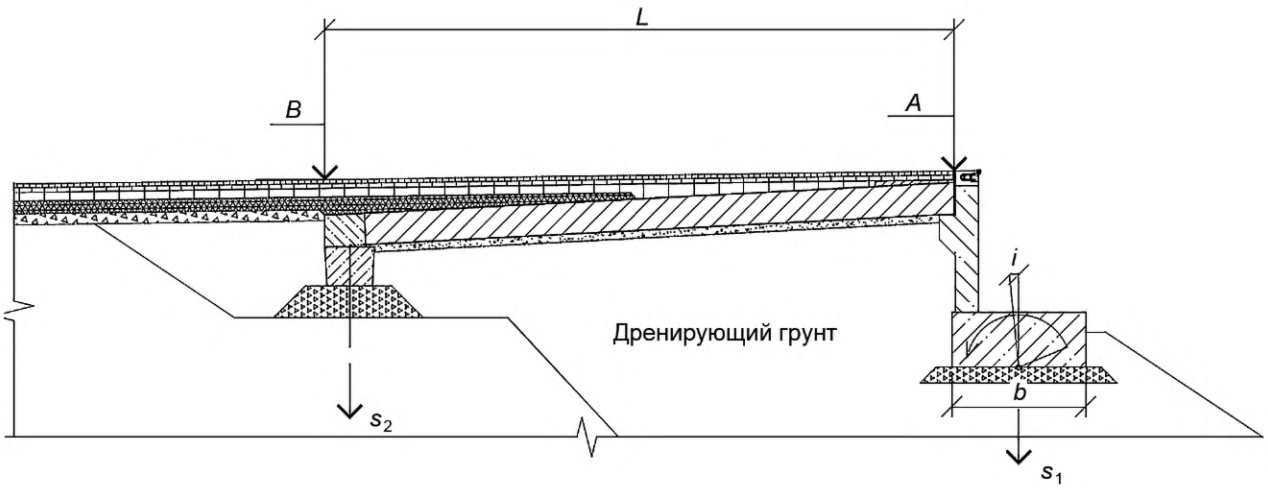
а) из монолитного железобетона (единая плита на всю ширину);

б) из сборного железобетона (как правило, с омоноличиванием концевых участков на всю ширину в месте опирания блоков на лежень).

Толщину (высоту сечения) плиты следует принимать по расчету, но не менее 1/20 части ее длины в монолитном и сборном (с поперечным объединением по всей длине с соседними плитами) исполнении, и, как правило, не менее 1/16 части ее длины в сборном исполнении (без поперечного объединения с соседними плитами).

5.3 Длину переходных плит мостовых сооружений с устоями на естественном или свайном основании следует назначать не менее значений, указанных в ГОСТ 33384—2015 (таблица 6), в зависимости от высоты насыпи, грунтов основания и категории дороги. При этом высоту насыпи необходимо принимать как разницу отметок оси проезжей части и естественной поверхности грунта (по вертикали) в уровне конца переходных плит.

5.4 На сооружениях с устоями диванного типа (согласно ГОСТ 33178—2014, таблица 5.13), опирающимися непосредственно на насыпь, а также консольных мостах (согласно ГОСТ 33178—2014, пункт 3.26), длину переходных плит назначают не менее 4 м. При этом обязательно соблюдение принятого профиля проезда (разность осадок концов переходной плиты не должна вызывать появления в продольном профиле дополнительных углов перелома, превышающих разность продольных уклонов проезжей части сопрягающего пролета и сопряжения более чем на 2 ‰). Принцип расчета дополнительных углов перелома показан на рисунке 1 (все конструктивные элементы показаны условно):



L — длина сопряжения (по торцам переходной плиты), м; *A, B* — отметки покрытия соответственно у начала и конца переходной плиты (по торцам), м; s_1 — осадка подошвы устоя диванного типа, м; *i* — крен устоя диванного типа, рад (положительное значение по стрелке, в сторону насыпи); s_2 — осадка конца переходной плиты, м; *b* — ширина устоя диванного типа, м

Рисунок 1 — Схема к определению дополнительного угла перелома от разницы осадок концов переходной плиты

Разность продольных уклонов $\Delta i_{доп}$ для конструкции, изображенной на рисунке 1, определяют по формуле. Абсолютная величина $\Delta i_{доп}$ для любых конструкций не должна превышать 2 ‰:

$$\Delta i_{доп} = \left|\frac{\Delta B - \Delta A}{L}\right| = \left|\frac{s_2 - \left(s_1 + \frac{2i}{b}\right)}{L}\right| \le 0{,}002, \quad (1)$$

где ΔB — изменение отметки конца сопряжения вследствие осадки;

