МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ СП 121.13330.2012

АЭРОДРОМЫ

Актуализированная редакция

СНиП 32-03-96

Издание официальное

Москва 2012

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки – постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ – Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт гражданской авиации – ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30.06.2012 г. № 277 и введен в действие с 1 января 2013 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) Пересмотр СП 121.13330.2011 «СНиП 32-03-96 Аэродромы»

Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минрегион России) в сети Интернет.

© Минрегион России, 2012

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минрегиона России.

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 3
4 Общие положения ... 4
5 Грунтовые элементы летного поля аэродрома ... 4
6 Грунтовые основания ... 5
7 Аэродромные покрытия ... 15
7.1 Общие указания ... 15
7.2 Искусственные основания ... 20
7.3 Жесткие покрытия ... 21
7.4 Деформационные швы в жестких покрытиях ... 25
7.5 Нежесткие покрытия ... 27
7.6 Усиление существующих покрытий ... 29
7.7 Расчет аэродромных покрытий ... 31
7.8 Расчет жестких аэродромных покрытий ... 33
7.9 Расчет нежестких аэродромных покрытий ... 39
7.10 Расчет слоев усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов ... 43
8. Водоотводные и дренажные системы ... 45
9 Автомобильные дороги на аэродромах ... 51
10 Охрана окружающей среды ... 52
Приложение А (обязательное) Типы местности по гидрогеологическим условиям ... 54
Приложение Б (обязательное) Дорожно-климатические зоны Российской Федерации ... 55
Приложение В (обязательное) Расчетные характеристики грунтов ... 56
Приложение Г (рекомендуемое) Определение эквивалентного коэффициента постели ... 57
Приложение Д (обязательное) Теплотехнические расчеты оснований на вечномерзлых грунтах ... 59
Приложение Е (обязательное) Расчет оснований на пучинистых грунтах ... 65
Приложение Ж (обязательное) Определение сжимающих напряжений в грунте от эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции ... 69
Приложение И (обязательное) Характеристики материалов аэродромных покрытий ... 72
Приложение К (обязательное) Графики, номограммы и таблицы для расчета аэродромных покрытий ... 77
Приложение Л (рекомендуемое) Схемы деления покрытия аэродромов на характерные группы участков ... 83
Приложение М (рекомендуемое) Расчет искусственных оснований под жесткие покрытия из материалов, обработанных вяжущими ... 84
Приложение Н (обязательное) Гидравлический расчет водоотводных систем ... 88
Библиография ... 96

Введение

В своде правил установлены требования в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», учтены требования международных и европейских нормативных документов, применены единые методы определения эксплуатационных характеристик и методов оценки.

Актуализация выполнена авторским коллективом ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект».

СВОД ПРАВИЛ

АЭРОДРОМЫ

Aerodromes

Дата введения 2013-01-01

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил устанавливает нормы проектирования и распространяется на вновь строящиеся, расширяемые и реконструируемые сооружения аэродромов (вертодромов).

1.2 Требования настоящего свода правил не распространяются на проектирование посадочных площадок для вертолетов на судах, буровых платформах, зданиях и специальных сооружениях.

2 Нормативные ссылки

Нормативные документы, на которые в настоящем своде правил имеются ссылки, приведены ниже:

ГОСТ Р 52056–2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия

ГОСТ Р 53231–2008 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ Р 54257–2010 Надежность строительных конструкций и оснований

ГОСТ 3344–83* Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия

ГОСТ 5180–84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 7473–94 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 8267–93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8736–93 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9128–2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия

ГОСТ 10060.0–95 – ГОСТ 10060.4–95 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 12801–98* Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 22245–90* Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия

ГОСТ 22283–88 Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения

ГОСТ 23161–78 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности

ГОСТ 23558–94* Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 24143–80 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик набухания и усадки

Издание официальное

ГОСТ 25100–95 Грунты. Классификация

ГОСТ 25584–90 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

ГОСТ 25607–2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 25820–2000 Бетоны легкие. Технические условия

ГОСТ 25912.0–91 Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий. Технические условия

ГОСТ 25912.1–91 Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-14 для аэродромных покрытий. Конструкция

ГОСТ 25912.2–91 Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-18 для аэродромных покрытий. Конструкция

ГОСТ 25912.3–91 Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-20 для аэродромных покрытий. Конструкция

ГОСТ 25912.4–91 Арматурные и монтажно-стыковые изделия железобетонных плит для аэродромных покрытий. Конструкция

ГОСТ 26633–91* Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 30412–96 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий

ГОСТ 30413–96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием

ГОСТ 30491–97 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими для дорожного и аэродромного строительства

ГОСТ 30740–2000 Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. Общие технические условия

ГОСТ 31015–2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия

ГОСТ 31416–2009 Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия

СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения»

СП 34.13330.2011 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги»

СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт»

СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 71.13330.2012 «СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия»

СП 129.13330.2012 «СНиП 3.05.04-85* Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология и геофизика»

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национальных органов Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим сводом правил следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил приняты термины с соответствующими определениями, приведенные ниже:

3.1 **летное поле аэродрома:** Часть аэродрома, на которой расположены одна или несколько летных полос, рулежные дорожки, перроны, места стоянок воздушных судов и площадки специального назначения.

3.2 **летная полоса (ЛП):** Часть летного поля аэродрома, включающая взлетно-посадочную полосу и примыкающие к ней спланированные и в отдельных случаях уплотненные, а также укрепленные грунтовые участки, предназначенные для уменьшения риска повреждения воздушных судов, выкатившихся за пределы взлетно-посадочной полосы.

3.3 **спланированная часть ЛП:** Часть ЛП, расположенная по обе стороны от оси ВПП, спланированная и подготовленная таким образом, чтобы свести к минимуму риск повреждения ВС при приземлении с недолетом или выкатывании за пределы ВПП.

3.4 **взлетно-посадочная полоса (ВПП):** Часть ЛП, специально подготовленная и оборудованная для взлета и посадки воздушных судов. ВПП может иметь искусственное покрытие (**ИВПП**) или грунтовое (**ГВПП**).

3.5 **рулежная дорожка (РД):** Часть летного поля аэродрома, специально подготовленная для руления и буксировки воздушных судов. РД могут быть магистральные (**МРД**), соединительные, вспомогательные.

3.6 **перрон:** Часть летного поля аэродрома, предназначенная для размещения воздушных судов в целях посадки и высадки пассажиров, погрузки и выгрузки багажа, почты и грузов, а также других видов обслуживания.

3.7 **место стоянки воздушного судна (МС):** Часть перрона или площадки специального назначения аэродрома, предназначенная для стоянки воздушного судна с целью его обслуживания и хранения.

3.8 **аэродромные сооружения:** Сооружения, включающие в себя грунтовые элементы летного поля, грунтовые основания, аэродромные покрытия, водоотводные и дренажные системы, а также специальные площадки и конструкции.

3.9 **грунтовые основания:** Спланированные и уплотненные местные или привозные грунты, предназначенные для восприятия нагрузок, распределенных через конструкцию аэродромного покрытия.

3.10 **аэродромные покрытия:** Конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия от воздушных судов, эксплуатационных и природных факторов, которые включают:

верхние слои (слой), именуемые в дальнейшем «покрытие», непосредственно воспринимающие нагрузки от колес воздушных судов, воздействия природных факторов (переменного температурно-влажностного режима, многократного замораживания и оттаивания, влияния солнечной радиации, ветровой эрозии), тепловые и механические воздействия газовоздушных струй авиационных двигателей и механизмов, предназначенных для эксплуатации аэродрома, а также воздействие антигололедных химических средств;

нижние слои (слой), именуемые в дальнейшем «искусственное основание», обеспечивающие совместно с покрытием передачу нагрузок на грунтовое основание, которые помимо несущей функции могут выполнять также дренирующие,

противозаиливающие, термоизолирующие, противопучинные, гидроизолирующие и другие функции.

3.11 **водоотводные и дренажные системы:** Система сооружений, предназначенных для отвода воды с поверхности покрытий и понижения уровня подземных вод с целью обеспечения необходимой устойчивости грунтового основания и слоев аэродромного покрытия при восприятии нагрузок в расчетный период наибольшего увлажнения грунтов, а также исключения аквапланирования колес самолетов при движении по ИВПП.

4 Общие положения

4.1 Классификация аэродромов в настоящих нормах не приводится и определяется ведомственными нормативными документами.

4.2 Размеры приаэродромной территории и допускаемую высоту естественных и искусственных препятствий в ее границах, проектирование генерального плана летного поля и организации рельефа следует выполнять в соответствии с нормами того ведомства, к которому относится аэродром. Для аэродромов международных аэропортов должны также соблюдаться стандарты и рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО) [1].

5 Грунтовые элементы летного поля аэродрома

5.1 Грунтовые элементы летного поля должны отвечать требованиям безопасности, ровности, прочности, эрозионной стойкости. Поверхность их должна быть очищена от посторонних предметов и иметь уклоны, обеспечивающие надежный сток талых и дождевых вод. Они могут быть с дерновым покровом и без него.

5.2 Допускаемые значения продольных и поперечных уклонов грунтовых элементов ЛП должны приниматься в соответствии с Федеральными авиационными правилами (ФАП) или с нормами того ведомства, к которому относится аэродром.

5.3 Грунтовая спланированная часть ЛП, как правило, должна быть без грунтовых лотков. В исключительных случаях, с целью уменьшения объема земляных работ при наличии склона с поперечным уклоном в сторону ЛП, допускается устройство грунтовых лотков.

5.4 Грунтовая поверхность спланированной части ЛП в местах сопряжения должна располагаться на одном уровне с поверхностью искусственных покрытий (ВПП, обочинами, рулежными дорожками и др.).

5.5 Часть ЛП, примыкающая к торцу ИВПП, должна быть укреплена с целью предотвращения эрозии от газовоздушных струй авиадвигателей и защиты приземляющихся воздушных судов от удара о торец ИВПП. Эти участки должны выдерживать нагрузки от воздушных судов при случайном выкатывании их при взлете или посадке, а также нагрузки от эксплуатационной техники.

5.6 Грунтовые обочины ИВПП, РД, МС и перронов должны обеспечивать отвод поверхностных вод с площадей искусственных покрытий и постепенный переход от искусственных покрытий к грунту, для чего следует устраивать укрепленные обочины (отмостки).

5.7 Укрепленные обочины должны выдерживать нагрузку, создаваемую воздушным судном при случайном выкатывании, не вызывая у него конструктивных повреждений, а также нагрузки наземных транспортных средств, которые могут передвигаться по обочине.

5.8 Грунты на грунтовых элементах летного поля должны быть уплотнены.

Коэффициент уплотнения грунтов на глубину до 30 см должен быть не менее:

на стартовых участках ГВПП, МС, местах опробования двигателей, путях руления: для песков и супесей – 0,95, для суглинков и глин – 1,00;

на средних участках ГВПП, спланированной части ЛП, обочинах путей руления и МС, а также для насыпных грунтов на летном поле, не входящих в ЛП:

для песков и супесей – 0,9, для суглинков и глин – 0,95.

Ниже (на глубину до 55 и до 70 см) коэффициент уплотнения может быть снижен не более чем на 5 и 15 % соответственно.

5.9 При наличии просадочных грунтов на ГВПП, грунтовых РД, МС, местах опробования двигателей просадочность должна быть устранена на глубину активной зоны, устанавливаемой расчетом.

5.10 На грунтовых участках летного поля без дернового покрова следует предусматривать мероприятия по укреплению поверхностного слоя грунта.

5.11 Для повышения сопротивляемости грунта нагрузкам от воздушных судов и снижения эрозии от действия аэродинамических нагрузок, создаваемых газовоздушными струями авиадвигателей, рекомендуется устраивать дерновый покров.

5.12 Качество дернового покрова должно отвечать нормативным требованиям, приведенным в таблице 5.1. Приемку работ по созданию дернового покрова летного поля следует производить после развития (всхода) посеянных трав.

5.13 Грунты спланированной части ЛП и грунтовых обочин ИВПП, РД, МС и перронов, а также насыпные грунты летного поля должны быть уплотнены. Коэффициент уплотнения грунтов должен быть не менее: для песков и супесей – 0,9, для суглинков и глин – 0,95.

Таблица 5.1

Нормативные требования	Значение нормативных требований	Метод контроля
Плотность дернового покрова (число побегов растений на участке площадью 400 $см^2$) при преобладании трав с характером роста:		
низовым	200 – 300	Подсчет числа побегов
верховым	100 – 200	То же
Примечание – В случае неблагоприятных погодных условий допускается плотность с числом побегов 100 шт. для трав с низовым характером роста и 50 шт. – с верховым.		

5.14 Наибольшая крутизна откосов насыпей (выемок) должна назначаться из условия обеспечения их устойчивости в зависимости от высоты насыпи и вида грунта.

5.15 При расчете устойчивости насыпи (выемки) следует принимать коэффициент надежности по ответственности 1,2 при особо высоком уровне ответственности сооружений согласно ГОСТ Р 54257.

6 Грунтовые основания

6.1 Грунтовые основания должны обеспечивать несущую способность аэродромного покрытия независимо от погодных условий и времени года. Проектировать грунтовые основания следует с учетом:

состава и свойств грунтов;

типов местности по гидрогеологическим условиям, приведенных в приложении А;

деления территории на дорожно-климатические зоны в соответствии с рисунком Б.1;

сейсмического воздействия при повышенном уровне ответственности согласно техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений;

нагрузки от воздушного судна, оказывающего максимальное силовое воздействие на покрытие, или категории нормативной нагрузки;

опыта строительства и эксплуатации аэродромов, расположенных в аналогичных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических условиях.

6.2 Номенклатура грунтов, используемых для грунтового основания, по генезису, составу, состоянию в природном залегании, пучинистости, набуханию и просадочности должна устанавливаться в соответствии с ГОСТ 25100.

6.3 Характеристики грунтов природного залегания, а также искусственного происхождения должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможного изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации аэродромных сооружений.

Расчетные характеристики грунтов (коэффициент постели K_s для жестких покрытий и модуль упругости E для нежестких покрытий) надлежит устанавливать для однородных грунтов в соответствии с приложением В. Для многослойных грунтовых оснований или когда верхний слой грунта уплотнен, а нижний остается неуплотненным и имеет коэффициент пористости $e > 0,8$ либо при наличии в естественном основании сплошных скальных грунтов с временным сопротивлением одноосному сжатию не менее 5 МПа, коэффициентом размягчаемости в воде не более 0,75 и неспособных к растворению в воде следует использовать эквивалентный коэффициент постели K_s всего основания (учитывая подстилающий скальный грунт), определяемый согласно приложению Г.

Проектирование грунтовых оснований без соответствующего инженерно-геологического и гидрогеологического обоснования или при его недостаточности не допускается.

6.4 Глубина сжимаемой толщи грунтового основания, в пределах которой учитываются состав и свойства грунтов, принимается по таблице 6.1 в зависимости от числа колес на основной опоре воздушного судна и нагрузки на одно колесо этой опоры.

Таблица 6.1

Число колес на основной опоре воздушного судна	Глубина сжимаемой толщи грунтового основания от верха покрытия, м, при нагрузке на одно колесо основной опоры, кН				
	250	200	150	100	50
1	5	4,5	4	3	2
2	6	6	5	4,5	4
4 и более	6	6	6	5	5

6.5 Глубина сезонного промерзания или для вечномерзлых грунтов – оттаивания определяется расчетом согласно приложению Д для открытой очищенной от снега поверхности покрытия и исчисляется от его верха с учетом вертикальной планировки поверхности аэродрома и теплотехнических характеристик материалов основания и покрытия.

6.6 При наличии в грунтовом основании слабых грунтов (водонасыщенных глинистых, заторфованных, торфа, ила, сапропеля), лессовых, засоленных, набухающих и других просадочных разновидностей грунтов, а также вечномерзлых, просадочных при оттаивании грунтов необходимо учитывать осадки (просадки) грунтов основания s_d, происходящие при производстве земляных работ, а также при дальнейшей консолидации грунта основания в период эксплуатации покрытия под влиянием природно-климатических факторов.

Примечание – К слабым грунтам относятся грунты, модуль деформации которых равен или менее 5 МПа.

6.7 Расчетные значения вертикальных деформаций основания s_d в период эксплуатации покрытия не должны превышать предельных значений s_u, указанных в таблице 6.2.

При реконструкции или усилении существующих аэродромных покрытий в случаях, когда их фактические вертикальные деформации (по опыту эксплуатации) превышают предельные значения, указанные в таблице 6.2, допустимость превышения деформаций после реконструкции (усиления) должна решаться с учетом опыта эксплуатации существующего покрытия.

6.8 В целях недопущения превышения предельных вертикальных деформаций грунтовых оснований следует предусматривать мероприятия по исключению или уменьшению вредного воздействия природных и эксплуатационных факторов, устранению неблагоприятных свойств грунта под аэродромным покрытием:

устройство специальных слоев искусственного основания и прослоек (гидроизолирующих, капилляропрерывающих, термоизоляционных, противозаиливающих, армирующих и др.);

водозащитные мероприятия на площадках, сложенных грунтами, чувствительными к изменению влажности (соответствующую горизонтальную и вертикальную планировку территории аэродрома, обеспечивающую сток поверхностных вод, устройство водосточно-дренажной сети);

улучшение строительных свойств грунтов основания (уплотнение трамбованием, предварительным замачиванием просадочных грунтов, полную или частичную замену грунтов с неудовлетворительными свойствами и др.) на глубину, определяемую расчетом из условия снижения возможной вертикальной деформации основания до допускаемого значения;

укрепление грунтов химическим, электрохимическим, термическим и другими способами, а также геосинтетическими материалами.

Модуль упругости укрепленного грунта определяется по формуле $E_d = kE$, где k – коэффициент увеличения модуля упругости, полученный в результате испытаний фрагментов конструкций покрытий с армированием и без армирования основания. При отсутствии данных испытаний коэффициент k принимается равным 1.

Границы специальных слоев основания или грунта с устраненными неблагоприятными свойствами должны отстоять от кромки покрытия не менее чем на 3 м.

6.9 Возвышение поверхности аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать не менее установленного в таблице 6.3.

За расчетный уровень подземных вод надлежит принимать максимально возможный осенний (перед замерзанием) уровень, а в районах, где наблюдаются частые продолжительные оттепели, – максимально возможный весенний уровень

подземных вод. При отсутствии необходимых данных за расчетный допускается принимать уровень, определяемый по верхней линии оглеения грунтов.

В случаях, когда выполнение требований таблицы 6.3 технико-экономически нецелесообразно, в грунтовом основании, сооружаемом во II и III дорожно-климатических зонах, следует предусматривать устройство капилляропрерывающих, а в IV и V дорожно-климатических зонах – гидроизолирующих прослоек, верх которых должен располагаться на расстоянии от поверхности покрытия 0,9 м – для II и III зон и 0,75 м – для IV и V зон. Низ прослоек должен отстоять от горизонта подземных вод не менее чем на 0,2 м.

Таблица 6.2

Аэродромные покрытия	Предельные значения вертикальных деформаций основания s_u, м, для		
	ИВПП	магистральных РД	МС, РД и др.
Капитальные с жестким покрытием:			
бетонным, армобетонным, железобетонным монолитным	0,02	0,03	0,04
железобетонным сборным	0,03	0,04	0,06
Капитальные с нежестким покрытием	0,03	0,04	0,06
Облегченные с нежестким покрытием	0,04	0,05	0,08

Таблица 6.3

Грунт основания (насыпи)	Минимальное возвышение поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод, м, в дорожно-климатических зонах			
	II	III	IV	V
Песок средней крупности	1,1	0,9	0,8	0,7
Песок мелкий, супесь	1,6	1,2	1,1	1,0
Глина, суглинок, песок и супесь пылеватые	2,3	1,8	1,5	1,3

6.10 Для аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, в случае отсутствия вечномерзлых грунтов, а также при использовании вечномерзлых грунтов в качестве естественного основания с предварительным оттаиванием, удалением или осушением переувлажненных грунтов минимальное возвышение поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод надлежит принимать как для II дорожно-климатической зоны (таблица 6.3).

6.11 Требуемую степень уплотнения насыпных грунтов следует предусматривать исходя из коэффициента уплотнения (отношения наименьшей требуемой плотности сухого грунта к максимальной плотности сухого грунта при стандартном уплотнении), значения которого приведены в таблице 6.4.

Если в выемках или в местах нулевых работ естественная плотность грунта ниже требуемой, следует предусматривать уплотнение грунта до норм, приведенных в таблице 6.4, на глубину 1,2 м для I–III дорожно-климатических зон и 0,8 м – для IV и V зон, считая от поверхности грунтового основания.

Таблица 6.4

Грунт	Коэффициент уплотнения грунта основания покрытий	
	капитального типа	облегченного типа
Песок, супесь	0,98 / 0,95	0,95 / 0,95
Суглинок	1,00 / 0,98	0,98 / 0,95
Глина	1,00 / 0,98	0,98 / 0,95
Примечание – Перед чертой приведены значения коэффициента уплотнения грунта в зоне сезонного промерзания, после черты – ниже границы сезонного промерзания, а также для насыпей, возводимых в IV и V дорожно-климатических зонах.		

6.12 При реконструкции (усилении) покрытия в случаях, когда фактическое возвышение поверхности существующего аэродромного покрытия над уровнем грунтовых вод менее установленных в таблице 6.3 или плотность грунта под аэродромным покрытием ниже установленного в таблице 6.4, допустимость сохранения такого положения после реконструкции должна решаться с учетом опыта эксплуатации существующего покрытия.

6.13 Нормативные требования, которые надлежит выполнять и контролировать при производстве земляных работ, и методы контроля приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значения нормативных требований	Метод контроля
Грунтовое основание, ГВПП, грунтовые элементы ЛП		
1 Толщина плодородного слоя	Не более 5 % значений могут иметь отклонения от проектных до минус 20 %, остальные – до минус 10 %	Нивелирование
2 Высотные отметки по оси	То же, до ±30 мм, остальные – до ±20 мм	То же
3 Продольные уклоны	То же, до ±0,002, остальные – до ±0,001	Расчет по результатам исполнительной геодезической съемки
4 Поперечные уклоны	То же, до ±0,008, остальные – до ±0,003	То же
5 Плотность грунтового слоя	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения до минус 2 %, остальные – должны быть не ниже проектных	ГОСТ 5180, допускается использовать ускоренные и полевые экспресс-методы и приборы
6 Неровность по оси (просвет под рейкой длиной 3 м):		
на ГВПП, грунтовых элементах спланированной части ЛП	Не более 2 % результатов определений могут иметь значения просветов до 60 мм, остальные – до 30 мм	По ГОСТ 30412
на грунтовом основании	То же, до 40 мм, остальные – до 20 мм	То же

Окончание таблицы 6.5

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значения нормативных требований	Метод контроля
7 Алгебраическая разность ΔH высотных отметок точек по оси ГВПП с интервалами 5, 10 и 20 м	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения до 60, 100, 160 мм, остальные – до 30, 50, 80 мм	Нивелирование и расчет по формуле $\Delta H = \frac{H_i + H_{i+2}}{2} - H_{i+1}$, где H_i, H_{i+1}, H_{i+2} – отметки смежных точек

Основания на набухающих грунтах

6.14 Свойства набухания глинистых грунтов, используемых для основания, следует учитывать, если при замачивании водой или химическими растворами относительная деформация набухания без нагрузки $\epsilon_{sw} \geq 0,04$.

Значение относительного набухания (отношение увеличения высоты образца грунта в результате его замачивания водой или другой жидкостью к начальной высоте образца грунта природной влажности) определяется по ГОСТ 24143.

6.15 При проектировании оснований на набухающих грунтах следует предусматривать конструктивные мероприятия, предотвращающие увлажнение природного грунта, а также замену набухающего грунта ненабухающим или устройство насыпи из ненабухающих грунтов таким образом, чтобы верхняя граница набухающих грунтов находилась на глубине от верха аэродромного покрытия, м, не менее:

1,3 – для слабонабухающих грунтов ($0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$);

1,8 – » средненабухающих » ($0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$);

2,3 – » сильнонабухающих » ($\epsilon_{sw} > 0,12$).

Основания на просадочных грунтах

6.16 Просадочные свойства грунтов, используемых в качестве основания, следует учитывать в пределах толщи грунта, где:

суммарное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромного покрытия σ_{zg} и эксплуатационной нагрузки σ_{zp} превышает начальное просадочное давление p_{sc};

влажность грунта w выше (или может стать выше) начальной просадочной влажности w_{zc} (минимальной влажности, при которой проявляются просадочные свойства грунта);

относительная просадочность под действием внешней нагрузки $\epsilon_c \geq 0,01$.

При проектировании оснований, сложенных просадочными грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунтов, имеющих степень влажности $S_r \leq 0,5$, из-за нарушения природных условий испарения вследствие устройства аэродромного покрытия (экранирования поверхности). Конечную влажность грунтов надлежит принимать равной влажности на границе раскатывания w_p.

Характеристики просадочных свойств грунтов определяют по ГОСТ 23161.

6.17 Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки подразделяются на два типа:

I – просадка происходит в пределах сжимаемой толщи грунта (в основном в пределах ее верхней части) от действия эксплуатационной нагрузки, а просадка грунта от собственного веса отсутствует или не превышает 0,05 м;

II – помимо просадки грунта от эксплуатационной нагрузки возможна просадка (преимущественно в нижней части просадочной толщи) от собственного веса грунта, и размер ее превышает 0,05 м.

6.18 Мероприятия по устранению просадочных свойств грунта должны предусматриваться в зависимости от выполнения условия

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \le p_{sc}, \qquad (6.1)$$

где σ_{zp} – вертикальное сжимающее напряжение в грунте от эксплуатационной нагрузки, определяемое по приложению Ж;

σ_{zg} – вертикальное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромного покрытия;

p_{sc} – начальное просадочное давление (минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунта при его полном водонасыщении), определяемое по ГОСТ 23161.

Если условие (6.1) удовлетворено, следует предусматривать уплотнение верхнего слоя просадочного грунта в соответствии с требованиями 6.11.

Если $\sigma_{zp} + \sigma_{zg} > p_{sc}$, необходимо кроме уплотнения верхнего слоя предусматривать мероприятия по устранению просадочных свойств грунта (предварительное замачивание, полную или частичную замену грунта подушками из песка, гравия, щебня и других непросадочных материалов) на глубину, обеспечивающую удовлетворение условия

$$s_{sc} \le s_u, \qquad (6.2)$$

где s_{sc} – значение вертикальной деформации основания, вызванной просадкой грунта, определяемое расчетом при влажности w_p на границе раскатывания;

s_u – предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по таблице 6.2.

6.19 При проектировании элементов аэродрома, располагаемого на участках с грунтовыми условиями II типа по просадочности, наряду с устранением просадочных свойств грунтов основания следует предусматривать устройство гидроизоляционного слоя под аэродромной одеждой и на расстоянии 3 м в обе стороны от кромки покрытия, устройство водонепроницаемых отмосток шириной не менее 2 м, а если начальная просадочная влажность w_{sc} меньше влажности на границе раскатывания w_p – устранение просадочных свойств грунта предварительным его замачиванием.

6.20 Для возведения низких насыпей (высотой до 1 м) на участках с грунтовыми условиями II типа по просадочности следует предусматривать применение недренирующих грунтов. Дренирующие грунты допускается применять при технико-экономическом обосновании только на участках с грунтовыми условиями I типа по просадочности.

Для возведения насыпей высотой более 1 м разрешается применять дренирующие грунты, однако естественный грунт под насыпью и на расстоянии не менее 5 м в обе стороны от нее должен быть уплотнен на глубину не менее 0,5 м до максимальной плотности сухого грунта или нижняя часть насыпи (высотой 0,5 м) должна быть выполнена из недренирующих грунтов.

Основания на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах

6.21 При проектировании грунтовых оснований под аэродромные покрытия, располагаемых на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах, следует предусматривать:

для оснований под аэродромные покрытия, рассчитываемые на нормативные нагрузки в/к, I, II и III категорий, а под аэродромные покрытия с асфальтобетонным покрытием, рассчитываемые и на нормативные нагрузки IV, V и VI категорий, замену торфа и заторфованных грунтов на всю глубину их залегания и замену слабых глинистых грунтов на глубину сжимаемой толщи (см. таблицу 6.1);

для оснований под аэродромные покрытия облегченного типа, а также под аэродромные покрытия с покрытием из сборных железобетонных плит, рассчитываемые на нормативную нагрузку IV категории, разрешается использовать торф, заторфованные и слабые грунты в пределах сжимаемой толщи грунтового основания, при этом устройство аэродромного покрытия следует предусматривать после предварительного обжатия торфа, заторфованного или слабого грунта весом насыпи до условной стабилизации осадок s_s, м, определяемой по формуле

$$s_s = s_{tot} - s_u, \tag{6.3}$$

где s_{tot} – полная осадка, м;

s_u – предельная осадка аэродромного покрытия, м, принимаемая по таблице 6.2.

Примечание – Категории нормативных нагрузок приведены в таблице 7.9.

6.22 Для повышения несущей способности насыпи, возводимой на естественном основании из торфа, заторфованного и слабого грунтов, устойчивости ее к воздействию эксплуатационных нагрузок, исключения местных просадок и проникания этих грунтов в тело насыпи, а также обеспечения возможности выполнения работ по устройству насыпи в период переувлажнения естественного грунта необходимо предусматривать укладку рулонных геосинтетических материалов на поверхность торфа, заторфованного или слабого глинистого грунта.