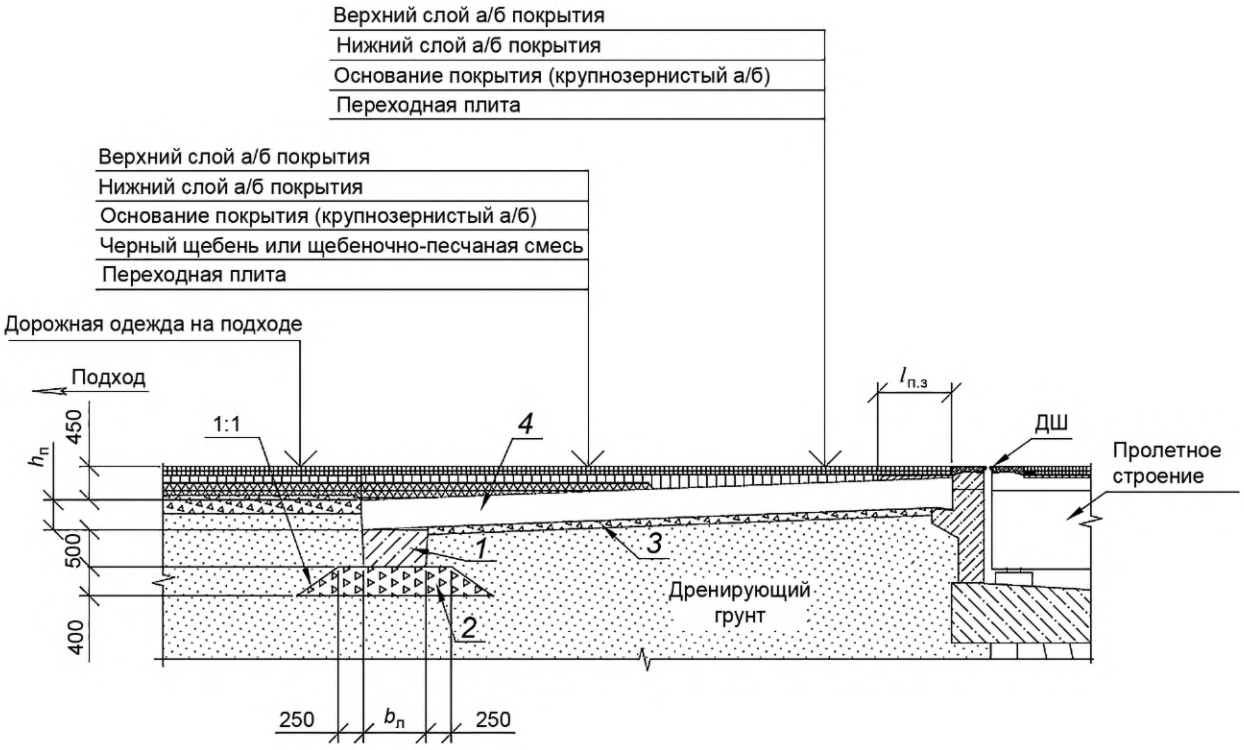
ΔA — изменение отметки начала сопряжения вследствие осадки и крена фундамента устоя диванного типа.

5.5 Сопряжения насыпей подходов с обсыпными устоями выполняют полузаглубленного типа (с уклоном переходной плиты от шкафной стенки в сторону конца сопряжения). Конструктивные варианты элементов сопряжений следует принимать в соответствии с рисунком 2, рисунком 3 и рисунком 4, которые могут применяться как с опиранием переходных плит на лежень, так и с их опиранием на щебеночную подушку (слои дорожной одежды показаны условно и должны проектироваться в увязке всех элементов между собой и с конструкцией дорожной одежды на подходах в соответствии с категорией дороги, на которой расположено мостовое сооружение):

5.5.1 Варианты конструкций, показанные на рисунке 3 и рисунке 4, применяют только для монолитных переходных плит.

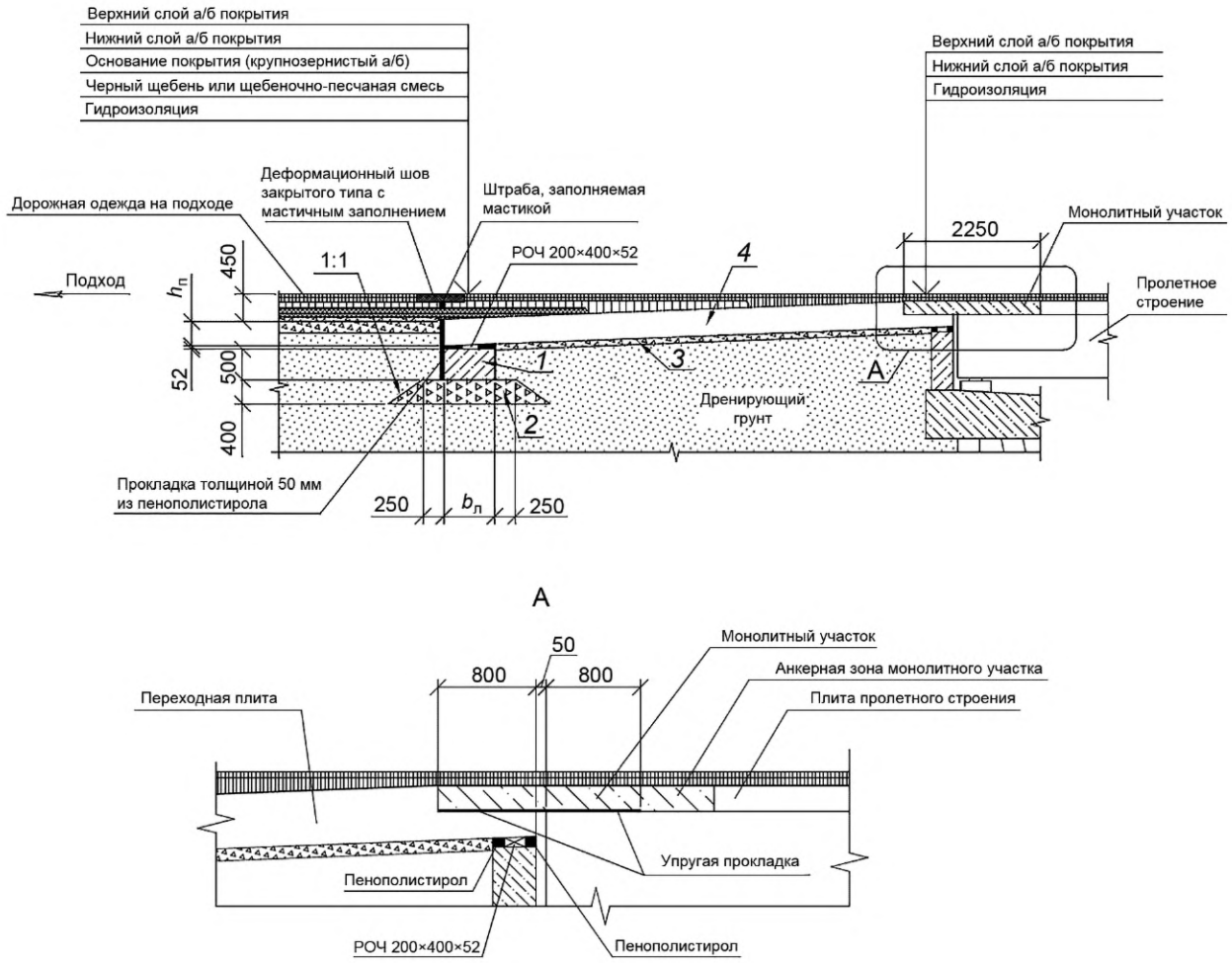
5.5.2 Варианты конструкции опирания переходной плиты на шкафную стенку, показанные на рисунках 3 и 4 (узлы А и Б), приведены справочно и не накладывает ограничения на применение иных обоснованных конструктивных решений, обеспечивающих шарнирное опирание переходной плиты и гидроизоляцию узла опирания. При расположении деформационного шва над устоем опирание переходной плиты на шкафную стенку должно быть шарнирно-неподвижным, а при вариантах с температурно-неразрезной вставкой над устоем — шарнирно-подвижным.

5.5.3 Щебеночную подушку *2* устраивают из щебня фракции 40—70 по ГОСТ 8267 по способу заклинки с опиранием на дренирующий грунт или на грунт насыпи ниже глубины промерзания. Толщину подушки, как правило, следует принимать не менее 400 мм. При слабых грунтах основания насыпи, критерии которых указаны в разделе 6, лежни переходных плит следует укладывать на армогрунтовое основание с обязательным расчетным обоснованием осадки и обеспечением условия плавности проезда по 4.1, а). При необходимости следует применять комплексные мероприятия по снижению деформативности основания с усилением (стабилизацией) слабых грунтов.