Основания на засоленных грунтах

6.23 При проектировании оснований, предусматриваемых в районах распространения засоленных грунтов, особые свойства их надлежит учитывать, если солевой горизонт находится в пределах сжимаемой толщи грунта (см. таблицу 6.1).

Возможность использования грунтов различной степени засоления в качестве естественного основания и в насыпях должна устанавливаться согласно таблице 6.6. При этом в случае неравномерного по глубине содержания солей степень засоления грунтового основания следует принимать по средневзвешенному содержанию солей.

6.24 Грунты, содержащие гипс, допускается использовать в качестве естественного основания без ограничения, а в насыпях, возводимых во II – IV дорожно-климатических зонах, – при содержании гипса не более 30 % массы сухого грунта, в V зоне – не более 40 %.

Для аэродромов, расположенных в зоне искусственного орошения, или при глубине уровня подземных вод меньше глубины промерзания использование сильнозасоленных грунтов в качестве основания аэродромных одежд не допускается, а предельное содержание гипса в грунтах насыпей необходимо снижать на 10 %.

Таблица 6.6

Грунт по степени засоления	Среднее содержание легкорастворимых солей, % к массе сухого грунта, при соотношении содержания ионов Cl' и SO_4''		Возможность использования в качестве основания
	хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление $Cl'/SO_4'' > 1$	сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление $0,3 \le Cl'/SO_4'' \le 1$	
Слабозасоленный	От 0,3 до 1,0	От 0,3 до 0,5	Пригоден
Засоленный	Св. 1,0 » 5,0	Св. 0,5 » 2,0	»
Сильнозасоленный	» 5,0 » 8,0	» 2,0 » 5,0	»
Избыточно засоленный	Св. 8,0	Св. 5,0	Не пригоден

6.25 Возвышение аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать на 20 % больше, чем указано в таблице 6.3, а по поверхности основания, сложенного средне- и сильнозасоленными грунтами, необходимо предусматривать устройство гидроизолирующего слоя.

6.26 Коэффициент уплотнения насыпей, возводимых из засоленных грунтов, следует принимать не менее 0,98 при аэродромном покрытии облегченного типа и для грунтовой части летного поля, 1,00 – при аэродромном покрытии капитального типа.

Основания на вечномерзлых грунтах

6.27 При проектировании аэродромов, размещаемых в районах распространения вечномерзлых грунтов, следует принимать один из следующих трех принципов использования грунтов в качестве естественных оснований аэродромных покрытий:

I – грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в течение всего заданного периода эксплуатации аэродромных покрытий;

II – допускается частичное или полное оттаивание грунтов (сезонноотаивающего слоя), которые оттаивали до устройства аэродромного покрытия;

III – предусматривается предварительное оттаивание вечномерзлых грунтов с удалением или осушением переувлажненных слоев.

6.28 Принципы I и II использования вечномерзлых грунтов в качестве основания аэродромного покрытия должны применяться, если годовой температурный баланс покрытия отрицателен (сумма отрицательных градусо-часов покрытия не меньше суммы положительных градусо-часов), т.е. при соблюдении условия

$$\sum_{i=1}^{12} t_{mp_i} \tau_i \le 0, \qquad (6.4)$$

где i – месяц года;

t_{mp_i} – среднемесячная температура поверхности покрытия, определяемая с учетом среднемесячной температуры воздуха и среднемесячной солнечной радиации, принимаемых в соответствии с требованиями СП 131.13330;

τ_i – продолжительность i-го месяца, ч.

Принцип I должен применяться, если естественные грунты сезонноотаивающего слоя в талом состоянии не обладают достаточной несущей способностью или дают

недопустимые осадки, при экономически целесообразных затратах на мероприятия по сохранению вечномерзлого состояния.

Принцип II должен применяться при наличии в основании грунтов, деформация которых при сезонном оттаивании на расчетную глубину не превышает предельно допускаемых значений для аэродромов данного класса.

Принцип III должен применяться, если годовой температурный баланс покрытия положителен, при этом предварительное оттаивание вечномерзлых грунтов производится до горизонта непросадочных при оттаивании грунтов. Применение данного принципа использования грунтов в качестве оснований аэродромных покрытий должно обосновываться технологическими возможностями и экономической целесообразностью намечаемых способов оттаивания вечномерзлых грунтов.

6.29 Вертикальную планировку аэродромов с использованием грунтов естественного основания по принципам I и II следует осуществлять подсыпкой в виде теплоизолирующей насыпи без нарушения сложившегося торфо-мохового покрова.

В качестве основных материалов для насыпи следует применять грунты и материалы, не подвергающиеся деформациям при промерзании или оттаивании.

6.30 Для уменьшения толщины теплоизолирующей насыпи (при соответствующем технико-экономическом обосновании) следует предусматривать в ее теле слои из высокоэффективных теплоизолирующих материалов: полимерных (пенопластов); легких бетонов, в которых содержатся пористые заполнители (керамзит, аглопорит, измельченные частицы пенопласта и т.п.); золошлаковых смесей и др.

Требуемую толщину теплоизолирующего слоя следует определять на основании теплотехнических расчетов (см. приложение Д) исходя из условия, чтобы для оснований, проектируемых по принципу I, расчетная глубина оттаивания находилась в пределах теплоизолирующей насыпи, а для оснований, проектируемых по принципу II, соблюдалось условие

$$s_{fi} \le s_u, \tag{6.5}$$

где s_{fi} – значение ожидаемой деформации пучения сезонноотаивающего слоя грунтов, определяемое согласно приложению Е;

s_u – предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по таблице 6.2.

6.31 При использовании грунтов в качестве оснований по принципу II, а также по принципу I, если в процессе производства земляных работ допускается временное оттаивание грунтов основания, необходимо предусматривать устройство дренирующего слоя толщиной не менее 0,5 м из грунтов и материалов, имеющих коэффициент фильтрации не менее 7 м/сут.

6.32 При использовании грунтов в качестве оснований по принципу III величину ожидаемой осадки вечномерзлых грунтов s_t, м, после их оттаивания следует определять по формуле

$$s_t = \sum_{i=1}^{n} \epsilon_{ti} t_i, \tag{6.6}$$

где n – число слоев грунта, на которое разделяется оттаивающее основание в зависимости от просадочных свойств грунта;

ϵ_{ti} – значение относительной осадки i-го слоя грунта, определяемое натурными испытаниями вечномерзлых грунтов путем оттаивания кернов под суммарным

давлением от собственного веса грунта, аэродромного покрытия и от эксплуатационной нагрузки или методом горячего штампа. Значения ϵ_{ti} допускается определять расчетом в зависимости от природной влажности грунта w, коэффициента пористости e и числа пластичности I_p. Для уплотненного торфяного слоя значение ϵ_{ti} допускается принимать равным от 0,03 до 0,04, а для неуплотненного слоя – 0,5;

t_i – толщина i-го слоя сжимаемого грунта в природном состоянии, м.

6.33 При назначении коэффициента морозного пучения и коэффициента постели следует основания, проектируемые по принципу I, относить к первому типу гидрогеологических условий, а проектируемые по принципам II и III – ко второму типу при обеспеченном водоотводе и к третьему типу, если отвод воды из оттаивающего слоя не обеспечен.

Основания на пучинистых грунтах

6.34 Пучинные свойства грунтов следует учитывать, если глинистые грунты к началу промерзания имеют показатель текучести $I_L > 0$ или если уровень подземных вод находится ниже расчетной глубины промерзания, м, менее чем на:

1,0 – для песков мелких;

1,5 – для песков пылеватых, супесей;

2,5 – для суглинков, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем;

3,0 – для глин.

6.35 Основания на пучинистых грунтах должны удовлетворять условию

$$s_f \le s_u, \tag{6.7}$$

где s_f – равномерная деформация пучения поверхности грунтового основания, определяемая в соответствии с приложением Е;

s_u – предельное значение вертикальной деформации пучения, принимаемое по таблице 6.2.

6.36 Для выполнения условия (6.7) следует предусматривать:

понижение уровня подземных вод;

устройство в основании стабильного слоя из непучинистых материалов с применением в отдельных случаях теплоизолирующих материалов для уменьшения глубины промерзания пучинистого грунта;

мероприятия по уменьшению пучинистости грунтов основания путем обработки их на расчетную глубину солями (NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ и др.), понижающими температуру замерзания, органическими и минеральными вяжущими, а также путем электрохимической обработки.

7 Аэродромные покрытия

7.1 Общие указания

7.1.1 Аэродромные покрытия по характеру сопротивления действию нагрузок от воздушных судов подразделяются на:

жесткие (бетонные; армобетонные; железобетонные; а также асфальтобетонные покрытия на цементобетонном основании);

нежесткие (из асфальтобетона; прочных каменных материалов подобранного состава, обработанных органическими вяжущими; из щебеночных и гравийных материалов, грунтов и местных материалов, обработанных неорганическими или органическими вяжущими; сборных металлических элементов).

Примечания

1 Армобетонным считается покрытие из цементного бетона, армированного металлической сеткой, предназначенной для восприятия температурных напряжений.

2 Железобетонным считается армированное цементобетонное покрытие, в котором необходимую площадь сечения арматуры определяют расчетом на прочность и ширину раскрытия трещин.

7.1.2 Покрытия подразделяются по степени капитальности на:

капитальные (с жестким и асфальтобетонным покрытиями);

облегченные (с нежестким покрытием, кроме покрытия из асфальтобетона).

7.1.3 Аэродромные покрытия должны отвечать требованиям:

безопасности и регулярности выполнения взлетно-посадочных операций воздушных судов;

прочности, надежности и долговечности конструкции в целом и составных ее элементов (обеспечиваются расчетом прочности и выполнением требований к строительным материалам);

ровности и шероховатости поверхности в соответствии с таблицей 7.1;

охраны окружающей среды в соответствии с разделом 10.

Нормативные требования, которые следует выполнять и контролировать при строительстве каждого слоя аэродромного покрытия, и методы контроля приведены в таблице 7.1.

7.1.4 Нормативные и расчетные характеристики бетона, асфальтобетона, материалов, применяемых для устройства оснований под покрытия жесткого и нежесткого видов, следует принимать по приложению И.

7.1.5 Проектный срок службы капитальных покрытий, обеспечивающих эксплуатацию воздушных судов с заданной интенсивностью, должен быть не менее 20 лет для жестких покрытий и 10 лет для нежестких покрытий и жестких, усиленных асфальтобетоном. Покрытия облегченного типа должны проектироваться на срок службы не менее 5 лет.

7.1.6 Покрытия аэродромов, включая слои искусственных оснований, надлежит рассчитывать по методу предельных состояний на многократное воздействие вертикальных нагрузок от воздушных судов как многослойные конструкции, лежащие на упругом основании.

Асфальтобетонные покрытия, кроме того, следует рассчитывать на восприятие аэродинамических нагрузок от газовоздушных струй авиадвигателей, если скорость струи в зоне контакта с покрытием равна или более 100 м/с.

7.1.7 Покрытия на обочинах ИВПП, РД, МС, перронов, укрепляемых участках, примыкающих к торцам ИВПП, и покрытия концевых полос торможения следует предусматривать устойчивыми к воздействию газовоздушных струй от авиадвигателей, а также возможных нагрузок от транспортных и эксплуатационных средств.

7.1.8 Толщину покрытия на укрепляемых участках надлежит принимать по расчету, но не менее минимально допускаемой для конструктивного слоя из данного материала.

7.1.9 Во избежание повреждения воздушных судов при их случайных выкатываниях с ИВПП на гражданских аэродромах с категориями нормативных нагрузок IV и выше сопряжения укрепляемых участков обочин РД, укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, а также отмосток вокруг сооружений водосточно-дренажной сети и кабельной канализации (колодцев, закрытых канав, лотков и т.п.) с грунтовой поверхностью спланированной части ЛП следует устраивать в виде пандуса с заглублением края покрытия (отмостки) в грунт на глубину, равную глубине колеи расчетного типа воздушного судна в грунте, определяемой расчетом. При этом крутизна пандуса должна быть не более 1:10. Отмостки смотровых колодцев рекомендуется устраивать из покрытий нежесткого типа (асфальтобетон, щебень, укрепленный органическим вяжущим и т.д.).

7.1.10 Для обеспечения проектного срока службы возникающие во время эксплуатации дефекты (трещины, сколы, шелушение бетона и т.п.) должны устраняться по мере их появления методами текущего ремонта, поврежденная герметизирующая конструкция в деформационных швах должна восстанавливаться. Также необходимо оценивать работоспособность деформационных швов. При неудовлетворительной оценке следует предусматривать устройство дополнительных компенсационных швов.

Через каждые 5 лет следует определять фактические значения критериев пригодности аэродромных покрытий: прочности, ровности, шероховатости в соответствии с нормативными документами.

Пленка, образовавшаяся после применения средства по уходу за свежеуложенным бетоном, должна быть удалена до наступления отрицательных температур. Вновь построенные жесткие покрытия должны быть пропитаны укрепляющим паропроницаемым составом перед зимней эксплуатацией.

Необходимо отслеживать динамику изменений этих критериев с тем, чтобы планировать необходимые мероприятия по техническому обслуживанию и реконструкции.

Таблица 7.1

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Нормативные требования	Метод контроля
1 Все слои искусственных оснований и покрытий		
1.1 Высотные отметки по оси каждого ряда	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ±15 мм, остальные – до ±5 мм	Нивелирование
1.2 Поперечный уклон каждого ряда	То же, до ±0,005, остальные – ±0,002 (но не выше предельно допускаемых уклонов)	Расчет по результатам исполнительной геодезической съемки

Продолжение таблицы 7.1

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Нормативные требования	Метод контроля
2 Основания, выравнивающие прослойки и покрытия (кроме сборных бетонных)		
2.1 Ширина ряда укладки: монолитных бетонных, армобетонных, железобетонных покрытий (оснований) и асфальтобетонных покрытий всех остальных типов оснований, покрытий и выравнивающих прослоек	То же, до ±10 см, остальные – до ±5 см То же, до ±20 см, остальные – до ±10 см	Измерение мерной лентой, рулеткой То же
2.2 Прямолинейность продольных и поперечных швов покрытий	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от прямой линии до 8 мм, остальные – до 5 мм на 1 м (но не более 10 мм на 7,5 м)	Измерение металлической линейкой по краю слоя
2.3 Ширина пазов деформационных швов всех типов покрытий	Не менее проектной, но не более 35 мм	Измерение щупом или штангенциркулем
2.4 Толщина конструктивного слоя: монолитных бетонных, армобетонных, железобетонных и асфальтобетонных покрытий и цементобетонных оснований всех остальных типов покрытий и оснований	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до минус 5 %, но не более 10 мм, остальные – не менее проектной То же, до минус 5 %, но не более 20 мм, остальные – не менее проектной	Измерение металлической линейкой по краю слоя То же
2.5 Коэффициенты уплотнения конструктивных слоев асфальтобетона, не ниже типов А и Б – 0,99 В, Г и Д – 0,98 пористого и высокопористого – 0,98 холодного – 0,96	Не более 5 % результатов определений могут иметь отклонения от указанных значений до минус 0,02, остальные – не менее указанных	По ГОСТ 12801
2.6 Прочность бетона	Не ниже расчетного сопротивления растяжению при изгибе, соответствующего проектному классу прочности	По ГОСТ Р 53231

Продолжение таблицы 7.1

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Нормативные требования	Метод контроля
2.7 Морозостойкость бетона	Не ниже проектной марки	По ГОСТ 10060
2.8 Неровность по оси ряда (просвет под рейкой длиной 3 м): искусственных оснований всех типов покрытий и выравнивающих слоев	 Не более 2 % результатов определений могут иметь значения просветов до 10 мм, остальные – до 5 мм То же, до 6 мм, остальные – до 3 мм	 По ГОСТ 30412 То же
2.9 Алгебраическая разность ΔH высотных отметок покрытия по оси ряда (точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 5, 10 и 20 м)	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения до 10, 16, 24 мм, остальные – до 5, 8, 16 мм	Нивелирование и расчет по формуле $\Delta H = \frac{H_i + H_{i+2}}{2} - H_{i+1}$, где H_i, H_{i+1}, H_{i+2} – отметки смежных точек
2.10 Превышение граней смежных плит в швах монолитных жестких покрытий: поперечных продольных	 Не более 10 % результатов определений могут иметь значения до 6 мм, остальные – до 3 мм То же, до 10 мм, остальные – до 3 мм	 Измерения металлической линейкой или штангенциркулем То же
3 Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит		
3.1 Неровность (просвет под рейкой длиной 3 м)	Не более 2 % результатов определений могут иметь значения просветов до 10 мм, остальные – до 5 мм	По ГОСТ 30412
3.2 Превышение граней смежных плит в швах сборных покрытий: поперечных продольных	 Не более 10 % результатов определений могут иметь значения до 6 мм, остальные – до 3 мм То же, до 10 мм, остальные – до 5 мм	 Измерения металлической линейкой или штангенциркулем То же
4 Длина покрытий ВПП, РД, перрона и МС по их осям	Не менее проектного значения	Измерение мерной лентой
5 Глубина текстуры новой поверхности монолитных бетонных, армобетонных, железобетонных и асфальтобетонных покрытий	Не менее 1 мм, но не более 2,5 мм	Измерения методом «песчаного пятна»

Окончание таблицы 7.1

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Нормативные требования	Метод контроля
6 Коэффициент сцепления колеса с покрытием ВПП	Не менее 0,45	По ГОСТ 30413 или измерение машиной АТТ-2 по мокрой поверхности покрытия толщиной слоя воды 1 мм

7.2 Искусственные основания

7.2.1 Для искусственных оснований и термоизоляционных слоев следует применять бетон тяжелый и мелкозернистый по ГОСТ 26633, бетон легкий – по ГОСТ 25820, жесткие бетонные смеси – по ГОСТ 7473, асфальтобетон плотный, пористый и высокопористый – по ГОСТ 9128, материалы щебеночные, гравийные и песчаные, не обработанные – по ГОСТ 25607 и обработанные неорганическими – по ГОСТ 23558 и органическими вяжущими, щебень и гравий – по ГОСТ 8267, щебень и песок – по ГОСТ 3344, песок – по ГОСТ 8736, грунты, укрепленные органическими вяжущими – по ГОСТ 30491, а также другие местные материалы.

7.2.2 Материалы всех слоев искусственных оснований должны обладать морозостойкостью, соответствующей климатическим условиям района строительства. Требования к морозостойкости приведены в таблице 7.2.

7.2.3 При устройстве искусственных оснований из крупнозернистых материалов, укладываемых непосредственно на глинистый и пылеватый грунты, должна быть предусмотрена противозаиливающая прослойка, которая исключала бы возможность проникания грунта основания при его увлажнении в слой крупнопористого материала.

В качестве материала противозаиливающей прослойки может быть использован водопроницаемый синтетический рулонный геотекстиль или зернистый материал, не переходящий в пластическое состояние при увлажнении (песок, местный грунт, обработанный вяжущими, шлак и др.). В случае устройства противозаиливающей прослойки из зернистого материала ее толщина должна быть не менее размера наиболее крупных частиц используемого зернистого материала, но не менее 0,05 м.

Таблица 7.2

Материал слоев искусственных оснований	Морозостойкость материалов, не ниже, при среднемесячной температуре воздуха наиболее холодного месяца, °С		
	ниже минус 15	ниже минус 5 до минус 15 включительно	минус 5 и выше
Щебень, щебень из гравия, щебеночно-гравийно-песчаные смеси	F 50	F 25	F 15
Гравий	F 25	F 15	F 15
Щебень, гравий, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, укрепленные органическими вяжущими	F 25	F 25	F 15

Окончание таблицы 7.2

Материал слоев искусственных оснований	Морозостойкость материалов, не ниже, при среднемесячной температуре воздуха наиболее холодного месяца, °С		
	ниже минус 15	ниже минус 5 до минус 15 включительно	минус 5 и выше
Щебень, обработанный неорганическими вяжущими	F 50	F 25	F 15
Гравий, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, укрепленные неорганическими вяжущими, пескоцемент и грунтоцемент в части основания:			
верхней	F 25	F 25	F 15
нижней	F 15	F 15	F 10
Песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси	F 25	F 15	F 15
Мелкозернистый бетон, керамзитобетон, шлакобетон, тяжелый бетон низких классов прочности (В<20)	F 50	F 50	F 25
Примечание – К верхней части основания относятся слои, лежащие в пределах верхней половины глубины промерзания участков, к нижней – слои, лежащие в пределах нижней половины глубины промерзания, считая от поверхности покрытия.			

7.2.4 При грунтовом основании, состоящем из недренирующих грунтов (глин, суглинков и супесей пылеватых) в конструкциях искусственных оснований необходимо устраивать дренирующие слои из материалов с коэффициентом фильтрации не менее 7 м/сут, определяемом по ГОСТ 25584. Толщину дренирующих слоев следует определять расчетом. Толщина дренирующих слоев из песков (крупных и средней крупности) должна быть не менее указанной в таблице 7.3.

7.2.5 Прочность несущих слоев искусственных оснований должна быть достаточной для восприятия нагрузок от построечного транспорта, используемого при строительстве искусственных покрытий.

7.2.6 Ширина слоев искусственного основания должна определяться с учетом технических требований, предъявляемых к технологии укладки материалов слоев основания и покрытия.

7.3 Жесткие покрытия

7.3.1 Новые жесткие монолитные покрытия следует проектировать, как правило, однослойными. Двухслойные монолитные покрытия могут применяться только при технической невозможности укладки слоя бетона требуемой расчетом толщины или усилении существующих покрытий, обоснованными технико-экономическими расчетами.

7.3.2 Строительство жестких покрытий следует, как правило, выполнять из тяжелого бетона, отвечающего требованиям ГОСТ 26633 и настоящего свода правил. Допускается применять при технико-экономическом обосновании мелкозернистый бетон, отвечающий требованиям ГОСТ 26633, при этом класс прочности на сжатие при

использовании его в однослойном или верхнем слое двухслойного покрытия должен быть не ниже В30.

Коррозийная стойкость бетона должна быть обеспечена с учетом химической агрессивности среды и компонентов бетонной смеси.

Таблица 7.3

Грунт естественного основания	Минимальная толщина дренирующего слоя для дорожно-климатических зон, м			
	I	II	III	IV
Глина, суглинок	0,35	0,30/0,35	0,20/0,25	0,15
Суглинок и супесь пылеватые	0,50	0,40/0,50	0,30/0,35	0,15/0,20

Примечания

1 Толщину слоя, указанную перед чертой, следует принимать для районов, расположенных в южной части дорожно-климатической зоны, за чертой – в северной части.

2 Толщина дренирующего слоя в конструкции покрытия на пучинистых грунтах должна уточняться расчетом на морозное пучение (приложение Е).

3 Для снижения толщины дренирующего слоя допускается использовать дренирующие геосинтетические прослойки. Толщина дренирующего слоя при этом должна уточняться расчетом.

Классы бетона по прочности на сжатие и растяжение при изгибе необходимо принимать не ниже указанных в таблице 7.4.

7.3.3 Марку бетона по морозостойкости для покрытий следует назначать в соответствии с картой, приведенной на рисунке 7.1.

Для аэродромов, расположенных на границе районов, указанных на карте, следует принимать большую марку по морозостойкости.

Для нижнего слоя двухслойных покрытий марку бетона по морозостойкости следует принимать при среднемесячной температуре наиболее холодного месяца, °С:

от 0 до минус 5 ..... не ниже F50

от минус 5 до минус 15 ..... » » F75

ниже минус 15 ..... » » F100

Примечания

1 Расчетная среднемесячная температура наружного воздуха принимается в соответствии с требованиями СП 131.13330.

2 Если нижний слой на зимний период остается открытым, он должен быть покрыт гидрофобизирующим или другими защитными составами.

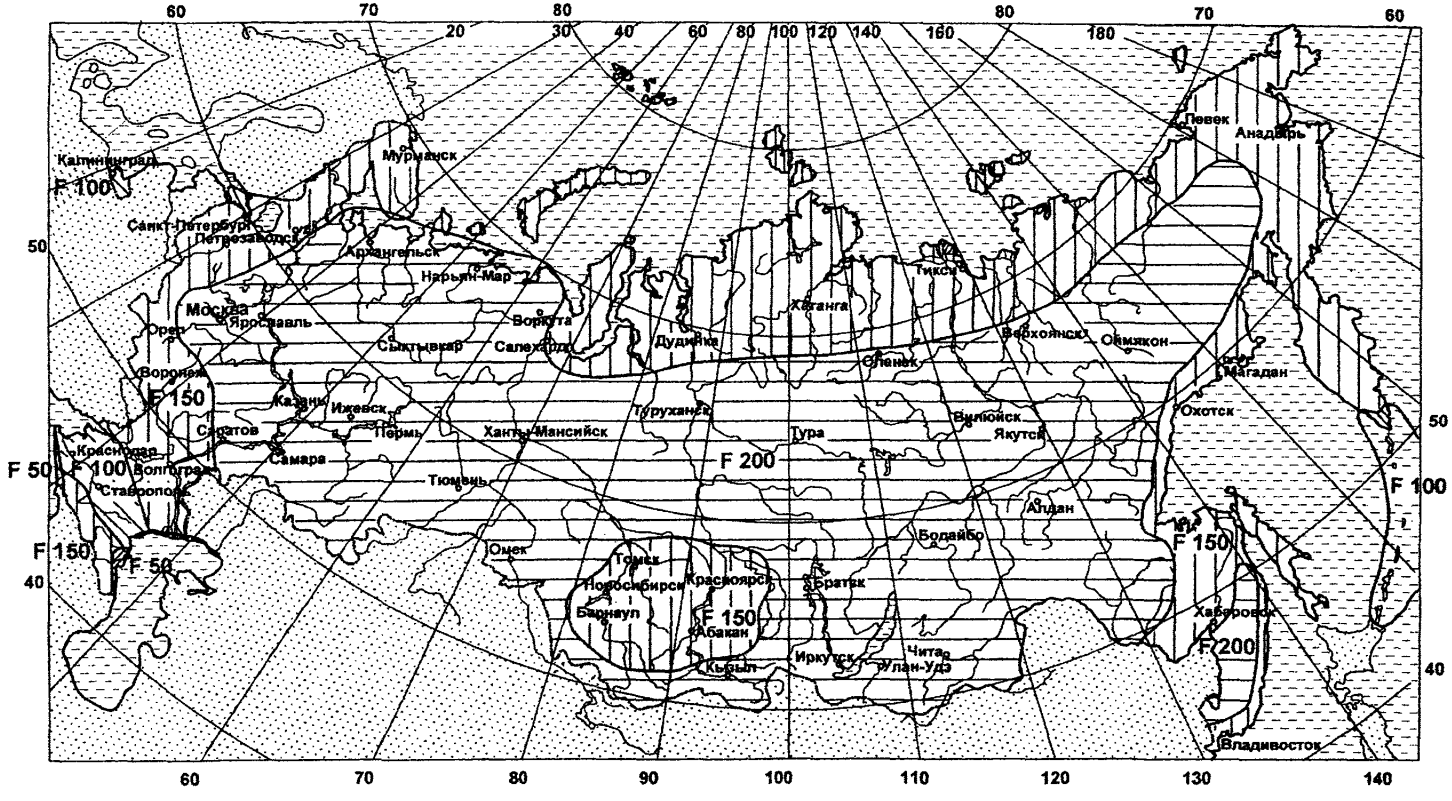


Рисунок 7.1 – **Районирование территории Российской Федерации по требуемой морозостойкости бетона для однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий**

Таблица 7.4

Аэродромное покрытие	Минимальный класс бетона по прочности на	
	растяжение при изгибе	сжатие
Однослойное монолитное покрытие из бетона, армобетона, железобетона (с ненапрягаемой арматурой)	$B_{tb}4,0$	B30
Верхний слой двухслойного монолитного покрытия из бетона, армобетона, железобетона (с ненапрягаемой арматурой)	$B_{tb}4,0$	B30
Нижний слой двухслойного покрытия	$B_{tb}2,8$	B20
Сборное из железобетонных предварительно напряженных плит, армированных:		
проволочной арматурой или арматурными канатами	$B_{tb}4,0$	B30
стержневой арматурой	$B_{tb}3,6$	B25

Примечания

1 Для покрытий, рассчитанных на внекатегорийную нагрузку (таблица 7.8), следует применять бетон класса не ниже $B_{tb}4,4$ (B40).

2 Для сборных предварительно напряженных железобетонных плит должно быть обеспечено дополнительное требование к минимальному проектному классу прочности бетона на сжатие: B30 – для плит, армированных проволочной арматурой или арматурными канатами, и B25 – для плит, армированных стержневой арматурой.

3 Для покрытий, рассчитанных на нагрузки с давлением воздуха в пневматиках колес не более 0,6 МПа, допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании применять бетон класса $B_{tb}3,2$ (B25).

7.3.4 Требуемую толщину монолитного жесткого слоя следует определять расчетом и принимать не менее 0,16 м.

При усилении жестких покрытий бетоном или армобетоном требуемую толщину слоя усиления следует определять расчетом и принимать не менее 0,2 м.

7.3.5 Вид и класс арматуры следует устанавливать в зависимости от вида покрытия, назначения арматуры, технологии приготовления арматурных элементов и способов их использования (ненапрягаемая и напрягаемая арматура).

Характеристики арматурных сталей приведены в [2].