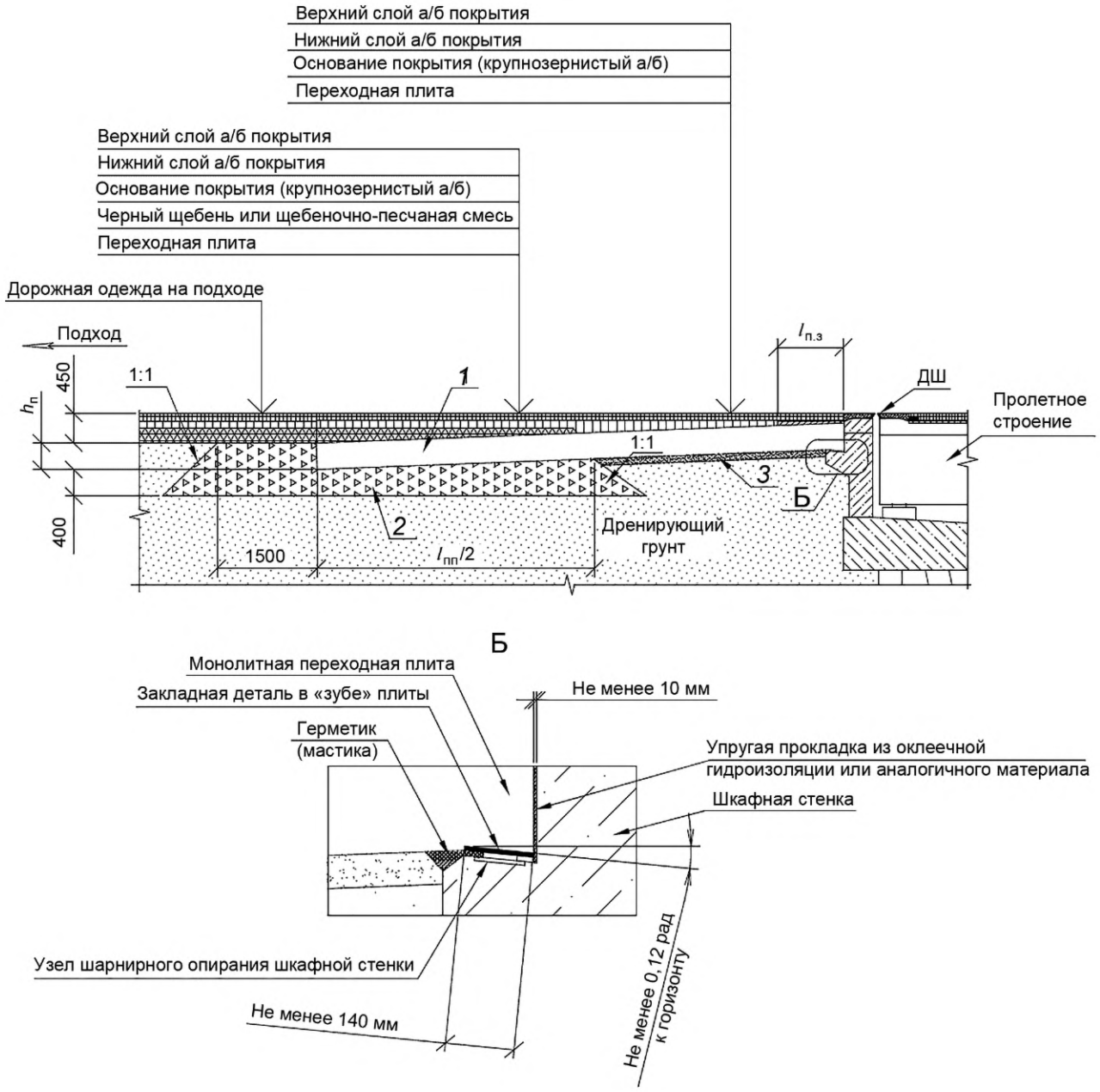
1 — лежень с шириной $b_п$, определяемой по расчету (приложение А); *2* — щебеночная подушка под лежнем с шириной поверху $b_п$ + 500 мм, толщиной 400 мм (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1; *3* — щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм; *4* — переходная плита толщиной $h_п$ согласно 5.2; ДШ — деформационный шов; $l_{п.з.}$ — переходная зона, устраиваемая в зависимости от конструкции ДШ и дорожной одежды с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ

Рисунок 2 — Общая схема варианта конструкции сопряжения с опиранием на лежень и прилив шкафной стенки, с деформационным швом над устоем



1 — лежень с шириной $b_л$, определяемой по расчету (приложение А); *2* — щебеночная подушка под лежнем с шириной поверху $b_п$ + 500 мм, толщиной 400 мм (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1; *3* — щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм; *4* — монолитная переходная плита толщиной $h_п$ согласно 5.2; узел А — конструкция температурно-неразрезной вставки на устое

Рисунок 3 — Общая схема варианта конструкции сопряжения с шарнирно-подвижным опиранием на лежень и верх шкафной стенки, с деформационным швом в конце сопряжения и температурно-неразрезной вставкой над устоем