В качестве ненапрягаемой арматуры следует применять обыкновенную арматурную проволоку классов B500 (Bp-I) (в сварных сетках и каркасах) или горячекатаную арматурную сталь периодического профиля классов A300 (A-II) и A400 (A-III). В качестве монтажной, распределительной и конструктивной арматуры, а также для элементов стыковых соединений следует использовать горячекатаную арматурную сталь гладкую класса A240 (A-I).

7.3.6 Толщина защитного слоя в монолитных железобетонных покрытиях должна быть не менее 40 мм для верхней арматуры и 30 мм – для нижней.

7.3.7 Армобетонные покрытия при толщине плит до 0,3 м следует армировать сетками из стержневой арматуры диаметром от 10 до 14 мм, при толщине плиты свыше 0,3 м – диаметром от 14 до 18 мм. Сетки надлежит располагать на расстоянии от верха плиты, равном от ⅓ до ½ толщины плиты.

Процент продольного армирования плит (степень насыщения бетона арматурой) следует принимать от 0,1 до 0,15, а шаг стержней – от 0,15 до 0,4 м в зависимости от ширины плиты и диаметра стержней арматуры.

Поперечное армирование – конструктивное; расстояние между поперечными стержнями следует принимать равным 0,4 м.

7.3.8 Для армирования железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой надлежит применять арматуру диаметром от 12 до 18 мм в виде сварных каркасов. Необходимую площадь сечения арматуры следует определять расчетом, при этом процент армирования должен быть не менее 0,25. Арматуру необходимо размещать в продольном и поперечном направлениях в верхней и нижней зонах сечения плиты в соответствии с величиной изгибающих моментов.

Расстояние между стержнями в зависимости от требуемой площади арматуры и принятого диаметра стержней следует принимать от 0,1 до 0,3 м.

7.3.9 Арматурные сетки и каркасы не должны сдвигаться в процессе бетонирования. Конструктивные элементы, обеспечивающие их устойчивость, не должны препятствовать свободному температурному перемещению плит в процессе эксплуатации.

7.3.10 Сборные покрытия из типовых плит ПАГ-14 следует применять для нагрузок на колесо не более 100 кН для многоколесной опоры и не более 170 кН для одноколесной, ПАГ-18 – не более 140 кН для многоколесной опоры и не более 200 кН для одноколесной опоры, ПАГ-20 – не более 180 кН и 250 кН соответственно. Плиты должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25912.0 – ГОСТ 25912.4.

7.3.11 Между плитами жестких монолитных покрытий и искусственными основаниями, а также между слоями двухслойных монолитных покрытий необходимо предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие независимость горизонтальных перемещений слоев (разделительные прослойки из пергамина и пленочных полимерных материалов). В покрытиях без швов расширения необходимо использовать два слоя пленочных материалов, при устройстве швов расширения допускается использовать один слой. Применение пескобитумного коврика не допускается.

При устройстве двухслойных покрытий методом сращивания разделительная прослойка не устраивается.

7.3.12 Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит, устраиваемых на основаниях всех типов, кроме песчаных, следует укладывать по выравнивающей прослойке из пескоцементной смеси толщиной 3 – 5 см. Разделительную прослойку в этом случае не устраивают.

7.4 Деформационные швы в жестких покрытиях

7.4.1 Жесткие монолитные покрытия следует разделять на отдельные плиты деформационными швами. Размеры плит должны устанавливаться в зависимости от местных климатических условий; колеи опор от воздушного судна, оказывающего максимальное силовое воздействие на покрытие; размещения огней системы светосигнального оборудования, а также в соответствии с намеченной технологией производства строительных работ.

7.4.2 Расстояния между деформационными швами сжатия (длина плит) не должны превышать, м, для монолитных покрытий:

бетонных толщиной менее 30 см .....25-кратной толщины слоя (допускается округление до целых метров)

бетонных толщиной 30 см и более..... 7,5

железобетонных с арматурой в одном уровне..... 7,5

железобетонных с арматурой в двух уровнях..... 20

армобетонных при годовой амплитуде среднемесячных температур, °С:

45 и выше 10

менее 45 15

Примечание – Годовую амплитуду среднемесячных температур вычисляют как разницу средних температур воздуха наиболее жаркого и наиболее холодного месяцев, определяемых в соответствии с требованиями СП 131.13330.

7.4.3 В районах со сложными природными условиями расстояния между деформационными швами сжатия для армобетонных и железобетонных покрытий не должны превышать 10 м.

7.4.4 В монолитных покрытиях технологические швы, как правило, следует совмещать с деформационными швами. Для смежных полос покрытия одинаковой конструкции поперечные швы следует совмещать.

К технологическим относятся швы, устройство которых обусловливается шириной захвата бетоноукладочных машин и возможными перерывами в строительном процессе.

7.4.5 Необходимость устройства швов расширения в жестких монолитных покрытиях на ИВПП, РД, МС, перронах и расстояние между ними следует обосновывать расчетом с учетом климатических условий и конструктивных особенностей покрытий.

7.4.6 Швы расширения необходимо устраивать при примыкании покрытий к другим сооружениям, а также при примыкании РД к ИВПП и перрону, криволинейных участков к прямолинейным.

7.4.7 В сборных покрытиях из предварительно напряженных плит со стыковыми соединениями, препятствующими горизонтальной подвижке плит, следует устраивать деформационные швы.

7.4.8 Расстояния, м, между поперечными деформационными швами, а также между продольными деформационными швами сборных покрытий на перронах, МС и площадках специального назначения не должны превышать при годовой амплитуде среднемесячных температур, °С:

св. 45 12

от 30 до 45 18

менее 30 24

7.4.9 Продольные деформационные швы в сборных покрытиях ИВПП и РД не устраиваются.

7.4.10 Расстояние между деформационными швами в нижнем бетонном слое двухслойных покрытий не должно превышать 10 м.

7.4.11 В основаниях из тяжелого бетона низких классов прочности, керамзитобетона, песчаного (мелкозернистого) бетона, а также шлакобетона следует устраивать швы сжатия, расстояние между которыми должно быть не более 15 м. Швы в основаниях, как правило, должны совмещаться со швами покрытий.

Примечание – Если предусматривается перерыв в строительных работах на зимний период, расстояния между деформационными швами в нижних слоях двухслойных покрытий и основаниях следует принимать как для бетонных покрытий в соответствии с требованиями 7.4.2.

7.4.12 В деформационных швах покрытий применяются стыковые соединения, обеспечивающие передачу нагрузки с одной плиты на другую и возможность взаимного горизонтального смещения плит в направлении, перпендикулярном шву. Вместо устройства стыковых соединений допускается усиление краевых участков плит армированием или увеличение толщины плиты, обоснованное расчетом.

7.4.13 Двухслойные покрытия, как правило, следует устраивать с совмещением швов в слоях. В отдельных случаях допускается устраивать двухслойные покрытия с несовмещением швов (с несовмещенными швами считаются покрытия, в которых продольные и поперечные швы в верхнем и нижнем слоях взаимно смещены более чем на $2t_{sup}$, где t_{sup} – толщина верхнего слоя).

7.4.14 Двухслойные покрытия с совмещенными швами следует, как правило, устраивать со стыковыми соединениями в продольных и поперечных швах. Допускается устраивать стыковые соединения только в верхнем слое, но параметры их принимать как для однослойной плиты, имеющей жесткость, равную суммарной жесткости слоев.

7.4.15 В двухслойных покрытиях с несовмещенными швами нижнюю зону плит верхнего слоя надлежит армировать над швами нижнего слоя в соответствии с расчетом. Допускается заменять армирование увеличением толщины верхнего слоя.

7.4.16 Деформационные швы жестких покрытий должны быть защищены от проникновения поверхностных вод и эксплуатационных жидкостей, а также от засорения их песком, щебнем и другими твердыми материалами. В качестве заполнителей швов должны использоваться специальные герметизирующие материалы горячего и холодного применения, отвечающие ведомственным требованиям деформативности, адгезии к бетону, температуроустойчивости, химической стойкости, липкости к пневматикам авиационных колес и усталостным деформациям, соответствующим условиям их применения. Материалы для герметизации швов не должны изменять свои эксплуатационные свойства при кратковременном воздействии горячих газовоздушных струй от авиадвигателей.

7.5 Нежесткие покрытия

7.5.1 Нежесткие покрытия устраивают многослойными. Требуемую толщину слоев обосновывают расчетом. Минимально допускаемую толщину конструктивного слоя (в уплотненном состоянии) принимают согласно таблице 7.5.

Таблица 7.5

Материал конструктивного слоя нежесткого покрытия и искусственного основания	Минимальная толщина конструктивного слоя, м
Асфальтобетон при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес воздушных судов, МПа:	
менее 0,6	0,05
от 0,6 до 0,7	0,07
св. 0,7 » 1,0	0,09
св. 1,0	0,12
Щебень, гравий, грунты, обработанные органическими вяжущими	0,08
Щебень, обработанный органическими вяжущими по способу пропитки	0,08
Щебень, не обработанный вяжущим и укладываемый на прочное (каменное или укрепленное вяжущими, грунтовое) основание	0,08
Грунты и малопрочные каменные материалы, обработанные минеральными вяжущими	0,15
Щебень или гравий, не обработанные вяжущими и укладываемые на песчаное основание	0,15

Окончание таблицы 7.5

Примечания

1 Максимальный размер зерна крупной фракции, применяемого в слое минерального материала, должен быть не менее чем в 1,5 раза меньше толщины конструктивного слоя.

2 Допускается устройство асфальтобетонных слоев толщиной 0,09 – 0,12 м в два слоя из смеси того же качества при условии обеспечения сцепления между ними.

7.5.2 Общая толщина асфальтобетонных слоев на основаниях из материалов, обработанных неорганическими вяжущими, должна быть не менее приведенной в таблице 7.6.

7.5.3 Асфальтобетонные покрытия необходимо устраивать из асфальтобетонных смесей, отвечающих требованиям ГОСТ 9128, в том числе из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, отвечающих требованиям ГОСТ 31015 и асфальтобетонных смесей на полимерно-битумном вяжущем (полимерасфальтобетон), отвечающих требованиям ГОСТ Р 52056.

7.5.4 Верхние слои асфальтобетонных покрытий следует устраивать из плотных смесей, нижние – из плотных или пористых смесей. Применение пористых асфальтобетонных смесей на основаниях, представляющих собой водоупорный слой, не допускается.

7.5.5 Под нагрузки III нормативной категории и выше в верхних слоях нежестких покрытий следует применять плотные асфальтобетонные смеси марки I, под нагрузки IV категории – марки не ниже II, под нагрузки V и VI категорий – не ниже марки III по прочности.

7.5.6 Холодные асфальтобетонные смеси допускается применять при соответствующем технико-экономическом обосновании только на РД, перронах и МС под нагрузки IV категории и ниже.

7.5.7 Тип асфальтобетонной смеси и соответствующую марку битума надлежит принимать с учетом климатических условий в соответствии с ГОСТ 9128 и ГОСТ 22245.

7.5.8 Под нагрузки IV нормативной категории и выше асфальтобетонные покрытия следует устраивать на искусственных основаниях из материалов, обработанных вяжущими.

Таблица 7.6

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, °С	Общая минимальная толщина асфальтобетонных слоев, м, на основаниях из материалов, обработанных неорганическими вяжущими, и покрытиях из цементобетона					
	на ИВПП, магистральной РД			на остальных участках аэродрома		
	при категории нормативных нагрузок					
	в/к, I, II	III, IV	V, VI	в/к, I, II	III, IV	V, VI
Минус 5 и выше	0,09	0,07	0,07	0,09	0,07	0,06
Ниже минус 5 до минус 15	0,12	0,09	0,07	0,09	0,07	0,06
Ниже минус 15, или число переходов температуры через 0 °С свыше 50 раз в год	0,16	0,13	0,07	0,12	0,09	0,07

7.6 Усиление существующих покрытий

7.6.1 Необходимость и методы усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов следует устанавливать с учетом прогнозируемого состава и интенсивности движения воздушных судов, а также в зависимости от состояния существующего покрытия, естественного и искусственного оснований, водоотводной и дренажной системы, местных гидрогеологических и климатических условий, характеристик материалов существующего покрытия и основания, высотного положения поверхности покрытия.

7.6.2 Требуемая толщина слоя усиления должна устанавливаться расчетом с учетом фактического состояния и несущей способности существующего покрытия. При этом расчетные характеристики существующего покрытия и основания следует, как правило, определять на основе данных испытаний.

Примечание – В тех случаях, когда проведение испытаний не представляется возможным, допускается расчетные характеристики конструктивных слоев существующего покрытия определять по данным проекта с учетом категории разрушения.

7.6.3 Категорию разрушения существующих жестких покрытий следует устанавливать в соответствии с таблицей 7.7.

7.6.4 Проектом усиления покрытия следует предусматривать предварительное исправление основания и восстановление разрушенного покрытия, включая устройство выравнивающего слоя при уступах, выбоинах и других неровностях существующего покрытия свыше 2 см, а также восстановление и развитие водоотводной и дренажной системы, в случае отсутствия водоотвода – решить вопрос о необходимости его устройства.

7.6.5 Жесткие покрытия могут усиливаться всеми типами жестких покрытий и асфальтобетоном исходя из наиболее эффективного использования несущей способности существующего покрытия с учетом конкретных условий. Монолитные железобетонные покрытия надлежит усиливать, как правило, монолитным железобетоном или асфальтобетоном, сборные покрытия из предварительно напряженных плит – сборными покрытиями из предварительно напряженных плит или асфальтобетоном.

7.6.6 Верхний несущий слой (слои) существующих жестких монолитных покрытий, относящихся к III и IV категориям разрушения (таблица 7.7), как правило, перед усилением следует подвергать разборке или фрагментации.

Таблица 7.7

Категория разрушения плит существующих жестких покрытий	Число плит, %, имеющих			
	шелушение глубиной св. 1 см	отколы кромок в местах швов	сквозные трещины (продольные или поперечные)	отколы углов, диагональные сквозные трещины наряду со сквозными продольными и поперечными
I	Менее 10	–	–	–
II	От 10 до 30	Менее 30	Менее 20	–
III	Свыше 30	30 и более	От 20 до 30	Менее 20
IV	Не нормируется		Свыше 30	20 и более

Окончание таблицы 7.7

Примечания

1 Категорию разрушения устанавливают по признаку, дающему наиболее высокую категорию разрушения.

2 Сквозные трещины учитываются, если среднее расстояние между ними менее 5 м и они не допускаются расчетным предельным состоянием.

3 При определении процента разрушенных плит следует принимать: для ИВПП – среднюю полосу шириной, равной половине ширины ИВПП по всей ее длине; для РД и других элементов покрытия – ряд плит, подвергающихся воздействию нагрузок от основных опор воздушных судов; для МС и перронов – всю рабочую площадь.

7.6.7 При реконструкции жестких аэродромных покрытий возможен вариант замены покрытий на участках систематического руления воздушных судов с одновременным устранением дефектов на других участках посредством выполнения ремонтных работ.

7.6.8 При усилении сборных покрытий сборными плитами швы слоя усиления по отношению к швам существующего покрытия следует смещать не менее чем на 0,5 м для продольных и на 1 м для поперечных швов.

7.6.9 При усилении монолитных жестких покрытий монолитным бетоном, армобетоном или железобетоном должны быть удовлетворены требования к двухслойным покрытиям. При числе слоев более двух нижним следует считать слой, расположенный непосредственно под верхним, а остальные слои – рассматривать как искусственные основания.

7.6.10 Для обеспечения контакта плит с основанием при усилении жестких покрытий сборными предварительно напряженными железобетонными плитами между существующим покрытием и сборными плитами следует обязательно, независимо от ровности существующего покрытия, устраивать выравнивающий слой из пескоцемента средней толщиной не менее 3 см; разделительную прослойку в этом случае не устраивают.

7.6.11 Общая минимальная толщина слоев асфальтобетона при усилении жестких покрытий должна соответствовать требованиям таблицы 7.6. Для усиления жестких покрытий асфальтобетоном во всех слоях должны применяться только плотные асфальтобетонные смеси.

7.6.12 Усиление нежестких покрытий может быть выполнено нежесткими и жесткими покрытиями всех типов.

7.6.13 При усилении существующих жестких покрытий асфальтобетоном следует применять конструктивные мероприятия (армирование, нарезку деформационных швов в асфальтобетоне и др.), направленные на снижение вероятности образования отраженных трещин в слое усиления и выравнивающем слое. Допускается производить фрагментацию верхнего слоя существующих жестких покрытий.

7.6.14 Армирование асфальтобетонного слоя усиления полимерными сетками (специально выпускаемыми для этой цели) необходимо предусматривать на участках, имеющих большое число сквозных трещин.

При усилении жестких покрытий асфальтобетоном независимо от их состояния следует предусматривать армирование сетками слоя усиления:

в местах систематического запуска и опробования двигателей воздушных судов;

на участках примыкания РД к ИВПП;

в местах предварительного запуска двигателей по всей ширине магистральной РД с длиной армированного участка 20 м;

по всей ширине концевых участков ИВПП длиной 150 м;

по всей ширине групповых МС вдоль линии размещения основных опор и двигателей воздушных судов, включая зону воздействия газовой струи.

7.6.15 Нарезка деформационных швов должна осуществляться над всеми швами расширения, над остальными швами следует предусматривать армирование асфальтобетона. При отсутствии швов расширения на существующем жестком покрытии расстояние между деформационными швами (шаг нарезки швов) принимать по таблице 7.8.

7.7 Расчет аэродромных покрытий

7.7.1 Аэродромные покрытия, как правило, следует рассчитывать на воздействие нагрузок от воздушного судна конкретного типа.

Допускается проводить расчет на нормативные нагрузки, категории и параметры которых приведены в таблицах 7.9 (для самолетов) и 7.10 (для вертолетов).

Таблица 7.8

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, °С	Расстояние между деформационными швами, м
Минус 5 и выше	25 – 35
Ниже минус 5 до минус 15	15 – 25
Ниже минус 15 или число переходов температуры через 0 °С более 50 раз в году	10–15
Примечание – Расстояния между деформационными швами должны быть кратными длине плит существующего покрытия.	

Таблица 7.9

Категория нормативной нагрузки для аэродромов	Нормативная нагрузка F_n, на основную (условную) опору самолета, кН	Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес p_a, МПа	Основная опора
в/к	850	1,0	Четырехколесная
I	700		
II	550	1,0	
III	400		
IV	300		
V	80	0,6	Одноколесная
VI	50	0,4	
Примечания 1 Расстояния между пневматиками четырехколесной опоры приняты равными 0,7 м между смежными колесами и 1,3 м – между рядами колес. 2 Нормативные нагрузки III и IV категорий допускается заменять нагрузками на одноколесную основную опору и принимать соответственно 170 и 120 кН, а давление в пневматиках колес для нормативных нагрузок V и VI категорий – равным 0,8 МПа.			

Таблица 7.10

Категория вертолетов по взлетной массе	Нормативная нагрузка F_n, на основную (условную) опору, кН	Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес p_a, МПа
Тяжелые	170	0,7
Средние	60	0,6
Легкие	20	0,4

Примечания

1 Основная опора – одноколесная.

2 При назначении конструктивных требований к вертодромам и их элементам нагрузки тяжелых вертолетов (со взлетной массой свыше 15 т) приравниваются к III категории нормативной нагрузки, средних (от 5 до 15 т) – к V категории, легких (менее 5 т) – к VI категории.

7.7.2 Аэродромные покрытия надлежит рассчитывать по методу предельных состояний. Расчетными предельными состояниями жестких покрытий являются:

бетонных и армобетонных – предельное состояние по прочности;

железобетонных с ненапрягаемой арматурой – предельные состояния по прочности, раскрытию трещин и давлению на грунтовое основание;

железобетонных с напрягаемой арматурой – предельное состояние по образованию трещин и давлению на грунтовое основание.

Расчетными предельными состояниями нежестких покрытий являются:

для покрытий капитального типа – предельные состояния по относительному прогибу всей конструкции и по прочности слоев из асфальтобетона;

для покрытий облегченного типа – предельное состояние по относительному прогибу всей конструкции.

7.7.3 При расчете прочности покрытий воздействие нагрузок от различных типов воздушных судов следует приводить к эквивалентному воздействию расчетной нагрузки. В качестве расчетной нагрузки должно приниматься воздушное судно (категория нормативной нагрузки), оказывающее максимальное силовое воздействие на покрытие.

7.7.4 Покрытия аэродромов по степени воздействия нагрузок воздушных судов и несущей способности подразделяются на группы участков, в соответствии с приложением Л. Приведенные в нем схемы следует уточнять в зависимости от назначения и ведомственной принадлежности аэродромов.

Расчет покрытий вертодромов следует выполнять в соответствии с требованиями для участков группы А (рисунок Л.1).

Толщины конструктивных слоев покрытия обочин и укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, надлежит рассчитывать как для участков группы Г с однократным приложением расчетной нагрузки, но принимать не менее минимально допускаемых значений для материалов конструктивных слоев.

7.7.5 При расчете аэродромных покрытий на прочность коэффициенты динамичности k_d и разгрузки γ_f (учитывающий движение по покрытию воздушных судов с большими скоростями) для всех групп участков аэродрома следует принимать в соответствии с таблицей 7.11.

7.7.6 При расчете усиления многослойной конструкции допускается использовать в качестве расчетной модель упругого многослойного полупространства ограниченной мощности.

Таблица 7.11

Группа участков аэродромных покрытий	Коэффициент разгрузки γ_f	Коэффициент динамичности k_d при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес, МПа		
		1,0 и менее	свыше 1,0 до 1,5	свыше 1,5
А	1	1,2	1,25	1,3
Б	1	1,1	1,15	1,2
В и Г	0,85	1,1	1,1	1,1

Примечания

1 При расчете нежестких покрытий для всех участков и давлений воздуха в пневматиках колес коэффициент динамичности принимают равным 1,1.

2 Для искусственных покрытий обочин и укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, коэффициенты динамичности и разгрузки принимают равным 1.

7.8 Расчет жестких аэродромных покрытий

7.8.1 При расчете жестких аэродромных покрытий по прочности и образованию трещин должно удовлетворяться условие

$$m_d \le m_u , \tag{7.1}$$

где m_d – расчетный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с 7.8.2, если слой (слои) основания предусматривают из неукрепленных материалов, и в соответствии с приложением М, если слой основания предусматривают из материалов, укрепленных вяжущими;

m_u – предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с 7.8.4.

7.8.2 Расчетные значения изгибающих моментов m_d, МН · м/м, на единицу ширины сечения однослойных жестких покрытий всех типов следует определять по формуле

$$m_d = m_{c,\max} k k_N k_{x(y)} , \tag{7.2}$$

где $m_{c,\max}$ – максимальный изгибающий момент при центральном загружении плиты, МН·м/м, который вычисляется как наибольший суммарный момент, создаваемый колесами опоры воздушного судна в расчетных сечениях плиты, перпендикулярных осям x или y (рисунок 7.2), при этом должны исключаться колеса, вызывающие отрицательное значение изгибающего момента в расчетном сечении:

$$m_{c,\max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{x(y)i} ;$$

k – переходный коэффициент от изгибающего момента при центральном загружении к моменту при краевом загружении плиты, принимаемый равным: для бетонных и армобетонных покрытий со стыковыми соединениями или конструктивным краевым армированием – 1,2; для бетонных и армобетонных покрытий, устраиваемых без стыковых соединений и краевого армирования плит, – 1,5; для сборных покрытий из предварительно напряженных железобетонных плит – 1,0; для

железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой – по рисунку К.1 как для покрытий со стыковыми соединениями;

k_N – коэффициент, учитывающий накопление остаточных прогибов в основании из материалов, не обработанных вяжущими, и принимаемый равным 1,1 для участков группы А и МС (см. схему рисунка Л.1); для оснований из материалов, обработанных вяжущими, а также независимо от вида оснований для участков групп Б (кроме МС), В и Г следует принимать $k_N = 1,0$;

$k_{x(y)}$ – коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах покрытий с различной жесткостью B_x и B_y в продольном и поперечном направлениях и принимаемый по графику рисунка К.2; для бетонных, армобетонных и железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой $k_{x(y)} = 1$;

m_1 – изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением, МН · м/м:

$$m_1 = \bar{m}_1 F_d;$$

$m_{x(y)i}$ – изгибающий момент, создаваемый действием i-го колеса, расположенного за пределами расчетного сечения плиты, МН · м/м:

$$m_{x(y)i} = \bar{m}_{x(y)i} F_d;$$

F_d – расчетная нагрузка на колесо, МН:

$$F_d = \frac{F_n}{n_k} k_d \gamma_f;$$

$\bar{m}_1$ – единичный изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением, определяемый по таблице К.1 в зависимости от приведенного радиуса $\alpha = \frac{R_e}{l}$;

R_e – радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м:

$$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi p_a}};$$

p_a – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, МПа;

l – упругая характеристика плиты, м:

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_s}},$$

F_n – нагрузка на основную опору расчетного воздушного судна (или нормативная нагрузка), МН;

n_k – число колес на опоре;

k_d, γ_f – коэффициенты соответственно динамичности и разгрузки, определяемые по таблице 7.11;

K_s – расчетный коэффициент постели однородного грунтового основания, МН/м^3, определяемый в соответствии с приложением В. Для многослойного грунтового основания, а также для искусственного основания, не обработанного вяжущим, в расчет вводится значение эквивалентного коэффициента постели K_{se}, определяемого в соответствии с приложением Г;

$\bar{m}_{xi}, \bar{m}_{yi}$ – единичные изгибающие моменты, действующие в расчетном сечении плиты, от воздействия i-го колеса опоры воздушного судна, определяемые по таблице К.2 в зависимости от координат $\xi = \frac{y_i}{l}$ и $\eta = \frac{x_i}{l}$, где y_i, x_i – координаты приложения силы F_d, считая за начало координат пересечение рассматриваемых сечений (см. рисунок 7.2);

B – жесткость сечения плиты покрытия, МПа·м^4/м, отнесенная к единице ширины ее сечения и определяемая в соответствии с 7.8.3.

Примечание – Для многоколесных опор необходимо путем пробных расчетов найти колесо, под центром отпечатка которого возникает максимальный изгибающий момент.

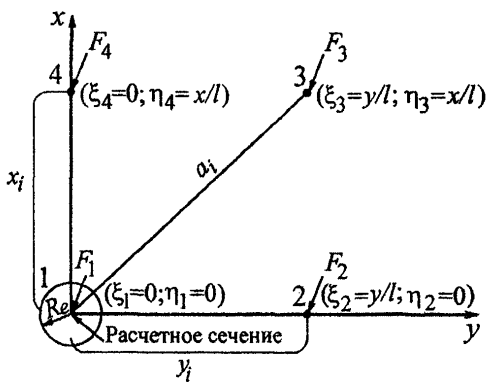


Рисунок 7.2 – **Расчетная схема параметров загружения опор воздушного судна**

7.8.3 Жесткость сечений плит покрытия B надлежит определять на единицу ширины сечения по формулам:

для сечений бетонных, армобетонных и предварительно напряженных железобетонных плит

$$B = 0,085 E_b t^3; \tag{7.3}$$

для сечений железобетонных плит с ненапрягаемой арматурой

$$B = \frac{E_s A_s}{\psi_b}(h_0 - \frac{x}{3})(h_0 - x), \tag{7.4}$$

где E_s – модуль упругости арматуры, МПа, принимаемый согласно СП 63.13330;

E_b – начальный модуль упругости бетона, МПа, принимаемый по таблице И.1;

A_s – площадь сечения растянутой арматуры на единицу ширины сечения плиты, м^2/м;

ψ_b – коэффициент, учитывающий работу бетона между трещинами в растянутой зоне и принимаемый равным при расчете по прочности – 0,2, по раскрытию трещин – 1;

h_0 – рабочая высота сечения (расстояние от сжатой грани сечения до центра тяжести растянутой арматуры), м:

$$h_0 = t - t_{pr} - \frac{d}{2};$$

t – толщина плиты, м;

x – высота сжатой зоны бетона в сечении, м:

$$x = (-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta})h_0;$$

$$\theta_0 = \frac{E_s}{E_b}\frac{\psi_c}{\psi_b}\mu;$$

d – номинальный диаметр арматурных стержней, м;

ψ_c – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деформаций крайнего волокна сжатой зоны сечения на участке между трещинами и принимаемый в зависимости от отношения шага арматуры l_s, параллельной рассматриваемому сечению, к толщине плиты t:

$\frac{l_s}{t}$	0,5	0,75	1	1,25	1,5 и более
ψ_c	0,79	0,67	0,59	0,53	0,48

Для сечений с ненапрягаемой арматурой в предварительно напряженных плитах коэффициент ψ_c следует принимать равным 0,6;

μ – коэффициент армирования:

$$\mu = \frac{A_s}{h_0};$$

t_{pr} – толщина защитного слоя, м.

7.8.4 Предельный изгибающий момент m_u, МН·м/м, на единицу ширины сечения следует определять по формулам:

для бетонных и армобетонных покрытий

$$m_u = \gamma_c R_{tb} \frac{t^2}{6} k_u; \qquad (7.5)$$

для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой

$$m_u = \gamma_c A_s R_s \left(h_0 - \frac{x}{3}\right); \qquad (7.6)$$

для железобетонных предварительно напряженных плит

$$m_u = \gamma_c \left(R_{tb,ser} \frac{t^2}{6} k_u + m_r \right), \qquad (7.7)$$

где γ_c – коэффициент условий работы покрытий, принимаемый по таблице 7.12;

$R_{tb}, R_{tb,ser}$ – расчетные сопротивления бетона растяжению при изгибе, МПа, принимаемые по таблице И.1;

R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа;

k_u – коэффициент, учитывающий число U_d приложений колесных нагрузок воздушных судов за проектный срок службы покрытия:

$$k_u = 2 - 0{,}167 \cdot \lg U_d;$$

m_r – момент, МН · м/м, равнодействующей усилий N_F в нижней и верхней напрягаемой арматуре на единицу ширины сечения относительно оси, проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от зоны сечения, трещинообразование которой проверяют; m_r определяют по СП 63.13330.

Таблица 7.12

Аэродромные покрытия	Коэффициент γ_c условий работы жестких покрытий при расположении аэродромов								
	севернее 50° северной широты			между 43 и 50° северной широты			южнее 43° северной широты		
	для групп участков								
	А	Б, В	Г	А	Б, В	Г	А	Б, В	Г
Бетонные	0,80	0,90	1,10	0,75	0,85	1,05	0,70	0,80	1,00
Армобетонные	0,90	1,00	1,20	0,85	0,95	1,15	0,80	0,90	1,10
Железобетонные с ненапрягаемой арматурой	1,00	1,10	1,30	0,95	1,05	1,25	0,90	1,00	1,20
Из сборных железобетонных предварительно напряженных плит	1,20	1,30	1,40	1,20	1,30	1,40	1,20	1,30	1,40

7.8.5 Расчетное число приложений нагрузки U_d следует определять по формуле

$$U_d = \sum_{i=1}^{n} U_{e_i}, \qquad (7.8)$$

где U_{e_i} – эквивалентное число приложений нагрузки от опоры i-го воздушного судна, приведенное к приложению нагрузки от опоры расчетного воздушного судна:

$$U_{e_i} = 10^{\left\{ \frac{m_{c_d}}{m_{c_i}} \left[\lg U_i + 12 \left(\frac{m_{c_i}}{m_{c_d}} - 1 \right) \right] \right\}};$$

n – число учитываемых типов воздушных судов;

m_{c_i}, m_{c_d} – центральные изгибающие моменты соответственно от нагрузок i-го и расчетного воздушных судов, определяемые в соответствии с 7.8.2;

$U_i = n_{a_i} N_i$ – число приложений нагрузки от опоры i-го воздушного судна;

n_{a_i} – число осей на основной опоре i-го воздушного судна;

N_i – число взлетов i-го воздушного судна за проектный срок службы покрытия.

7.8.6 При расчете железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой по раскрытию трещин надлежит выполнять условие

$$a_{crc} \le 0{,}3, \tag{7.9}$$

где a_{crc} – ширина раскрытия трещин в расчетном сечении плиты, мм, определяемая в соответствии с 7.8.7.

7.8.7 Ширину раскрытия трещин a_{crc} в расчетном сечении плиты, армированной ненапрягаемой арматурой, следует определять по формуле

$$a_{crc} = 1000\frac{\sigma_s}{E_s}a_c, \tag{7.10}$$

где σ_s – величина напряжения в растянутой арматуре, МПа:

$$\sigma_s = \frac{m_d}{A_s\left(h_0 - \frac{x}{3}\right)};$$

a_c – расстояние между трещинами, м:

$$a_c = k_c\frac{A_s}{U_s}\frac{E_s}{E_b}\eta_1;$$

U_s – периметр сечения арматуры, приходящейся на единицу ширины сечения плиты, м;

$$k_c = \frac{t^2E_b}{3{,}5A_s\left(h_0 - \frac{x}{3}\right)E_s} - 2;$$

η_1 – коэффициент, принимаемый равным: для стержневой арматуры периодического профиля – 0,7; для сварных сеток из холоднотянутой проволоки – 1,25.

7.8.8 При расчете двухслойных покрытий должно удовлетворяться условие (7.1) для плит верхнего и нижнего слоев.

Предельный изгибающий момент m_u определяют по формуле (7.5), при этом предельный изгибающий момент в плитах нижнего слоя, вычисленный по этой формуле, следует умножать на поправочный коэффициент k_m, определяемый по графику рисунка К.3.

Расчетные изгибающие моменты в плитах верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия $m_{d,sup(inf)}$, кН·м/м, на единицу ширины сечения плиты следует определять по формулам:

в плитах верхнего слоя покрытий с совмещенными швами

$$m_{d,sup} = \frac{k'm_{c,\max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \tag{7.11}$$

в плитах нижнего слоя покрытий с совмещенными швами

$$m_{d,inf} = k' m_{c,\max} - m_{d,sup}; \quad (7.12)$$

в плитах верхнего слоя покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d,sup} = \frac{k_1 m_{c,\max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \quad (7.13)$$

в плитах нижнего слоя покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d,inf} = \frac{m_{c,\max}}{1 + \frac{B_{sup}}{B_{inf}}}, \quad (7.14)$$

где $m_{c,\max}$ – максимальный изгибающий момент, кН · м/м, при центральном загружении однослойной плиты жесткостью $B_{inf} + B_{sup}$, вычисляемый согласно 7.8.2;

B_{sup}, B_{inf} – жесткость плит соответственно верхнего и нижнего слоев, отнесенная к единицам ширины их сечений и вычисляемая согласно 7.8.3;

k' – коэффициент, принимаемый равным: 1,5 – при отсутствии стыковых соединений в верхнем и нижнем слоях; 1,4 – при устройстве стыковых соединений только в нижнем слое; 1,2 – при устройстве стыковых соединений в верхнем и нижнем слоях или только в верхнем слое, но с параметрами, принятыми по толщине покрытия, вычисленной по суммарной жесткости слоев;

k_1 – коэффициент, учитывающий концентрацию изгибающих моментов в верхнем слое двухслойного покрытия над краями и углами плит нижнего слоя, принимаемый равным:

$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1	$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1
0	1,20	4	2,00
0,15	1,04	5	2,25
1	1,25	6	2,50
2	1,50	7	2,75
3	1,75	8	3,00

7.8.9 Расчет, толщины искусственных оснований следует производить в соответствии с приложением Г, если слой основания предусматривают из неукрепленных материалов, и в соответствии с приложением М, если слой основания предусматривают из материалов, укрепленных вяжущими.

7.9 Расчет нежестких аэродромных покрытий

7.9.1 При расчете нежестких аэродромных покрытий по предельному относительному прогибу всей конструкции должно удовлетворяться условие

$$\lambda_d \le \gamma_c \lambda_u, \qquad (7.15)$$

где λ_d – расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки, определяемый в соответствии с 7.9.2;

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый для групп участков аэродромных покрытий (см. рисунок Л.1): А – 1; Б и В – 1,05; Г – 1,1;

λ_u – предельный относительный прогиб покрытия, определяемый в соответствии с 7.9.3.

Если в результате расчета общая толщина нежесткой конструкции превышает 0,5 м, модули упругости связных грунтов, равные 24 МПа и менее, следует повысить: на 5 % – при толщине конструкции от 0,51 до 0,75 м, 10 – при толщине от 0,76 до 1,0 м, 15 – при толщине от 1,01 до 1,25 м и на 20 % – при толщине свыше 1,25 м.

7.9.2 Расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки определяют по формуле

$$\lambda_d = 0{,}9\frac{p_a}{E_{ed}}, \qquad (7.16)$$

где p_a – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, МПа;

E_{ed} – эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции, включая грунтовое основание, МПа:

$$E_{ed} = E_{mt}\psi_k;$$

E_{mt} – средний модуль упругости, МПа, многослойной конструкции (включая покрытие, искусственное основание и насыпь) из n слоев в пределах сжимаемой толщи:

$$E_{mt} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + ... + E_n t_n}{t_{tot}};$$

ψ_k – коэффициент, определяемый по номограмме рисунка К.4:

$$\psi_k = f\left(\frac{E}{E_{mt}}; \frac{t_{tot}}{D_e}\right);$$

$E_1, E_2, ..., E_n$ – расчетные модули упругости отдельных конструктивных слоев, МПа;

$t_1, t_2, ..., t_n$ – толщины отдельных конструктивных слоев, м;

t_{tot} – суммарная толщина конструктивных слоев, м;

E – модуль упругости грунта естественного основания, МПа;

D_e – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый в соответствии с 7.9.5.

7.9.3 Предельный относительный прогиб покрытия λ_u принимают по графикам рисунка К.5 в зависимости от вида грунта, давления воздуха в пневматиках колес и приведенной повторяемости приложения нагрузки N_r, вычисляемой в соответствии с 7.9.6.

Величины предельных относительных прогибов, принимаемые по графикам рисунка К.5, следует увеличивать на 20 % для покрытий облегченного типа из прочных каменных материалов подобранного состава, обработанных органическими или минеральными вяжущими.

7.9.4 Прочность асфальтобетонных слоев нежесткой конструкции аэродромного покрытия должна удовлетворять условию

$$\sigma_r \le \gamma_c R_d , \qquad (7.17)$$

где σ_r – наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в рассматриваемом слое от расчетной нагрузки, МПа:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r p_a ;$$

γ_c – коэффициент условий работы для асфальтобетона, принимаемый равным для групп участков аэродромных покрытий: А – 1; Б и В – 1,1; Г – 1,2;

R_d – расчетное сопротивление растяжению при изгибе асфальтобетона, МПа, принимаемое согласно И.2;

$\bar{\sigma}_r$ – удельное растягивающее напряжение при изгибе, определяемое по номограмме рисунка К.6:

$$\bar{\sigma}_r = f\left(\frac{E_{ab}}{E_e}; \frac{t_{ab}}{D_{e_{ab}}}\right);$$

E_{ab} – средний модуль упругости асфальтобетонных слоев, МПа, вычисляемый аналогично E_{mt} (см. 7.9.2);

E_e – эквивалентный модуль упругости основания под асфальтобетоном, включая грунтовое основание, МПа:

$$E_e = E_m \psi_k ;$$

E_m – средний модуль упругости слоев оснований под асфальтобетоном (без учета грунтового основания), МПа, определяемый согласно 7.9.2;

ψ_k – коэффициент, определяемый по номограмме рисунка К.4, принимая вместо величин E_{mt} и E_{ed} соответственно величины E_m и E_e:

$$\psi_k = f\left(\frac{E}{E_m}; \frac{t_{tot}}{D_e}\right);$$

$D_{e_{ab}}$ – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки для асфальтобетонного слоя (слоев), определяемый в соответствии с 7.9.5.

При расчете прочности двух- или трехслойного асфальтобетонного покрытия следует рассчитывать на растяжение при изгибе только нижний слой, предварительно приведя многослойный асфальтобетон к однослойному со средним модулем упругости E_{ab}.

7.9.5 Диаметр D_e круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки вычисляют по формуле

$$D_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi p_a}}, \qquad (7.18)$$

где F_e – одноколесная эквивалентная нагрузка, МН, заменяющая силовое воздействие многоколесной опорной нагрузки, которую принимают

равной F_d при $t_{tot} \le \frac{a}{2}$, $F_n k_d \gamma_f$ при $t_{tot} \ge 2a_d$, а в остальных случаях определяют по формуле

$$F_e = 10^{\left(\frac{\frac{\lg n_k}{4a_d} \lg \frac{2t_{tot}}{a} + \lg F_n}{\lg \frac{d}{a}} \right)};$$

F_n, F_d, n_k, p_a – см. 7.8.2;

a – минимальное расстояние между ближайшими колесами главной опоры в свету, м:

$$a = a_t - 2\sqrt{\frac{F_d}{1,4\pi p_a}};$$

a_t, a_d – соответственно расстояние между осями ближайших колес в опоре и максимальное расстояние между колесами в основной опоре, м, принимаемые по рисунку К.7 в зависимости от схемы расстановки колес в опоре;

t_{tot} – суммарная толщина слоев нежесткой конструкции, м, для которых определяется F_e (t_{tot} принимают равной общей толщине конструкции при расчете прочности по предельному относительному прогибу и суммарной толщине асфальтобетонных слоев при расчете их прочности на растяжение при изгибе).

7.9.6 При расчете прочности покрытия воздействие нагрузок от различных типов воздушных судов следует приводить к эквивалентному воздействию расчетной нагрузки через приведенную повторяемость приложения нагрузки N_r. При этом надлежит учитывать только те воздушные суда, у которых нагрузки на главную опору больше или равны половине величины нагрузки на главную опору расчетного воздушного судна.

Значение N_r определяют по формуле

$$N_r = \sum_{i=1}^{n} N_i n_{a_i} k_{n_i}, \qquad (7.19)$$

где n – число типов воздушных судов, включая расчетное;

N_i – среднесуточное число взлетов i-го воздушного судна;

n_{a_i} – число осей на опоре i-го воздушного судна; в расчете прочности по предельному относительному прогибу принимают $n_{a_i} = 1$;

k_{n_i} – коэффициент приведения нагрузок:

$$k_{n_i} = \left(\frac{p_{a_i}}{p_{a_d}} \right)^{5,5} \cdot \left(\frac{D_{e_i}}{D_{e_d}} \right)^{7,66}; \qquad (7.20)$$

p_{a_i}, p_{a_d} – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес соответственно i-го и расчетного воздушных судов;

D_{e_i}, D_{e_d} – диаметры кругов, равновеликих площадям отпечатков эквивалентных одноколесных нагрузок, соответственно i-го и расчетного воздушных судов. Значения D_{e_i} и D_{e_d} определяют по формуле (7.18) отдельно при расчете асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе и при расчете прочности конструкции по предельному относительному прогибу.

7.10 Расчет слоев усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов

7.10.1 При расчете жесткого слоя усиления жестких аэродромных покрытий должно выполняться условие

$$m_{d,sup} \le m_{u,sup}, \tag{7.21}$$

где $m_{d,sup}, m_{u,sup}$ – соответственно расчетный и предельный изгибающие моменты в слое усиления на единицу ширины сечения.

7.10.2 Расчетные изгибающие моменты $m_{d,sup}$ в слое усиления следует определять по формулам:

при усилении монолитных бетонных или армобетонных покрытий на основании из неукрепленных материалов слоем из монолитного бетона или армобетона

$$m_{d,sup} = \frac{k_{\max} m_{c,\max}}{1 + \dfrac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \tag{7.22}$$

где $k_{\max}$ – коэффициент, учитывающий концентрацию изгибающих моментов в верхнем слое двухслойного покрытия над краями и углами плит нижнего слоя, принимаемый максимальным из значений коэффициентов k_1' или k_1:

$$k_{\max} = \max(k', k_1);$$

$m_{c,\max}$ – максимальный изгибающий момент, МН·м/м, при центральном загружении плиты с суммарной жесткостью $B_{inf} + B_{sup}$, определяемый согласно 7.8.2;

B_{inf}, B_{sup} – жесткость плит соответственно верхнего и нижнего слоев, отнесенная к единицам ширины их сечений и вычисляемая согласно 7.8.3;

при усилении сборных предварительно напряженных и монолитных бетонных и армобетонных покрытий сборными предварительно напряженными железобетонными плитами

$$m_{d,sup} = \frac{k_x k_1 m_{c,\max}}{1 + \dfrac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \tag{7.23}$$

при усилении существующего железобетонного покрытия слоем из монолитного железобетона

$$m_{d,sup} = \frac{k_1 k\, m_{c,\max}}{1 + \dfrac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \tag{7.24}$$

где $m_{c,\max}$ – наибольший изгибающий момент, МН·м/м, в бесконечной плите с суммарной жесткостью, определяемой по 7.8.2;

k', k_1 – коэффициенты, определяемые по 7.8.8;

k_x – коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах и принимаемый по рисунку К.2;

B_{inf}, B_{sup} – жесткость соответственно нижнего (существующего) и верхнего слоев покрытия, определяемая для средней зоны плит;

k – коэффициент, определяемый по рисунку К.1 для края со стыковыми соединениями.

При усилении монолитных бетонных или армобетонных покрытий на основании из материалов, укрепленных вяжущими, слоем из монолитного бетона или армобетона изгибающий момент $m_{d,sup}$ следует определять в соответствии с приложением М.

При усилении монолитного железобетонного покрытия слоем из монолитного бетона или армобетона существующее железобетонное покрытие следует при расчете учитывать как армобетонное.

7.10.3 При определении жесткости и предельного изгибающего момента бетонных и армобетонных слоев существующих покрытий расчетную толщину их t_{pd} следует принимать в зависимости от категории разрушения, устанавливаемой по таблице 7.7, и толщины t_{ex} существующего покрытия при категории разрушения:

I ..... $t_{pd}=t_{ex}$

II ..... $t_{pd}=0{,}9t_{ex}$

III ..... $t_{pd}=0{,}8t_{ex}$

Существующие жесткие покрытия IV категории разрушения в расчете надлежит учитывать как искусственные основания с коэффициентом постели K_s =600 МН/м^3.

7.10.4 Толщину слоя асфальтобетона t_{ab}, необходимого для усиления существующего жесткого покрытия, следует определять по формуле

$$t_{ab} = \sqrt[3]{\frac{E_b}{E_{ab}}}(t_{en} - t_{ed}) \geq t_{ab,\min}, \qquad (7.25)$$

где t_{en} – требуемая для заданной расчетной нагрузки толщина однослойного бетонного покрытия, м;

t_{ed} – толщина бетонного покрытия, эквивалентного по несущей способности существующему покрытию, принимаемая равной для покрытий:

бетонных $t_{ed} = t_{pd}$;

армобетонных $t_{ed} = 1{,}1t_{pd}$;

железобетонных с ненапрягаемой арматурой при проценте армирования:

0,25 ..... $t_{ed} = 1{,}1t_{pd}$

0,3 ..... $t_{ed} = 1{,}21t_{pd}$

0,35 ..... $t_{ed} = 1{,}32t_{pd}$

0,4 ..... $t_{ed} = 1{,}41t_{pd}$

сборных и монолитных предварительно напряженных $t_{ed} = 1{,}6t_{pd}$;

$t_{ab,\min}$ – минимальная толщина слоя усиления из асфальтобетона, принимаемая по таблице 7.6;

E_b, E_{ab}– модули упругости бетона и асфальтобетона, принимаемые по таблицам И.1 и И.2.

7.10.5 При определении толщины требуемого однослойного бетонного покрытия следует:

характеристики материалов, типы швов и стыковых соединений принимать как для существующего покрытия;

значение коэффициента динамичности k_d уменьшать на 15 % по сравнению с данными, приведенными в таблице 7.10, но принимать не менее 1;

коэффициент условий работы γ_c устанавливать с учетом поправочного коэффициента k_m, определяемого по графику рисунка К.3.

7.10.6 Расчет слоев усиления нежестких покрытий надлежит выполнять как для вновь проектируемых покрытий, учитывая конструктивные слои существующих покрытий и оснований и их состояние.

При усилении существующих нежестких покрытий жестким слоем существующее покрытие следует рассматривать как искусственное основание.

8 Водоотводные и дренажные системы

8.1 Для сбора и отвода поверхностных и подземных вод в зависимости от климатических и гидрогеологических условий на аэродромах следует устраивать водоотводные и дренажные системы.

Водоотводные системы следует предусматривать для участков аэродромов с глинистыми грунтами, а также для участков, располагаемых в условиях опасности размыва (при наличии грунтов, подверженных эрозии, значительных уклонов местности, осадков ливневого характера).

Для участков с песчаными, супесчаными и другими хорошо фильтрующими грунтами, а также в V дорожно-климатической зоне водоотводные системы надлежит предусматривать выборочно.

Примечание – Требования настоящего раздела распространяются также на проектирование вертодромов.

8.2 При наличии дренирующего слоя в основании аэродромного покрытия следует проектировать закромочные дрены.

Для отвода воды из дренирующих слоев покрытий перронов и мест стоянки воздушных судов при ширине склона более 40 м допускается устройство дрен под аэродромным покрытием.

При невыполнении условия возвышения поверхности аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод, 6.7, необходимо устраивать глубинные дрены. Глубинные дрены при необходимости допускается использовать и для отвода воды из дренирующих слоев оснований.

В случае направленного поступления подземных вод со смежных с покрытием территорий вдоль кромок покрытий следует предусматривать экранирующие дрены.

8.3 Размеры поперечных сечений элементов водоотводных и дренажных систем и их проектные уклоны необходимо принимать по результатам гидравлических расчетов, приведенных в приложении Н.

8.4 Выбор принципиальной схемы водоотводных и дренажных систем следует осуществлять в зависимости от дорожно-климатической зоны расположения аэродрома, типа местности по характеру поверхностного стока и степени увлажнения,

вида грунта, конструктивных и планировочных решений аэродромных покрытий, топографических, гидрогеологических и других местных условий. Следует применять схемы водоотведения:

с устройством закрытых и открытых лотков в кромках искусственных аэродромных покрытий;

со сбросом поверхностных вод на прилегающие грунтовые обочины без дождеприемных устройств на аэродромных покрытиях.

8.5 Водоотводные и дренажные системы следует проектировать с учетом перспективы развития элементов аэродрома и соблюдением следующих правил:

протяженность линейных сооружений водоотвода и дренажа должна быть минимальной;

прокладка коллекторов под аэродромными покрытиями допускается в отдельных случаях при обязательном принятии мер предотвращения осадки грунтового основания аэродромного покрытия (засыпку траншей пескоцементом, песчаным грунтом и др.);

сброс воды из водоотводных и дренажных систем, в том числе и через очистные сооружения после завершения очистки, должен производиться на рельеф, в природный водоем или водоток с соблюдением требований охраны окружающей природной среды, изложенные в разделе 10;

при расчете сооружений элементов водоотводных систем летного поля на прочность следует принимать коэффициент надежности по ответственности 1,2 при особо высоком уровне ответственности сооружений согласно ГОСТ Р 54257.

Элементы водоотводных и дренажных систем

8.6 Для отвода воды с поверхности искусственных покрытий следует применять водоотводные лотки открытого или закрытого типа, в зависимости от конструкции и планировки элементов аэродромных покрытий.

8.7 Грунтовые лотки следует проектировать открытыми треугольного профиля. В случаях, если продольный уклон грунтового лотка менее 0,005, допускается предусматривать трубчатые осушители, располагаемые по оси лотка. На участках с необеспеченным стоком следует устраивать осушительно-собирательные системы.

Ось грунтового лотка должна быть расположена на расстоянии от кромок покрытий обочин ИВПП не менее 25 м, РД – не менее 10 м.

8.8 По оси лотков, располагаемых по кромкам искусственных покрытий, следует предусматривать дождеприемные колодцы или модульные элементы лотков закрытого типа, а по оси грунтовых лотков – тальвежные колодцы, обеспечивающие прием и отвод воды по перепускам в коллекторы.

Расстояния между соседними дождеприемными, а также тальвежными колодцами следует устанавливать в соответствии с гидравлическими расчетами.

8.9 Коллекторы следует располагать вдоль кромок обочин аэродромных покрытий на расстоянии от 10 до 15 м от них.

Глубину укладки труб (расстояние от поверхности грунта до шелыги) коллекторов надлежит принимать не менее глубины промерзания грунтов при поверхности, свободной от снега, и достаточной по условиям прочности труб при воздействии эксплуатационных нагрузок.

В районах с глубиной промерзания грунта свыше 1,5 м допускается укладывать трубы коллектора в зоне промерзания, при этом следует предусматривать теплоизоляцию труб коллектора.

8.10 Смотровые колодцы следует предусматривать в начале коллекторов, в местах изменения их направления и уклонов, подключения к коллекторам перепусков или других водоотводных линий, а также на прямых участках коллекторов на расстояниях, не более, м, при диаметре труб коллектора:

менее 250 мм 50
от 250 до 400 мм..... 75
свыше 400 до 600 мм 100
свыше 600 мм 125

В пониженных местах рельефа смотровые колодцы допускается использовать для приема и отвода поверхностных вод, в этом случае они должны иметь решетчатую крышку и отстойник глубиной от 0,3 до 0,5 м. Смотровые колодцы, принимающие воду из тальвежных колодцев, также должны устраиваться с отстойниками.

8.11 При проектировании закромочных водоотводных дрен и осушителей дренажных систем, предназначенных для перехвата и отвода подземной и поверхностной воды на участках с необеспеченным стоком, а также для сбора и отвода воды из пористых оснований искусственных покрытий, следует:

диаметр дрен и осушителей принимать не менее 100 мм;

длину дрен и осушителей принимать от 50 до 125 м;

предусматривать мероприятия, предотвращающие заиливание дренажных труб: обмотку труб геосинтетическим материалом или применение специальных дренажных труб с профильными пропилами;

фильтрующую обсыпку вокруг дрен и осушителей осуществлять по принципу обратного фильтра с применением разделительно-фильтрующих геосинтетических материалов;

минимальное заглубление труб устанавливать расчетом на прочность, а глубинных дрен, предназначенных для понижения уровня подземных вод, – гидрологическим расчетом из условия снижения этого уровня до величин, указанных в таблице 6.3.

8.12 Диаметр труб перепусков от дождеприемных и тальвежных колодцев к коллектору должен быть не менее 200 мм.

8.13 Соединения труб коллекторов с оголовками следует предусматривать эластичными.

Превышение отметки лотка трубы коллектора над отметкой дна водоотводной канавы должно быть не менее 30 см.

Перед входными оголовками коллекторов с трубами диаметром до 500 мм следует предусматривать устройство колодцев-отстойников с крышкой-решеткой.

Откосы водоотводных канав, примыкающих к оголовкам, следует укреплять на длину от 3 до 10 м.

8.14 Для перехвата и отвода поверхностных вод, поступающих со смежных с аэродромом водосборных площадей, надлежит проектировать нагорные канавы, располагаемые как правило за внешними границами летной полосы.

Радиус закругления канав на углах поворота надлежит принимать равным 20-кратной ширине канавы по дну, на примыкании канавы к канаве – не менее 10-кратной ширины канавы по дну.

Дно водоотводной канавы в месте примыкания ее к водоприемнику должно быть на 0,3–0,5 м выше уровня наивысшего горизонта паводковых вод в водоприемнике при повторяемости паводка один раз в 5 лет.

При отсутствии в районе расположения аэродрома естественных водоприемников допускается проектировать водоприемные испарительные бассейны.

8.15 Отвод и сбор поверхностных сточных вод с поверхности площадок для обработки воздушных судов антигололедной жидкостью (ПОЖ) должны осуществляться специальной водоотводной системой, оснащенной устройствами для измерения концентраций веществ-загрязнителей и регулировки направления стока и емкости для сбора сточных вод.

8.16 Для защиты территории аэродрома от затопления при подъеме уровня воды в соседних водоемах следует предусматривать устройство ограждающих дамб высотой не менее чем на 0,5 м выше расчетного уровня высокой воды с учетом высоты волны и высоты набега ее на откос дамбы.

8.17 Расчетный уровень высокой воды при необходимости защиты аэродрома от затопления паводковыми водами следует принимать с вероятностью превышения 1:100 для аэродромов, предназначенных для эксплуатации воздушных судов II категории нормативной нагрузки и выше, и 1:50 – для остальных аэродромов.

8.18 Водоперепускные сооружения, пересекающие ВПП, РД следует рассчитывать при вероятностях превышения, приведенных в 8.17.

8.19 Скорость движения воды в грунтовых лотках, водоотводных и нагорных канавах, имеющих неукрепленную поверхность, не должна превышать, м/с, для:

песков мелких и средней крупности, супесей	0,4
песка крупного	0,8
суглинка пылеватого	0,7
суглинка	1,0
глины	1,2

При больших скоростях движения воды поверхность грунтовых лотков, водоотводных и нагорных канав следует укреплять одерновкой, обработкой грунта вяжущими, армированием геосетками, мощением или бетонированием, а также предусматривать при необходимости быстротоки и перепады.

8.20 Продольные уклоны линейных элементов водоотводных и дренажных систем следует принимать, не менее, для:

открытых лотков, располагаемых по кромкам искусственных покрытий	0,003
открытых грунтовых лотков; трубчатых осушителей, располагаемых по оси грунтовых лотков; труб закромочных дрен и дренажных систем	0,005
перепусков к коллектору от дождеприемных колодцев	от 0,02 до 0,03
то же, от тальвежных колодцев	от 0,005 до 0,03
водоотводных канав	0,002

Трубы коллекторов, укладываемые вне зоны промерзания грунтов, при диаметре не более 500 мм должны иметь уклоны не менее 0,003. При диаметре более 500 мм должны иметь уклоны не менее значений, обеспечивающих допустимые минимальные скорости движения воды, исключающие заиливание труб.

Трубы коллектора и перепусков, укладываемые в зоне промерзания грунта, должны иметь уклон не менее критического, принимаемый в зависимости от диаметра трубы, мм:

до 750	0,008
от 1000 до 1250	0,007
1500	0,006

Примечание – Продольный уклон водоотводных канав допускается принимать менее 0,002, если гидравлический расчет подтверждает незаиливаемость канав.

Особенности проектирования водоотводных и дренажных систем для аэродромов, располагаемых в сложных инженерно-геологических условиях

Водоотводные системы на вечномерзлых грунтах

8.21 При проектировании водоотводных и дренажных систем аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, следует:

при сплошной сливающейся низкотемпературной мерзлоте (температура на горизонте нулевых амплитуд ниже минус 3 °С) проектировать водоотводные системы. Устройство дренажных систем, как правило, не допускается;

при островной мерзлоте и сплошной сливающейся высокотемпературной мерзлоте (температура на горизонте нулевых амплитуд минус 3 °С и выше) проектировать водоотводные и дренажные системы на основе результатов соответствующих инженерно-геологических и инженерно-геокриологических исследований;

при несливающейся мерзлоте и слое сезонного промерзания и оттаивания, сложенного грунтами с льдистостью $i_i \leq 0,4$, а также на участках, где отсутствуют вечномерзлые грунты, водоотводные и дренажные системы проектировать как для II дорожно-климатической зоны.