1 — монолитная переходная плита толщиной $h_п$ согласно 5.2; *2* — щебеночная подушка на половине длины переходной плиты, толщиной не менее 400 мм под концом плиты (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1; *3* — щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм; $l_{пп}$ — длина переходной плиты; $l_{п.з.}$ — переходная зона, устраиваемая в зависимости от конструкции ДШ и дорожной одежды с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ

Рисунок 4 — Общая схема варианта конструкции сопряжения с опиранием на щебеночную подушку и узел шкафной стенки в виде «зуба», с деформационным швом над устоем

5.5.4 У конца переходных плит со стороны насыпи общая толщина дорожной одежды (от верха покрытия до верха железобетонной плиты) составляет, как правило, 450 мм независимо от длины переходной плиты.

5.5.5 Высоту сечения железобетонного лежня следует принимать 500 мм, а ширину сечения $b_л$ определять расчетом согласно рекомендациям приложения А.

5.5.6 На участке переходных плит, примыкающем к шкафной стенке (для вариантов конструкций с деформационным швом над устоем), в дорожной одежде при необходимости устраивают переходную зону (аналогичную переходной зоне со стороны пролетного строения) с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ.

5.6 Бетон сборных и монолитных конструкций сопряжений тяжелый — по ГОСТ 26633, класс прочности на сжатие не ниже В30, марка по водонепроницаемости не ниже W6. Марка по морозостойкости $F_2$300.

5.7 Арматура элементов конструкций сопряжений — А240, А400 — по ГОСТ 5781.

5.8 Каменный материал для щебеночной подготовки под конструкциями сопряжений должен иметь марку по морозостойкости по ГОСТ 8267:

- не менее F50 для подготовки под переходными плитами;
- не менее F200 для щебеночной подушки.

Марка щебня по прочности — по ГОСТ 8267 не ниже 800, в том числе из осадочных и метаморфических пород в водонасыщенном состоянии.

5.9 Поверхности переходных плит и лежней должны быть защищены обмазочной изоляцией, препятствующей проникновению воды к защищаемым поверхностям бетона в соответствии с указаниями СП 35.13330.2011 (пункты 7.182—7.186).

6 Требования к материалам инженерно-геологических изысканий

6.1 Результаты инженерных изысканий должны содержать данные, необходимые и достаточные для проведения расчетов несущей способности концевого участка насыпи подхода и грунтов основания под сопряжением по предельным состояниям с учетом прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации. При отсутствии однозначных и достоверных данных по грунту дренирующей засыпки допускается принимать наихудшие (обеспечивающие наименьшие значения запасов несущей способности) физико-механические характеристики в соответствии с указаниями раздела 7.

Проектирование без соответствующих результатов инженерных изысканий или при их недостаточности, или без достаточного расчетного обоснования не допускается.

Общие требования к изысканиям мостовых сооружений следует принимать по ГОСТ 33179 и СП 47.13330.2016.

Составление прогноза изменений состояния геологической среды во времени и пространстве проводят согласно требованиям ГОСТ 32868 и СП 446.1325800.2019 (раздел 5, приложение Н).

Изменение свойств грунта при сейсмических воздействиях следует учитывать согласно СП 268.1325800.2016 (пункт 8.3.20).

6.2 Для проектирования сопряжений в первую очередь определяют категорию грунтов основания: слабодеформируемые (ГОСТ 25100—2020, таблица В.5), деформируемые (относящиеся к сильно- и среднедеформируемым по ГОСТ 25100—2020, таблица В.5) или слабые (согласно 3.2).

6.2.1 К слабым относят основания, в пределах активной зоны которых имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

Состав инженерно-геологических изысканий при проектировании сопряжений на слабых грунтах рекомендуется принимать в соответствии с положениями, изложенным в [1] (разделы 8—11) и [2] (раздел 2).

6.2.2 К слабодеформируемым относят основания, в пределах активной зоны которых все слои грунта являются слабодеформируемыми.

6.2.3 К деформируемым относят основания, в пределах активной зоны которых имеются слои деформируемых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

6.2.4 Инженерно-геологические изыскания проводят на глубине, превышающей мощность активной зоны основания.

6.3 Результаты инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий, необходимые для расчета лежня как фундамента мелкого заложения, должны соответствовать ГОСТ Р 59619—2021 (пункты 5.8, 5.9, подраздел 9.2).

6.4 При наличии в теле подходной насыпи грунтовых вод, безопасную глубину их залегания относительно низа щебеночной подушки под лежнем и расчетные уровни определяют по рекомендациям [3] (пункт 1.4).

7 Требования к грунтам отсыпки конусов и основанию щебеночной подушки под лежнем плиты

7.1 Требования к грунтам конусов следует принимать по ГОСТ Р 70311—2022 (разделы 5, 7, приложение А).