8.22 Водоотводные системы аэродромов при сплошной низкотемпературной мерзлоте должны состоять из следующих основных элементов:

нагорных канав или водоотводных валов, предназначенных для защиты термоизоляционных насыпей ВПП, РД, МС от подтопления талыми и поверхностными водами;

грунтовых лотков или водоотводных канав для перехвата и отвода поверхностной воды, стекающей с поверхности покрытий ИВПП, РД и МС, а также грунтовых участков, расположенных между ними;

водоотводных лотков, предупреждающих размыв склонов и оврагообразование;

водозащитных сооружений для перехвата и отвода надмерзлотных подземных вод;

перепусков воды под термоизоляционными насыпями ВПП, РД и МС и сброса ее в естественные водоемы или на поверхность рельефа.

8.23 Нагорные канавы, водоотводные валы, канавы и лотки следует располагать параллельно термоизоляционным насыпям на расстоянии от них, м, при грунтах:

крупнообломочных слабольдистых ($i_i < 0,2$) вечномерзлых – от 2 до 3;

песчаных слабольдистых и льдистых ($i_i \leq 0,4$) – от 10 до 15;

песчаных, суглинистых и глинистых сильнольдистых ($i_i > 0,4$) – 50.

Для крутых склонов (с уклоном свыше 1:5) и большой водосборной площади следует проектировать два ряда нагорных канав или водоотводных валов.

При сильнольдистых супесях, суглинках и глинах допускается предусматривать устройство лотков, располагаемых вдоль земляных берм, примыкающих к термоизоляционным насыпям.

8.24 Водоотводные лотки (сборные бетонные и железобетонные), предупреждающие размыв склонов и оврагообразование, следует располагать, как правило, в тальвегах и пониженных местах рельефа местности, прилегающей к термоизоляционным насыпям ВПП, РД и МС.

8.25 Размеры поперечного сечения лотков, водоотводных и нагорных канав следует определять по результатам гидравлических расчетов на сток талых вод, при

этом заглубление дна канав должно быть не более половины глубины сезонного протаивания грунта в естественном залегании.

Увеличение поперечного сечения канав (в случае необходимости, подтвержденной результатами гидравлического расчета) надлежит производить за счет их уширения по дну и уменьшения крутизны откосов или увеличения глубины канав путем отсыпки кавальеров с низовой стороны или с низовой и верховой сторон канав.

Дно и откосы канав, бермы, а также откосы водоотводных валов следует укреплять одерновкой, армированием геосетками, мощением, бетонными плитами по слою мха, синтетических и других теплоизоляционных материалов.

8.26 Водозащитные сооружения для перехвата надмерзлотных вод следует проектировать в виде водонепроницаемых экранов, располагаемых по кромкам термоизоляционных насыпей или искусственных покрытий. Водонепроницаемые экраны надлежит создавать за счет поднятия уровня вечномерзлых грунтов до дневной поверхности путем укладки по трассе экрана слоя термоизоляционных материалов (пенопласта типа пенополистирола, полиуретана и т.п.), заглубленного на 20–30 см (мерзлотного валика), толщиной до 20 см и шириной, устанавливаемой теплотехническим расчетом.

Для устройства экрана допускается применять пластичные глины, песчаные грунты, обработанные органическими вяжущими или полиэтиленовый пластикат.

8.27 Перепуски воды под термоизоляционными насыпями ИВПП, РД и МС следует проектировать в виде не заглубленных в вечномерзлый грунт железобетонных труб с открытыми оголовками воротникового типа, имеющими в верхнем бьефе защитные устройства для предотвращения попадания в трубы снега и льда.

Основание перепусков надлежит предусматривать железобетонное с термоизоляционным слоем из пенопластов и других теплоизоляционных синтетических материалов, располагаемым по ненарушенной поверхности вечномерзлого грунта. Толщина железобетона и термоизоляционного слоя должна определяться по результатам прочностного и теплотехнического расчетов.

8.28 Гидравлический расчет перепускных труб под покрытиями следует производить из условия пропуска талых вод без аккумуляции их перед входным оголовком трубы. Степень наполнения труб должна быть не более 0,75 диаметра трубы. При этом надлежит учитывать возможность уменьшения сечения труб за счет образования наледи в период таяния снега.

Диаметр труб перепусков следует принимать по гидравлическому расчету, но не менее:

750 мм – при длине трубы до 25 м;
1000 мм – » » » свыше 25 до 50 м;
1250 мм – » » » » 50 » 75 м;
1500 мм – » » » » 75 » 100 м.

Водоотводные и дренажные системы на пучинистых грунтах

8.29 Для аэродромов, располагаемых на участках с пучинистыми грунтами, следует проектировать водоотводные, а при необходимости – и дренажные системы.

При проектировании водоотвода следует предусматривать:

устройство закрытых или открытых лотков;

укладку дренирующей прослойки из синтетического нетканого материала на спланированное и уплотненное грунтовое основание с выпуском полотнищ в закромочные дрены и обертыванием труб, а толщину дренирующих слоев из песков

крупных и средней крупности, устраиваемых на готовой дренирующей прослойке из синтетического нетканого материала, надлежит принимать по расчету;

дождеприемные колодцы мелкого заложения в виде дождеприемных воронок глубиной, не превышающей толщину покрытия и искусственного основания;

тальвежные колодцы с гладкими наклонными стенками.

8.30 Глубина расположения днища смотровых и тальвежных колодцев или их оснований из непучинистых материалов должна быть ниже глубины промерзания грунта, очищенного от снежного покрова.

8.31 Вокруг смотровых и тальвежных колодцев, а также оголовков труб следует предусматривать обсыпку несмерзающимся крупнозернистым каменным материалом толщиной не менее 20 см.

8.32 В местах пересечения коллекторами ИВПП, РД и МС обратную засыпку труб следует производить песком, песчано-гравийной смесью, пескоцементом или другими непучинистыми материалами, исключающими просадки и деформации покрытия.

Водоотводные и дренажные системы на просадочных грунтах

8.33 Для аэродромов, располагаемых на участках с просадочными грунтами, следует проектировать водоотводные системы, полностью предупреждающие проникание дождевых и талых вод в основание аэродромных покрытий. Для этого необходимо:

располагать коллекторы на расстоянии не менее 15 м от кромок покрытий обочин ИВПП, РД и МС;

гидроизолировать дно и стенки траншей перед укладкой в них труб коллекторов;

применять дождеприемные колодцы мелкого заложения в виде дождеприемных воронок глубиной равной толщине аэродромной конструкции;

гидроизолировать смотровые и дождеприемные колодцы, входы и выходы труб коллекторов и перепусков в соответствии с требованиями СП 71.13330.

Водоотводные и дренажные системы на засоленных грунтах

8.34 При агрессивных к бетону и хризотилцементу засоленных грунтах и подземных водах необходимо предусматривать обмазочную изоляцию труб коллекторов, внешних поверхностей смотровых и тальвежных колодцев в соответствии с требованиями СП 71.13330.

8.35 Для устройства коллекторов, перепусков следует использовать полимерные трубы в соответствии с расчетом на прочность.

9 Автомобильные дороги на аэродромах

9.1 Автомобильные дороги на аэродромах включают:

подъездные автодороги к обособленным участкам и охранной сигнализации аэродрома;

служебно-производственные автодороги, расположенные по периметру ограждения аэродрома.

9.2 Автомобильные дороги должны быть пригодны к эксплуатации в любых погодных условиях, выдерживать нагрузку от самых тяжелых транспортных средств, которые эксплуатируются на аэродроме. Они должны иметь:

капитальное искусственное покрытие жесткого или нежесткого типа на аэродромах класса А, Б и В;

покрытие облегченного или переходного типа – на аэродромах класса Г, Д и Е.

9.3 Проектирование автодорог должно выполняться в соответствии с СП 34.13330 и СП 37.13330.

10 Охрана окружающей среды

10.1 В состав природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации аэродромов необходимо включать инженерные мероприятия по обеспечению безопасного уровня воздействия на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов, в том числе мероприятия по:

охране атмосферного воздуха;

охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова;

сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению отходов;

охране недр;

охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания;

минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций;

рациональному использованию и охране водных объектов, а также сохранению водных биологических ресурсов.

10.2 При выборе участка для строительства аэродрома или его элементов необходимо отдавать предпочтения решениям, оказывающим минимальное воздействие на окружающую среду.

10.3 Следует, по возможности, исключать размещение аэродромов или его отдельных элементов на особо охраняемых природных территориях или предусматривать дополнительные инженерные мероприятия, позволяющие обеспечить безопасный уровень воздействия на них.

10.4 Вновь строящиеся аэродромы или их отдельные элементы следует размещать за пределами городов и населенных пунктов. При этом расстояния от границ территории аэродрома до границ селитебной территории следует определять на основании расчетов в каждом конкретном случае с учетом: обеспечения безопасности полетов, типов воздушных судов, эксплуатируемых или предполагаемых к эксплуатации на данном аэродроме, интенсивности их полетов, количества ВПП на аэродроме, рельефа, температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, а также других местных условий. В качестве расчетного следует принимать наибольшее расстояние, полученное на основе учета следующих факторов: обеспечение безопасности полетов, допустимый уровень авиационного шума, допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и допустимый уровень электромагнитного излучения от передающих радиотехнических средств, устанавливаемых на аэродроме.

10.5 Уровень акустического воздействия на территорию жилой и иной застройки вблизи аэродрома не должен превышать значений, нормируемых ГОСТ 22283.

10.6 Для защиты обслуживающего персонала, пассажиров и местного населения от воздействия электромагнитных излучений необходимо вокруг передающих радиотехнических объектов устраивать санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны ограничения застройки (ЗОЗ). Размеры этих зон должны определяться расчетами в соответствии с действующими санитарными нормами, которые должны быть подтверждены замерами на стадии ввода объекта в эксплуатацию.

10.7 Концентрация загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при производстве строительных работ, а также из двигателей воздушных судов и наземного транспорта при эксплуатации аэродрома, не должна превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых гигиеническими нормативами.

10.8 Аэродромы с длиной ВПП 1500 м и более, имеющие системы водоотвода с искусственных покрытий и дренажа подземных и поверхностных сточных вод (ливневых и талых), должны быть оборудованы локальными сооружениями для механической, биологической и иной очистки и обеззараживания загрязненных вод.

10.9 Участки аэродрома, предназначенные для обслуживания воздушных судов, используемых для внесения удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве и при лесозащите, и другие спецплощадки (предангарные, доводочные, мойки и антиобледенительной обработки воздушных судов, спецавтобаз, складов горюче-смазочных материалов и др.) должны быть оснащены сооружениями для химико-реагентной и механической очистки, а также обезвреживания сточных вод, сбрасываемых в канализацию аэропорта.

10.10 Состав очистных сооружений, их эффективность и производительность должны соответствовать требованиям СП 32.13330 и СП 129.13330 по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока дождевых и талых вод с территории аэропортов. Качественный состав сбрасываемого очищенного поверхностного стока должен соответствовать нормативам качества воды, утвержденных в установленном порядке соответствующими органами.

10.11 При строительстве аэродрома или его отдельных элементов должен быть снят плодородный слой почвы с целью последующего использования его для восстановления (рекультивации) нарушенных земель и для озеленения территории аэропорта или аэродрома.

10.12 В районах распространения вечномерзлых грунтов следует предусматривать мероприятия, направленные на предупреждение возникновения и активизации термокарста, термоэрозии, термоабразии, пучения, морозного растрескивания, солифлюкции, наледеобразования и других криогенных процессов.

10.13 В случае выявления при производстве работ погребенных в грунте археологических или палеонтологических объектов, других памятников культуры и истории или природных феноменов следует приостановить работы на данном участке, приняв меры по сохранению объектов, и сообщить об этом в соответствующий орган управления.

10.14 Производство всех видов работ допускается только в пределах вынесенных заказчиком на местность границ площадей, отведенных в установленном порядке в постоянное или временное пользование.

10.15 Перед приемкой законченного строительством аэродрома (его участка) прилегающая к аэродрому территория должна быть полностью очищена от отходов, образовавшихся при производстве работ.

Приложение А
(обязательное)

Типы местности по гидрогеологическим условиям

Таблица А.1

Тип местности по гидрогеологическим условиям	Характеристика типа местности
1 – сухая	Поверхностный сток обеспечен, подземные воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов естественного основания
2 – сырая	Поверхностный сток не обеспечен, подземные воды залегают ниже глубины промерзания грунтов; почвы с признаками поверхностного заболачивания; весной и осенью появляется застой воды на поверхности
3 – мокрая	Подземные воды или длительно стоящие (более 20 сут) поверхностные воды залегают выше глубины промерзания грунтов; почвы торфяные, оглеенные с признаками заболачивания

Примечания

1 Для I дорожно-климатической зоны тип местности в каждом конкретном случае должен определяться при проведении изысканий с учетом места расположения элементов аэродрома (террасы рек и озер, тундра и лесотундра и т.д.), наличия торфомохового покрова, сплошности его распространения и толщины, наличия подземного льда, надмерзлотных вод и др.

2 Подземные воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов, если уровень подземных вод в предморозный период залегает ниже расчетной глубины промерзания на:

2 м и более – в глинах, суглинках пылеватых;

1,5 м и более – в суглинках, супесях пылеватых:

1 м и более – в супесях, песках пылеватых.

3 Уровень горизонта подземных вод к началу промерзания грунта исчисляется от верха покрытия до уровня подземных вод, установленного изысканиями, а при наличии глубинного дренажа или других водопонижающих устройств – до верха депрессионной кривой.

4 За расчетный уровень подземных вод надлежит принимать максимально возможный осенний (перед замерзанием) уровень, а в районах, где наблюдаются частые продолжительные оттепели, максимально возможный весенний уровень подземных вод. При отсутствии необходимых данных за расчетный допускается принимать уровень, определяемый от верха линии оглеения грунтов.

5 При необходимости строительства аэродромных покрытий на участках с 3-м типом местности по гидрогеологическим условиям следует предусматривать инженерные мероприятия (возведение насыпи, понижение уровня грунтовых вод и др.) для приведения имеющихся гидрогеологических условий к гидрогеологическим условиям 2-го типа.

Приложение Б
(обязательное)

Дорожно-климатические зоны Российской Федерации

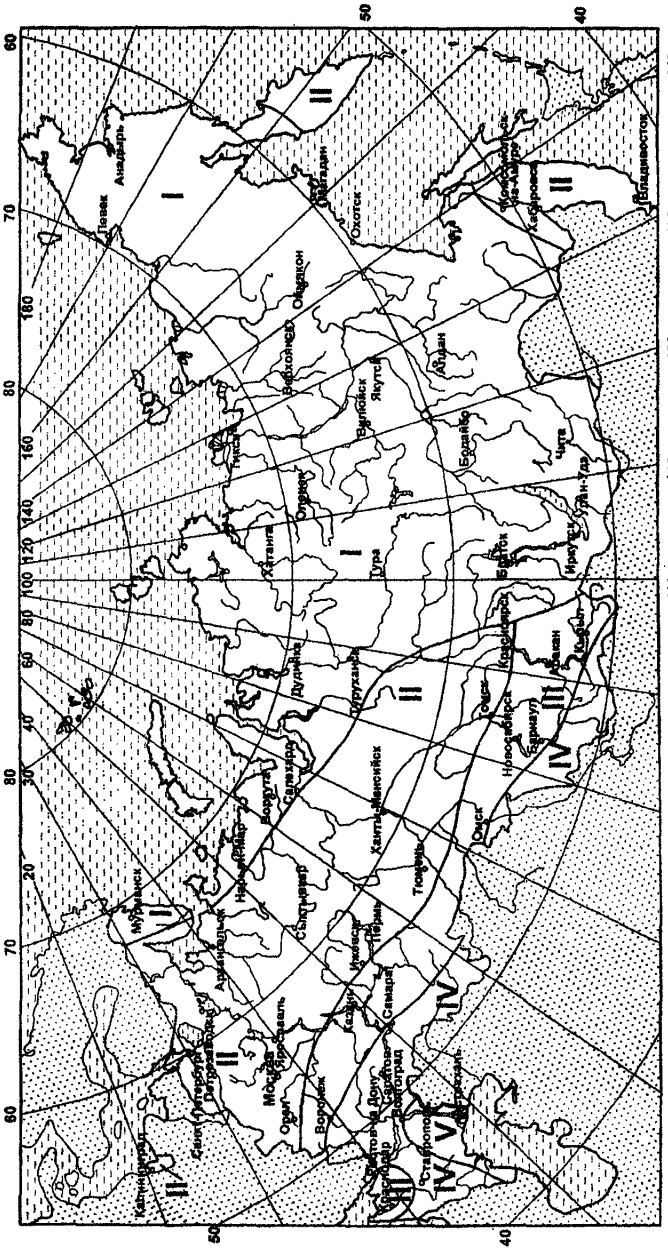


Рисунок Б.1 – Дорожно-климатические зоны включают в себя следующие географические зоны: I – тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов; II – лесов с избыточным увлажнением грунтов; III – лесостепную со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы; IV – степную с недостаточным увлажнением грунтов; V – пустынную и пустынно-степную с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов. Кубань и западную часть Северного Кавказа следует относить к III дорожно-климатической зоне; Черноморское побережье, предкавказские степи, за исключением Кубани и западной части Северного Кавказа следует относить к IV зоне; горные области, расположенные выше 1000 м над уровнем моря, а также малоизученные районы следует относить к той или иной зоне в зависимости от местных природных условий

Приложение В
(обязательное)

Расчетные характеристики грунтов

Таблица В.1

Грунт естественного основания	Тип гидрогеологических условий	Расчетный коэффициент постели K_s, МН/м^3, для дорожно-климатических зон					Модуль упругости E, МПа, для дорожно-климатических зон				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Песок: гравелистый крупный	–	160	160	160	170	180	130	130	130	130	130
Песок средней крупности	1	120	130	140	150	160	100	120	120	120	120
	2	110	120	130	140	150	100	120	120	120	120
Песок мелкий	1	70	80	80	90	100	60	100	100	100	100
	2	60	70	70	80	90	60	100	100	100	100
	3	50	60	60	70	80	60	100	100	100	100
Песок пылеватый	1	40	60	80	100	110	30	50	50	50	50
	2	30	50	60	70	80	30	50	50	50	50
	3	20	40	50	60	70	30	50	50	50	50
Супесь песчанистая	1	40	60	80	100	110	30	39	42	45	45
	2	30	50	60	70	80	30	37	39	42	45
	3	20	40	50	60	70	30	35	39	42	42
Глина, суглинок песчанистый	1	40	50	70	80	90	20	28	34	42	60
	2	30	40	50	60	80	20	24	28	34	42
	3	20	30	40	50	70	20	21	28	34	34
Супесь и суглинок пылеватые	1	30	40	50	70	80	18	24	28	34	42
	2	20	30	40	50	60	18	21	24	28	34
	3	10	30	30	40	50	18	20	24	28	34

Примечания

1 Значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов для гидрогеологических условий 3-го типа указаны с учетом приведения их ко 2-му типу путем осушения, понижения уровня подземных вод и других инженерных мероприятий.

2 Приведенные значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов соответствуют естественной плотности их сложения при коэффициенте пористости e, равном 0,5–0,8; при e>0,8 значения коэффициентов следует понижать на 35 %.

3 Значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов (за исключением песчаных) для районов, расположенных восточнее линии, проходящей по Волге и Северной Двине, следует повышать на 20 %.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Определение эквивалентного коэффициента постели

Положения настоящего приложения относятся к расчету слоев естественных оснований, а также искусственных оснований из материалов, для которых не нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе.

Г.1 Для слоистых оснований жестких покрытий в пределах сжимаемой толщи эквивалентный коэффициент постели K_{se}, МН/м^3, определяется по формуле

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\alpha_2 + K_{s3}\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \qquad (Г.1)$$

где $$\alpha_2 = \frac{t_2\left[1,6D_r - (t_1 + 0,5t_2)\right]}{t_1(1,6D_r - 0,5t_1)},$$

$$\alpha_3 = \frac{0,5\left[1,6D_r - (t_1 + t_2)\right]^2}{t_1(1,6D_r - 0,5t_1)},$$

K_{s1}, K_{s2}, K_{s3} – расчетные значения коэффициентов постели, МН/м^3, соответственно первого (считая сверху), второго и третьего слоев естественного или искусственного основания из однородных грунтов и материалов в различном состоянии, включая дренирующие и теплозащитные слои, принимаемые согласно обязательным приложениям В и И (таблица И.6);

t_1, t_2 – толщина соответственно первого и второго слоев основания, м;

D_r – условный диаметр круга передачи нагрузки на основание, м, принимаемый равным для монолитных покрытий, рассчитываемых на внеклассную и I категории нагрузки – 3,6 м, на II – 3,2, на III – 2,9, на IV – 2,4, на V и VI – 2,2 м, для сборных покрытий из плит ПАГ-14 – 1,4 м, из плит ПАГ-18 – 1,75 м.

Для оснований, состоящих из двух слоев, значения t_2 и α_2 следует принимать равными нулю.

Г.2 Если в основании более трех слоев, конструкцию следует привести к расчетной трехслойной путем объединения наиболее тонких слоев со смежными и при расчете эквивалентного коэффициента постели использовать показатели (толщину t_{red} и приведенное значение коэффициента постели K_{sr}) объединенного слоя, определяемые по формулам:

$$t_{red} = \sum_{i=1}^{n} t_i \qquad (Г.2)$$

$$K_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{si} t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}, \qquad (Г.3)$$

где t_i, K_{si} – соответственно толщина, м, и коэффициент постели, МН/м^3, каждого из объединяемых слоев (см. таблицу И.6).

Г.3 При использовании в основании (в пределах сжимаемой толщи) неуплотненного слоя грунта с коэффициентом пористости e >0,8 коэффициент постели принимается по приложению В (с учетом примечания 3).

Г.4 Расчетные характеристики грунтового основания в районах распространения вечномерзлых грунтов надлежит устанавливать согласно обязательному приложению В и уточнять по результатам полевых испытаний.

Г.5 Эквивалентный коэффициент постели K_{se} оснований, подстилаемых жесткими, несжимаемыми массивами (вечномерзлыми и скальными грунтами), определяется по формуле

$$K_{se} = K_{sr} k_h, \qquad (Г.4)$$

где K_{sr} – приведенный коэффициент постели слоев искусственного и естественного оснований над жестким массивом, МН/м^3, полученный по формуле (Г.3);

k_h – коэффициент влияния жесткого массива, принимаемый по графику в зависимости от относительной глубины его расположения d_b/D_r от низа покрытия и коэффициента постели K_{sr};

d_b – глубина расположения горизонта жесткого массива грунта, м.

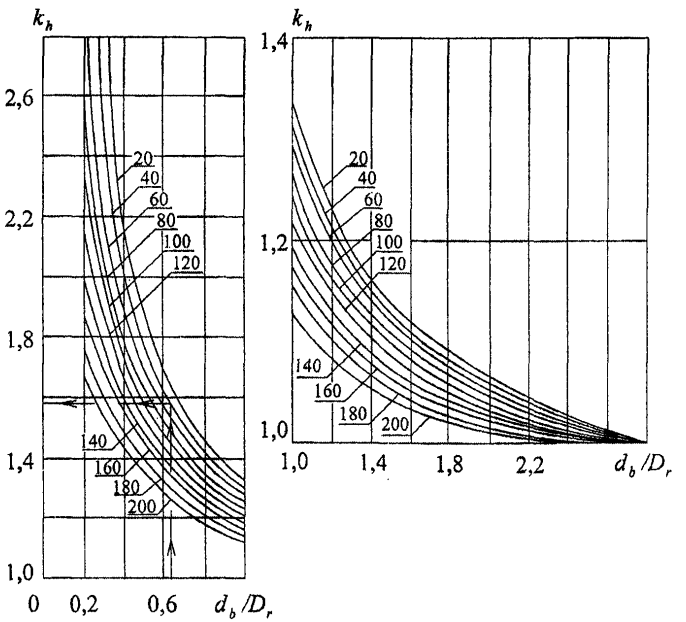


Рисунок Г.1 **– График для определения коэффициента k_h жесткого массива. Цифрами на кривых указан коэффициент постели слоя основания K_{sr}, МН/м^3, лежащего на жестком массиве**

Приложение Д
(обязательное)

Теплотехнические расчеты оснований на вечномерзлых грунтах

Д.1 Теплотехническим расчетом должна определяться требуемая толщина термоизоляционного слоя искусственного основания покрытий, при которой естественное основание сохраняется в постоянно мерзлом состоянии или подвергается сезонному оттаиванию до установленной глубины.

Д.2 Исходными данными для теплотехнического расчета являются:

принятая конструкция покрытия и искусственного основания;

допускаемая глубина сезонного оттаивания естественного основания, м;

теплофизические характеристики материалов покрытия и искусственного основания, определяемые по таблице Д.1, а грунтов – по таблице Д.2;

средняя за период оттаивания температура поверхности покрытия, вычисляемая как среднеарифметическое из среднемесячных температур поверхности покрытия за теплый период года, определяемых согласно Д.3;

продолжительность периода оттаивания, определяемая согласно Д.5;

температура вечномерзлого грунта, °С, на уровне годовых нулевых амплитуд (за которую принимают среднегодовую температуру грунта на глубине 10 м), определяемая по данным инженерно-геологических изысканий.

Д.3 Среднемесячная температура поверхности покрытия t_{mp}, °С, вычисляется по формуле

$$t_{mp} = t_{ma} + \Delta t_{ma} + \frac{\Phi_m - Q}{\alpha_q}, \qquad (Д.1)$$

где t_{ma} – среднемесячная температура воздуха, °С, определяемая по СП 131.13330;

Δt_{ma} – поправка к среднемесячной температуре воздуха t_{ma}, °С, принимаемая по таблице Е.3;

Φ_m – среднемесячный радиационный баланс покрытия, Вт/м^2:

$\Phi_m = 0{,}61\ \Phi_{sd} - 20$ – для асфальтобетонного, гравийного и щебеночного покрытий;

$\Phi_m = 0{,}61\ \Phi_{sd} - 40$ – для бетонного и железобетонного покрытий;

$\Phi_{sd} = \Phi_s + \Delta\Phi$ – расчетная суммарная солнечная радиация, Вт/м^2;

Φ_s – суммарная солнечная радиация, Вт/м^2, устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы, а при их отсутствии – по графику (см. рисунок Д.1);

$\Delta\Phi$ – поправка к суммарной солнечной радиации Φ_s, Вт/м^2, определяемая по таблице Д.4;

$Q = 0{,}49\ \Phi_{sd} - 60$ – тепловой поток, учитывающий теплосодержание аэродромной одежды и подстилающих грунтов, а также процессы испарения и фазовые переходы, Вт/м^2;

α_q – коэффициент теплообмена, Вт/(м^2·°С), принимаемый равным:

$\alpha_q = 2{,}4v_a + 2{,}3$ при $v_a \le 4{,}6$ м/с;

$\alpha_q = 3{,}7\ (v_a - 1)$ при $v_a > 4{,}6$ м/с;

v_a – средняя за месяц скорость ветра, м/с, определяемая по данным гидрометеорологической службы.

При определении годового температурного баланса среднемесячную температуру поверхности покрытий следует принимать без учета поправок Δt_{ma} и $\Delta\Phi$.

Таблица Д.1

Материал покрытия и искусственного основания	Плотность сухого материала ρ_d, кг/м^3	Суммарная влажность w, доли единицы	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)		Объемная теплоемкость, кДж/(м^3·°С)	
			λ_t	λ_f	C_t	C_f
Цементобетон	2300	0,03	1,85	1,90	2010	1675
Асфальтобетон	2200	0,03	1,30	1,40	3685	3390
Пескоцемент	2000	0,05	1,65	1,80	2010	1540
Грунтоцемент	2000	0,05	1,40	1,50	1925	1780
Шлакобетон	1600	0,05	0,65	0,80	1800	1675
	1300	0.05	0,45	0,60	1465	1360
	1000	0,05	0,35	0,40	1130	1045
	900	0,05	0,30	0,35	1005	920
Керамзитобетон	1600	0,05	0,60	0,70	2345	2180
	1400	0,05	0,45	0,60	2050	1905
	1200	0,05	0,35	0,40	1760	1635
Пенобетон	1200	0,05	0,35	0,45	1510	1405
	1000	0,05	0,30	0,40	1255	1170
	500	0,10	0,20	0,25	630	565
Песок, супесь и суглинок, укрепленные:						
золой уноса	1900	0,05	1,15	1,40	1935	1730
битумом или битумной эмульсией	1800	005	0,95	1,15	1840	1675
Галька (щебень) с песком	1800	0,10	1,85	2,20	2260	1885
То же, с глиной	1800	0,10	2,00	2,35	2345	1970
Гравий, щебень гранитный	1800	0,10	2,00	2,35	1840	1675
Щебень осадочных пород	1600	0,10	1,40	2,05	1760	1590
Шлак	800	0,10	0,30	0,35	1090	985
Мохоторф под насыпью	–	3,55	0,50	0,80	–	–

Примечание – См. примечания 1 и 3 к таблице Д.2.

Д.4 Требуемую толщину термоизоляционного слоя надлежит устанавливать в следующем порядке:

назначается ориентировочная толщина термоизоляционного слоя;

определяется расчетная глубина сезонного оттаивания конструкции аэродромной одежды и основания;

расчетная глубина оттаивания сравнивается с допустимой глубиной оттаивания, в случае расхождения этих величин более чем на 5 % корректируется толщина термоизоляционного слоя и расчет повторяется.

Д.5 Расчетную глубину сезонного оттаивания d_t, м, однородного по глубине грунтового массива следует определять по формуле

$$d_t = \left(\sqrt{\frac{7,2\lambda_t \theta_m}{\eta_t} + \beta^2} - \beta \right) \sqrt{\tau_t}, \qquad (Д.2)$$

где θ_m – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период оттаивания, °С;

η_t – количество тепла, затрачиваемое на фазовые переходы и нагрев материала слоя, кДж/м^3:

$\eta_t = 0{,}5\,\theta_m C_t + p_d(w - w_w)334$;

w_w – влажность грунта за счет содержания незамерзшей воды, доли единицы, определяемая согласно приложению Е;

β – величина, учитывающая поток холода снизу, (м/ч)^{0,5}:

$$\beta = \frac{\theta}{\eta_t}\sqrt{\frac{\lambda_f C_f}{\pi}};$$

θ – абсолютная температура на уровне нулевых годовых амплитуд, °С;

τ_t – продолжительность периода оттаивания (время действия положительных среднемесячных температур на поверхности покрытия), ч;

w, p_d – принимаются по данным инженерно-геологических изысканий;

λ_t, λ_f, C_t, C_f – принимаются по таблице Д.2.

Д.6 Расчетную глубину сезонного оттаивания d_t, м, многослойной по глубине конструкции аэродромной одежды и основания следует определять по формуле

$$d_t = \sum_{1}^{n-1} t_i + d_h, \qquad (Д.3)$$

где t_i – толщина отдельных однородных слоев аэродромной одежды и основания, м;

d_h – глубина оттаивания последнего (нижнего) слоя естественного основания, м.

Д.7 Значение d_h, следует определять путем последовательного (начиная с верхнего слоя) вычисления глубины оттаивания d_{t_i}, каждого однородного слоя (с учетом вышележащих слоев) по формуле

$$d_{t_i} = \left(d_{t_{(i-1)}} - t_{(i-1)}\right)\frac{\sqrt{\frac{7{,}2\lambda_{t_i}}{\eta_{t_i}}\theta_m\left(1-\frac{t_1}{d_{t_1}}\right)\ldots\left(1-\frac{t_{(i-1)}}{d_{t_{(i-1)}}}\right)+\beta_i^2}-\beta_i}{\sqrt{\frac{7{,}2\lambda_{t_{(i-1)}}}{\eta_{t_{(i-1)}}}\theta_m\left(1-\frac{t_1}{d_{t_1}}\right)\ldots\left(1-\frac{t_{i-1}}{d_{t_{(i-1)}}}\right)+\beta_{(i-1)}^2}-\beta_{(i-1)}}. \qquad (Д.4)$$

При этом глубину оттаивания первого (верхнего) однородного слоя надлежит определять по формуле (Д.2).

При проектировании аэродромов, располагаемых в районах распространения высокотемпературной вечной мерзлоты ($\theta > -3$ °С), величиной β в формулах (Д.2) и (Д.4) допускается пренебречь.

Таблица Д.2

Плотность сухого грунта p_d, кг/м^3	Суммарная влажность W, доли единицы	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)								Объемная теплоемкость, кДж/ (м^3·°С)	
		песка		супеси		суглинка, глины		торфа			
		λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	C_t	C_f
100	9							0,80	1,35	3975	2305
100	6	–	–	–	–	–	–	0,40	0,70	2720	1675
100	4	–	–	–	–	–	–	0,25	0,40	1885	1255
100	2	–	–	–	–	–	–	0,10	0,25	1045	835
200	4	–	–	–	–	–	–	0,80	1,35	3770	2385
200	2	–	–	–	–	–	–	0,25	0,50	2095	1465

Окончание таблицы Д.2

Плотность сухого грунта ρ_d, кг/м^3	Суммарная влажность W, доли единицы	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)								Объемная теплоемкость, кДж/ (м^3·°С)	
		песка		супеси		суглинка, глины		торфа			
		λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	C_t	C_f
300	3	–	–	–	–	–	–	0,95	1,40	4145	2385
300	2	–	–	–	–	–	–	0,40	0,70	3140	2095
400	2	–	–	–	2,10	–	2,10	0,95	1,40	3770	2720
700	1	–	–	–	2,10	–	2,05	–	–	3580	2095
1000	0,60	–	–	–	2,05	–	1,90	–	–	3435	2175
1200	0,40	–	–	–	1,90	1,55	1,80	–	–	3100	2115
1400	0,35	–	–	1,80	1,85	1,55	1,70	–	–	3350	2345
1400	0,30	–	–	1,75	1,80	1,45	1,55	–	–	3015	2175
1400	0,25	1,90	2,15	1,55	1,70	1,35	1,50	–	–	2765	2050
1400	0,20	1,55	1,85	1,35	1,50	1,10	1,20	–	–	2470	1885
1400	0,15	1,40	1,65	1,10	1,30	0,85	1,00	–	–	2175	1760
1400	0,10	1,10	1,30	0.95	1,05	0,70	0,75	–	–	1885	1740
1400	0,05	0,75	0,80	0,65	0,70	0,45	0,50	–	–	1590	1465
1600	0,30	–	–	1,85	2,00	1,70	1,80	–	–	3495	2470
1600	0,25	2,50	2,75	1,80	1,90	1,50	1,70	–	–	3140	2345
1600	0,20	–2,15	2,40	1,65	1,75	1,35	1,50	–	–	2805	2135
1600	0,15	1,80	2,05	1,45	1,55	1,10	1,20	–	–	2470	2010
1600	0,10	1,45	1,65	1,15	1,30	0,85	0,95	–	–	2155	1800
1600	0,05	1,05	1,10	0,80	0,85	0,60	0,65	–	–	1820	1675
1800	0,20	2,65	2,85	1,85	2,00	1,55	1,80	–	–	3160	2405
1800	0,15	2,25	2,60	1,70	1,80	1,40	1,55	–	–	2765	2260
1800	0,10	2,00	2,20	1,45	1,55	1,05	1,20	–	–	2405	2030
1800	0,05	1,45	1,50	1,00	1,00	0,70	0,75	–	–	2030	1885
2000	0,10	2,75	2,90	1,75	1,85	1,30	1,40	–	–	2680	2260
2000	0,05	2,10	2,15	–	–	–	–	–	–	2260	2095

Примечания

1 Значения λ_t и C_t приведены для грунтов и материалов в талом состоянии, λ_f и C_f – в мерзлом состоянии.

2 Значения теплофизических характеристик крупнообломочных грунтов допускается определять по настоящей таблице как для песков.

3 Для перевода в ккал/(м·ч·°С) коэффициенты теплопроводности, приведенные в таблицах Д.1 и Д.2, следует делить на 1,16, а для перевода в ккал/ (м^3·°С) значения объемной теплоемкости делить на 4,19.

Таблица Д.3

Категория нормативной нагрузки	Обеспеченность	Поправка к температуре воздуха Δt_{ma}, °С, по месяцам											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
в/к, I	0,95	7,6	7,8	6,4	5,0	3,8	3,4	3,2	2,8	3,6	5,4	7,4	7,4
II, III	0,90	6,2	6,4	5,2	4,1	3,1	2,8	2,6	2,3	2,9	4,4	6,1	6,1
IV	0,80	4,9	5,1	4,2	3,2	2,5	2,2	2,1	1,8	2,3	3,5	4,8	4,8
V,VI	0,683	3,8	3,9	3,2	2,5	1,9	1,7	1,6	1,4	1,8	2,7	3,7	3,7

Таблица Д.4

Категория нормативной нагрузки	Обеспеченность	Поправка к значению среднемесячной солнечной радиации ΔФ, Вт/м², по месяцам						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
в/к, I	0,95	42	44	48	46	35	25	16
II, III	0,90	33	36	39	37	29	21	13
IV	0,80	27	29	29	30	23	17	9
V,VI	0,683	21	22	25	23	18	13	8

Д.8 Расчетную глубину сезонного промерзания d_f, м, многослойной по глубине конструкции аэродромной одежды и основания следует определять по формуле

$$d_f = 1{,}9\sqrt{\frac{2\lambda_f \theta_{mp} \tau_f}{\eta_f}} + \sum_{i=1}^{n} t_i \left(1 - \sqrt{\frac{\lambda_f \eta_{fi}}{\lambda_{fi} \eta_{fi}}}\right), \qquad (Д.5)$$

где η_f – количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении последнего (нижнего) промерзающего слоя естественного основания, кДж/м^3:

$\eta_f = 0{,}5\ \theta_{mp} C_f + \rho_d (w - w_w) 334$;

η_{fi} – количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении i-го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м^3:

$\eta_{fi} = 0{,}5\ \theta_{mp} C_{fi} + p_{di} (w_i - w_{wi})\ 334$;

τ_f – продолжительность периода отрицательных температур на поверхности покрытия, ч:

$\tau_f = \Sigma \tau_j$;

τ_j – продолжительность j-го месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха, ч;

θ_{mp} – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной средней температуре воздуха t_{ma} за тот же период.

Д.9 При применении в конструкциях оснований термоизолирующих слоев из пенопластов с закрытыми порами толщина теплоизоляции t_w, м, должна определяться по формуле

$$t_w = R_w \lambda\ , \qquad (Д.6)$$

где R_w – термическое сопротивление теплоизоляции, м^2·°С/Вт, определяемое по номограмме (рисунок Д.2) в зависимости от критерия $A = \dfrac{Q_m \tau_t}{\theta \cdot \tau_a}$

и допускаемой толщины протаивания под теплоизоляцией t_t, м;

λ – коэффициент теплопроводности теплоизолирующего слоя, Вт/ (м·°С) ;

τ_a – продолжительность года, равная 8760 ч.

Примечание – Номограмма составлена для глубины расположения теплоизоляции $d_t \leq 0{,}7$ м при $\lambda = 0{,}06$ Вт/(м · °С).

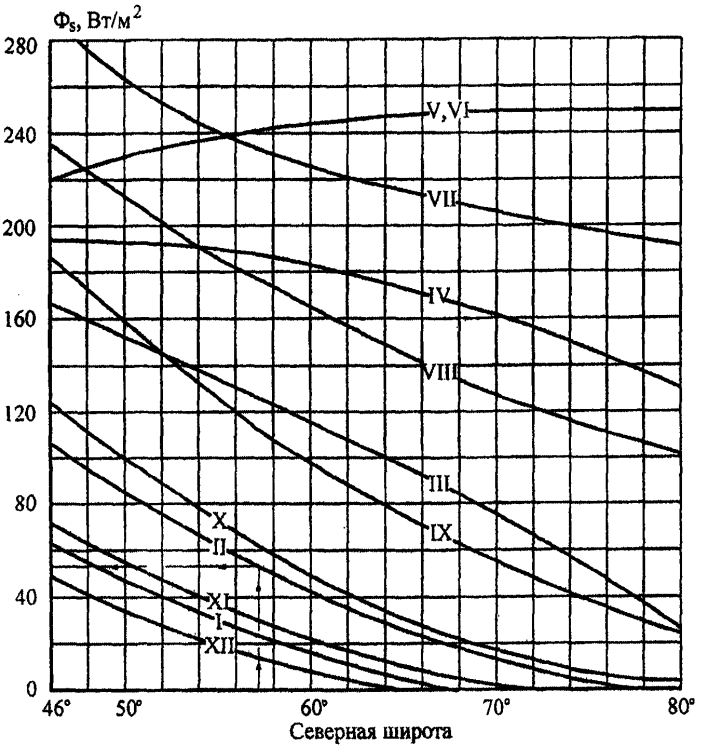


Рисунок Д.1 **– Зависимость суммарной солнечной радиации $Ф_s$ от северной широты (I, II–XII – месяцы года)**

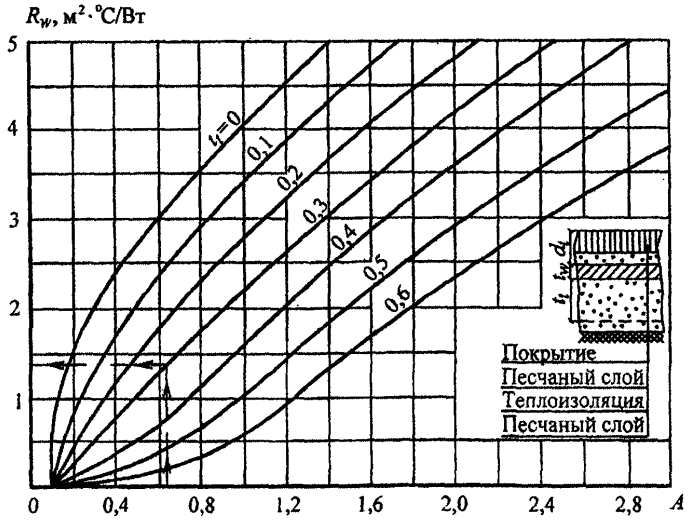


Рисунок Д.2 **– Номограмма для определения термического сопротивления теплоизоляции**

Приложение Е
(обязательное)

Расчет оснований на пучинистых грунтах

Расчет оснований аэродромных покрытий, возводимых на пучинистых грунтах, заключается в определении толщины стабильного слоя, обеспечивающего снижение деформации пучения s_f до допустимого значения s_u.

Толщину стабильного слоя надлежит определять в такой последовательности.

Е.1 Ориентировочно назначается толщина искусственного основания.

Е.2 С учетом толщины слоев аэродромной одежды и основания определяется высота последнего (n-го) пучащего слоя грунта H_n, м, по формуле

$$H_n = 1{,}9\sqrt{2\lambda_f \tau_f}\left(\sqrt{\frac{\theta_{mp}}{\eta_f}} - \sqrt{\frac{t_0}{\tau_{f0}}}\right) - \sum_{i=1}^{m-1} t_i \sqrt{\frac{\lambda_f \eta_{f_i}}{\lambda_{f_i} \eta_f}}, \qquad (Е.1)$$

где λ_f, λ_{f_i} – коэффициенты теплопроводности соответственно последнего (n-го) пучащего слоя грунта и i-го слоя аэродромной одежды и основания, Вт/(м · °С);

θ_{mp} – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной средней температуре воздуха t_{ma};

t_0 – температура начала пучения грунта, °С, принимаемая по таблице 1;

$\tau_f = \Sigma\tau_j$ – продолжительность периода отрицательных температур на поверхности покрытия, ч;

τ_j – продолжительность j-го месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха, ч;

i – номер слоя аэродромной одежды и основания;

m – число слоев аэродромной одежды и основания;

t_i – толщина i-го слоя аэродромной одежды и основания, м;

η_f – количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении n-го слоя грунта, кДж/м^3:

$$\eta_f = 0{,}5\theta_{mp} C_f + \rho_d (w - w_w) 334;$$

η_{f_i} – количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении i-го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м^3:

$$\eta_{f_i} = 0{,}5\theta_{mp} C_{f_i} + \rho_{d_i} (w - w_{w_i}) 334;$$

η_{f_0} – количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении грунта, расположенного ниже изотермы начала пучения, кДж/м^3:

$$\eta_{f_0} = 0{,}5 t_0 C_f + \rho_d (w - w_w) 334;$$

C_f, C_{f_i} – теплоемкость, кДж/ (м^3 ·°С);

ρ_d, ρ_{d_i} – плотность сухого грунта или материала, кг/м^3;

w, w_i – суммарная влажность, доли единицы;

w_w, w_{w_i} – влажность грунта или материала за счет содержания в них незамерзшей воды, доли единицы, соответственно последнего (n-го) пучащего слоя грунта и i-го слоя аэродромной одежды и основания.

Значения ρ_{d_i}, λ_{f_i}, C_{f_i}, w_i для материалов аэродромной одежды и основания принимают по таблице Е.1, значения λ_{f_i} и C_{f_i} для грунтов естественного основания – по таблице Д.2, значения ρ_{d_i}, w_i и w_{w_i} – по данным инженерно-геологических изысканий.

Значение w_w допускается определять по формуле

$$w_w = k_w w_p, \qquad (Е.2)$$

где k_w – коэффициент, принимаемый по таблице Е.2;

w_p – влажность грунта на границе раскатывания, принимаемая по данным инженерно-геологических изысканий.

Таблица Е.1

Грунты	Температура начала пучения t_0, минус,°С
Пески:	
гравелистые и крупные	0
мелкие и пылеватые	0,2
Супеси	0,4
Суглинки:	
мягкопластичные	0,6
тугопластичные	0,8
полутвердые	1,0
Глины:	
мягкопластичные	1,1
тугопластичные	1,3
полутвердые	1,5

Таблица Е.2

Грунты	Число пластичности	k_w
Пески и супеси	$I_p \le 0,02$	0
Супеси	$0,02 < I_p \le 0,07$	0,35
Суглинки	$0,07 < I_p \le 0,13$	0,50
	$0,13 < I_p \le 0,17$	0,55
Глины	$I_p \le 0,17$	0,65

Е.3 Определяется расчетное значение деформации пучения основания s_f, м, согласно расчетной схеме рисунка Е.1 по формуле

$$s_f = H_1 m_{z_1} k_{f_1} + \sum_{i=2}^{n} H_i m_{z_i} (k_{f_i} - k_{f_{i-1}}), \qquad (Е.3)$$

где H_i – высота промерзающего слоя основания за вычетом слоев, лежащих выше i-го слоя, м;

m_{z_i} – коэффициент, учитывающий снижение интенсивности пучения по глубине и определяемый по графику рисунка Е.2 в зависимости от отношения H_i / H_f;

H_f – высота промороженной толщи аэродромной одежды и основания до изотермы начала пучения, м;

k_{f_i} – коэффициент морозного пучения i-го слоя, принимаемый по таблице Е.3.

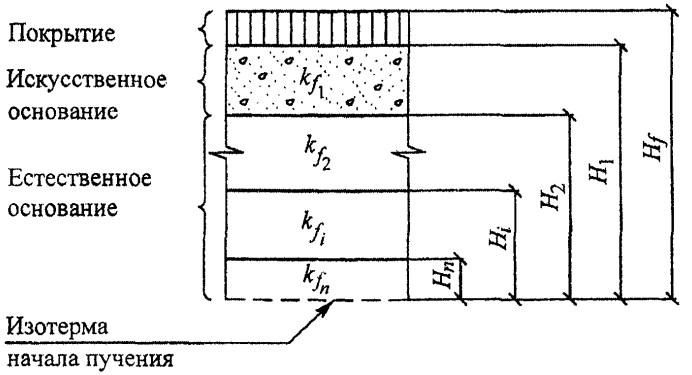


Рисунок Е.1 **– Расчетная схема слоистого основания**

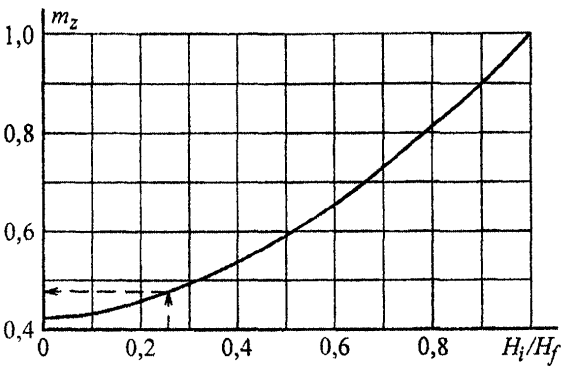


Рисунок Е.2 **– График для определения коэффициента m_z**

Е.4 Если при I и II принципах использования грунтов в качестве естественных оснований глубина сезонного оттаивания d_t, определенная по формуле (Д.3), меньше H_f, то в расчетах деформации пучения H_f следует принимать равным d_t, а высоту последнего (n-го) пучащего слоя определять по формуле

$$H_n = d_t - \sum_{i=1}^{m-1} t_i \,. \qquad \text{(Е.4)}$$

Е.5 Расчетная величина пучения сравнивается с допускаемым значением деформации пучения; в случае невыполнения условия (6.7), или если величина пучения меньше допускаемой более чем на 5 %, производится корректировка толщины искусственного основания и расчет повторяется.

Примечание – Толщина покрытия должна определяться расчетом на прочность.

Таблица Е.3

Грунты	Коэффициент морозного пучения k_f при типе гидрогеологических условий		
	1	2	3
Пески:			
гравелистые	0	0	0,01
крупные	0	0,01	0,02
средней крупности	0	0,01	0,03
мелкие с содержанием частиц размером менее 0,05 мм, %:			
до 2	0	0,01	0,03
свыше 2 до 15	0,01	0,02	0,04
пылеватые	0,02	0,05	0,10
Супеси:			
с содержанием песчаных частиц размером от 0,25 до 0,05 мм, %:			
20 и менее	0,01	0,03	0,10
свыше 20	0,03	0,05	0,12
пылеватые	0,04	0,08	0,20
Суглинки:			
с содержанием глинистых частиц, %:			
от 10 до 20	0,02	0,04	0,12
свыше 20 » 30	0,03	0,05	0,14
пылеватые	0,04	0,06	0,20
Глина	0,03	0,05	0,10

Примечания

1 Значения расчетного коэффициента пучения для крупнообломочных грунтов принимают в зависимости от вида заполнителя (песок, супесь и т. д.), вводя понижающий коэффициент, равный: 0,5 – при содержании заполнителя от 10 до 30 % массы грунта; 0,7 – при содержании заполнителя от 30 до 50 % массы грунта.

2 Наличие в грунтах минералов группы каолинита, новообразований в виде орштейна, а также прослоек оглеенных и глинистых грунтов в песках повышает коэффициент пучения на 0,01 для гидрогеологических условий 1-го и 2-го типов и на 0,02 – для гидрогеологических условий 3-го типа. Наличие в грунтах новообразований в виде карбонатов, белоглазки, лжемицелия, а также доуплотнение грунтов естественного основания до плотности, близкой к максимальной при стандартном уплотнении, снижают коэффициент пучения на 0,01 для гидрогеологических условий 1-го и 2-го типов и на 0,02 – для гидрогеологических условий 3-го типа.

Приложение Ж
(обязательное)

Определение сжимающих напряжений в грунте от эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции

Ж.1 Сжимающие напряжения в грунте от собственного веса грунта и аэродромной одежды σ_{zq}, кПа, определяют по формуле

$$\sigma_{zq} = \sum t_{c_i} \rho_{d_i} g + a_z \rho_{d_0} g, \qquad (Ж.1)$$

где t_{c_i} – толщина конструктивного слоя, м;

ρ_{d_i} – плотность материала конструктивного слоя, кг/м^3;

a_z – расстояние от низа аэродромной одежды до рассматриваемой точки грунта, м;

$g = 9{,}81$ м/с^2 – ускорение свободного падения;

ρ_{d_0} – плотность грунта, кг/м^3.

Ж.2 Сжимающие напряжения в грунте от эксплуатационной нагрузки σ_{zp}, кПа, определяют по формуле

$$\sigma_{zp} = k_z p_k, \qquad (Ж.2)$$

где p_k – максимальное значение контактного давления на поверхности грунтового основания, кПа.

Ж.3 Максимальное значение контактного давления p_k, кПа, для жестких покрытий следует определять по формулам:

для одноколесной опоры

$$p_k = 0{,}12 \frac{F_d k_p k_w}{l^2}, \qquad (Ж.3)$$

для многоколесной опоры

$$p_k = 0{,}0081 \frac{F_d}{l^2} \sum_{1}^{n_к} (4 - \frac{a_i}{l})^2 k_p k_w, \qquad (Ж.4)$$

F_d – расчетная нагрузка на колесо, кН, определяемая по формуле (11), приведенной в 5.52;

l – упругая характеристика плиты покрытия, принимаемая равной 1,0 м при расчете жестких монолитных и 0,5 м при расчете сборных покрытий;

α_i – расстояние от центра тяжести площади контакта всех колес опоры до центра отпечатка i-го колеса, м;

n_k – число колес в главной опоре;

k_p – коэффициент, значения которого принимают равными: 5,0 – для одноколесной опоры; 3,5 – для двухколесной опоры; 2,0 – для опоры с четырьмя и большим числом колес;

k_z – коэффициент, представляющий отношение напряжения в грунте на уровне рассматриваемой точки к максимальному контактному давлению на поверхности основания.

Формула (Ж.4) справедлива при отношении $\frac{a_i}{l} < 0,75$ для двухколесной опоры и при $\frac{a_i}{l} < 0,95$ для опоры с числом колес 4 и более. В противном случае следует пользоваться формулой (Ж.3).

Ж.4 Максимальное значение контактного давления p_k, кПа, для нежестких покрытий следует определять по формуле

$$p_k = k_p \bar{p}_k p_a, \qquad (Ж.5)$$

где p_a – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, кПа;

k_p – см. Ж.3;

$\bar{p}_k$ – удельное контактное давление на поверхности грунтового основания, определяемое по номограмме в зависимости от отношений E_{mt}/E и t_{tot}/D_e;

E – модуль упругости грунтового основания, МПа;

E_{mt} – средний модуль упругости нежесткой конструкции (см. формулу (7.16), 7.9.2), МПа;

t_{tot} – общая толщина нежесткой конструкции, м;

D_e – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый по формуле (7.18), приведенной в 7.9.5.

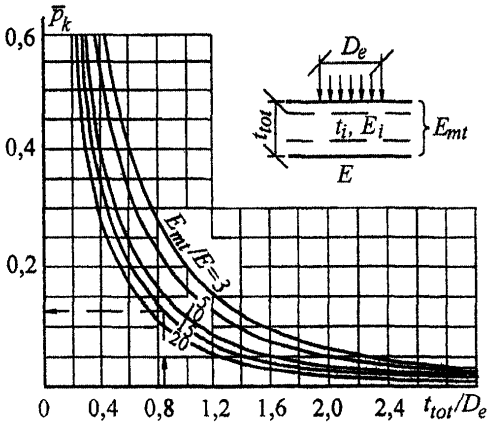


Рисунок Ж.1 **– Номограмма для определения удельных контактных давлений $\bar{p}_k$ на поверхности грунтового основания нежестких покрытий**

Ж.5 Значения коэффициента k_z надлежит определять по таблице Ж.1 в зависимости от отношения эквивалентного расстояния α_e от рассматриваемой точки до подошвы плиты покрытия к условному диаметру круга передачи нагрузки от плиты покрытия к искусственному основанию D_r для жестких покрытий и отношения a_z/D_r для нежестких покрытий.

Ж.6 Эквивалентное расстояние a_e, м, следует определять по формуле

$$a_e = a_z + \sum t_i k_{0_i}, \qquad (Ж.6)$$

где a_z – см. Ж.1;

t_i – толщина i-го конструктивного слоя искусственного основания, м;

k_{0_i} – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2.

Таблица Ж.1

a_e/D_r или a_z/D_r	k_z	a_e/D_r или a_z/D_r	k_z
0	1,000	1,8	0,106
0,2	0,949	2,0	0,087
0,4	0,756	2,2	0,073
0,6	0,547	2,4	0,062
0,8	0,390	2,6	0,053
1,0	0,284	3,2	0,036
1,2	0,213	3,8	0,025
1,4	0,165	4,4	0,019
1,6	0,130	5,0	0,015

Таблица Ж.2

Материал конструктивного слоя искусственного основания жестких покрытий	Коэффициент k_{0_i}
Песок	1,5
Грунтогравийные, грунтощебеночные смеси, не обработанные вяжущими	2,5
То же, обработанные органическими вяжущими; щебень, уложенный по способу расклинцовки	3,5
Пескоцемент, грунтоцемент; грунты, обработанные золой уноса	6,0

Ж.7 Условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты покрытия на искусственное основание жестких и нежестких покрытий D_r, м, надлежит определять по формуле

$$D_r = 1{,}13\sqrt{\frac{F_n k_d \gamma_f}{p_k}}, \qquad (Ж.7)$$

где F_n – нагрузка на основную опору расчетного воздушного судна (или нормативная нагрузка), МН.

Приложение И
(обязательное)

Характеристики материалов аэродромных покрытий

Таблица И.1

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе, МПа, при расчете		Начальный модуль упругости бетона E_b, МПа	
	по прочности R_{tb}	по образованию трещин $R_{tb,ser}$	тяжелого	мелкозернистого (песчаного)
2,8/35	2,26	–	$2,60 \cdot 10^4$	$2,16 \cdot 10^4$
3,2/40	2,75	–	$2,84 \cdot 10^4$	$2,31 \cdot 10^4$
3,6/45	3,04	3,60	$3,04 \cdot 10^4$	$2,45 \cdot 10^4$
4,0/50	3,43	4,00	$3,24 \cdot 10^4$	$2,60 \cdot 10^4$
4,4/55	3,73	4,40	$3,53 \cdot 10^4$	–
4,8/60	4,10	4,80	$3,53 \cdot 10^4$	–
5,2/65	4,40	5,20	$3,73 \cdot 10^4$	–
5,6/70	4,80	5,60	$3,73 \cdot 10^4$	–
6,0/75	5,10	6,00	$3,82 \cdot 10^4$	–
6,4/80	5,50	6,40	$3,82 \cdot 10^4$	–

Примечания

1 Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}, после черты – соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе P_u.