7.2 Технические требования при производстве работ по устройству насыпи и дренирующей засыпки под сопряжением следует принимать по СП 45.13330.2017 (приложение М).

7.3 Требования при уплотнении грунта под щебеночной подушкой лежня, в том числе для нижнего слоя подушки толщиной 50 мм, втрамбованному в грунт, следует принимать по СП 45.13330.2017 (приложение Н).

7.4 Насыпи на подходах к мостовому сооружению должны быть уплотнены послойно с коэффициентом уплотнения не ниже, чем у насыпи автомобильной дороги. При проектировании сопряжений следует учитывать осадки основания насыпи (особенно значимые при слабых грунтах основания) и то, что продолжительность самоуплотнения песчаного насыпного грунта в планомерно возведенных насыпях составляет 0,5—1 год (СП 22.13330.2016, таблица 6.9). Целесообразно устраивать сопряжение с насыпью подходов после завершения осадки насыпи и, при необходимости, ее досыпки. Для насыпей подходов на слабых основаниях следует обеспечивать требования, указанные в СП 34.13330.2021 (пункт 7.31).

В случаях, когда отсутствует возможность выполнить устройство сопряжения после окончания процесса осадки (консолидации) основания и отсыпанного грунта, для сопряжений, устраиваемых на основаниях с деформируемыми или слабыми грунтами, а также для всех типов оснований насыпей высотой более 8 м, рекомендуется проведение обоснованных расчетами мероприятий, обеспечивающих плавность проезда после завершения осадки насыпи:

а) ускорение осадки с использованием метода временной пригрузки насыпи слоем грунта, толщину которого рассчитывают из условия достижения в заданное время величины осадки основания не более значений, указанных в СП 34.13330.2021 (пункт 7.31, примечание 1). При использовании данного метода необходимо проведение дополнительной проверки устойчивости основания;

б) устройство сопряжений со строительным подъемом, с вершиной в уровне конца сопряжения и отгоном в сторону насыпи на величину $2H_{нас}$, где $H_{нас}$ — высота насыпи согласно 5.3. Ординату строительного подъема принимают равной максимально допустимому значению осадки по 7.1, а);

в) после завершения осадки насыпи и при наличии просадки сопряжения, превышающей допустимую по требованию плавности проезда (4.1, а), допускается разборка конструкций сопряжения, при необходимости — досыпка и доуплотнение насыпи (дренирующей засыпки), и повторная укладка переходных плит на уплотненное основание;

г) иные обоснованные мероприятия, направленные на ускорение процессов консолидации и (или) укрепление грунтов основания.

Мероприятия 7.4, а) и 7.4, б) допускается применять для сопряжений, примыкающих к устоям с фундаментами на свайном основании или на естественном основании на слабодеформируемых грунтах (в предположении отсутствия их осадки относительно противоположного конца сопряжения). Для устоев диванного типа или на естественном основании на деформируемых грунтах данные мероприятия не рекомендуются.

Мероприятие по сохранению плавности проезда 7.4, в) допускается применять для сборных плит по 5.2, б) без концевого участка омоноличивания.

Приложение А
(рекомендуемое)

Методы расчета осадки лежней и щебеночных подушек под переходными плитами за счет осадки насыпи и ее основания

А.1 Расчет осадки лежня при слабых грунтах основания насыпи следует проводить в сертифицированных геотехнических программных комплексах с учетом рекомендаций, изложенных в [1] и [2].

А.2 Для грунтов основания, не подверженных уплотнению под весом насыпи (не относящихся к слабым), осадку основания допускается определять в зависимости от геометрических характеристик насыпи, объемного веса слагающего насыпь грунта и средневзвешенного модуля деформации грунтов основания по методике, изложенной в [4] (приложение 1).

А.3 Осадку лежня $S_{общ}$ следует вычислять как сумму осадок основания $S_{1(осн)}$ (от загружения весом насыпи), тела насыпи под лежнем $S_{2(тело)}$ (от уплотнения насыпи по высоте) и лежня в теле насыпи $S_{3(леж)}$ от действующих на него постоянных нагрузок от собственного веса, веса железобетонных плит сопряжения и покрытия на нем.

А.3.1 Осадку основания от загружения весом насыпи $S_{1(осн)}$ рассчитывают согласно рекомендациям А.1 и А.2, принимая высоту насыпи согласно 5.3, а поперечное сечение насыпи — в плоскости конца сопряжения, по задней грани плиты и (или) лежня.

А.3.2 Осадку тела насыпи (от верха насыпи до уровня основания) принимают в зависимости от вида слагающего насыпь грунта и высоты насыпи, принимаемой по 5.3:

Таблица А.1 — Определение относительной осадки насыпи

Грунты насыпи	Осадка насыпи, %, при высоте, м		
	до 6	от 6 до 12	св. 12
Глины	0,6—0,8	1,0—1,3	1,9—2,2
Суглинки	0,5	0,8	1,4
Супеси	0,3	0,6	1,3

Примечания

1 Осадку насыпи по таблице А.1 принимают в виде доли (%) от высоты насыпи $H_{нас}$, определенной согласно 5.3, она имеет максимальную величину $S_{нас}$ в уровне верха насыпи.

2 Осадку тела насыпи под лежнем следует определять по формуле

$$S_{2(тело)} = S_{нас} \cdot \frac{H_{нас} - H_{д.о.} - H_{плит} - H_{леж}}{H_{нас}}, \quad (А.1)$$

где $H_{д.о.}$ — толщина дорожной одежды в уровне конца сопряжения согласно 5.5.2;

$H_{плит}$ — толщина плиты сопряжения;

$H_{леж}$ = 0,5 м — высота лежня согласно 5.5.3.

А.3.3 Осадку лежня $S_{3(леж)}$, устроенного в теле насыпи с выполнением всех конструктивных требований настоящего стандарта, допускается определять по модели Винклера-Фусса с использованием коэффициента постели упругого основания C = 40000 кН/м^3 по формуле

$$S_{3(леж)} = \frac{q}{C} = \frac{P/b_л}{C}, \quad (А.2)$$

где $q = P/b_л$ — давление под подошвой лежня от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м^2;

P — нормативная погонная нагрузка (на 1 п. м. длины лежня) от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м;

$b_л$ — ширина лежня согласно рисунку 2, м.

А.4 Осадку конца сопряжения при монолитных переходных плитах, опирающихся непосредственно на щебеночную подушку $S_{общ.щеб}$, следует вычислять как сумму осадок основания $S_{1(осн)}$ (от загружения весом насыпи по А.3.1), тела насыпи под концом переходной плиты $S_{2(тело.щеб)}$ (от уплотнения насыпи по высоте, по таблице А.1 и формуле (А.3) и основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(щеб)}$ от действующих на него постоянных нагрузок от собственного веса монолитной плиты сопряжения и покрытия на нем.

А.4.1 Осадку тела насыпи под концом монолитной переходной плиты при ее опирании на щебеночную подушку следует определять по формуле, (обозначения согласно (А.1)

$$S_{2(\text{тело.щеб})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}}}{H_{\text{нас}}}. \quad (А.3)$$

А.4.2 Осадку основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(\text{щеб})}$, устроенную в теле насыпи с выполнением всех конструктивных требований настоящего стандарта (рисунок 4), допускается определять по модели Винклера-Фусса с использованием коэффициента постели упругого основания C = 40000 кН/м^3 и в предположении отсутствия осадки узла опирания переходной плиты на шкафную стенку по формуле

$$S_{3(\text{щеб})} = \frac{4}{3} \cdot S_{3(\text{щеб.средн})} = \frac{16}{9} \cdot \frac{q_{\text{ср}} \cdot b_{\text{пп}}}{C \cdot l_{\text{пп}}}, \quad (А.4)$$

где $S_{3(\text{щеб.средн})}$ — среднее значение осадки основания монолитной плиты сопряжения шириной $b_{\text{пп}}$, м, и длиной $l_{\text{пп}}$, м, в уровне середины длины опирания на щебеночную подушку (т. е. на расстоянии $l_{\text{пп}}/4$ от задней грани плиты);

$q_{\text{ср}}$ — среднее значение нормативной распределенной нагрузки (на 1 м^2 переходной плиты) от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м^2.

А.5 Ширину лежня $b_{\text{л}}$ из условия обеспечения несущей способности основания под его подошвой по II группе предельных состояний для сопряжений с устоями на естественном или свайном основании следует выбирать таким образом, чтобы рассчитанная по формуле (А.2) осадка $S_{3(\text{леж})}$ удовлетворяла условию сохранения плавности проезда

$$S_{3(\text{леж})} \le 0{,}002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})}, \quad (А.5)$$

где L — длина переходной плиты.

А.6 Ширину лежня $b_{\text{л}}$ из условия обеспечения несущей способности основания под его подошвой по II группе предельных состояний для сопряжений с устоями диванного типа или с консольными пролетными строениями следует выбирать таким образом, чтобы рассчитанная по формуле (А.2) осадка $S_{3(\text{леж})}$ удовлетворяла условию сохранения плавности проезда согласно 5.4

$$S_{3(\text{леж})} \le 0{,}002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})} + \Delta A, \quad (А.6)$$

где ΔA — осадка узла опирания переходной плиты на шкафную стенку согласно рисунку 1.