2 Классы бетона отвечают гарантированной прочности бетона на растяжение при изгибе с обеспеченностью 0,95.

3 Начальный модуль упругости мелкозернистого бетона приведен для бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности свыше 2,0; для бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности менее 2,0, табличные значения следует умножать на 0,9.

Таблица И.2

Асфальтобетонные смеси для нежестких покрытий	Сопротивление растяжению при изгибе R_d, МПа, при расчетной температуре асфальтобетона, °С			Модуль упругости E_{ab}, при расчетной температуре асфальтобетона, °С		
	10	20	30	10	20	30
Плотные марок:						
I	2,8/2,4	2,4/2,1	2,1/1,8	1500	1000	700
II	2,2/1,9	2,0/1,7	1,7/1,4	1200	800	500
III	2,1/1,8	1,9/1,6	1,6/1,3	900	600	400
Пористые	1,7/1,4	1,5/1,3	1,3/1,1	900	600	400

Примечания

1 Перед чертой указаны значения сопротивлений асфальтобетона растяжению при изгибе для среднесуточного приведенного числа приложений колесных нагрузок расчетных опор по одному следу до 50, после черты – свыше 50.

2 Под расчетной температурой асфальтобетона следует понимать максимальную температуру покрытия в период года, когда несущая способность грунтового основания наименьшая. При отсутствии данных наблюдений за температуру покрытия допускается принимать для I и II дорожно-климатических зон – 10 °С, III зоны – 15 °С, IV зоны – 20 °С, V зоны – 30 °С.

Таблица И.3

Бетон для искусственных оснований жестких покрытий	Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Модуль упругости E_b, МПа
Керамзитобетон	1,6/20	1,2	12000
	2,0/25	1,5	13000
	2,4/30	1,8	14000
	2,8/35	2,1	15000
Мелкозернистый (песчаный)	1,6/20	1,2	14000
	2,0/25	1,5	17000
	2,4/30	1,8	20000
Шлакобетон	1,6/20	1,2	9500

Примечание – Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}, после черты – соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе P_u.

Таблица И.4

Материал, применяемый для искусственных оснований	Марка материала по прочности	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Модуль упругости E, МПа, при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Пескоцемент и грунтоцемент, приготовленный из оптимальной грунтовой смеси	40	0,6	2900	460
	60	0,8	4000	640
	75	1,0	6000	960
Грунтоцемент из супесчаных и суглинистых грунтов	40	0,6	1500	360
	60	0,8	2200	530
	75	1,0	3700	890
Грунтоцемент из пылеватых супесей и суглинков	40	0,6	1400	340
	60	0,8	1900	460

Примечание – Значения модулей упругости и расчетных сопротивлений растяжению при изгибе приведены для материалов, получаемых способом смешения на месте. Для материалов, получаемых путем смешения в установке, указанные значения R_{tb} и E следует повышать на 30 %.

Таблица И.5

Грунты и смеси в искусственных основаниях	Модуль упругости E, МПа, при расчете покрытий	
	жестких	нежестких
Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунто-щебеночные смеси оптимального состава, пески гравелистые, крупные и средней крупности, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3600/2400	600/400
то же, с добавкой цемента или извести	4800/2400	800/400
битумной эмульсией с добавкой цемента	4800/3600	800/600

Продолжение таблицы И.5

Грунты и смеси в искусственных основаниях	Модуль упругости E, МПа, при расчете покрытий	
	жестких	нежестких
Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунто-щебеночные смеси неоптимального состава, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	4000/2700	650/450
то же, с добавкой цемента или извести	4800/2400	800/400
битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы	4800/2400	800/400
Песок и супесь с числом пластичности менее 3, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3000/1200	500/200
то же, с добавкой цемента или извести	4000/1500	700/250
битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы	4000/2400	700/400
Супеси с числом пластичности 3 и более, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3000/1200	500/200
то же, с добавкой цемента или извести	4000/1200	700/200
битумной эмульсией с добавкой цемента	4000/2400	700/400
то же, карбамидной смолы	4800/2400	800/400
Суглинки, укрепленные золой уноса или шлаком с добавкой цемента или извести	2400/600	400/100
Щебень, обработанный вязким битумом смешением в установке, с пределом прочности при сжатии исходной скальной породы, МПа:		
от 100 до 80	4500/3600	700/600
менее 80 до 60	3600/3000	600/500
» 60 » 30	3000/1800	500/300
Щебень, обработанный вязким битумом способом пропитки на толщину от 6,5 до 8 см	3600/3000	600/500
Асфальтобетон:		
плотный	6000	См. таблицу И.2
пористый	3600	То же

Примечания

1 Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки V и VI категорий, укрепленные золой уноса или шлаком с добавками и без них, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов от 2 до 4 МПа, а укрепленные битумной эмульсией с добавками цемента или карбамидной смолы либо вязким битумом – от 1,5 до 2,5 МПа при пределе прочности на растяжение при изгибе не менее 0,6 МПа. Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки IV категории и выше, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов не менее 4 и 2,5 МПа соответственно, предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов – не менее 1 МПа. Испытания образцов материалов, укрепленных битумной эмульсией или вязким битумом, должны проводиться при температуре 20 °С.

2 Прочностные характеристики асфальтобетона должны соответствовать ГОСТ 9128.

3 Максимальные значения модулей упругости грунтов следует принимать при приготовлении смесей в смесительных установках и укладке смесей бетоноукладчиками или при приготовлении смесей однопроходными грунтосмесительными машинами. Минимальные значения модулей упругости следует принимать при обработке грунтов дорожными фрезами.

Окончание таблицы И.5

4 Расчетные значения модулей упругости для грунтов, укрепленных жидким битумом с цементом, следует принимать в 1,5 раза меньше значений, указанных для грунтов, укрепленных битумной эмульсией с цементом. 5 Большие значения модулей упругости материалов, обработанных органическими вяжущими, относятся к районам с умеренным климатом, меньшие – с мягким климатом. Мягкие климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наружного воздуха наиболее холодного месяца от 0 до минус 5 °С, умеренные – ниже минус 5 до минус 15 °С, суровые – ниже минус 15 °С.

Таблица И.6

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях жестких и нежестких покрытий		Модуль упругости E, МПа	Коэффициент постели K_s, МН/м^3
Щебень из природного камня, уложенный способом расклинцовки, с пределом прочности при сжатии, МПа:			
100		450	450
80		350	350
60		300	300
Нефракционированный щебень, гравий с пределом прочности при сжатии не менее 60 МПа, содержащие частицы, %:			
крупнее 2 мм:	мельче 0,05 мм:		
св. 85	до 3	270	270
св. 70 до 85	св. 3 до 7	210	210
» 60 » 70	» 7 » 10	180	180
» 50 » 60	» 10 » 12	160	160
Щебень, укрепленный пескоцементом способом смешения, при содержании пескоцемента, % к массе щебня:			
40		2200	1100
30		1700	850
20		1000	500
10		600	300
Щебень, укрепленный способом пропитки пескоцементной смесью с расходом пескоцемента 25 % массы щебня		1800	900
Грунтогравийные, грунтощебеночные, песчано-гравийные, пескощебеночные смеси:			
крупнозернистые (частиц крупнее 10 мм св. 50 %)		280	280
среднезернистые (то же, 2 мм » 50 %)		250	250
мелкозернистые (» » 2 мм от 25 до 50 %)		180	180
Галечниковый грунт (частиц крупнее 10 мм св. 50 %)		280	280
Песок:			
гравелистый		150	150
крупный		130	130
средней крупности		120	120
Кислые металлургические шлаки, уложенные способом расклинцовки		420	420

Окончание таблицы И.6

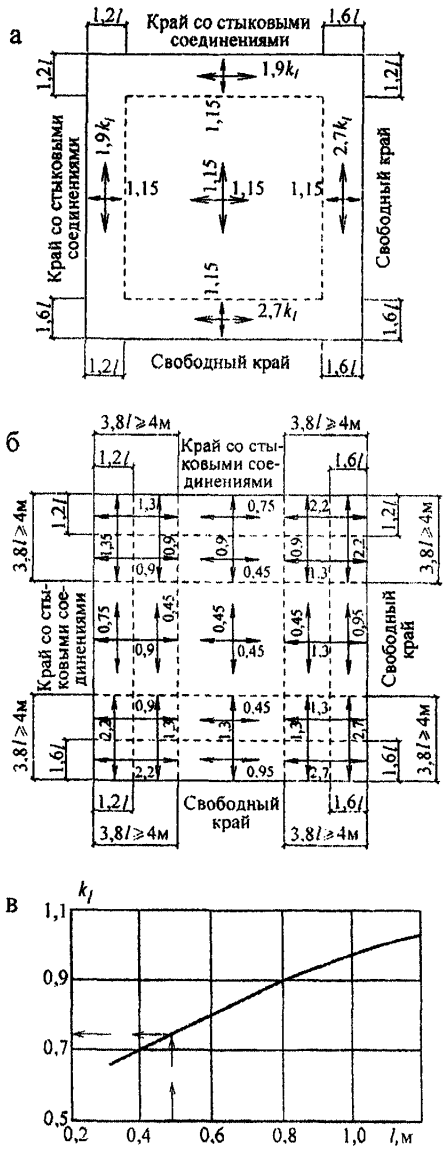
Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях жестких и нежестких покрытий	Модуль упругости E, МПа	Коэффициент постели K_s, МН/м^3
Основные металлургические шлаки гранулометрического состава:		
подобранного:		
активные	400	400
малоактивные	250	250
неподобранного	170	170
Дресва:		
из изверженных горных пород	140	140
из осадочных известняков	90	90
Мелкий ракушечник	90	90
Малопрочные песчаники	110	110
Примечание – При назначении расчетных характеристик щебня, укрепленного пескоцементом, принято, что пескоцемент содержит цемента марки 400 12 % массы песка.		

Таблица И.7

Тяжелый бетон низких классов прочности для искусственных оснований	Класс прочности / Марка по сжатию	Предельное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Модуль упругости E, МПа при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Из пластичной смеси с осадкой конуса 1–4 см	В 5 / 75	– / 0,9	13000	2200
	В 7,5 / 100	– / 1,2	17000	2800
	В 10 / 150	– / 1,5	21000	3500
Из жесткой смеси (жесткость 60–80 с по вискозиметру)	В 5 / 75	1,2 / 0,9	10000	1700
	В 7,5 / 100	1,5 / 1,2	13000	2200
	В 10 / 150	1,8 / 1,5	15500	2600
Примечание – В числителе указаны значения R_{tb} для бетонов на высокопрочном заполнителе, в знаменателе – на гравии и местных каменных материалах.				

Приложение К
(обязательное)

Графики, номограммы и таблицы для расчета аэродромных покрытий



а – для положительных изгибающих моментов; *б* – для отрицательных изгибающих моментов; *в* – график для определения поправочного коэффициента k_l к переходному коэффициенту k

Рисунок К.1 **– Значения переходных коэффициентов k**

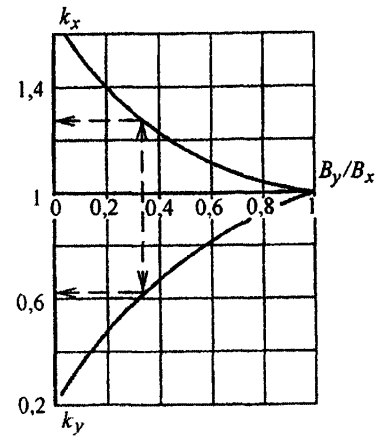


Рисунок К.2 **– График для определения коэффициентов k_x и k_y, учитывающих перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах**

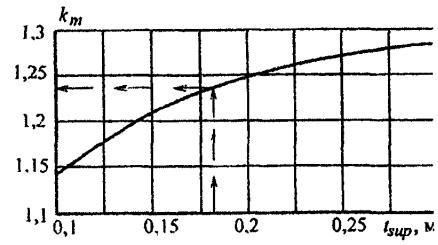


Рисунок К.3 **– График для определения поправочного коэффициента k_m при расчете толщины усиления бетонного покрытия**

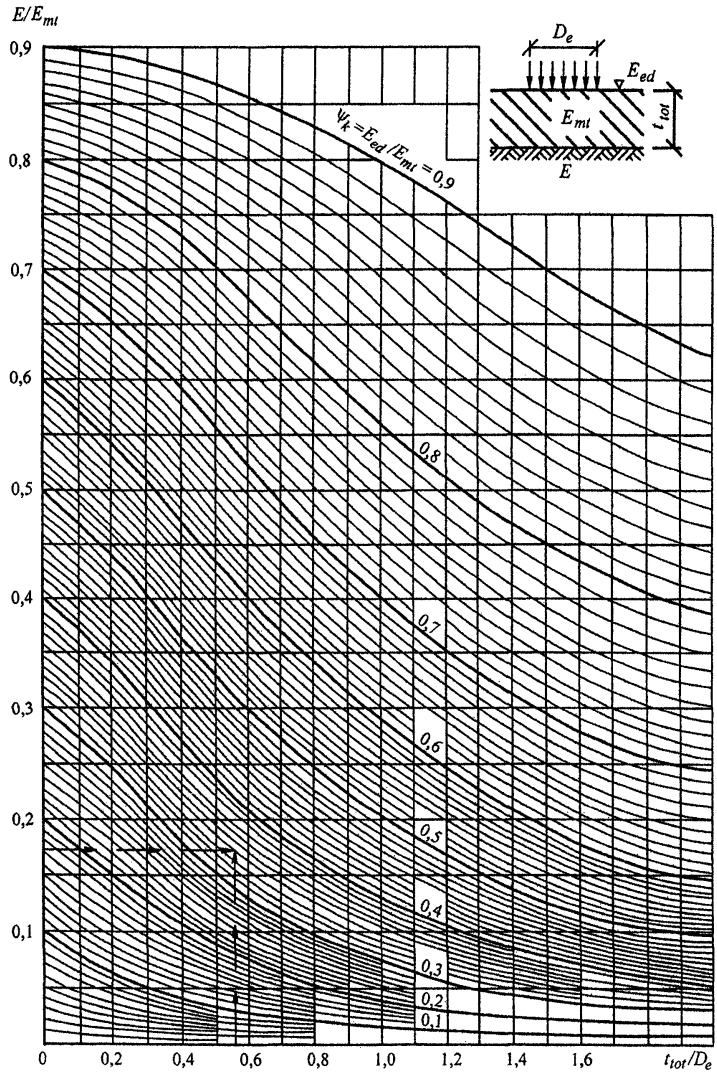
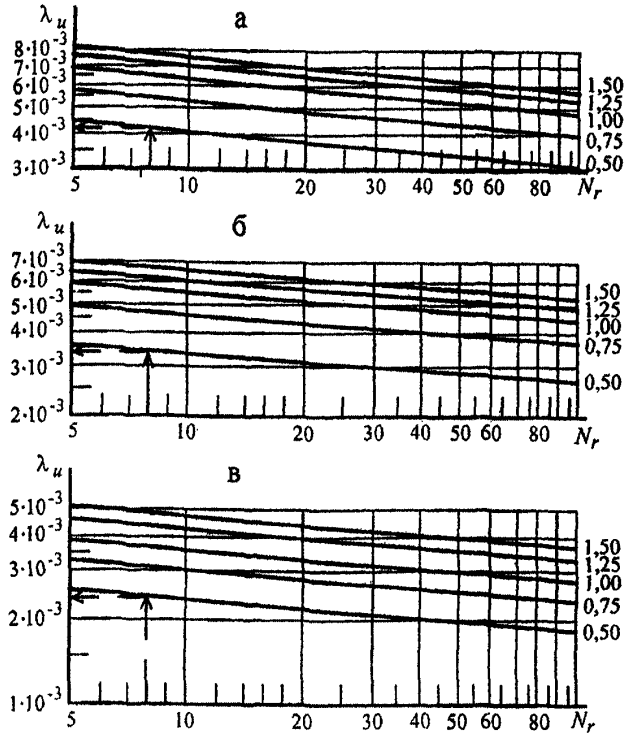


Рисунок К.4 – **Номограмма для определения коэффициента Ψ_k**



а – суглинки, глины, супеси (включая грунты с примесью гравия); *б* – песчаные пылеватые грунты; *в* – песчаные крупные, средней крупности и мелкие, галечниковые

Рисунок К.5 **– Графики для определения предельных относительных прогибов λ_u нежестких аэродромных покрытий**

Цифры на линиях графика обозначают внутреннее давление воздуха в пневматиках колес воздушного судна, P_a, МПа.

Таблица К.1

α	$\bar{m}_1$	α	$\bar{m}_1$	α	$\bar{m}_1$	α	$\bar{m}_1$	α	$\bar{m}_1$	α	$\bar{m}_1$
0	–	0,24	0,1902	0,48	0,1274	0,72	0,0921	0,96	0,0686	2,00	0,0204
0,02	0,4204	0,26	0,1829	0,50	0,1237	0,74	0,0898	0,98	0,0670	2,20	0,0160
0,04	0,3560	0,28	0,1761	0,52	0,1203	0,76	0,0876	1,00	0,0654	2,40	0,0125
0,06	0,3184	0,30	0,1698	0,54	0,1169	0,78	0,0854	1,10	0,0582	2,60	0,0097
0,08	0,2917	0,32	0,1639	0,56	0,1138	0,80	0,0833	1,20	0,0518	2,80	0,0075
0,10	0,2710	0,34	0,1584	0,58	0,1107	0,82	0,0813	1,30	0,0461	3,00	0,0057
0,12	0,2542	0,36	0,1532	0,60	0,1077	0,84	0,0793	1,40	0,0411	3,20	0,0043
0,14	0,2399	0,38	0,1483	0,62	0,1049	0,86	0,0774	1,50	0,0366	3,40	0,0032
0,16	0,2276	0,40	0,1437	0,64	0,1022	0,88	0,0756	1,60	0,0326	3,60	0,0023
0,18	0,2167	0,42	0,1393	0,66	0,0995	0,90	0,0737	1,70	0,0290	3,80	0,0016
0,20	0,2070	0,44	0,1351	0,68	0,0970	0,92	0,0720	1,80	0,0258	4,00	0,0011
0,22	0,1982	0,46	0,1311	0,70	0,0945	0,94	0,0703	1,90	0,0230		

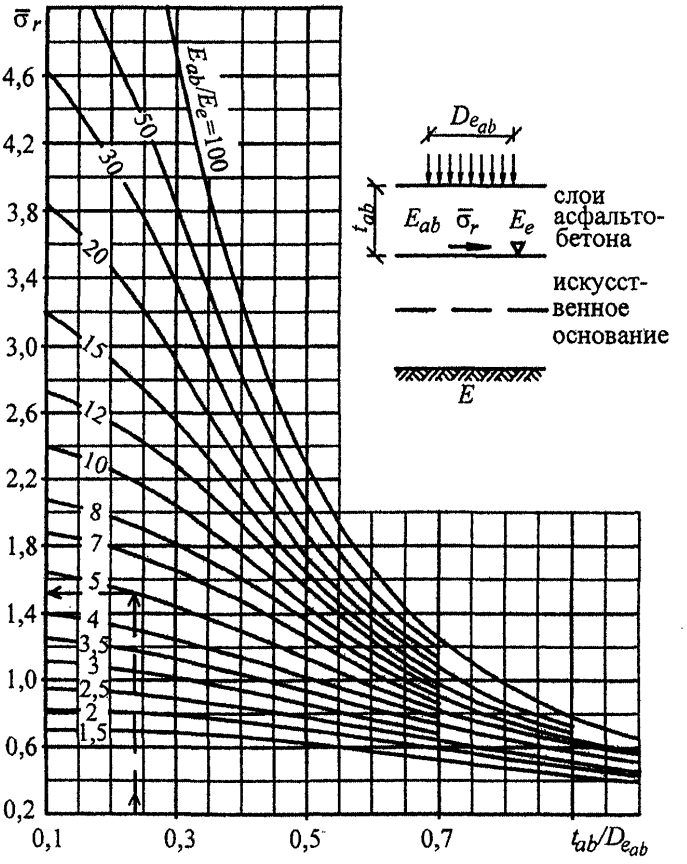


Рисунок К.6 – **Номограмма для определения удельных растягивающих напряжений при изгибе $\bar{\sigma}_r$ в асфальтобетоне**

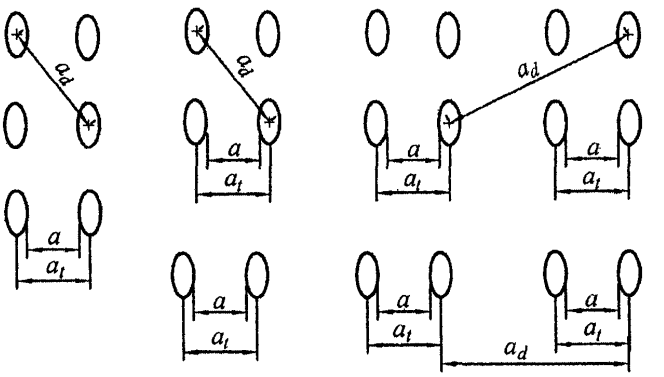


Рисунок К.7 – **Расчетные расстояния a, a_t, a_d между колесами опор воздушных судов**

Таблица К.2

η(ξ)	Значения $\bar{m}_{xi}$ и $\bar{m}_{yi}$ при ξ(η) в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия от воздействия *i*-го колеса опоры воздушного судна							
	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0	–	0,2558	0,1916	0,1280	0,0916	0,0665	0,0478	0,0334
0,05	0,3221	0,2568	0,1946	0,1291	0,0921	0,0668	0,0481	0,0335
0,1	0,2578	0,2343	0,1927	0,1310	0,0934	0,0677	0,0487	0,0340
0,2	0,1938	0,1872	0,1704	0,1294	0,0953	0,0698	0,0505	0,0355
0,3	0,1567	0,1537	0,1455	0,1202	0,0935	0,0706	0,0520	0,0371
0,4	0,1308	0,1291	0,1243	0,1081	0,0883	0,0692	0,0524	0,0382
0,5	0,1111	0,1100	0,1069	0,0960	0,0813	0,0659	0,0513	0,0385
0,6	0,0953	0,0946	0,0925	0,0847	0,0737	0,0614	0,0492	0,0378
0,7	0,0824	0,0819	0,0804	0,0746	0,0662	0,0564	0,0462	0,0364
0,8	0,0715	0,0712	0,0700	0,0657	0,0592	0,0513	0,0428	0,0344
0,9	0,0623	0,0620	0,0611	0,0578	0,0526	0,0463	0,0393	0,0321
1,0	0,0543	0,0541	0,0534	0,0508	0,0467	0,0415	0,0357	0,0296
1,1	0,0475	0,0473	0,0467	0,0446	0,0413	0,0371	0,0322	0,0270
1,2	0,0414	0,0413	0,0409	0,0391	0,0364	0,0329	0,0289	0,0245
1,3	0,0362	0,0361	0,0357	0,0343	0,0321	0,0292	0,0258	0,0220
1,4	0,0316	0,0315	0,0312	0,0300	0,0282	0,0258	0,0229	0,0197
1,5	0,0275	0,0275	0,0272	0,0263	0,0247	0,0227	0,0203	0,0176
1,6	0,0240	0,0239	0,0237	0,0229	0,0216	0,0199	0,0179	0,0155
1,7	0,0208	0,0208	0,0206	0,0199	0,0189	0,0174	0,0157	0,0137
1,8	0,0181	0,0180	0,0179	0,0173	0,0164	0,0152	0,0137	0,0120
1,9	0,0156	0,0156	0,0155	0,0150	0,0142	0,0132	0,0119	0,0105
2,0	0,0135	0,0134	0,0133	0,0129	0,0123	0,0114	0,0103	0,0091
2,1	0,0116	0,0115	0,0115	0,0111	0,0106	0,0098	0,0089	0,0078
2,2	0,0099	0,0099	0,0098	0,0095	0,0090	0,0084	0,0076	0,0067
2,4	0,0072	0,0072	0,0071	0,0069	0,0065	0,0061	0,0055	0,0048
2,6	0,0051	0,0051	0,0050	0,0049	0,0046	0,0043	0,0038	0,0034
2,8	0,0035	0,0035	0,0034	0,0033	0,0031	0,0029	0,0026	0,0022
3,0	0,0023	0,0023	0,0023	0,0022	0,0020	0,0019	0,0016	0,0014
3,2	0,0014	0,0014	0,0014	0,0013	0,0012	0,0011	0,0009	0,0008
3,4	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0006	0,0004	0,0003
3,6	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	–0,0000
3,8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	–0,0000	–0,0001	–0,0001	–0,0002
4,0	–0,0002	–0,0002	–0,0002	–0,0002	–0,0002	–0,0002	–0,0003	–0,0003
0	0,0218	0,0126	0,0050	–0,0011	–0,0061	–0,0101	–0,0133	–0,0158
0,05	0,0220	0,0127	0,0051	–0,0010	–0,0060	–0,0100	–0,0132	–0,0157
0,1	0,0223	0,0129	0,0053	–0,0008	–0,0058	–0,0099	–0,0131	–0,0156
0,2	0,0236	0,0140	0,0062	–0,0001	–0,0052	–0,0093	–0,0126	–0,0152
0,3	0,0251	0,0154	0,0075	0,0011	–0,0041	–0,0084	–0,0117	–0,0144
0,4	0,0265	0,0169	0,0089	0,0024	–0,0029	–0,0072	–0,0107	–0,0134
0,5	0,0274	0,0181	0,0103	0,0038	–0,0016	–0,0060	–0,0095	–0,0123
0,6	0,0277	0,0189	0,0113	0,0050	–0,0003	–0,0047	–0,0083	–0,0111
0,7	0,0273	0,0192	0,0121	0,0060	0,0009	–0,0035	–0,0070	–0,0099
0,8	0,0264	0,0190	0,0125	0,0068	0,0018	–0,0024	–0,0059	–0,0087
0,9	0,0251	0,0185	0,0125	0,0072	0,0026	–0,0014	–0,0048	–0,0076
1,0	0,0235	0,0177	0,0123	0,0074	0,0031	–0,0006	–0,0039	–0,0066
1,1	0,0218	0,0167	0,0119	0,0074	0,0035	–0,0000	–0,0031	–0,0057

Окончание таблицы К.2

η(ξ)	Значения $\bar{m}_{xi}$ и $\bar{m}_{yi}$ при ξ(η) в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия от воздействия *i*-го колеса опоры воздушного судна							
	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1,2	0,0200	0,0155	0,0113	0,0073	0,0036	0,0004	–0,0025	–0,0049
1,3	0,0182	0,0143	0,0105	0,0070	0,0037	0,0007	–0,0019	–0,0042
1,4	0,0164	0,0130	0,0097	0,0065	0,0036	0,0009	–0,0015	–0,0037
1,5	0,0147	0,0118	0,0089	0,0061	0,0034	0,0010	–0,0012	–0,0032
1,6	0,0131	0,0105	0,0080	0,0055	0,0032	0,0010	–0,0010	–0,0028
1,7	0,0116	0,0094	0,0072	0,0050	0,0029	0,0009	–0,0009	–0,0025
1,8	0,0102	0,0083	0,0063	0,0044	0,0026	0,0008	–0,0008	–0,0022
1,9	0,0089	0,0072	0,0056	0,0039	0,0023	0,0007	–0,0007	–0,0020
2,0	0,0077	0,0063	0,0048	0,0034	0,0019	0,0006	–0,0007	–0,0019
2,1	0,0067	0,0054	0,0042	0,0029	0,0016	0,0004	–0,0007	–0,0018
2,2	0,0057	0,0046	0,0035	0,0024	0,0013	0,0003	–0,0007	–0,0017
2,4	0,0041	0,0033	0,0025	0,0016	0,0008	–0,0000	–0,0008	–0,0015
2,6	0,0028	0,0022	0,0016	0,0010	0,0003	–0,0003	–0,0009	–0,0014
2,8	0,0018	0,0014	0,0009	0,0005	–0,0000	–0,0005	–0,0009	–0,0014
3,0	0,0011	0,0008	0,0004	0,0001	–0,0003	–0,0006	–0,0010	–0,0013
3,2	0,0005	0,0003	0,0001	–0,0002	–0,0005	–0,0007	–0,0010	–0,0012
3,4	0,0001	–0,0000	–0,0002	–0,0004	–0,0006	–0,0008	–0,0009	–0,0011
3,6	–0,0001	–0,0002	–0,0004	–0,0005	–0,0006	–0,0008	–0,0009	–0,0010
3,8	–0,0003	–0,0004	–0,0005	–0,0006	–0,0007	–0,0007	–0,0008	–0,0009
4,0	–0,0004	–0,0004	–0,0005	–0,0006	–0,0006	–0,0007	–0,0008	–0,0008

Приложение Л
(рекомендуемое)

Схемы деления покрытия аэродромов на характерные группы участков

Схема деления покрытий аэродромов по степени воздействия нагрузок воздушных судов приведена на рисунке Л.1.

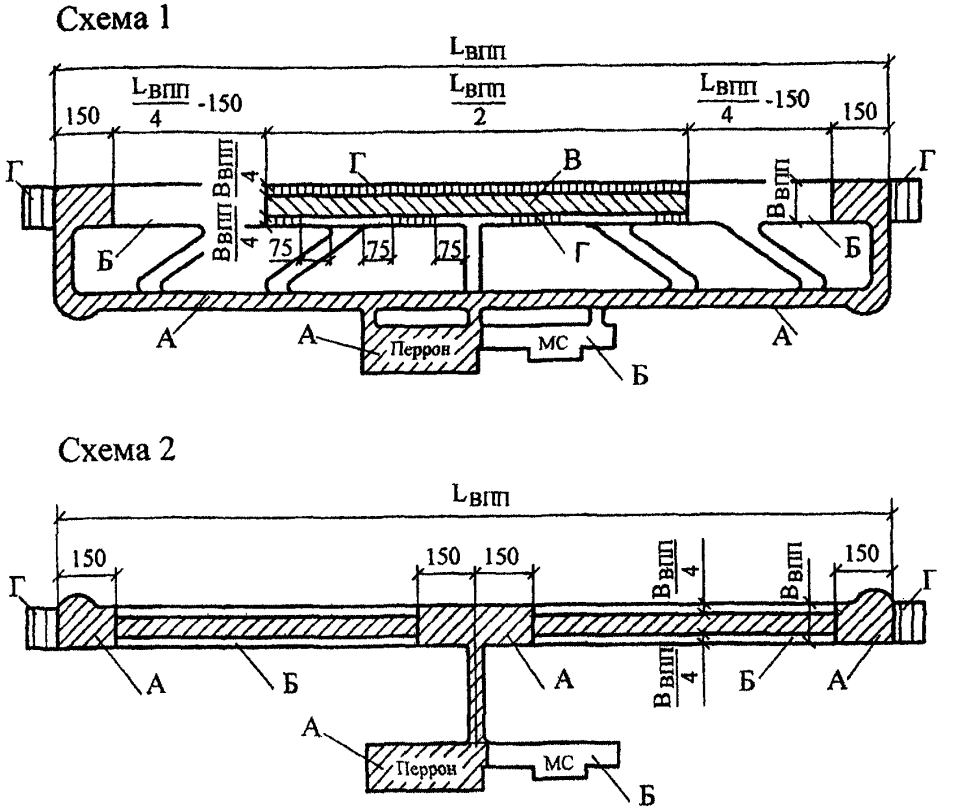


Схема 1 – для аэродромов, на которых руление воздушных судов осуществляется по магистральной РД;
Схема 2 – для аэродромов, на которых руление осуществляется по ИВПП;

А – магистральные РД; концевые участки ИВПП; средняя по ширине часть ИВПП, по которой осуществляется систематическое руление воздушных судов; перрон;
Б – участки ИВПП, запроектированной по схеме 1, примыкающие к концевым ее участкам; краевые по ширине участки в средней части ИВПП, запроектированной по схеме 2; вспомогательные и соединительные РД, МС и другие аналогичные площадки для стоянки воздушных судов;
В – средняя часть ИВПП, запроектированной по схеме 1;
Г– краевые по ширине участки в средней части ИВПП, запроектированной по схеме 1, за исключением примыкающих к соединительным РД

Рисунок Л.1 **– Схемы деления покрытий аэродрома на группы участков**

Приложение М
(рекомендуемое)

Расчет искусственных оснований под жесткие покрытия из материалов, обработанных вяжущими

Положения настоящего приложения относятся к слоям из материалов, обработанных вяжущими, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе (см. таблицы И.2, И.3 и И.4).

М.1 При проектировании бетонных и армобетонных покрытий на основании из материалов, обработанных вяжущими, расчетные значения изгибающих моментов, кН·м/м, в покрытии определяют по формулам:

для однослойных покрытий

$$m_d = \frac{B}{B + B_f} m_{c,\max} k\rho; \qquad (М.1)$$

для верхнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,\max} k'\rho; \qquad (М.2)$$

для нижнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,\max} k'\rho; \qquad (М.3)$$

для верхнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,\max} k_1\rho; \qquad (М.4)$$

для нижнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,\max}. \qquad (М.5)$$

В формулах (М.1) – (М.5):

B – жесткость плиты однослойного покрытия, кН·м^2/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

B_{sup}, B_{inf} – жесткость плиты соответственно верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия, кН·м^2/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

B_f – жесткость обработанного вяжущими слоя основания, кН·м^2/м;

$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f$, кН·м^2/м:

$m_{c,\max}$ – изгибающий момент при центральном загружении, кН·м/м, вычисляемый как для однослойной плиты жесткостью $B + B_f$. При расчете двухслойного покрытия изгибающий момент $m_{c,\max}$ определяют как для однослойной плиты жесткостью B_{tot};

$\rho = 1 - 0{,}167\theta_0$;

θ_0 – величина, определяемая по графику рисунка М.1 в зависимости от значения: $\gamma_b = \frac{B}{B_f}$ – для формулы (М.1); $\gamma_b = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{B_f}$ – для формул (М.2) и (М.3); $\gamma_b = \frac{B_{inf}}{B_f}$ – для формулы (М.4);

k – переходный коэффициент, определяемый согласно 7.8.2;

k', k_1 – коэффициенты, определяемые согласно 7.8.8.

Для двухслойных покрытий с несовмещенными швами должно дополнительно удовлетворяться условие $\rho k_1 \geq 1$. Если это условие не удовлетворено, принимают $\rho k_1 = 1$.

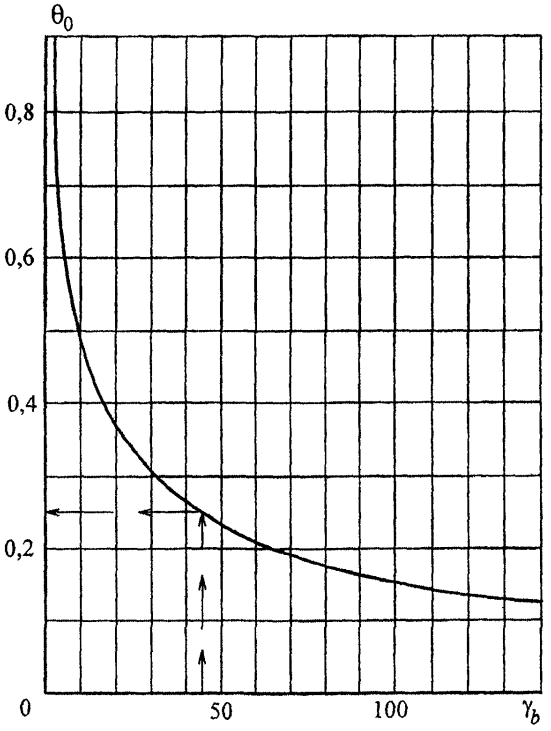


Рисунок М.1 – **График для определения** θ_0

М.2 Необходимую толщину искусственного основания t_f, м, из материалов, укрепленных вяжущими, для железобетонных монолитных и сборных покрытий следует определять по формуле

$$t_f = \frac{D_r}{\frac{D_r}{t_f}}, \qquad (М.6)$$

где $\frac{D_r}{t_f}$ – отношение, определяемое по номограмме рисунка М.2 в зависимости от значений $\frac{E_c}{1,8 l_d K_{sd}}$ и $\frac{E_c}{1,8 l K_s}$;

K_{sd}, l_d – значения соответственно требуемого коэффициента постели, мН/м^3, и упругой характеристики плиты, м, при которых соблюдается условие прочности покрытия (7.1);

K_s, l – значения соответственно коэффициента постели грунта, МН/м^3, и упругой характеристики плиты, м, лежащей на грунте;

D_r – условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты покрытия к искусственному основанию, м:

$$D_r = \frac{2,5 l_d k_\alpha}{\sqrt{k_w}};$$

E_c – модуль упругости материала основания, МПа, принимаемый согласно приложению И;

k_w – коэффициент, принимаемый равным:

$\frac{B_y}{B_x}$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
k_w	1,0	1,05	1,15	1,27	1,45

k_α – коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения радиуса R_e круга, равновеликого площади отпечатка колеса опоры воздушного судна, к упругой характеристике плиты l_d:

$\frac{R_e}{l_d}$	k_α	$\frac{R_e}{l_d}$	k_α
0,1	1,042	0,6	1,300
0,2	1,095	0,7	1,363
0,3	1,140	0,8	1,430
0,4	1,190	0,9	1,500
0,5	1,240	1,0	1,580

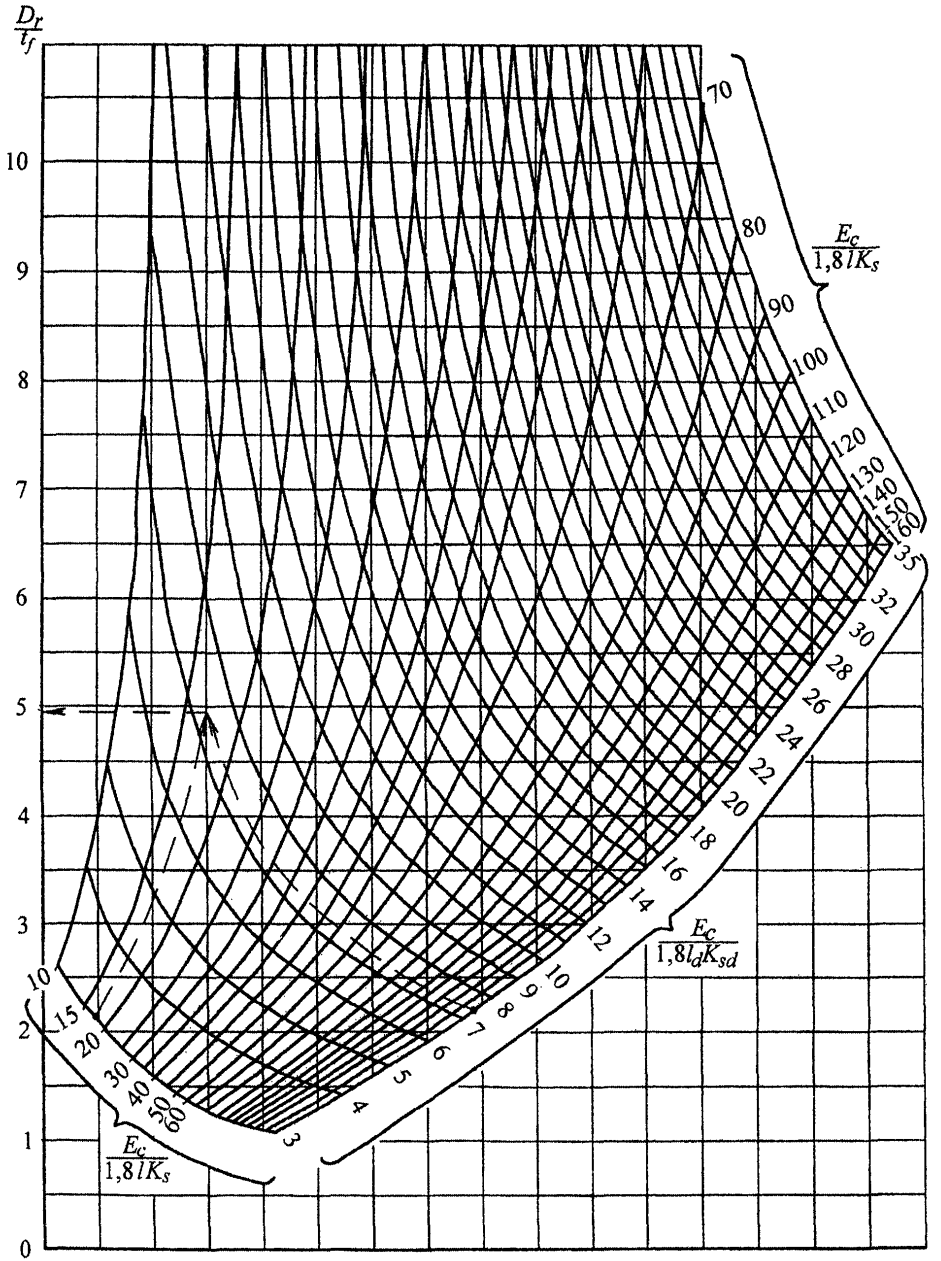


Рисунок М.2 – **Номограмма для определения соотношения** $\frac{D_r}{t_f}$

Приложение Н
(обязательное)

Гидравлический расчет водоотводных систем

Н.1 Водоотводные системы ВПП, РД, МС и перронов, принимающие воду с аэродромных покрытий, грунтовых обочин и грунтовых водосборных площадей шириной до 300 м, следует рассчитывать на сток дождевых вод; системы, принимающие воду с покрытий, грунтовых обочин и водосборных площадей шириной более 300 м – на сток талых вод. При больших (свыше 15 га) грунтовых водосборных площадях работу водоотводных систем надлежит проверять на оба вида стока.

Н.2 Продольные уклоны водоотводных линий надлежит назначать с учетом допускаемых скоростей движения воды и уклона местности. При этом скорость движения воды в трубах коллекторов должна быть не менее 0,7 и не более 5 м/с, а в водоотводных канавах и лотках – не менее $0,5\sqrt{r_h}$, м/с (где r_h – гидравлический радиус, м), и не более значений, указанных в таблице Н.1.

Таблица Н.1

Грунт	Наибольшая скорость движения воды, м/с	Вид укрепления откосов и дна канав	Наибольшая скорость движения воды, м/с
Песок мелкий и средней крупности, супесь	0,4	Одерновка плашмя	1
То же	»	Одерновка в стенку	1,6
Песок крупный	0,8	Мощение одинарное	2
Суглинок пылеватый	0,7	Мощение двойное	3,5
Суглинок	1	Бетон	8
Глина	1,2		
Примечание – Значения наибольших допускаемых скоростей приведены для глубины водного потока h_w от 0,4 до 1 м; при другой глубине потока значения скоростей, указанные в таблице, следует принимать с коэффициентами: 0,85 – при $h_w < 0,4$ м; 1,25 – при $h_w > 1$ м.			

Уменьшение скоростей движения воды по длине рассчитываемых водоотводных линий не допускается.

Н.3 Расчетные расходы дождевых вод q_r, л/с, в сечениях водоотводных линий следует определять по методу предельной интенсивности по формуле

$$q_r = \bar{q}_r F_w, \qquad (Н.1)$$

где $\bar{q}_r$ – величина стока, л/с на 1 га:

$$\bar{q}_r = \frac{166,7 A \varphi}{t_r^n};$$

F_w – площадь водосбора для рассчитываемого сечения, га;

A – параметр, равный максимальной интенсивности дождя продолжительностью 1 мин при принятом периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя, мм/мин;

$$A = \frac{q_{20} 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma}{166,7};$$

φ – среднее значение коэффициента стока дождевых вод, определяемое по таблице Н.2;

t_r – расчетная продолжительность протекания дождевых вод до рассчитываемого сечения, мин, определяемая по Н.4;

n – показатель степени, характеризующий изменение расчетной интенсивности дождя по времени;

q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при P=1 год, л/с на 1 га;

γ – показатель степени, учитывающий климатические особенности районов территории России;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, годы, определяемый по таблице Н.3.

m_r – среднее количество дождей за год.

Значения n, q_{20}, γ, m_r устанавливаются в соответствии с требованиями СП 32.13330.

Примечание – Для районов с характеристиками дождей, отличающимися от приведенных в таблице Н.3 (например, районы субтропиков, Дальнего Востока с характерными частыми муссонными ливнями и т.п.), расчетные значения параметров интенсивности дождя следует принимать по данным многолетних региональных наблюдений.

Н.4 Расчетную продолжительность дождя t_r, мин, равную времени добегания дождевых вод до рассматриваемых сечений коллекторов t_w, следует определять как сумму времени добегания дождевых вод по поверхности склона, лоткам и коллекторам по формуле

$$t_r = t_w = \tau_s + \tau_c + \tau_k, \qquad (Н.2)$$

где τ_s – время добегания дождевых вод по поверхности склона до лотка, мин;

τ_c – время добегания дождевых вод по лотку до дождеприемника, мин;

τ_k – время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения, мин.

Н.5 Время добегания дождевых вод по поверхности склона до лотка τ_s, мин, надлежит определять по формуле

$$\tau_s = \left(\frac{2,41 n_c L_d}{A^{0,72} \varphi^{0,72} i_d^{0,5}}\right)^{\frac{1}{1,72-0,72n}}, \qquad (Н.3)$$

где L_d – расчетная длина склона, участвующего в формировании максимального стока, м;

i_d – расчетный уклон склона;

n_c – коэффициент шероховатости поверхности склона, принимаемый по таблице Н.4.

При соотношении продольных i_l и поперечных i_c уклонов покрытий и обочин $\frac{i_l}{i_c} \geq 0,5$ расчетные уклон i_d и длина склона L_d должны приниматься по линии наибольшего ската по формулам:

$$i_d = \sqrt{i_l^2 + i_c^2}; \quad \text{(Н.4)}$$

$$L_d = \frac{L_s}{i_c}\sqrt{i_l^2 + i_c^2}, \quad \text{(Н.5)}$$

где L_s – длина склона, участвующего в формировании максимального стока, м.

При $\frac{i_l}{i_c} < 0,5$ следует принимать $i_d = i_c$, $L_d = L_s$.

Для разнородных поверхностей склонов (покрытие плюс грунтовая обочина) время добегания дождевых вод τ_s надлежит определять по формуле (Н.3) при средневзвешенных значениях уклонов, коэффициентов стока и шероховатости.

Таблица Н.2

Род поверхности	Коэффициент стока дождевых вод φ при поверхностях водосборных площадей		
Покрытия:			
асфальтобетонные	0,95		
цементобетонные	0,85		
Грунтовые поверхности:	супесь	суглинок	глина
Грунтовые обочины:			
незадернованные	0,60	0,65	0,70
задернованные	0,55	0,60	0,65
Грунтовые водосборные площади:			
без дернового покрова	0,25	0,35	0,40
с дерновым покровом	0,15	0,25	0,30

Таблица Н.3

Интенсивность дождя q_{20}, л/с на 1 га	Период повторяемости расчетной интенсивности дождя P, год, при расчетной площади водосбора F_w, га		
	до 6	св. 6 до 9	св.9 до 15
Менее 70	0,33/0,33	0,33/0,33	0,50/0,50
От 70 до 115	0,50/0,33	0,50/0,50	0,50/0,50
Св. 115	0,50/0,50	0,75/0,50	0,75/0,50

Примечания

1 Перед чертой приведены значения P для водоотводных систем с лотками в кромках покрытий, после черты – без лотков в кромках покрытий.

2 Для коллекторов водоотводных систем с уклонами лотков свыше 0,005 указанные в таблице значения P надлежит снижать на одну ступень (например, вместо 0,5 принимать 0,33 и т.п.).

3 Для водоотводных систем, принимающих воду со служебно-технических территорий и тяготеющих к ним площадей аэродромных покрытий, значения P надлежит принимать в соответствии с требованиями СП 32.13330 как для территорий промышленных предприятий.

Таблица Н.4

Вид поверхности склона	Коэффициент шероховатости n_c
Покрытие:	
асфальтобетонное	0,011
цементобетонное	0,014
Грунтовая поверхность:	
без дернового покрова	0,025
с дерновым покровом	0,050
Неукрепленные земляные русла (канавы)	0,025

Средневзвешенное значение коэффициента стока φ определяют по формуле:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 B_1 + \varphi_2 B_2}{B_1 + B_2}; \quad \text{(Н.6)}$$

где $\varphi_1, \varphi_2, B_1, B_2$ – коэффициенты стока и соответствующие им длины участков стока с различными поверхностями. Средневзвешенные значения n_c и i_c определяются аналогично.

Н.6 Время добегания дождевых вод по лотку τ_c, мин, следует определять по формуле

$$\tau_c = \frac{L_c}{60 v_c}, \quad \text{(Н.7)}$$

где L_c – длина лотка, м;

v_c – скорость движения дождевых вод в конце лотка, м/с:

$$v_c = \frac{1}{n_c} R^{0,5+y} i_b^{0,5};$$

R – гидравлический радиус, м:

$$R = \frac{\omega}{\chi};$$

i_b – продольный уклон дна лотка;

ω – площадь живого сечения, м^2;

χ – смоченный периметр;

$$y = 4\sqrt[4]{n_c^3};$$

n_c – коэффициент шероховатости поверхности лотка, принимаемый по таблице Н.4.

Величины ω и χ надлежит устанавливать в конце лотка (перед перепуском) из условия равенства расчетного расхода в этом сечении пропускной способности лотка при принятой глубине потока, при этом пропускную способность лотка q_c, м^3/с, необходимо определять по формуле

$$q_c = \omega v_c. \quad \text{(Н.8)}$$

Н.7 Время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения τ_k, мин, устанавливается суммированием времени протекания по отдельным участкам коллектора, определяемого по формуле

$$\tau_{k_i} = m_w \frac{L_{k_i}}{60 v_{k_i}}, \quad \text{(Н.9)}$$

где L_{k_i} – длина расчетного участка коллектора, м;

v_{k_i} – расчетная скорость движения дождевых вод на соответствующих участках коллектора, м/с, определяется по формуле Н.15;

m_w – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости коллектора и постепенное нарастание скоростей движения воды по мере наполнения труб при работе водоотводных систем (для первого участка коллектора принимают $m_w = 2,5$);

$$m_w = \frac{2 - 1,75\alpha}{1 - \alpha};$$

α – поправочный коэффициент к расчету времени течения воды по коллектору:

$$\alpha = \frac{\tau_s + \tau_c}{\tau_s + \tau_c + \sum \tau_{k_i}}.$$

Если показатель степени, характеризующий изменение расчетной интенсивности дождя во времени, $n = 0,5$, значение коэффициента m_w надлежит увеличивать на 10 %, при $n > 0,7$ – уменьшать на 20 % , но принимать не менее 2. При уклонах местности вдоль коллектора свыше 0,015 значение коэффициента m_w следует снижать на 25 %.

Н.8 Расчетные расходы дождевых вод, поступающих в водоотводные системы с покрытий или с покрытий и грунтовых обочин, следует определять без учета минимальной стокообразующей интенсивности дождей.

Расчетные расходы дождевых вод для водоотводных линий (нагорных канав, грунтовых лотков) с грунтовыми водосборами следует определять с учетом минимальной стокообразующей интенсивности дождей, при этом продолжительность стокообразования t_{st}, мин, надлежит устанавливать по формуле

$$t_{st} = \left[\frac{(1-n)A}{\psi_{\min}} \right]^{\frac{1}{n}}, \qquad \text{(Н.10)}$$

где $\psi_{\min}$ – минимальная мгновенная стокообразующая интенсивность дождя, принимаемая равной интенсивности впитывания, мм/мин, указанной в таблице Н.5.

Таблица Н.5

Грунты и почвы	Интенсивность впитывания, мм/мин
Глина, солонцы суглинистые	0,04
Суглинки, суглинистые черноземы, глинистые сероземы	0,08
Каштановые почвы, чернозем обычный, солонцы супесчаные	0,15
Супеси с примесью гумуса в верхних слоях, задернованные супеси, серолесные почвы	0,20
Супеси без примеси гумуса в верхних слоях	0,33
Пески без примеси гумуса в верхних слоях	0,50

Н.9 Для сечений водоотводных систем, удаленных по времени добегания дождевых вод на $\tau_w \le t_{st}$, расчетные расходы следует определять для расчетной площади одновременного максимального стока дождевых вод.

Для сечений, удаленных по времени добегания на $\tau_w > t_{st}$, расчетные расходы q_r, л/с, равны

$$q_r = q_t + q_{aw}, \qquad (Н.11)$$

где q_t – расход дождевых вод, л/с, соответствующий $t_w = t_{st}$;

q_{aw} – дополнительный расход воды, поступающей в водоотводные системы после дождя продолжительностью t_{st}, в соответствии с кривой спада стока, л/с:

$q_{aw} = 0,00015 A L_d \nu \varphi t_{st}^{1-n} \eta$;

ν – скорость движения воды в лотке или канаве, м/с, на расчетном участке;

η – коэффициент, принимаемый по таблице Н.6.

Примечание – При значениях $q_{aw} < 5$ л/с им можно пренебречь.

Таблица Н.6

$\frac{\tau_w}{t_{st}}$	η	$\frac{\tau_w}{t_{st}}$	η	$\frac{\tau_w}{t_{st}}$	η
1,00	0	1,25	0,33	3,00	0.85
1,05	0,08	1,50	0,52	3,50	0,89
1,10	0,16	1,75	0,64	4,00	0,92
1,15	0,22	2,00	0,71	5,00	0,95
1,20	0,28	2,50	0,81	10,00	0,985

Н.10 Главные коллекторы водоотводной системы, отводящие воду из узла коллекторов, следует рассчитывать на время добегания, соответствующее получению максимального расхода дождевого стока.

Н.11 Расчетный расход воды при весеннем снеготаянии следует определять при средних значениях максимумов стока талых вод в данной местности.

Для водоотводных систем летных полос с площадью водосбора до 100 га расчетные расходы воды q_r, л/с, при весеннем снеготаянии надлежит устанавливать по формуле

$$q_r = 0,95 \frac{H_s}{T_s} F_w, \qquad (Н.12)$$

где H_s, T_s – соответственно максимальная высота снегового покрова к началу весеннего снеготаяния, см, и минимальная продолжительность снеготаяния, сут, принимаемая по данным гидрометеорологической службы или климатологическим справочникам.

Для водоотводных систем (нагорных канав) с площадью водосбора свыше 100 га расчетные расходы воды q_r определяют по формуле

$$q_r = 2,78 A_t F_w, \qquad (Н.13)$$

где A_t – интенсивность стока талых вод, мм/ч, при средних значениях максимумов стока, устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы.

Н.12 Диаметры труб коллекторов при расчете на сток дождевых или талых вод необходимо определять при полном наполнении труб по формуле

$$d_k = 1,55 n_c \frac{q_r^{0,375}}{i_k^{0,187}}, \qquad (Н.14)$$

где n_c – коэффициент шероховатости материала трубы.

При коэффициенте шероховатости внутренней поверхности хризотилцементных и бетонных, равном 0,014

$$d_k = 0,312 \frac{q_r^{0,375}}{i_k^{0,187}}, \qquad (Н.15)$$

Окончательный диаметр труб $d_s \geq d_k$ уточняется по сортаменту (где d_s – диаметр по сортаменту).

Скорость движения воды на участке коллектора определяется по формуле

$$v_k = \frac{0,4}{n_c} N d_s^{0,67} i_k^{0,5}, \qquad (Н.16)$$

где d_s – диаметр трубы коллектора по сортаменту, м;

i_k – продольный уклон участка коллектора;

N – коэффициент, учитывающий неполное заполнение трубы.

При коэффициенте шероховатости внутренней поверхности хризотилцементных и бетонных, равном 0,014, коэффициент N определяется по графику рисунка Н.1 в зависимости от величины $M = \frac{q_r}{24350 i_k^{0,5} d_s^{8/3}}$.

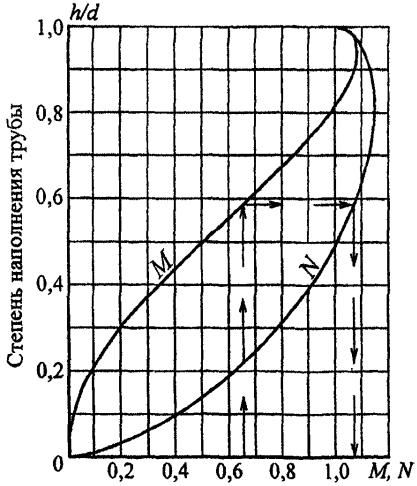


Рисунок Н.1 **– График для определения коэффициента N и степени наполнения трубы (отношения глубины потока h к диаметру трубы d)**

Н.13 Гидравлический расчет перепускных труб следует производить из условия пропуска талых и дождевых вод без аккумуляции их перед входным оголовком трубы при степени наполнения не более 0,75 диаметра трубы.

При расчете труб на сток талых вод следует учитывать возможность уменьшения сечения труб за счет образования наледи.

Н.14 При определении расстояний между дождеприемными колодцами на основании гидравлического расчета, их следует устанавливать из условия равенства расчетных расходов воды пропускной способности лотков при принятом допустимом заполнении.

Наибольшую глубину водного потока для лотков, располагаемых в кромках покрытий, надлежит принимать на 1–2 см менее глубины лотка.

Н.15 Гидравлический расчет участков водоотводных линий следует производить при сохранении или нарастании скоростей движения воды по длине линий. Для уменьшения диаметров труб коллекторов (особенно главных) допускается регулирование стока временным скоплением воды в пониженных участках местности за пределами летных полос.

Н.16 Ширину водоотводной канавы по дну следует, как правило, сохранять на всем ее протяжении, изменяя глубину и уклоны на отдельных участках в соответствии с расчетным расходом воды.

Библиография

[1] Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации «Аэродромы». Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. – Издание пятое. – 2009.

[2] СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.

[3] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

[4] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

УДК [69+625.717](083.74) ОКС 93.120

Ключевые слова: аэродромные покрытия, грунтовые элементы летного поля аэродрома, грунтовые основания

Издание официальное

Свод правил

СП 121.13330.2012

Аэродромы

Актуализированная редакция

СНиП 32-03-96

Подготовлено к изданию ФАУ «ФЦС»

Тел.: (495) 930-64-69; (495) 930-96-11; (495) 930-09-14

Формат 60×84 1/8. Тираж 50 экз. Заказ № 1876/12.

Отпечатано в ООО «Аналитик»
г. Москва, Ленинградское ш., д.18

gost.e-ecolog.ru