А.7 Проверки оснований монолитных переходных плит, опирающихся на щебеночную подушку, проводят аналогично А.5—А.6, принимая вместо ширины лежня $b_{\text{л}}$ половину длины переходной плиты $l_{\text{пп}}/2$, а вместо осадки лежня $S_{3(\text{леж})}$ — осадку основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(\text{щеб})}$.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендации по проектированию переходных плит

Б.1 Расчет монолитных и сборных (с поперечным объединением по всей длине с соседними плитами) переходных плит следует проводить с использованием пространственных конечно-элементных моделей с учетом косины или расположения на кривой в плане (при наличии). Расчетная модель должна учитывать перераспределение усилий от различного расположения временной подвижной нагрузки и различных коэффициентов полосности в поперечном направлении, с выбором наихудшего положения.

Б.2 Расчет сборных переходных плит, не имеющих специальных конструктивных решений по объединению между собой по всей длине сопряжения (например, в виде шпонок) допускается проводить аналитическими методами с использованием плоской модели шарнирно-опертой балки, без учета перераспределения усилий в поперечном направлении (каждая сборная плита работает независимо от соседних). В этом случае для рассчитываемой плиты принимают коэффициент поперечной установки (КПУ) для нагрузок АК и НК КПУ = 0,5, т. е. сборная плита воспринимает полную нагрузку от одной линии колес (половины колеи) рассматриваемой модели нагрузок.

Б.3 Сборные переходные плиты, не имеющие поперечного объединения и работающие раздельно согласно Б.2, воспринимают повышенные нагрузки относительно монолитных и объединенных между собой по всей длине сборных плит. Как правило, оптимальными по технико-экономическим показателям являются монолитные конструкции. При необходимости устройства индивидуальных сборных переходных плит рекомендуется предусматривать конструктивные элементы, объединяющие их по всей длине с соседними, например шпоночные соединения по аналогии с плитными пролетными строениями. Армирование всех типов конструкций переходных плит должно быть обосновано расчетами согласно указаниям действующих нормативных документов с учетом рекомендаций настоящего приложения.

Б.4 Временные подвижные нагрузки от транспортных средств и пешеходов следует принимать по ГОСТ 33390—2015 (раздел 5), схемы нагружения нагрузками АК и НК — по ГОСТ 32960—2014.

Расчетную сейсмичность определяют по СП 268.1325800.2016 (раздел 4) и учитывают при расчете переходных плит по I группе предельных состояний.

Б.5 Переходные плиты, опертые на узел опирания на устое и лежень, по статической схеме представляют собой однопролетную шарнирно-опертую балку (для сборных конструкций) или шарнирно-опертую по двум сторонам плиту (для монолитных конструкций). Расчетный пролет следует принимать равным полной длине плиты. Для недопущения предельных состояний первой группы переходные плиты должны быть рассчитаны на действие изгибающего момента согласно ГОСТ Р 59622—2021 (пункты 7.2, 7.3) и на действие поперечной силы (пункт 7.8). Для недопущения предельного состояния второй группы проводят расчет по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента, величина которых не должна превышать 0,03 см.

Б.6 Монолитные переходные плиты, опираемые с одной стороны на шкафную стенку, а с другой стороны — на упругое основание согласно А.4.2, по всей ширине плиты и на половине ее длины, следует рассчитывать в пространственных расчетных моделях с моделированием упругого основания, при этом со стороны шкафной стенки моделируется шарнирно-неподвижное опирание. В указанных моделях следует учитывать положения временной подвижной нагрузки, при которых в продольном и (или) поперечном направлении могут возникать отрицательные изгибающие моменты, и предусматривать соответствующее армирование верхней грани плиты.

Библиография

[1] ОДМ 218.3.120-2020 Методические рекомендации по расчету насыпей автомобильных дорог на слабых грунтах основания с применением геосинтетических материалов

[2] Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (введено в действие распоряжением Минтранса России от 3 декабря 2003 г. № ОС-1067-р)

[3] Методические рекомендации по расчету водно-теплового режима для разработки оптимальной конструкции земляного полотна автомобильных дорог (одобрены Главным техническим управлением Минтрансстроя (письмо № 37-3-4п от 21 января 1981 г.)

[4] Методические рекомендации по проектированию и строительству сопряжений автодорожных мостов и путепроводов с насыпью (утверждены 5 ноября 1975 г. Союздорнии)

УДК 539.4:624.131.439:006.354 ОКС 93.040

Ключевые слова: мостовые сооружения, сопряжения с насыпями подходов, переходные плиты

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 15.11.2022. Подписано в печать 07.12.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,64.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru