

**МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

АЭРОДРОМЫ

Актуализированная версия

СНиП 32-03-96

**Настоящий проект правил не подлежит
применению до его принятия**

Москва 2012

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 разработке и утверждения сводов правил».

Сведения о своде правил

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

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, 2011

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

Введение.....	IV
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Термины и определения.....	1
4 Общие требования.....	1
5 Грунтовые элементы летного поля аэродрома.....	1
6 Грунтовые основания.....	2
7 Аэродромные покрытия.....	16
7.1 Общие указания.....	16
7.2 Искусственные основания.....	19
7.3 Жесткие покрытия.....	20
7.4 Деформационные швы в жестких покрытиях.....	23
7.5 Нежесткие покрытия.....	25
7.6 Усиление существующих покрытий.....	26
7.7 Основные принципы расчета прочности покрытий.....	27
7.8 Расчет жестких аэродромных покрытий.....	30
7.9 Расчет нежестких аэродромных покрытий.....	36
7.10 Расчет усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов.....	39
8 Водоотводные и дренажные системы.....	41
9 Специальные конструкции.....	42
10 Охрана окружающей среды.....	43
Приложение А (справочное) Нормативные документы.....	49
Приложение Б (справочное) Термины и определения.....	50
Приложение В (обязательное) Типы гидрогеологических условий.....	53
Приложение Г (обязательное) Дорожно-климатические зоны РФ.....	54
Приложение Д (справочное) Номенклатура глинистых грунтов.....	55
Приложение Е (обязательное) Расчетные характеристики грунтов.....	56
Приложение Ж (рекомендуемое) Определение коэффициента постели.....	57
Приложение И (обязательное) Теплотехнические расчеты оснований на вечномерзлых грунтах.....	59
Приложение К (обязательное) Расчет оснований на пучинистых грунтах.....	67
Приложение Л (обязательное) Определение сжимающих напряжений в грунте от эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции.....	72
Приложение М (обязательное) Характеристики материалов аэродромных одежд.....	75
Приложение Н (обязательное) Графики, номограммы и таблицы для расчета аэродромных одежд.....	82
Приложение П (рекомендуемое) Методика деления покрытия аэродромов на характерные группы участков.....	88
Приложение Р (рекомендуемое) Расчет искусственных оснований под жесткие покрытия из материалов, обработанных вяжущими.....	90
Приложение С (обязательное) Гидравлический расчет водоотводных систем.....	93
Приложение Т (рекомендуемое) Расчет толщины дренирующих слоев, устраиваемых на дренирующей прослойке из синтетического нетканого материала.....	101

Введение

Настоящий свод правил составлен с учетом обязательных требований регламентов, отраженных в федеральных законах от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях безопасности», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

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

1 Область применения

Настоящие нормы и правила распространяются на вновь строящиеся, расширяемые и реконструируемые сооружения аэродромов (вертодромов), за исключением посадочных площадок для вертолетов на судах, буровых платформах, зданиях и специальных сооружениях.

При этом должны учитываться требования норм и стандартов на применяемые строительные конструкции и материалы.

2 Нормативные ссылки

Нормативные документы, на которые в тексте настоящих норм имеются ссылки, приведены в приложении А.

Примечание – При пользовании настоящим СП целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования на официальном сайте национального органа 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 СП 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 СП приняты термины и определения, приведенные в приложении Б.

4 Общие требования

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 следует устанавливать в соответствии с отраслевыми нормативными документами исходя из условия обеспечения безопасности взлета и посадки воздушных судов.

4.3 Проектирование генерального плана летного поля, вертикальной планировки следует выполнять в соответствии с нормами того ведомства, к которому относится аэродром.

4.4 Для аэродромов международных аэропортов должны, кроме настоящих норм, соблюдаться стандарты и рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

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 нормами того ведомства, к которому относится аэродром.

5.3 Грунтовая часть ЛП должна быть без грунтовых лотков. Грунтовые лотки в пределах ЛП допускаются в исключительных случаях при технико-экономическом обосновании с учетом гидрологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий местности.

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

5.5 Часть ЛП, примыкающая к торцу ИВПП, должна быть укреплена с целью предотвращения эрозии от газоздушных 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 отмостки (сопряжения).

5.7 Отмостки 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 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 и остальных грунтовых элементах ЛП, а также для насыпных грунтов на летном поле, не входящих в ЛП, - 0,90 и 0,95 соответственно.

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 летном поле просадочность должна быть устранена на глубину активной зоны, устанавливаемой расчетом по [СНиП 2.02.01](#).

5.10 На грунтовых участках летного поля без дернового покрова следует предусматривать мероприятия по борьбе с пылимостью. При выборе способа борьбы с пылимостью следует соблюдать требования по охране окружающей среды ([раздел 10](#)).

5.11 Для повышения сопротивляемости грунта нагрузкам от воздушных судов и снижения эрозии от действия аэродинамических нагрузок, создаваемых газоздушными струями авиадвигателей, по возможности следует устраивать дерновый покров.

5.12 Качество дернового покрова должно отвечать нормативным требованиям, приведенным в [таблице 6.1](#). Приемку работ по созданию дернового покрова летного поля следует производить после развития (всхода) посеянных трав.

6 Грунтовые основания

6.1 Грунтовые основания должны обеспечивать устойчивость аэродромного покрытия независимо от погодных условий и времени года с учетом:

- состава и свойств грунтов;
- типов местности по гидрогеологическим условиям, приведенным в [таблице 6.2](#);
- деления территории на дорожно-климатические зоны в соответствии с [рисунком 6.1](#);
- категории нормативной нагрузки от воздушного судна;
- опыта строительства и эксплуатации аэродромов, расположенных в аналогичных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических условиях.

Т а б л и ц а 6.1

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 То же
верховым	100-200	
Примечание - В случае неблагоприятных погодных условий допускается плотность с числом побегов 100 шт. для трав с низовым характером роста и 50 шт. - с верховым.		

Т а б л и ц а 6.2

Тип местности по гидрогеологическим условиям	Характеристика типа местности
1 - сухая местность	Поверхностный сток обеспечен, подземные воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщии грунтов естественного основания Поверхностный сток не обеспечен, подземные воды залегают ниже глубины промерзания грунтов; почвы с признаками поверхностного заболачивания; весной и осенью появляется застой воды на поверхности Подземные воды или длительно стоящие (более 20 суток) поверхностные воды залегают выше глубины промерзания грунтов; почвы торфяные, оглеенные с признаками заболачивания
2 - сырая местность	
3 - мокрая местность	
<p>Примечания</p> <p>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 торфяного покрова, сплошности его распространения и толщины, наличия подземного льда, надмерзлотных вод и др.</p> <p>2 Подземные воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщии 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	

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.

Примечания

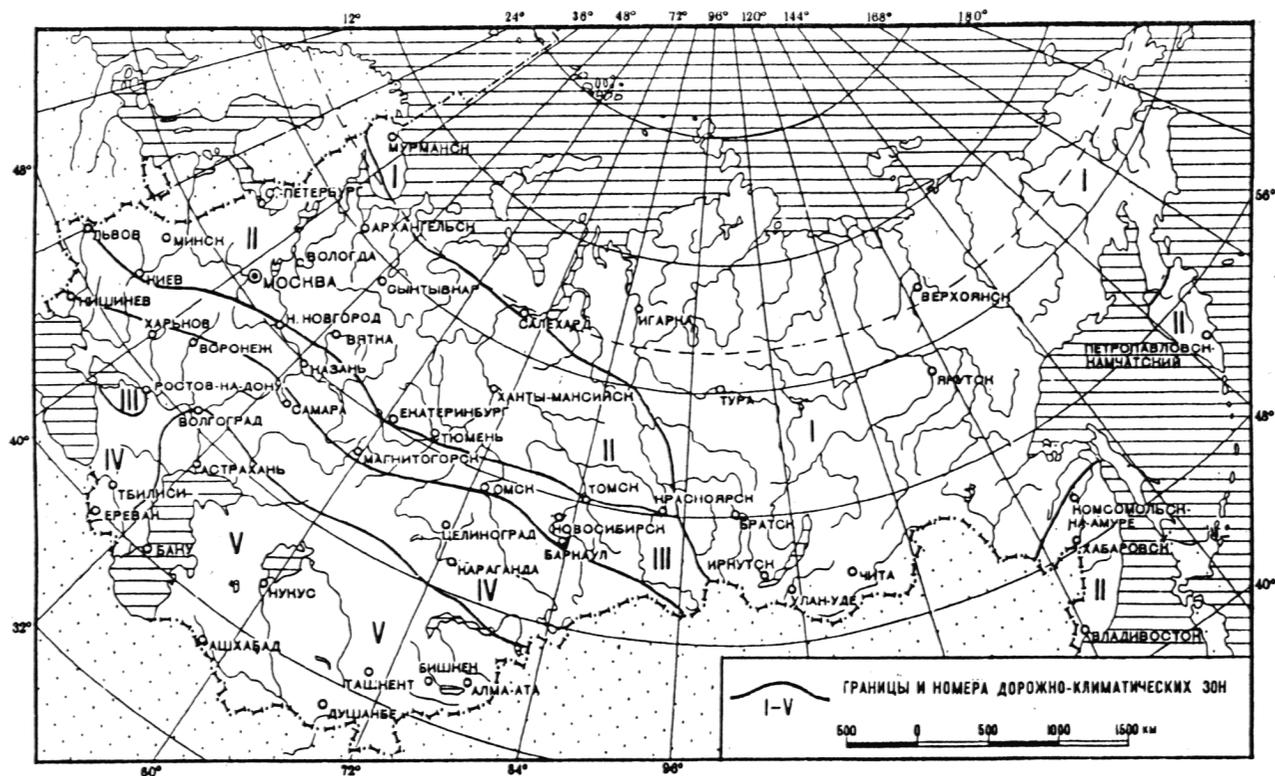
1 Характеристики грунтов природного залегания, а также искусственного происхождения должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможного изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации аэродромных сооружений.

2 Допускается использовать табличные значения расчетных характеристик, устанавливаемые на основе статистической обработки массовых испытаний грунтов.

6.3 Глубина сжимаемой толщи грунтового основания, в пределах которой учитываются состав и свойства грунтов, принимается по таблице 6.3 в зависимости от числа колес на основной опоре воздушного судна и нагрузки на одно колесо этой опоры.

Т а б л и ц а 6.3

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



Дорожно-климатические зоны включают в себя следующие географические зоны: I - тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномёрзлых 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

Рисунок 6.1 - Дорожно-климатические зоны СНГ

6.4 Глубина сезонного промерзания или для вечномерзлых грунтов - оттаивания определяется расчетом для открытой очищенной от снега поверхности покрытия и исчисляется от его верха с учетом вертикальной планировки поверхности аэродрома и теплотехнических характеристик материалов оснований и покрытия.

6.5 При наличии в грунтовом основании слабых грунтов (водонасыщенных глинистых, заторфованных, торфа, ила, сапропеля), лёссовых, 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.

6.6 Расчетные значения вертикальных деформаций основания S_d в период эксплуатации покрытия не должны превышать предельных значений S_u , указанных в таблице 6.4.

При реконструкции или усилении существующих аэродромных покрытий в случаях, когда их фактические вертикальные деформации (по опыту эксплуатации) превышают предельные значения, указанные в таблице 6.4, допустимость превышения деформаций после реконструкции (усиления) должна решаться с учетом опыта эксплуатации существующего покрытия.

Т а б л и ц а 6.4

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

6.7 В целях недопущения превышения предельных вертикальных деформаций грунтовых оснований следует предусматривать следующие 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, капиллярорпрерывающих, 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 допустимого значения;

- укрепление грунтов (химическим, электрохимическим, термическим и другими способами).

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

6.8. При проектировании грунтовых оснований следует предусматривать мероприятия по исключению или уменьшению вредного действия природных и эксплуатационных факторов, устранению неблагоприятных свойств грунта под аэродромной одеждой:

- устройство специальных слоев искусственного основания (гидроизолирующих, капилляропрерывающих, термоизоляционных);

- 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);

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

- укрепление грунтов (химическим, электрохимическим, термическим и другими способами).

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 табл. 6.5.

Т а б л и ц а 6.5

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

В случаях, когда выполнение настоящих требований 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.

Для аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, в случае отсутствия вечно-мерзлых грунтов, а также при использовании вечномерзлых грунтов в качестве естественного основания по принципу III (п. 4.25) минимальное возвышение поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод надлежит принимать как для II дорожно-климатической зоны.

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.

6.10. Требуемую степень уплотнения грунтов насыпи следует предусматривать исходя из коэффициента уплотнения (отношения наименьшей требуемой плотности к максимальной при стандартном уплотнении), значения которого приведены в табл. 6.6.

Т а б л и ц а 6.6

Грунт	Коэффициент уплотнения грунта основания		
	при аэродромной одежде		грунтовой части летного поля и полос безопасности
	капитального	облегченного типа	
Песок, супесь	0,98 / 0,95	0,95 / 0,95	0,90
Суглинок	1,00 / 0,95	0,98 / 0,95	0,95
Глина	1,00 / 0,98	0,98 / 0,95	0,95

П р и м е ч а н и е . 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.

Если под аэродромной одеждой естественная плотность грунта ниже требуемой, следует предусматривать уплотнение грунта до норм, приведенных в табл. 6.6, 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.

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

6.12 Основания на набухающих грунтах

6.12.1 Свойства набухания глинистых грунтов, используемых для основания, следует учитывать, если при замачивании водой или химическими растворами значение их относительного свободного (без нагрузки) набухания $\epsilon_{sw} \geq 0,04$.

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—80.

6.12.2 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 " ($\epsilon_{sw} > 0,12$).

6.13 Основания на просадочных грунтах

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

- суммарное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромной одежды и эксплуатационной нагрузки превышает начальное просадочное давление p_{sc}

- влажность грунта w выше (или может стать выше) начальной просадочной влажности w_{sc} (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 $Sr \leq 0,5$, 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 23161-78.

6.13.2 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.

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

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq p_{sc}, \quad (6.1)$$

где σ_{zp} - вертикальное сжимающее напряжение в грунте от эксплуатационной нагрузки, определяемое по обязательному приложению Л;

σ_{zg} - вертикальное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромной одежды;

p_{sc} - начальное просадочное давление (минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунта при его полном водонасыщении), определяемое по ГОСТ 23161-78.

Если условие (6.1) удовлетворено, следует предусматривать уплотнение верхнего слоя просадочного грунта в соответствии с требованиями п. 6.10.

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

$$s_{sc} \leq s_u, \quad (6.2)$$

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

s_u — предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по табл. 6.4

6.15 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.

6.16 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 плотности сухого грунта $\rho_d = 1,7 \text{ т/м}^3$ или нижняя часть насыпи (высотой 0,5 м) должна быть выполнена из недренирующих грунтов.

6.17 Основания на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах

6.17.1 При проектировании грунтовых оснований под аэродромные одежды, расположенных на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах, следует предусматривать:

- для оснований под аэродромные одежды, рассчитываемые на нормативные нагрузки в/к, I, II и III категорий, а под аэродромные одежды 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. табл. 6.3);

- для оснований под аэродромные одежды облегченного типа, а также под аэродромные одежды 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 аэродромной одежды следует предусматривать после предварительного обжатия торфа, заторфованного или слабого грунта весом насыпи до условной стабилизации осадок S_s , м, определяемой по формуле

$$S_s = S_{tot} - S_u, \quad (6.3)$$

где S_{tot} — полная осадка, м, вычисляемая в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83;

S_u — предельная осадка аэродромного покрытия, м, принимаемая по табл. 4.6.

6.17.2 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 синтетических материалов (например, «Дорнита-Ф-1») на поверхность торфа, заторфованного или слабого глинистого грунта.

6.18 Основания на засоленных грунтах

6.18.1 При проектировании оснований, предусматриваемых в районах распространения засоленных грунтов, особые свойства их надлежит учитывать, если солевой горизонт находится в пределах сжимаемой толщи грунта (см. табл. 6.3).

Возможность использования грунтов различной степени засоления в качестве естественного основания и в насыпях должна устанавливаться согласно табл. 6.7. При этом в случае неравномерного по глубине содержания солей степень засоления грунтового основания следует принимать по средневзвешенному содержанию солей.

Т а б л и ц а 6.7

Грунт по степени засоления	Среднее содержание легкорастворимых солей, % к массе сухого грунта, при соотношении содержания ионов Cl^- и SO_4^{2-}		Возможность использования в качестве основания
	хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление $Cl^-/SO_4^{2-} \geq 1$	сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление $0,3 \leq Cl^-/SO_4^{2-} < 1$	
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

6.18.2 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%.

6.18.3 Возвышение аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать на 20 % больше, чем указано в табл. 6.5, а по поверхности основания, сложенного средне- и сильнозасоленными грунтами, необходимо предусматривать устройство гидроизолирующего слоя.

6.18.4 Коэффициент уплотнения насыпей, возводимых из засоленных грунтов, следует принимать не менее 0,98 при аэродромной одежде облегченного типа и для грунтовой части летного поля, 1,00 — при аэродромной одежде капитального типа.

6.19 Основания на вечномерзлых грунтах

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

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

II — допускается частичное или полное оттаивание грунтов (сезоннооттаивающего слоя), которые оттаивали до устройства аэродромной одежды;

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

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

$$\sum_{i=1}^{12} t_{mp} \tau_i \leq 0 \quad (6.4)$$

где i — месяц года;

t_{mp} — среднемесячная температура поверхности покрытия, определяемая с учетом средне месячной температуры воздуха и средне-месячной солнечной радиации, принимаемых в соответствии с требованиями СНиП 23-01-99;

t_i — продолжительность i -го месяца, ч.

Принцип I должен применяться, если естественные грунты сезоннооттаивающего 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 одежд должно обосновываться технологическими возможностями и экономической целесообразностью намечаемых способов оттаивания вечномерзлых грунтов.

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

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

6.19.4 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. обязательное приложение И) 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

$$s_{ft} \leq s_u, \quad (6.5)$$

где s_{ft} — значение ожидаемой деформации пучения сезоннооттаивающего слоя грунтов, определяемое согласно обязательному приложению К;

s_u — предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по табл.

6.4.

6.19.5 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.

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

$$s_b = \sum_{i=1}^n \epsilon_{ti} t_i, \quad (6.6)$$

где n — число слоев грунта, на которое разделяется оттаивающее основание в за-

висимости просадочных свойств грунта;

ϵ_{ii} — значение относительной осадки i -го слоя грунта, определяемое натурными испытаниями вечномерзлых грунтов путем оттаивания кернов под суммарным давлением от собственного веса грунта, аэродромной одежды и от эксплуатационной нагрузки или методом горячего штампа. Значения ϵ_{ii} допускается определять расчетом в зависимости от природной влажности грунта w , коэффициента пористости e и числа пластичности I_p . Для уплотненного торфяного слоя значение ϵ_{ii} 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.

6.19.7 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.

6.20 Основания на пучинистых грунтах

6.20.1 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 и супесей пылеватых;

2,5 — для суглинков, суглинков пылеватых, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем;

3,0 — для глин.

6.20.2 Основания на пучинистых грунтах должны удовлетворять условию

$$s_f \leq s_u, \quad (6.7)$$

где s_f — равномерная деформация пучения поверхности грунтового основания, определяемая в соответствии с обязательным приложением К;

s_u — предельное значение вертикальной деформации пучения, принимаемое по табл. 6.4.

6.20.3 Для выполнения условия (6.7) следует предусматривать:

- понижение уровня подземных вод;

- устройство в основании стабильного слоя из не-пучинистых 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, CaCl₂, MgCl₂ и др.), понижающими температуру замерзания, органическими и минеральными вяжущими, а также путем электрохимической обработки.

6.21 Возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем подземных вод должно быть не менее установленного в таблице 6.8.

Т а б л и ц а 6.8

Грунт основания (насыпи)	Минимальное возвышение поверхности покрытия, м, над уровнем подземных вод 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

В случае, когда выполнение настоящих требований технико-экономически нецелесообразно, в грунтовом основании, сооружаемом во II и III дорожно-климатических зонах, следует устраивать капилляропрерывающие, а в IV и V дорожно-климатических зонах - гидроизолирующие прослойки, верх которых должен располагаться на расстоянии от поверхности покрытия не менее 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.

6.22 Для аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, в случае отсутствия вечномерзлых грунтов, а также при использовании последних в качестве естественного основания по принципу II (с предварительным оттаиванием, удалением или осушением переувлажненных слоев) минимальное возвышение поверхности покрытия над уровнем подземных вод надлежит принимать как для II дорожно-климатической зоны (таблица 6.5).

6.23 При наличии засоленных грунтов возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать на 20 % больше, чем указано в таблице 6.8, а по поверхности грунтового основания, сложенного средне- и сильнозасоленными грунтами, необходимо предусматривать устройство гидроизолирующего слоя или прослойки.

6.24 При реконструкции (усилении) покрытий в случаях, когда фактическое возвышение эксплуатируемого покрытия над уровнем подземных вод меньше установленного таблицей 6.8, допустимость сохранения такого положения после реконструкции должна решаться с учетом опыта эксплуатации существующего покрытия.

6.25 Требуемая степень уплотнения насыпных грунтов должна соответствовать коэффициентам уплотнения грунтов (отношение наименьшей требуемой плотности к максимальной при стандартном уплотнении), приведенным в таблице 6.9 и в п. 5.8.

Т а б л и ц а 6.9

Грунт основания	Коэффициент уплотнения грунта основания под аэродромным покрытием	
	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

П р и м е ч а н и е - Перед чертой приведены значения коэффициента уплотнения грунта в зоне сезонного промерзания, за чертой - ниже границы сезонного промерзания, а также для насыпей, возводимых в IV и V дорожно-климатических зонах.

6.26 Если под аэродромным покрытием естественная плотность грунта ниже требуемой, следует уплотнять грунты до норм, приведенных в таблице 6.9: на глубину 1,2 м - для I-III дорожно-климатических зон и 0,8 м - для IV-V зон, считая от поверхности грунтового основания.

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

6.28 Нормативные требования, которые надлежит выполнять и контролировать при производстве земляных работ, и методы контроля приведены в таблице 6.10.

Т а б л и ц а 6.10

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значения нормативных требований для категорий нормативных нагрузок		Метод контроля
	в/к*, I, II и III	IV, V и VI	
1	2	3	4
Грунтовое основание, ГВП, грунтовые элементы ЛП 1. Толщина плодородного слоя	Не более 5 % значений могут иметь отклонения от проектных до минус 20 %, остальные - до минус 10 %	Не более 10 %	Нивелирование
2. Высотные отметки по оси	То же, до ± 30 мм, остальные - до ± 20 мм		«
3. Продольные уклоны	То же, до $\pm 0,002$, остальные - до $\pm 0,001$		Расчет по результатам исполнительной геодезической съемки
4. Поперечные уклоны	То же, до $\pm 0,008$, остальные - до $\pm 0,003$		То же
5. Плотность грунтового слоя	Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения до минус 2 % до минус 4 % остальные - должны быть не ниже проектных		ГОСТ 5180-84, допускается использовать ускоренные и полевые экспресс-методы и приборы
6. Ровность по оси (просвет под рейкой длиной 3 м): на ГВП, грунтовых элементах ЛП	Не более 2 %	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов до 60 мм, остальные - до 30 мм	По ГОСТ 30412-96
на грунтовом основании	То же, до 40 мм, остальные - до 20 мм		То же
7. Алгебраическая разность высотных отметок точек по оси ГВП с интервалами 5, 10 и 20 м	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения до 60, 100, 160 мм 75, 120, 200 мм остальные - до 30, 50, 80 мм		Нивелирование и расчет
* в/к - внекатегорийная нормативная нагрузка			

7 Аэродромные покрытия

7.1 Общие указания

7.1.1 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 и эксплуатации аэродромного покрытия, и методы контроля приведены в [таблице 7.1](#).

7.1.2 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, пластмассовых или резиновых 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.

7.1.3 Покрытия подразделяются по степени капитальности на:

- капитальные (с жестким и асфальтобетонным покрытиями);
- облегченные (с нежестким покрытием, кроме покрытия из асфальтобетона).

7.1.4 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.

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

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

7.1.7 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 (колодцев, закрытых канав, лотков и т.п.) с грунтовой поверхностью ЛП следует устраивать в виде пандуса с заглублением края покрытия (отмотки) в грунт на глубину, устанавливаемую расчетом. При этом крутизна пандуса должна быть не более 1:10.

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значения нормативных требований для категорий нормативных нагрузок		Метод контроля
	в/к, I, II и III	IV, V и VI	
1	2	3	4
В период строительства			
1. Все слои искусственных оснований и покрытий			
1.1. Высотные отметки по оси каждого ряда	Не более 5 %	Не более 10 %	Нивелирование
1.2. Поперечный уклон каждого ряда	результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до ± 15 мм, остальные - до ± 5 мм		Расчет по результатам исполнительной геодезической съемки
	То же, до $\pm 0,005$, остальные - до $\pm 0,002$ (но не выше норм годности)		
2. Основания, выравнивающие прослойки и покрытия (кроме сборных бетонных)			
2.1. Ширина ряда укладки: монолитных бетонных, армобетонных, железобетонных покрытий (оснований) и асфальтобетонных покрытий	То же, до ± 10 см, остальные - до ± 5 см		Измерение мерной лентой, рулеткой
всех остальных типов оснований, покрытий и выравнивающих прослоек из пескоцементной смеси	То же, до ± 20 см, остальные - до ± 10 см		
2.2. Прямолинейность продольных и поперечных швов покрытий	Не более 5 %	Не более 10 %	Измерение металлической линейкой по краю слоя
	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)		
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: цементобетонных оснований и всех типов покрытий	Не более 5 %	Не более 10 %	Измерение металлической линейкой по краю слоя
	результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до минус 7,5 %, остальные - до минус 5 %, но не более 10 мм		
всех остальных типов оснований и покрытий	То же, до минус 7,5 %, остальные - до минус 5 %, но не более 20 мм		То же
2.5. Коэффициенты уплотнения конструктивных слоев асфальтобетона	То же, до минус 0,003, остальные - до минус 0,02		По ГОСТ 12801-98*
2.6. Прочность бетона	Не ниже расчетного сопротивления растяжению при изгибе, соответствующего проектному классу прочности		По ГОСТ Р 53231-2008
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	Не более 2 %	Не более 5 %	По ГОСТ 30412
	результатов определений могут иметь значения просветов до 10 мм 14 мм остальные до 5 мм 7 мм		
всех типов покрытий и выравнивающих слоев	То же, до 6 мм 8 мм		То же

7.2 Искусственные основания

7.2.1 Для искусственных оснований и термоизоляционных слоев следует применять бетон тяжелый и мелкозернистый по ГОСТ 26633-91*, бетон легкий - по ГОСТ 25820-2000, жесткие бетонные смеси - по ТУ 218 РФ 620-90, асфальтобетон плотный, пористый и высокопористый - по ГОСТ 9128-2009, материалы щебеночные, гравийные и песчаные, не обработанные - по ГОСТ 25607-2009 и обработанные неорганическими - по ГОСТ 23558-94* и органическими вяжущими, щебень и гравий - по ГОСТ 3344-83**, ГОСТ 23845-86, песок - по ГОСТ 8736-93*, 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.

Т а б л и ц а 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 и щебень из гравия	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
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, тощий бетон	F 50	F 50	F 25
<p>П р и м е ч а н и е - 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.</p>			

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

Толщина противозаиливающей прослойки должна быть не менее размера наиболее крупных частиц используемого зернистого материала, но не менее 5 см.

7.2.4 Для местности с гидрогеологическими условиями второго типа, когда грунтовое основание состоит из недренирующих грунтов (глин, суглинков и супесей пылеватых), в конструкциях искусственных оснований следует устраивать дренирующие слои из материалов с коэффициентом фильтрации не менее 7 м/сут. Толщина дрениру-

ющих слоев из песков крупных и средней крупности должна соответствовать данным таблицы 7.3.

Т а б л и ц а 7.3

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

П р и м е ч а н и е - Толщину слоя указанную перед чертой, следует принимать для районов, расположенных в южной части дорожно-климатической зоны, за чертой - в северной части

Толщину дренирующих слоев из других материалов, в том числе с применением прослоек из синтетических нетканых материалов, следует определять расчетом.

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

7.3 Жесткие покрытия

7.3.1 Строительство жестких покрытий следует, как правило, выполнять однослойными из тяжелого бетона, отвечающего требованиям ГОСТ 26633-91* и настоящим норм.

Допускается применять двухслойные покрытия а также другие типы бетонов, отвечающие требованиям ГОСТ 26633-91*.

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

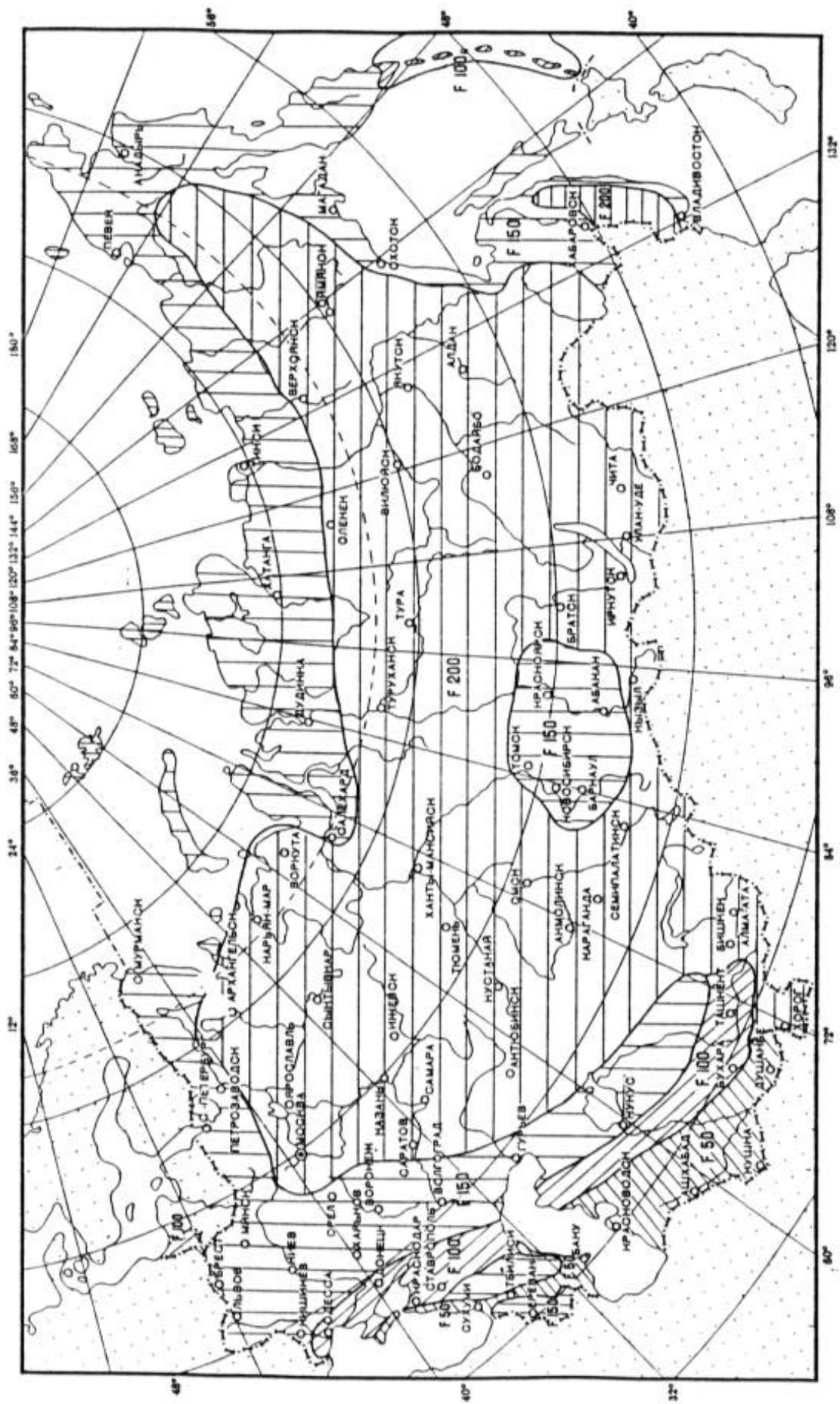
Т а б л и ц а 7.4

Аэродромное покрытие	Минимальный класс бетона по прочности на	
	сжатие	растяжение при изгибе
Монолитное покрытие из бетона, армобетона, железобетона (с ненапрягаемой арматурой)	30	Btb 4,0
Сборное из железобетонных предварительно напряженных плит, армированных: проволочной арматурой или арматурными канатами	30	Btb 4,0

Аэродромное покрытие стержневой арматурой	Минимальный класс бетона по прочности на	
	сжатие	растяжение при изгибе
	25	Вtb 3,6
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1. Для покрытий, рассчитанных на внекатегорийную нагрузку (табл. 7.8) следует применять бетон, класса не ниже Вtb 4,4 (B40)</p> <p>2. Для сборных предварительно напряженных железобетонных плит должно быть обеспечено дополнительное требование к минимальному проектному классу прочности бетона на сжатие: В 30 - для плит, армированных проволочной арматурой или арматурными канатами, и В 25 - для плит, армированных стержневой арматурой.</p> <p>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 Вtb 3,2 (B25).</p>		

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

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



покрытый Рисунок 7.1 - F

7.3.4 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 надлежит устанавливать в соответствии с требованиями СП 63.13330.2010.

7.3.5 Требуемую толщину монолитных жестких слоев следует определять расчетом.

Максимальную и минимальную толщину слоя жестких покрытий следует назначать с учетом технической возможности бетоноукладочных комплектов и принятой технологии строительства.

7.3.6 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 опоры, 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.

7.3.7 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, пленочных полимерных и других материалов). Применение пескобитумного коврика не допускается.

При устройстве двухслойных покрытий методом сращивания разделительная прослойка не устраивается.

7.3.8 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, 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 СНиП 23-01-99*.

7.4.3 В районах со сложными инженерно-геологическими 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 обуславливается шириной захвата бетоноукладочных машин и возможными перерывами в строительном процессе.

7.4.5 Швы расширения как правило необходимо устраивать при примыкании покрытий к другим сооружениям, а также при примыкании РД к ВПП и перрону, криволинейных участков к прямолинейным.

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

7.4.7 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

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

7.4.9 В основаниях из тощего бетона, керамзитобетона, песчаного (мелкозернистого) бетона, а также шлакобетона следует устраивать швы сжатия, расстояние между которыми должно быть не более 15 м.

Пр и м е ч а н и е - 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.

7.4.10 В деформационных швах покрытий необходимо применять стыковые соединения, обеспечивающие передачу нагрузки с одной плиты на другую. Вместо устройства стыковых соединений допускается усиливать краевые участки плит либо армированием, либо увеличением толщины плиты, обоснованным расчетом.

7.4.11 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).

7.4.12 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.

7.4.13 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.

7.4.14 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.

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.

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

Т а б л и ц а 7.5

Материал конструктивного слоя нежесткого покрытия и искусственного основания	Минимальная толщина слоя, см
Асфальтобетон при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес воздушных судов, МПа (кгс/см ²):	
менее 0,6 (6)	5
от 0,6 (6) до 0,7 (7)	7
св. 0,7 (7) « 1,0 (10)	9
« 1,0 (10)	12
Щебень, гравий, грунты, обработанные вяжущими	8
Щебень, обработанный органическими вяжущими по способу пропитки	8
Грунты и малопрочные каменные материалы, обработанные минеральными вяжущими	15
Щебень или гравий, не обработанные вяжущими и укладываемые на песчаное основание	15
<p>Примечания</p> <p>1 Максимальный размер зерна крупной фракции, применяемого в слое минерального материала, должен быть не менее чем в 1,5 раза меньше толщины конструктивного слоя.</p> <p>2 Допускается устройство асфальтобетонных слоев толщиной 9-12 см в два слоя из смеси того же качества при условии обеспечения сцепления между ними.</p>	

Т а б л и ц а 7.6

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, °С	Общая минимальная толщина асфальтобетонных слоев, см, 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	9	7	7	9	7	6
Ниже минус 5 до минус 15	12	9	7	9	7	6
Ниже минус 15, или число переходов температуры через 0 °С свыше 50 раз в год	16	13	7	12	9	7

7.5.3 Асфальтобетонные покрытия необходимо устраивать из асфальтобетонных смесей, отвечающих требованиям ГОСТ 9128-2009, или полимер-асфальтобетонных смесей в соответствии с ТУ 35-1669.

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 (или полимер-асфальтобетонные) смеси марки I, под нагрузки IV категории - марки не ниже II, под нагрузки V и VI категорий - не ниже III марки 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 9128-2009 и ГОСТ 22245-90*.

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

7.6 Усиление существующих покрытий

7.6.1 Необходимость и методы усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов следует устанавливать с учетом назначаемого класса аэродрома и категории нормативной нагрузки, а также в зависимости от состояния существующего покрытия, естественного и искусственного оснований и водосточно-дренажной сети, местных гидрогеологических условий, характеристик материалов существующего покрытия и основания, высотного положения поверхности покрытия.

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

П р и м е ч а н и е - В тех случаях, когда проведение испытаний не представляется возможным, допускается расчетные характеристики конструктивных слоев существующего покрытия определять по данным проекта с учетом категории разрушения, устанавливаемой на основании статистической обработки массовых данных о техническом состоянии аэродромных покрытий различных типов и видов.

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

Т а б л и ц а 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	Св.30	30 и более	От 20 до 30	Менее 20
IV	Не нормируется		Св.30	20 и более

П р и м е ч а н и я

- 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 процентного содержания разрушенных плит следует принимать: для ИВПП — среднюю полосу шириной, равной половине ширины ВПП 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.

7.6.3 При усилении покрытий следует предварительно устранить дефекты существующей конструкции, а также восстановить водосточно-дренажную сеть; в случае отсутствия сети - решить вопрос о необходимости ее устройства.

7.6.4 Жесткие покрытия могут усиливаться всеми типами жестких покрытий и асфальтобетоном исходя из наиболее эффективного использования несущей способности существующего покрытия с учетом конкретных условий.

Верхний несущий слой (слои) жестких монолитных покрытий, относящихся к III и IV категориям разрушения (таблица 7.7), как правило, перед усилением следует подвергать разборке. Следует рассматривать вариант усиления путем замены покрытий на центральных участках с одновременным устранением дефектов на других участках посредством выполнения ремонтных работ.

7.6.5 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.

7.6.6 При усилении монолитных жестких покрытий монолитным бетоном, армобетоном или железобетоном должны быть удовлетворены требования к двухслойным покрытиям согласно 7.3.7, 7.4.13 - 7.4.15. При числе слоев более двух нижним следует считать слой, расположенный непосредственно под верхним, а остальные слои - рассматривать как искусственные основания.

7.6.7 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.

7.6.8 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.

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

7.6.10 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.

7.7 Основные принципы расчета прочности покрытий

7.7.1 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 газоздушных струй авиадвигателей, если средняя скорость струи в зоне контакта с покрытием равна или более 100 м/с.

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.

7.7.2 Конструкции покрытий аэродромов гражданской авиации следует рассчитывать на нормативные нагрузки, категории и параметры которых приведены в таблицах 7.7 (для самолетов) и 7.8 (для вертолетов).

Допускается рассчитывать покрытия на воздействие нагрузок от воздушного судна конкретного типа.

Покрытия аэродромов других ведомств должны рассчитываться на нагрузки, параметры которых устанавливаются иными нормативными документами.

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

7.7.4 Данные о прочности покрытий аэродромов гражданской авиации следует представлять классификационными числами искусственных покрытий (PCN) в соответствии с классификацией, установленной Международной организацией гражданской авиации (ИКАО).

В случаях отклонений характеристик покрытий от проектных, подтвержденных данными операционного контроля при строительстве, классификационное число PCN следует определять на основе данных испытаний покрытий и оснований пробными нагрузками.

7.7.5 Покрытия аэродромов по степени воздействия нагрузок воздушных судов и несущей способности подразделяются на группы участков в соответствии с рекомендуемым приложением П. Приведенные на нем схемы могут уточняться в зависимости от назначения и ведомственной принадлежности аэродромов, при этом участки покрытий, предназначенные для систематического руления воздушных судов, следует относить к группе А и подгруппе А1.

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

Конструкции (фермы, балки, прогоны и др.) вертолетных взлетно-посадочных площадок, располагаемых на буровых платформах, зданиях и других сооружениях, следует рассчитывать на сосредоточенную нагрузку от максимальной взлетной массы вертолета с коэффициентом перегрузки 1,5.

Толщину покрытий отмопок и укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, следует рассчитывать как для участков группы В, подгруппы В3 (рисунки П.1, П.2 приложения П).с учетом примечания 3 к таблице 7.8.

Т а б л и ц а 7.8

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	1,5	Четырехколесная
I	700	1,0	
II	550		
III	400		
IV	300		
V	80	0,6	Одноколесная
VI	50	0,4	
<p>Примечания</p> <p>1 Расстояния между пневматиками четырехколесной опоры приняты равными 70 см между смежными колесами и 130 см - между рядами колес.</p> <p>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.</p> <p>3 Для покрытий отмопок и укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, нормативная нагрузка умножается на коэффициент 0,5.</p>			

Т а б л и ц а 7.9

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
<p>Примечания</p> <p>1 Основная опора - одноколесная.</p> <p>2 При назначении конструктивных требований к вертодромам и их элементам нагрузки тяжелых вертолетов (со взлетной массой св. 15 т) приравниваются к III категории нормативной нагрузки, средних (от 5 до 15 т) - к V категории, легких (менее 5 т) - к VI категории.</p>		

7.7.6 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 7.10.

Т а б л и ц а 7.10

Группа участков аэродромных покрытий	Коэффициент разгрузки γ_f	Коэффициент динамичности k_d при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес, МПа (кгс/см ²)		
		1,0 (10) и менее	св. 1,0 (10) до 1,5 (15)	св. 1,5 (15)
A	1	1,2	1,25	1,3
B	1	1,1	1,15	1,2
B и Г	0,85	1,1	1,1	1,1
<p>Примечание – При расчете нежестких покрытий для всех участков и давлений воздуха в пневматиках колес коэффициент динамичности принимают равным 1,1</p>				

7.8 Расчет жестких аэродромных покрытий

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

$$m_d \leq m_u, \quad (7.1)$$

где m_d — расчетный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 7.8.2;
 m_u — предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 7.8.4.

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

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

где $m_{c, \max}$ — максимальный изгибающий момент при центральном нагружении плиты, кН · 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 ряды колес, дающие в сумме отрицательное значение изгибающего момента в расчетном сечении:

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

где k — переходный коэффициент от изгибающего момента при центральном нагружении к моменту при краевом нагружении 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 М.1;

k_N — коэффициент, учитывающий накопление остаточных прогибов в основании из материалов, не обработанных вяжущими, и принимаемый равным 1,1 для участков группы А и перронов; для оснований из материалов, обработанных вяжущими, а также для участков групп Б (кроме перронов), В и Г независимо от вида оснований 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 М.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, кН · м/м:

$$m_1 = F_{ij} f(\alpha),$$

где n_k — число колес на опоре;

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

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

где F_d — расчетная нагрузка на колесо, кН:

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

где $f(\alpha)$ — функция, значение которой приведено в таблице М.1:

$$f(\alpha) = f \left(\frac{R_e}{l} \right) ,$$

где R_e — радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м:

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

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

l — упругая характеристика плиты, м:

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

где F_n — нормативная нагрузка на основную опору расчетного воздушного судна, кН;

k_d, γ_f — коэффициенты соответственно динамичности и разгрузки, определяемые по таблице 7.10;

K_s — расчетный коэффициент постели однородного грунтового основания, МН/м³, определяемый в соответствии с приложением Е. 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 Ж;

\bar{m}_i, \bar{m}_j — единичные изгибающие моменты, действующие в расчетном сечении плиты, от воздействия i -го колеса опоры воздушного судна, определяемые по таблице М.2 в зависимости от координат $\xi = \frac{x}{l}$ и $\eta = \frac{y}{l}$, 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, кН · м²/м, отнесенная к единице ширины ее сечения и определяемая в соответствии с п. 7.8.3.

П р и м е ч а н и е – Для многоколесных опор необходимо путем пробных расчетов найти колесо, под центром отпечатка которого возникает максимальный изгибающий момент.

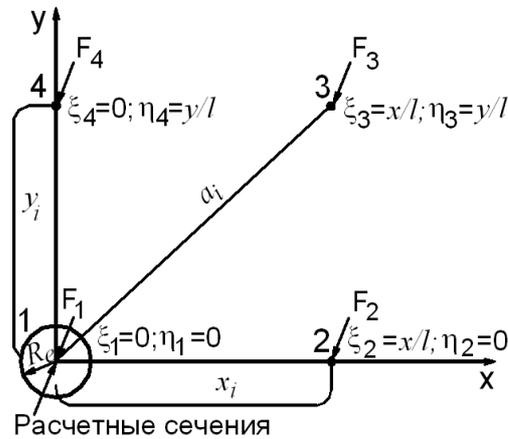


Рисунок 7.2 - Расчетная схема параметров загрузки опор воздушного судна

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

$$B = 0,085 E_b t^3, \quad (7.3)$$

для сечений железобетонных плит с ненапрягаемой арматурой

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

где E_s — модуль упругости арматуры, МПа, принимаемый согласно СП 63.13330.2010;

E_b — начальный модуль упругости бетона, МПа, принимаемый по таблице Л.1;

A_s — площадь сечения растянутой арматуры на единицу ширины сечения плиты, m^2/m ;

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:

$$h_0 = t - t_{pr} - d,$$

где t — толщина плиты, м;

x — высота сжатой зоны бетона в сечении, м:

$$x = \left(-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta_0 h_0} \right),$$

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

где 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 s , параллельной рассматриваемому сечению, к толщине плиты t :

$\frac{l_0}{t}$	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 , кН · м/м, на единицу ширины сечения следует определять по формулам:
для бетонных и армобетонных покрытий

$$m_u = \gamma_c R_{btb} \frac{t^2}{6} k_u k_r , \quad (7.5)$$

для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой

$$m_u = \gamma_c A_s R_s (h_0 - \frac{x}{3}) , \quad (7.6)$$

для железобетонных предварительно напряженных плит

$$m_u = \gamma_c (R_{btb,ser} \frac{t^2}{6} k_u + m_r) , \quad (7.7)$$

где γ_c — коэффициент условий работы покрытий, принимаемый по таблице 7.11;
 $R_{btb}, R_{btb,ser}$ — расчетные сопротивления бетона растяжению при изгибе, МПа, принимаемые по таблице Л.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, который следует принимать равным 20 годам:

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

m_r — момент, кН · 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 63.13330.2010.

k_r — коэффициент, учитывающий износ покрытия в период эксплуатации, принимаемый по таблице П.1, приведенной в приложении П.

Т а б л и ц а 7.11

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	1,00	1,30	0,95	0,95	1,25	0,90	0,90	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

$$U_d = \sum_{i=1}^{n_i} U_{ei} \quad (7.8)$$

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

$$U_{ei} = 10^{\left\{ \frac{m_{cd}}{m_{ci}} \cdot \left[\lg U_i + 12 \left(\frac{m_{ci}}{m_{cd}} - 1 \right) \right] \right\}} \quad (7.9)$$

n_i — число учитываемых типов воздушных судов;

m_{ci}, m_{cd} — центральные моменты соответственно от нагрузок i -го и расчетного воздушных судов, определяемые в соответствии с п. 7.8.2;

$U_i = n_a N_i$ — число приложений нагрузки от опоры i -го воздушного судна;

n_a — число осей на основной опоре воздушного судна;

N_i — число взлетов воздушного судна за проектный срок службы покрытия.

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

$$a_{crc} \leq 0,3, \quad (7.10)$$

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

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

$$a_{crc} = 1000 \frac{\sigma_s}{E_s} a_c \quad (7.11)$$

где σ_s — величина напряжения в растянутой арматуре, МПа:

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

где a_c — расстояние между трещинами, м;

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

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

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

где 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 М.4.

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

$$m_{d,sup} = \frac{k' m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} , \quad (7.12)$$

- в плитах нижнего слоя покрытий с совмещенными швами

$$m_{d,inf} = k' m_{c,max} - m_{d,sup} , \quad (7.13)$$

- в плитах верхнего слоя покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d,sup} = \frac{k_1 m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} , \quad (7.14)$$

- в плитах нижнего слоя покрытия с несовмещенными швами

$$m_{d,inf} = \frac{m_{c,max}}{1 + \frac{B_{sup}}{B_{inf}}} \quad (7.15)$$

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

B_{sup} , B_{inf} — жесткость плит соответственно верхнего и нижнего слоев, отнесенная к единицам ширины их сечений и вычисляемая согласно п. 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 рекомендуемым приложением Ж, если слой основания предусматривают из неукрепленных материалов, и в соответствии с рекомендуемым приложением Р, 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

$$\lambda_d \leq \gamma_c \lambda_u \quad (7.16)$$

где λ_d — расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки, определяемый в соответствии с п. 7.9.2;

γ_c — коэффициент условий работы, принимаемый для групп участков аэродромных покрытий (см. рис. П.1, приведенный в приложении П): А - 1; Б и В - 1,05; Г - 1,1;

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

Если в результате расчета общая толщина нежесткой конструкции превышает 50 см, модули упругости связных грунтов, равные 24 МПа (240 кгс/см²) и менее, следует повысить: на 5 % — при толщине конструкции от 51 до 75 см, 10 — при толщине от 76 до 100 см, 15 — при толщине от 101 до 125 см и на 20 % — при толщине свыше 125 см.

7.9.2 Расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки определяют по формуле

$$\lambda_d = 0,9 \frac{P_a}{E_{ed}} \quad (7.17)$$

где P_a — внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, МПа;
 E_{ed} — эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции, включая грунтовое основание, МПа:

$$E_{ed} = E_{mt} \Psi_k,$$

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

$$E_{mt} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + \dots + E_n t_n}{t_{tot}} \quad ,$$

где Ψ_k — коэффициент, определяемый по номограмме рисунка М.5:

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

где E_1, E_2, \dots, E_n — расчетные модули упругости отдельных конструктивных слоев, МПа;

t_1, t_2, \dots, t_n — толщина 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 пневMATИКА одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый в соответствии с п.7.9.5.

7.9.3 Предельный относительный прогиб покрытия λ_d принимают по графикам рисунка Н.6 обязательного приложения Н в зависимости от вида грунта, давления воздуха в пневматиках колес и приведенной повторяемости приложения нагрузки N_r , вычисляемой в соответствии с п.7.9.6.

Величины предельных относительных прогибов, принимаемые по графикам рисунка М.6, 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

$$\sigma_r \leq \gamma_c R_d \quad (7.18)$$

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

$$\sigma_r = \gamma_c P_a \quad ,$$

где 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 Л.2;

γ_c — удельное растягивающее напряжение при изгибе, определяемое по номограмме рисунка М.7:

$$\bar{\sigma}_r = f\left(\frac{E_{ab}}{E_e}; \frac{t_{ab}}{D_{e1}}\right),$$

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

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

$$E_e = E_m \Psi_k,$$

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

Ψ_k — коэффициент, определяемый по номограмме рисунка М.5, принимая вместо величин E_{mt} и E_{ed} соответственно величины E_m и E_e :

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

где D_{e1} — диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки для асфальтобетонного слоя (слоев), определяемый в соответствии с п.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 круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, вычисляют по формуле

$$D_{e1} = 2 \sqrt{\frac{F_e}{\pi p_a}}, \quad (7.19)$$

где F_e — одноколесная эквивалентная нагрузка, кН, заменяющая силовое воздействие многоколесной опорной нагрузки, которую принимают равной F_d при

$t_{tot} \leq \frac{a}{2}$, F_n при $t_{tot} \geq 2a_d$, а в остальных случаях определяют по формуле

$$F_e = 10^{\frac{\lg n_k - \lg \frac{2t_{tot} + \lg F_d}{a}}{\lg \frac{4a_d}{a}}},$$

где F_d, n_k — см. п. 5.52;

p_a, F_n — см. п. 5.47;

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

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

где a_t, a_d — соответственно расстояние между осями ближайших колес в опоре и максимальное расстояние между колесами в главной опоре, м, принимаемые рисунку М.8 в зависимости от схемы расстановки колес в опоре;

t_{tot} — суммарная толщина слоев нежесткой конструкции, м, для которых определяется F_e

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

$$N_r = \sum_{i=1}^{n_j} N_i n_a k_n, \quad (7.20)$$

где N_i — среднесуточное число взлетов i -го воздушного судна;

n_j — число типов воздушных судов, включая расчетное;

n_a — число осей в расчетной опоре; в расчете прочности по предельному относительному прогибу принимают $n_a = 1$;

k_n — коэффициент приведения нагрузок

$$k_n = \left(\frac{P_{a_i}}{P_{a_d}} \right)^a \cdot \left(\frac{D_{e_i}}{D_{e_d}} \right)^{0.51(2.55a+1)}, \quad (7.21)$$

где a — постоянная, характеризующая усталостные свойства материалов (в среднем она равна 5,5 для горячего асфальтобетона, 19 — для цементогрунта и 2,5 — для холодных битумно-дегтевых смесей);

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 (7.19) отдельно при расчете асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе и при расчете прочности конструкции по предельному относительному прогибу.

7.10 Расчет усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов

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

$$m_{d,sup} \leq m_{u,sup}, \quad (7.22)$$

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

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

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

$$m_{d,sup} = \frac{k_x k_1 m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \quad (7.23)$$

при усилении существующего железобетонного покрытия слоем из монолитного железобетона

$$m_{d, \text{sup}} = \frac{k_1 k m_{c, \text{max}}}{1 + \frac{B_{\text{inf}}}{B_{\text{sup}}}} \quad (7.24)$$

где $m_{c, \text{max}}$ — наибольший изгибающий момент, кН · м/м, в бесконечной плите с суммарной жесткостью, определяемой по п.7.8.2;
 k_1 — коэффициент, определяемый по п.7.8.8;
 k_x — коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах и принимаемый по рисунку М.2;
 $B_{\text{inf}}, B_{\text{sup}}$ — жесткость соответственно нижнего (существующего) и верхнего слоев покрытия, определяемая для средней зоны плит;
 k — коэффициент, определяемый по рисунку М.1.

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

При усилении монолитных бетонных или армобетонных покрытий слоем из монолитного бетона или армобетона необходимо руководствоваться указаниями п. 7.8.8 по расчету двухслойных покрытий с несовмещенными швами.

7.10.3 При определении жесткости и предельного изгибающего момента бетонных и армобетонных слоев усиления 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 $K_s = 600 \text{ МПа/м}^3$ (60 кгс/см^3).

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

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

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..... $t_{ed} = 1,10t_{pd}$

0,30..... $t_{ed} = 1,21t_{pd}$

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

0,40..... $t_{ed} = 1,41t_{pd}$

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

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

E, E_{ab} — модули упругости бетона и асфальтобетона, принимаемые по таблицам Л.1 и Л.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 М.4.

7.10.6 Расчет 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.

7.10.7 Техническое обслуживание аэродромных покрытий следует проводить в течение всего периода эксплуатации с целью обеспечения требований упомянутых в пункте 6.13.

7.10.8 Возникшие дефекты (например трещины, сколы, шелушение бетона) должны устраняться по мере их появления методами технического ремонта, поврежденная герметизирующая конструкция в деформационных швах должна восстанавливаться после обязательной их прочистки. Необходимо оценивать чистоту швов на всю толщину плит с помощью контрольного бурения кернов в осенне-зимний период при неудовлетворительной оценке следует предусматривать устройство дополнительных компенсационных швов. Конструкцию швов и их количество назначают на основе расчета.

7.10.9 Через каждые 5 лет следует определять численные фактические значения критериев эксплуатационной пригодности аэродромных покрытий:

- прочности
- ровности
- сцепных качеств.

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

8 Водоотводные и дренажные системы

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

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

П р и м е ч а н и е – Требования настоящего раздела распространяются также на проектирование вертодромов.

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

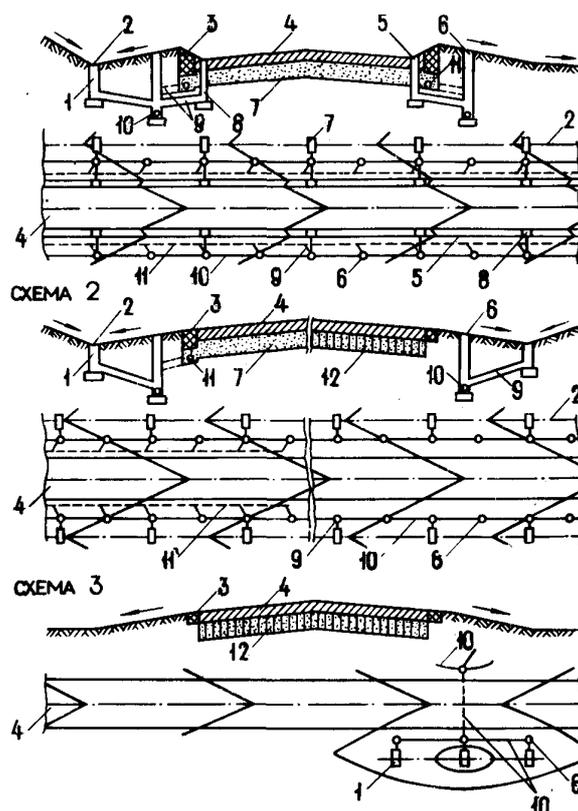
Глубинные дрены при необходимости допускается использовать и для отвода воды из дренирующих слоев оснований.

В случае поступления подземных вод или верховодки 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 С.

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, топографических и других местных условий. Следует принимать одну из принципиальных схем, приведенных на рис. 8.1. Допускается принимать сочетание указанных схем или вносить в них изменения применительно к конкретным инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям района расположения аэродрома.



1 — тальвежный колодец; 2 — грунтовый лоток; 3 — отсotka; 4 — покрытие; 5 — лоток в кромке покрытия; 6 — смотровой колодец; 7 — основание с дренирующим слоем; 8 — дождеприемный колодец; 9 — перепуск; 10 — коллектор; 11 — закромочная дрена; 12 — основание без дренирующего слоя

Рисунок 8.1 - Схемы водоотводных и дренажных систем аэродромов (поперечный профиль и план)

8.5 Схему 1 следует применять для аэродромов, располагаемых во II и III дорожно-климатических зонах, а также в I зоне при отсутствии в районе строительства вечномерзлых грунтов; при наличии в естественном основании глинистых или пылеватых грунтов, склонных к пучению; при ширине склона покрытия ИВПП или площадок (специального назначения, МС и др.) свыше 40 м.

Схему 2 следует применять для аэродромов: располагаемых во II и III дорожно-климатических зонах при песчаных и супесчаных грунтах, а также в IV зоне при глинистых и суглинистых грунтах естественного основания; с жестким покрытием из сборных плит.

Схему 3 следует применять для аэродромов, располагаемых: во II и III, а также I (при отсутствии в районе строительства вечномерзлых грунтов) дорожно-климатических зонах, в которых естественные основания сложены песчаными грунтами, несклонными к эрозии; в IV и V дорожно-климатических зонах при всех видах грунтов естественного основания, несклонных к эрозии, просадке и набуханию.

8.6 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 виде исключения;
- сброс воды из водоотводных и дренажных систем должен производиться в естественный водоем или на поверхность рельефа, при этом должны выполняться требования охраны окружающей природной среды, изложенные в разделе 10.

Элементы водоотводных и дренажных систем

8.7 Лотки, располагаемые по кромкам искусственных покрытий, следует проектировать как открытыми треугольного поперечного профиля, так и закрытыми. Ширину открытых лотков следует принимать в соответствии с шириной лотковых плит, а глубину лотка по оси определять гидравлическим расчетом, но принимать не менее 8 см.

8.8 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.

Ось грунтового лотка должна быть расположена на расстоянии от кромок покрытий ИВПШ не менее 25 м. РД - не менее 10 м.

8.9 По оси открытых лотков, располагаемых по кромкам искусственных покрытий, следует предусматривать дождеприёмные колодцы, 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 по табл. 8.1 и 8.2 и уточнять в соответствии с гидравлическими расчетами.

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

Т а б л и ц а 8.1

Элементы аэродрома, с которых происходит сток воды в лотки	Расстояния между дождеприемными колодцами, м, при продольных уклонах дна лотка	
	от 0,003 до 0,005	св. 0,005
Двухскатные ИВПШ и площадки с шириной покрытий менее 50 м	От 100 до 150	Св. 150 до 200
Односкатные ИВПШ и площадки с шириной покрытий от 50 до 60 м при А, мм/мин:	от 2 до 3	Св.125 до 175
	от 3 до 4	Св.125 до 150

П р и м е ч а н и е – А – метеорологический параметр, характеризующий интенсивность расчетных дождей принятой повторяемости в районе проектируемого аэродрома и определяемый по рекомендуемому приложению С.

Т а б л и ц а 8.2

Элементы аэродрома, с которых происходит сток воды в грунтовые лотки	Расстояния между тальвежными колодцами, м, при продольных уклонах дна грунтового лотка	
	от 0,005 до 0,008	св. 0,008 до 0,015
Двухскатные ИВПП и площадки с шириной покрытий до 60 м, грунтовые обочины шириной 25 м	<u>От 100 до 150</u> " 150 " 200	<u>От 100 до 125</u> " 200 " 250
Односкатные ИВПП и площадки с шириной покрытий до 60 м, грунтовые обочины шириной 25 м при А, мм/мин: от 2 до 3	<u>От 125 до 150</u> " 150 " 250	<u>От 100 до 125</u> " 200 " 250
	от 3 до 4 <u>От 100 до 125</u> " 150 " 250	<u>От 75 до 100</u> " 200 " 300
Двухскатные и односкатные РД, площадки шириной до 25 м, грунтовые обочины шириной менее 25 м	<u>От 150 до 200</u> " 150 " 250	<u>От 100 до 150</u> " 200 " 300

П р и м е ч а н и я

1 Над чертой указаны расстояния при песчаных и супесчаных грунтах, под чертой – при глинистых и суглинистых.

2 При проектировании лотка в лотке или осушителей, располагаемых по оси лотков, а также при продольных уклонах менее 0,005 расстояния между тальвежными колодцами следует принимать от 75 до 100 м.

Глубину укладки труб (расстояние от поверхности грунта до верха трубы) 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 1,5м допускается укладывать трубы коллектора в зоне промерзания, при этом следует предусматривать максимально возможное по условиям местности число сбросов воды в водоприемники, а также теплоизоляцию труб.

8.11 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, м, при диаметре труб коллектора:

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

8.12 При проектировании закрочных 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 более 150 мм;
- длину дрен и осушителей принимать от 50 до 125 м;

- предусматривать фильтрующую обмотку зазоров между трубами или отверстий в трубах водопроницаемыми геотекстильными (неткаными, ткаными, плетеными) и другими материалами;

- фильтрующую обсыпку вокруг дрен и осушителей осуществлять по принципу обратного фильтра;

- 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 табл.21.

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

8.14 Соединения труб коллекторов с оголовками следует предусматривать эластичные.

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.

8.15 Водоотводные канавы следует располагать за пределами летного поля аэродрома, как правило, по кратчайшим расстояниям от выходных оголовков коллекторов до водоприемников.

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.

8.16 Для перехвата и отвода поверхностных вод, поступающих со смежных с аэродромом водосборных площадей, надлежит проектировать нагорные канавы, располагаемые на расстоянии не менее 30 м от внешних границ спланированной части летной полосы, а также от кромок искусственных покрытий МРД, РД, МС, перронов и спецплощадок.

8.17 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.

8.18 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.

8.19 Скорость движения воды в грунтовых лотках, водоотводных и нагорных канав, 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 вяжущи-

ми, 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; коллекторов, укладываемых вне зоны промерзания грунтов 0,003
- открытых грунтовых лотков; трубчатых осушителей, располагаемых по оси грунтовых лотков; труб закрывочных дрен и дренажных систем 0,005
- перепусков к коллектору от дождеприемных колодцев от 0,020 до 0,030
- то же, от тальвежных колодцев от 0,005 до 0,030
- водоотводных канав 0,002

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

П р и м е ч а н и е – Продольный уклон водоотводных канав допускается принимать менее 0,002, если гидравлический расчет подтверждает незаиливаемость канав.

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

8.21.1 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°C) 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°C 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.

8.21.2 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 тальми 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.

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

- крупнообломочных слабодльдистых ($i_i < 0,20$) 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.

8.21.4 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.

8.21.5 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.

8.21.6 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.

8.21.7 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.

8.21.8 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 наледей 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 - " " " " " св. 25 до 50 м;
- 1250 мм - " " " " " " 50 " 75 м;
- 1500 мм - " " " " " " 75" 100 м.

8.21.9 Для аэродромов, располагаемых на участках с пучинистыми грунтами, следует проектировать водоотводные, а при необходимости - и дренажные системы. Водоотвод надлежит проектировать, как правило, по схеме 1 (см. п.8.5). При этом:

- следует предусматривать укладку дренирующей прослойки из синтетического нетканого материала на спланированное и уплотненное грунтовое основание с выпуском полотнищ в закрываемые дренажные трубы и оберты трубами, а толщину дренирующих слоев из песков крупных и средней крупности, устраиваемых на готовой дренирующей прослойке из синтетического нетканого материала, надлежит принимать по расчету в соответствии с приложением Т;

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

- тальвежные колодцы должны иметь гладкие наклонные стенки;

- глубина расположения днища смотровых и тальвежных колодцев или их оснований из непучинистых материалов должна быть ниже глубины промерзания грунта, очищенного от снежного покрова;

- вокруг смотровых и тальвежных колодцев, а также оголовков труб следует предусматривать обсыпку несмерзающимся крупнозернистым каменным материалом толщиной не менее 20 см;

- 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.

8.21.10 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 10 м от кромок покрытий 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 СНиП 3.04.01.

8.21.11 При агрессивных к бетону и асбестоцементу засоленных грунтах и подземных водах необходимо предусматривать обмазочную изоляцию труб коллекторов, внешних поверхностей смотровых и тальвежных колодцев в соответствии с требованиями СНиП 3.04.01.

Для перепусков надлежит использовать, как правило, полиэтиленовые трубы.

9 Охрана окружающей среды

9.1 При выборе участка для строительства аэродрома и разработке вариантов конструкции аэродромных покрытий следует учитывать степень воздействия аэродрома на окружающую воздушную, водную и наземную среду как в период строительства, так и во время эксплуатации, отдавая предпочтение решениям, оказывающим минимальное воздействие на окружающую среду.

9.2 При строительстве аэродромов (вертодромов) должны осуществляться природоохранные мероприятия, направленные на предупреждение возникновения и активизации неблагоприятных для строительства и эксплуатации аэродромов процессов. В состав природоохранных мероприятий необходимо включать инженерные решения, предусматривающие:

- компенсацию тепло- и массообмена окружающей среды, измененной при подготовке и освоении территории;

- ограничение и регулирование развития криогенных процессов; организацию и регулирование снежного покрова, ливневых и технологических стоков;
- биологическую рекультивацию растительного покрова;
- ограничение и регулирование термоабразии.

9.3 Природоохранные мероприятия, предусматриваемые при строительстве и эксплуатации аэродромов, должны удовлетворять требованиям действующего законодательства по вопросам охраны окружающей среды, основ земельного законодательства, основ законодательства о недрах, действующих постановлений, положений, правил, нормативов, инструкций и методических указаний, утвержденных соответствующими органами в их развитии.

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

9.5 При строительстве (расширении) аэродрома должна быть произведена срезка плодородного слоя почвы с целью последующего использования его для восстановления (рекультивации) нарушенных или малопродуктивных сельскохозяйственных земель, озеленения района застройки.

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

9.7 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 объекта, и сообщить об этом в соответствующий орган управления.

9.8 Перед приемкой законченного строительством аэродрома (его участка) прилегающие к аэродрому леса, другие массивы растительности, а также берега и дно водоемов и водотоков должны быть полностью очищены от отходов, образовавшихся при производстве работ.

9.9 Земельные участки, отводимые на период строительства аэродрома для размещения временных производственных баз, временных подъездных дорог и для других нужд строительства, после его завершения подлежат возврату тем землепользователям, у которых эти участки были изъяты, после их восстановления в установленном порядке.

9.10 Вновь строящиеся аэродромы (вертодромы) необходимо размещать за пределами городов и населенных пунктов. При этом расстояния от границ летного поля аэродрома (вертодрома) до границ селитебной территории следует определять в каждом конкретном случае с учетом:

- обеспечения безопасности полетов воздушных судов;
- допустимых максимальных и эквивалентных уровней авиационного шума, установленных ГОСТ 22283;
- типов воздушных судов, эксплуатируемых на данном аэродроме; интенсивности их полетов;
- количества ВПП на аэродроме;
- расположения границ селитебной территории по отношению к ВПП;
- рельефа, температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, а также других местных условий.

9.11 За расчетное приближение границы селитебной территории к летному полю аэродрома (вертодрома) следует принимать наибольшее расстояние, полученное на основе учета факторов обеспечения безопасности полетов, допустимых уровней авиационного шума или интенсивности облучения от источников электромагнитных излучений.

9.12 Для вновь строящихся аэродромов расстояния от границ летного поля до границ селитебной территории с учетом их перспективного расширения, размещение в районах аэродромов, в границах и вне границ воздушных подходов к ним зданий, сооружений, включая линии связи, высоковольтные линии электропередачи, радиотехнические и другие объекты, которые могут угрожать безопасности полетов воздушных судов или создавать помехи для нормальной работы радиотехнических средств аэродромов, а также порядок согласования размещения этих объектов необходимо принимать с учетом требований СНиП 2.07.01. При этом, если трасса полетов не пересекает границу селитебной территории, следует также обеспечивать минимальное расстояние между горизонтальной проекцией трассы полетов по маршруту захода на посадку и границей селитебной территории для аэродромов с длиной ВПП 1500 м и более — 3 км, остальных — 2 км.

9.13 Посадочные площадки вертолетов должны располагаться не ближе 2 км от селитебной территории в направлении взлета (посадки) и иметь разрыв между боковой границей ЛП (посадочной площадки) и границей селитебной территории не менее 0,3 км.

9.14 Основными видами вредных воздействий аэродрома на людей, животных, растительность, окружающую среду (атмосферный воздух, водоемы, ландшафт и почвы) являются:

- акустические (воздействия шума авиационных двигателей и двигателей наземной техники);
- электромагнитные поля, создаваемые стационарными и передвижными радиотехническими средствами;
- загрязнение атмосферного воздуха, почв, подземных вод и водоемов объектами строительства и эксплуатации аэродрома;
- нарушение почвенного покрова и гидрологического режима поверхностных и подземных вод.

9.15 Уровень акустического воздействия на территориях жилой и иной застройки вблизи аэродрома не должен превышать определенных значений, нормируемых ГОСТ 22283.

9.16 Допустимые параметры авиационного шума для аэродромов, размещенных вблизи территории заповедных и охраняемых зон, должны устанавливаться с обязательным согласованием с местным территориальным органом охраны окружающей среды.

9.17 Для защиты обслуживающего персонала, пассажиров и местного населения от воздействия электромагнитных излучений необходимо вокруг устанавливаемого радиотехнического средства устраивать санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны ограничения застройки (ЗОЗ). Размеры этих зон должны определяться расчетами в соответствии с ведомственными нормативными документами.

9.18 В пределах СЗЗ и ЗОЗ новое жилое строительство не допускается, но существующая жилая застройка может быть сохранена при условии проведения обоснованного расчетом комплекса мероприятий по защите населения, предусматривающего: выделение секторов с пониженной до безопасного уровня мощностью излучения; применение специальных экранов из радиозащитных материалов; использование защитных лесопосадок; систематический контроль уровней излучения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.006 и другие мероприятия.

9.19 Концентрация загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при производстве строительных работ, а также из двигателей воздушных судов и наземного транспорта при эксплуатации аэродрома (фоновое загрязнение), не должна превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых санитарными нормами.

9.20 Аэродромы с длиной ВПП 1500 м и более, имеющие системы водоотвода с искусственных покрытий и дренажа подземных и поверхностных сточных вод (ливне-

вых и талых), должны быть оборудованы локальными сооружениями для механической, биологической и иной очистки загрязненных вод.

9.21 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.

9.22 Состав очистных сооружений, их эффективность и производительность должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.03, СНиП 3.05.04 и ведомственных нормативных документов по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока дождевых и талых вод с территории аэропортов.

9.23 Сброс поверхностного стока дождевых, талых и дренажных вод в городскую систему канализации должен по номенклатуре и количественному составу загрязняющих веществ удовлетворять требованиям Правил приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов и учитывать требования владельца очистных сооружений населенного пункта.

9.24 Аэродром, принятый в эксплуатацию, должен иметь экологический паспорт, составленный в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04.

9.25 При подготовке предпроектных обоснований инвестиций в строительство аэродрома или при разработке технико-экономического обоснования строительства, реконструкции или расширении аэродрома должна быть выполнена оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой деятельности аэропорта, а также разработаны практические мероприятия, гарантирующие обществу экологическую безопасность.

9.26 Материалы ОВОС должны содержать оценку возможных аварийных ситуаций и перечень мероприятий по ограничению и ликвидации последствий аварийных ситуаций, обеспечивающих безопасность людей и окружающей природной среды, в соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов.

Нормативные документы

В настоящих нормах использованы ссылки на следующие нормы и стандарты.

СНиП 23-01-99*	Строительная климатология и геофизика
СП 22.13330.2011	Основания зданий и сооружений
СНиП 2.03.01-84*	Бетонные и железобетонные конструкции
СНиП 2.04.03-85	Канализация. Наружные сети и сооружения
СП 42.13330.2011	Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
СП 16.13330.2011	Стальные конструкции
СНиП 32-04-97	Тоннели железнодорожные и автодорожные
СНиП 3.03.01-87	Несущие и ограждающие конструкции
СНиП 3.04.01-87	Изоляционные и отделочные покрытия
СНиП 3.05.04-85*	Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации
ГОСТ 3344-83**	Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия
ГОСТ 5180-84	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
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 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12801-98*	Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний
ГОСТ 17.0.0.04-90	Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения
ГОСТ 18105-86	Бетоны. Правила контроля прочности
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 23558-94*	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия
ГОСТ 23845-86	Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ. Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 25100-95	Грунты. Классификация
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

ГОСТ 25912.4-91	для аэродромных покрытий. Конструкция 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 сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием
ТУ 35-1669-88	Вяжущие полимерно-битумные на основе ДСТ и полимер-асфальтобетон
изменения № 1 и № 2	
ТУ 218 РФ 620-90	Смеси бетонные жесткие для строительства цементобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

Приложение Б (справочное) **Термины и определения**

В настоящем документе использованы следующие термины с соответствующими определениями.

Аэродром (вертодром) - земельный или водный участок, специально подготовленный и оборудованный для обеспечения взлета, посадки, руления, стоянки и обслуживания воздушных судов.

Летное поле аэродрома - часть аэродрома, на которой расположены одна или несколько летных полос, рулежные дорожки, перроны и площадки специального назначения.

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.

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).

Рулежная дорожка (РД) - часть летного поля аэродрома, специально подготовленная для руления и буксировки воздушных судов. РД могут быть магистральные (МРД), соединительные, вспомогательные.

Перрон - часть летного поля аэродрома, предназначенная для размещения воздушных судов а целях посадки и высадки пассажиров, погрузки и выгрузки багажа, почты и грузов, а также других видов обслуживания.

Место стоянки воздушного судна (МС) - часть перрона или площадки специального назначения аэродрома, предназначенная для стоянки воздушного судна с целью его обслуживания и хранения.

Аэродромные сооружения включают в себя грунтовые элементы летного поля, грунтовые основания, аэродромные покрытия, водоотводные и дренажные системы, а также специальные площадки и конструкции.

Грунтовые основания - спланированные и уплотненные местные или привозные грунты, предназначенные для восприятия нагрузок, распределенных через конструкцию аэродромного покрытия.

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 газоздушных 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.

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.

Специальные конструкции (струеотклоняющие щиты, швартовочные и заземляющие устройства, заглубленные каналы, колодцы, светосигнальное оборудование и др.), воспринимающие усилия от ветровых, колесных нагрузок, газоздушных струй авиадвигателей и др., предназначены для обеспечения нормальной безопасной эксплуатации воздушных судов на различных участках аэродрома.

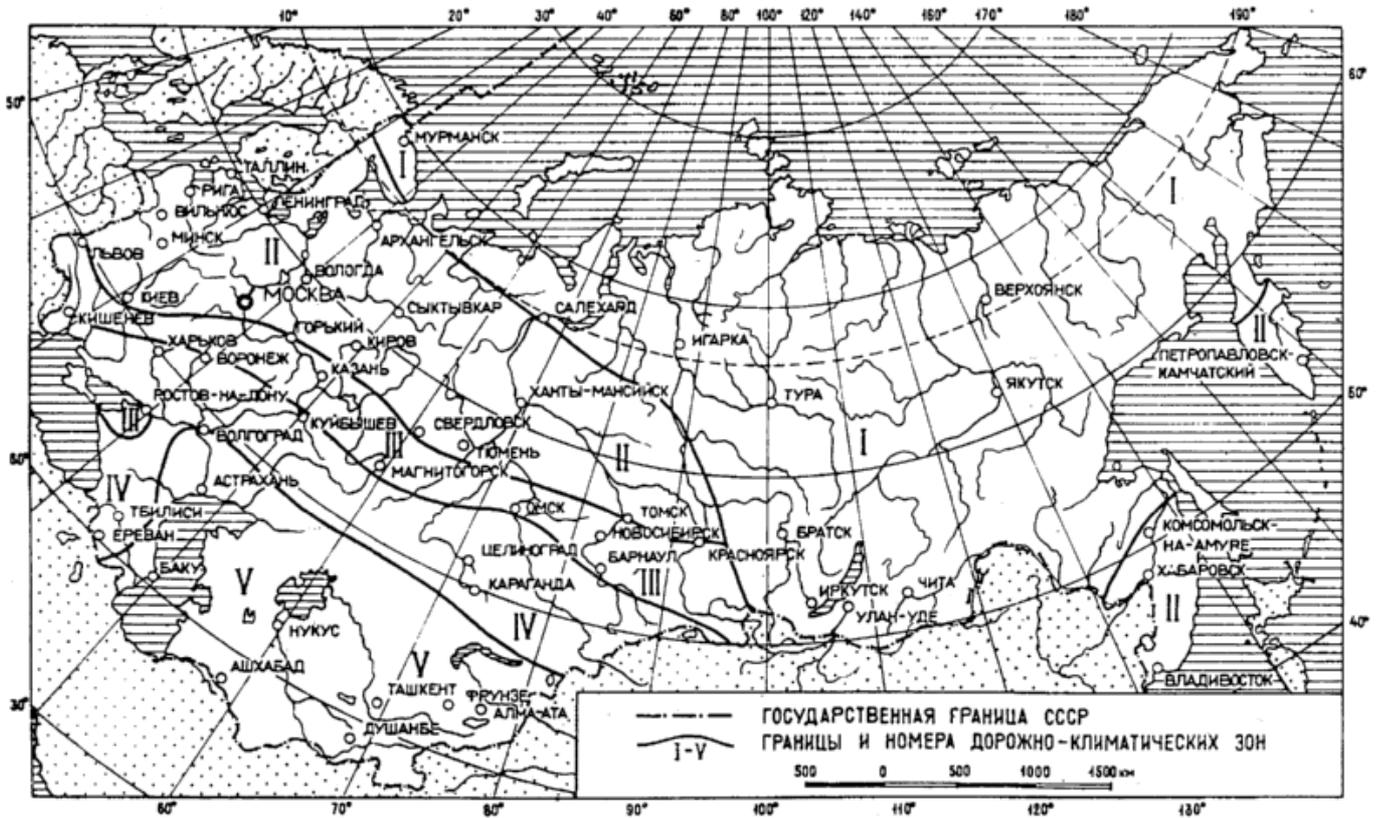
Приложение В
(обязательное)
Типы гидрогеологических условий

Т а б л и ц а В.1

Тип гидрогеологических условий	Глубина горизонта подземных вод к началу промерзания грунта
1	Больше глубины промерзания на: 2,0 м – в глинах, суглинках пылеватых; 1,5 м – в суглинках, супесях пылеватых; 1,0 м – в супесях, песках, песках пылеватых
2	Больше глубины промерзания, но меньше, чем для 1-го типа
3	Меньше глубины промерзания
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Глубина промерзания определяется расчетом для открытой очищенной от снега поверхности покрытия и исчисляется от его верха с учетом вертикальной планировки поверхности аэродрома и тепло-технических характеристик материалов оснований и покрытия.</p> <p>2 Глубина 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.</p>	

(обязательное)

Дорожно-климатические зоны РФ



Дорожно-климатические зоны включают в себя следующие географические зоны: I – тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномёрзлых 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.

Рисунок Г.1

(справочное)

Номенклатура глинистых грунтов

Т а б л и ц а Д.1

Грунт	Разновидность грунта	Содержание частиц грунта размером от 0,05 до 2 мм, % к массе сухого грунта	Число пластичности I_p , %
Супесь	Легкая крупная	Св. 50*	$I \leq I_p \leq 7$
	Легкая	Св.50	
	Пылеватая	От 20 до 50	
	Тяжелая пылеватая	Менее 20	
Суглинок	Легкий	Св.40	$7 < I_p \leq 12$
	Легкий пылеватый	40 и менее	
	Тяжелый	Св.40	$12 < I_p \leq 17$
	Тяжелый пылева-	40 и менее	
Глина	Песчанистая	Св. 40	$17 < I_p \leq 27$
	Пылеватая	Меньше, чем частиц размером от 0,05	
	Жирная	Не нормируется	$I_p > 27$

* Для супесей легких крупных учитывается содержание частиц размером от 0,25 до 2 мм.

Приложение Е

(обязательное)

Расчетные характеристики грунтов

Т а б л и ц а Е.1

Грунт естественного основания	Тип гидро- геологическ их условий	Расчетный коэффициент постели K_s , МН/м ³ , для дорожно-климатиче- ских зон					Модуль упругости E , МПа, для дорожно-климатиче- ских зон				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Песок гравелистый, песок крупный	—	160	160	160	170	180	130	130	130	130	130
Песок средней круп- ности	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	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	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
<p style="text-align: center;">П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Для перевода в кгс/см³ расчетные коэффициенты постели, приведенные в таблице, следует уменьшать в 10 раз, а для перевода в кгс/см² модули упругости увеличивать в 10 раз.</p> <p>2 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.</p> <p>3 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 %.</p> <p>4 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 %.</p>											

Приложение Ж
(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.

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

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\alpha_2 + K_{s3}\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \quad (\text{Ж.1})$$

где

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

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

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 Е и М (табл. М.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 нагрузок — 3,60 м, на II — 3,20, на III - 2,90, на IV - 2,40, на V и VI — 2,20 м, для сборных покрытий из плит ПАГ-14 — 1,40 м, из плит ПАГ-18 - 1,75 м.

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

Ж.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:

$$t_{red} = \sum_{i=1}^n t_i \quad (\text{Ж.2})$$

$$K_{er} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (\text{Ж.3})$$

где t_i , K_{si} — соответственно толщина, м, и коэффициент постели, МН/м^3 , каждого из объединяемых слоев (см. табл. М.6 обязательного приложения М).

Ж.3 При использовании в основании (в пределах сжимаемой толщи) неуплотненного слоя грунта с коэффициентом пористости $e > 0,8$ коэффициент постели принимается по обязательному приложению Е (с учетом примеч. 3).

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

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

$$K_{se} = K_{sr} k_h, \quad (\text{Ж.4})$$

где K_{sr} — приведенный коэффициент постели слоев искусственного и естественного оснований над жестким массивом, МН/м³, полученный по формуле (3);

k_h — коэффициент влияния жесткого массива, принимаемый по графику в зави-

симости от относительной глубины его расположения $\frac{d_b}{D_r}$ от низа покрытия и коэффициента постели K_{sr} ;

d_b — глубина расположения горизонта жесткого массива грунта, м.

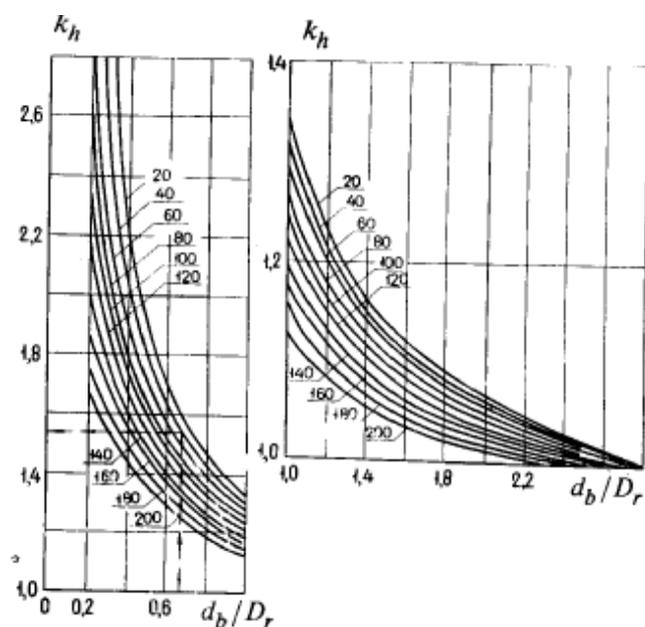


График для определения коэффициента k_h ; жесткого массива. Цифрами на кривых указан коэффициент постели слоя основания K_{sr} , МН/м³, лежащего на жестком массиве

Рисунок Ж.1

Приложение И

(обязательное)

Теплотехнические расчеты оснований на вечномёрзлых грунтах

И.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.

И.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 табл. 1, а грунтов — по табл. 2;
- средняя за период оттаивания температура поверхности покрытия, вычисляемая как среднеарифметическое из среднемесячных температур поверхности покрытия за теплый период года, определяемых согласно п. 3;
- продолжительность периода оттаивания, определяемая согласно п. 5;
- температура вечномёрзлого грунта, °С, на уровне годовых нулевых амплитуд (за которую принимают среднегодовую температуру грунта на глубине 10 м), определяемая по данным инженерно-геологических изысканий.

Т а б л и ц а И.1

Материал покрытия и искусственного основания	Плотность сухого материала ρ_d , кг/м ³	Суммар- ная влаж- ность w , доли едини-	Коэффициент теплопроводно- сти, Вт/ (м · ° С)		Объемная тепло- емкость, кДж/ (м ³ · ° С)		
			λ_i	λ_f	C_i	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, укреп- ленные:	1900	0,05	1,15	1,40	1935	1730	
	золы уноса	1800	0,05	0,95	1,15	1840	1675
	битумом или битумной эмуль- сией	1800	0,10	1,85	2,20	2260	1885
	1800	0,10	2,00	2,35	2345	1970	
Галька (щебень) с песком	1800	0,10	2,00	2,35	1840	1675	
То же, с глиной	1600	0,10	1,40	2,05	1760	1590	
Гравий, щебень гранитный	800	0,10	0,30	0,35	1090	985	
Щебень осадочных пород	-	3,55	0,50	0,80	-	-	
Шлак							
Мохоторф под насыпью							

П р и м е ч а н и е - См. примеч. 1 и 3 к табл. 2.

Т а б л и ц а И.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		C_t	C_f
		λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_f	λ_t	λ_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
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

П р и м е ч а н и я
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 теллофизических характеристик крупнообломочных грунтов допускается определять по настоящей таблице как для песков.
3 Для перевода в ккал/(м·ч·°С) коэффициенты теплопроводности, приведенные в табл. 1 и 2, следует делить на 1,16, а для перевода в ккал/ (м³ · °С) значения объемной теплоемкости делить на 4,19.

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

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

где t_{ma} —среднемесячная температура воздуха, °С, определяемая по СНиП 23-01-99*;

Δt_{ma} — поправка к среднемесячной температуре воздуха t_{ma} , °С, принимаемая по табл. 3;

Φ_m — среднемесячный радиационный баланс покрытия, Вт/м²:

$\Phi_m = 0,61 \Phi_{sd} - 20$ — 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/м²;

Φ_s — суммарная солнечная радиация, Вт/м², устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы, а при их отсутствии — по графику (см. рисунок И.1);

$\Delta \Phi$ — поправка к суммарной солнечной радиации Φ_s , Вт/м², определяемая по табл. 4;

$Q = 0,49 \Phi_{sd} - 60$ — тепловой поток, учитывающий теплосодержание аэродромной одежды и подстилающих грунтов, а также процессы испарения и фазовые переходы, Вт/м²;

α_q — коэффициент теплообмена, $BT/(m^2 \cdot ^\circ C)$,

принимаемый равным:

$\alpha_q = 2,4v_a + 2,3$ при $v_a \leq 4,6$ 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 $\Delta \Phi$.

Т а б л и ц а И.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

Т а б л и ц а И.4

Категория норматив- ной нагрузки	Обеспечен- ность	Поправка к значению среднемесячной солнечной радиации $\Delta\Phi$,						
		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

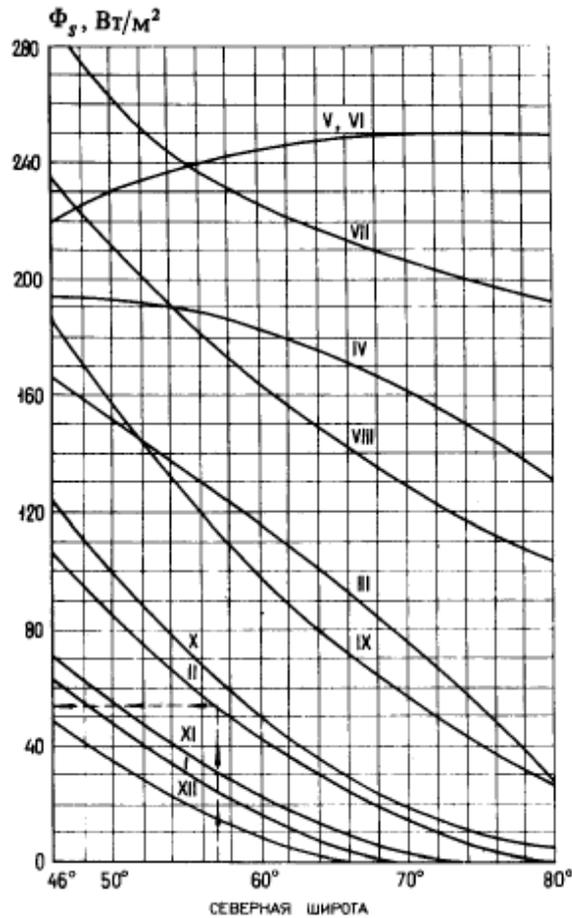


Рисунок И.1 - Зависимость суммарной солнечной радиации Φ_s от северной широты (I, II, ..., XII - месяцы года)

И.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 % производится корректировка толщины термоизоляционного слоя и расчет повторяется.

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

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

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/м³ :

$$\eta_t = 0,5 \rho_c C_t + \rho_w (w - w_w) 334 \quad ;$$

w_w – влажность воды, доли единицы, определяемая согласно обязательному приложению К;

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

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

θ – абсолютная температура на уровне нулевых годовых амплитуд, °С;
 τ_i – продолжительность периода оттаивания (время действия положительных среднемесячных температур на поверхности покрытия), ч;
 w, p_d – принимаются по данным инженерно-геологических изысканий;
 $\lambda_b, \lambda_f, C_b, C_f$ — принимаются по табл. 2.

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

$$d_b = \sum_{i=1}^{n-1} t_i + d_h \quad (\text{И.3})$$

где t_i – толщина отдельных однородных слоев аэродромной одежды и основания, м;
 d_h – глубина оттаивания последнего (нижнего) слоя естественного основания, м.

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

$$d_{ti} = (d_{t(i-1)} - t_i - 1) \frac{\sqrt{\frac{7,2\lambda_{ti}}{\eta_{ti}} \theta_m (1 - \frac{t_1}{d_{t1}}) \dots \frac{1 - t_{i-1}}{d_{t(i-1)}} + \beta_i^2 - \beta}}{\sqrt{\frac{7,2\lambda_{t(i-1)}}{\eta_{t(i-1)}} \theta_m (1 - \frac{t_1}{d_{t1}}) \dots \dots 1 - \frac{t_{i-1}}{d_{t(i-1)}} + \beta_{i-1}^2 - \beta_{i-1}}} \quad (\text{И.4})$$

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

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

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

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

где η_f — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении последнего (нижнего) промерзающего слоя естественного основания, кДж/м³:

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

η_{fi} — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении i -го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м³:

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

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

$$\tau_f = \sum \tau_j ;$$

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

θ_{mp} — абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период про-

мерзания, °С, принимаемая равной среднемесячной температуре воздуха t_{ma} .

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

$$t_w = R_w \lambda, \quad (\text{И.6})$$

где R_w — термическое сопротивление теплоизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемое по номограмме (рисунок И.2) в зависимости от критерия $A = \frac{Q_m \tau_t}{\theta \cdot \tau_a}$ и допускаемой толщины протаивания под теплоизоляцией t_t , м;
 λ — коэффициент теплопроводности теплоизолирующего слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$;
 τ_a — продолжительность года, равная 8760 ч.

П р и м е ч а н и е - Номограмма составлена для глубины расположения теплоизоляции $d_l \leq 0,7$ м при $\lambda = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$.

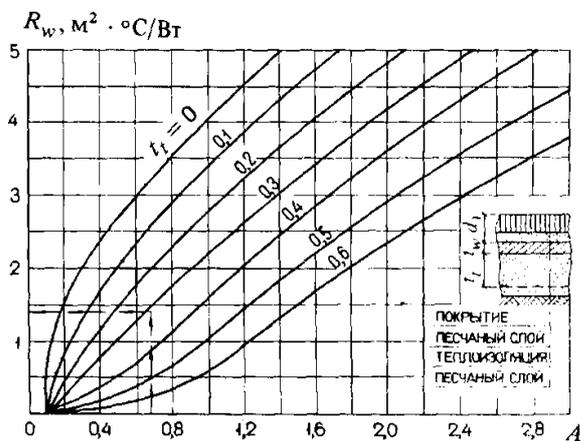


Рисунок И.2 - Номограмма для определения термического сопротивления теплоизоляции

Приложение К
(обязательное)
Расчет оснований на пучинистых грунтах

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

Толщину стабильного слоя надлежит определять в такой последовательности.

К.1 Ориентировочно назначается толщина искусственного основания.

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

$$H_n = 1,9 \sqrt{2 \lambda_f \tau_f} \left(\sqrt{\frac{\Theta_{mp}}{\eta_f}} - \sqrt{\frac{t_0}{\tau_{f0}}} \right) - \sum_{i=1}^{n-1} t_i \sqrt{\frac{\lambda_f \eta_{fi}}{\lambda_{fi} \eta_f}}, \quad (K.1)$$

где λ_f, λ_{fi} — коэффициенты теплопроводности соответственно последнего (n-го) пучающего 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 табл. 1;

$\tau_f = \sum \tau_j$ — 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/м³:

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

η_{fi} — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении i-го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м³:

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

η_{f0} — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении грунта, расположенного ниже изотермы начала пучения, кДж/м³:

$$\eta_{f0} = 0,05 t_0 C_f + \rho_d (w - w_w) 334 ;$$

C_f, C_{fi} — теплоемкость, кДж/(м³·°С);

ρ_d, ρ_{di} — плотность сухого грунта или материала, кг/м³;

w, w_i — суммарная влажность, доли единицы;

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

Значения $\rho_{di}, \lambda_{fi}, C_{fi}, w_i$ для материалов аэродромной одежды и основания принимают по табл. 1, значения $\lambda_{f(i)}$ и $C_{f(i)}$ для грунтов естественного основания — по табл. И.2 обязательного приложения И, значения $\rho_{d(i)}, w_{(i)}$ и $w_{w(i)}$ — по данным инженерно-геологических изысканий.

Значение w_w допускается определять по формуле

$$w_w = k_w w_p, \quad (K.2)$$

где k_w — коэффициент, принимаемый по таблице К.2;

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

Т а б л и ц а К.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

Т а б л и ц а К.2

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

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

$$s_f = H_1 m_{z1} k_{f1} + \sum_{i=2}^n H_i m_{zi} (k_{fi} - k_{f(i-1)}) \quad (\text{К.3})$$

где H_i — высота промерзающего слоя основания за вычетом слоев, лежащих выше i -го слоя, м;
 m_{zi} — коэффициент, учитывающий снижение интенсивности пучения по глубине и определяемый по графику рисунка К.2 в зависимости от отношения H_i/H_f ;
 H_f — высота промороженной толщи аэро-дромной одежды и основания до изотермы начала пучения, м;
 k_{fi} — коэффициент морозного пучения i -го слоя, принимаемый по таблице К.3.

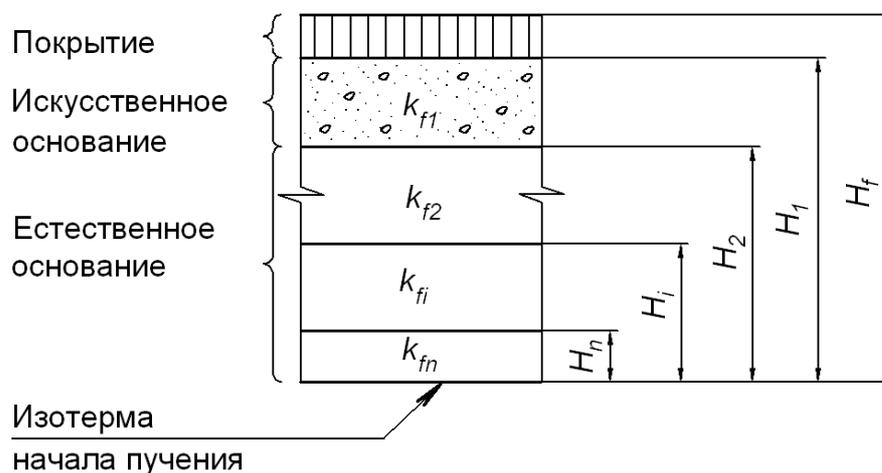


Рисунок К.1 - Расчетная схема слоистого основания

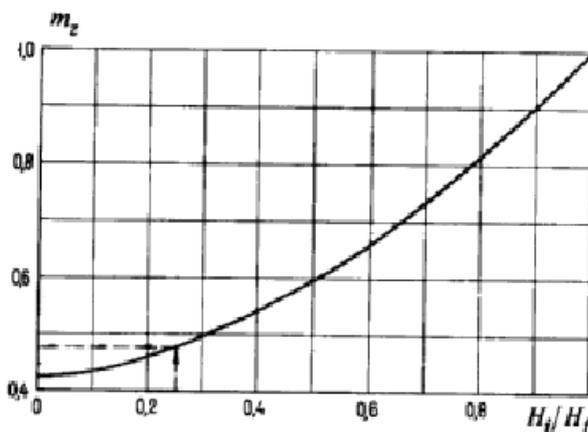


Рисунок К.2 - График для определения коэффициента m_z

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

$$H_n = d_t - \sum_{i=1}^{m-1} t_i \quad (\text{И.4})$$

Т а б л и ц а К.3

Грунты	Коэффициент морозного пучения k_f при типе гидрогеологических условиях		
	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
св. 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
св.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
св. 20 „ 30	0,03	0,05	0,14
пылеватые	0,04	0,06	0,20
Глина	0,03	0,05	0,10
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			

К.5 Расчетная величина пучения сравнивается с допускаемым значением деформации пучения; в случае невыполнения условия (6.7), установленного в п. 6.20.2, 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.

Приложение Л (обязательное)

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

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

$$\sigma_{zq} = \sum t_{ci} \rho_{di} g + \alpha_z \rho_{do} g, \quad (\text{Л.1})$$

где t_{ci} — толщина конструктивного слоя, м;

ρ_{di} — плотность материала конструктивного слоя, т/м³;

α_z — расстояние от низа аэродромной одежды до рассматриваемой точки грунта, м;

$g = 9,81$ м/с² — ускорение свободного падения;

ρ_{do} — плотность грунта, т/м³.

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

$$\sigma_{zp} = k_z p_k, \quad (\text{Л.2})$$

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

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

- для одноколесной опоры

$$p_k = 0,12 \frac{F_d k_p}{l^2}, \quad (\text{Л.3})$$

- для многоколесной опоры

$$p_k = 0,0081 \frac{F_d}{l^2} \sum_1^{n_k} (4 - \frac{a_i}{l})^2 k_p, \quad (\text{Л.4})$$

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

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

a_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.

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

$$p_k = k_p \bar{p}_k p_a \quad (\text{Л.5})$$

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

k_p — см. п.3;

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

E — модуль упругости грунтового основания, МПа;

E_{mt} — средний модуль упругости нежесткой конструкции (см. формулу (7.17), п. 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 (28), приведенной в п. 5.64.

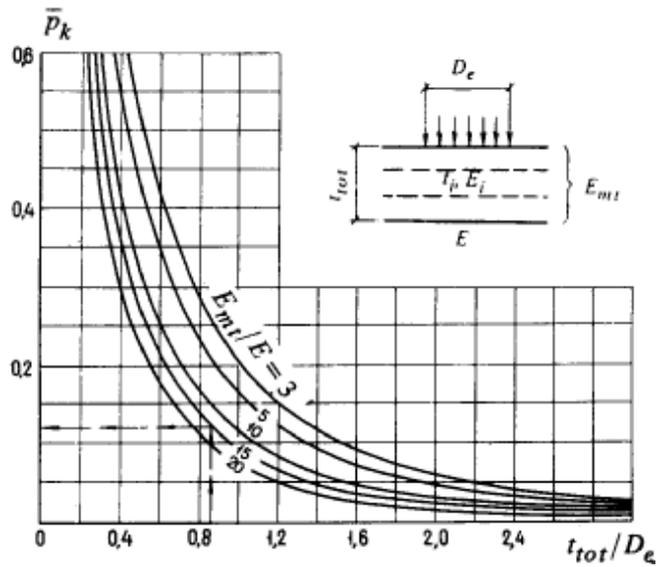


Рисунок Л.1 - Номограмма для определения удельных контактных давлений \bar{p}_k на поверхности грунтового основания нежестких покрытий

Л.5 Значения коэффициента k_z надлежит определять по табл. Л.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 $\frac{\alpha_e}{D_r}$ для нежестких покрытий.

Т а б л и ц а Л.1

$\frac{a_e}{D_r}$ или $\frac{a_z}{D_r}$	k_z	$\frac{a_e}{D_r}$ или $\frac{a_z}{D_r}$	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

Л.6 Эквивалентное расстояние α_e , м, следует определять по формуле

$$\alpha_e = \alpha_z + \sum t_i k_{oi}, \quad (\text{Л.6})$$

где α_z — см. п. 1;

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

k_{oi} — коэффициент, принимаемый по табл. Л.2.

Т а б л и ц а Л.2

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

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

$$D_r = 1,13 \sqrt{\frac{F_d}{\rho_k}} \quad (\text{Л.7})$$

где F_d — расчетная нагрузка на опору воздушного судна, кН.

Приложение М
(обязательное)
Характеристики материалов аэродромных одежд

Т а б л и ц а М.1

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{btb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе, МПа (кгс/см ²), при расчете		Начальный модуль упругости бетона E_b , МПа (кгс/см ²)	
	по прочности R_{btb}	по образованию трещин $R_{btb, ser}$	тяжелого	мелкозернистого (песчаного)
2,8/35	2,26 (23)	-	$2,60 \cdot 10^4$ ($2,65 \cdot 10^8$)	$2,16 \cdot 10^4$ ($2,20 \cdot 10^8$)
3,2/40	2,75(28)	-	$2,84 \cdot 10^4$ ($2,90 \cdot 10^8$)	$2,31 \cdot 10^4$ ($2,35 \cdot 10^8$)
3,6/45	3,04(31)	3,60 (37,5)	$3,04 \cdot 10^4$ ($3,10 \cdot 10^8$)	$2,45 \cdot 10^4$ ($2,50 \cdot 10^8$)
4,0/50	3,43 (35)	4,00(41,5)	$3,24 \cdot 10^4$ ($3,30 \cdot 10^8$)	$2,60 \cdot 10^4$ ($2,65 \cdot 10^8$)
4,4/55	3,73 (38)	4,40 (45,0)	$3,53 \cdot 10^4$ ($3,60 \cdot 10^8$)	-
4,8/60	4,10(42)	4,80(50,0)	$3,53 \cdot 10^4$ ($3,60 \cdot 10^8$)	-
5,2/65	4,40 (45)	5,20 (54,0)	$3,73 \cdot 10^4$ ($3,80 \cdot 10^8$)	-
5,6/70	4,80 (49)	5,60 (58,0)	$3,73 \cdot 10^4$ ($3,80 \cdot 10^8$)	-
6,0/75	5,10(52)	6,00 (62,0)	$3,82 \cdot 10^4$ ($3,90 \cdot 10^8$)	-
6,4/80	5,50 (56)	6,40 (66,0)	$3,82 \cdot 10^4$ ($3,90 \cdot 10^8$)	-

П р и м е ч а н и я

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

Т а б л и ц а М.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	$15 \cdot 10^2$	$10 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$
II	2,2/1,9	2,0/1,7	1,7/1,4	$12 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$
III	2,1/1,8	1,9/1,6	1,6/1,3	$9 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$
Пористые	1,7/1,4	1,5/1,3	1,3/1,1	$9 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$

<p>Примечания</p> <p>1 Для перевода в кгс/см² значения сопротивлений растяжению при изгибе и модулей упругости следует умножать на 10.</p> <p>2 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.</p> <p>3 Под расчетной температурой асфальтобетона следует понимать максимальную температуру покрытия в период года, когда несущая способность грунтового основания наименьшая. При отсутствии данных наблюдений за температурой покрытия допускается принимать для I и II дорожно-климатических зон — 10 °С, III зоны — 15, IV зоны — 20, V зоны — 30 °С.</p>
--

Т а б л и ц а М.3

Вид бетона для искусственных оснований жестких покрытий	Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{btb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{btb} , МПа	Модуль упругости E_b МПа	
			жестких	нежестких
Керамзитобетон	1,6/20	1,2	$12 \cdot 10^3$	
	2,0/25	1,5	$13 \cdot 10^3$	
	2,4/30	1,8	$14 \cdot 10^3$	
	2,8/35	2,1	$15 \cdot 10^3$	
Мелкозернистый (песчаный)	1,6/20	1,2	$14 \cdot 10^3$	
	2,0/25	1,5	$17 \cdot 10^3$	
	2,4/30	1,8	$20 \cdot 10^3$	
Шлакобетон	1,6/20	1,2	$9,5 \cdot 10^3$	
<p>Примечания</p> <p>1 Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{btb}, после черты — соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе R_u.</p> <p>2 См. примеч. 1 к табл. М.2.</p>				

Т а б л и ц а М.4

Материал, применяемый для искусственных оснований	Класс по прочности на сжатие по ГОСТ 23558-94*	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{btb} , МПа	Модуль упругости E , МПа, при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Пескоцемент и грунтоцемент, приготовленный из оптимальной грунтовой смеси	40	0,6	$29 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^2$
	60	0,8	$40 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10^2$
	75	1,0	$60 \cdot 10^2$	$9,6 \cdot 10^2$
Грунтоцемент из супесчаных и суглинистых грунтов	40	0,6	$15 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^2$
	60	0,8	$22 \cdot 10^2$	$5,3 \cdot 10^2$
	75	1,0	$37 \cdot 10^2$	$8,9 \cdot 10^2$
Грунтоцемент из пылеватых супесей и суглинков	40	0,6	$14 \cdot 10^2$	$3,4 \cdot 10^2$
	60	0,8	$19 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^2$

П р и м е ч а н и я

1 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_{btb} и E следует повышать на 30 %.

2 См. примеч. 1 к табл. М.2.

Т а б л и ц а М.5

Грунты и смеси в искусственных основаниях	Модуль упругости E, МПа, при расчете покрытий	
	жестких	нежестких
<p>Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунто-щебеночные смеси оптимального состава, пески гравелистые, крупные и средней крупности, укрепленные:</p> <p>золы уноса или шлаком то же, с добавкой цемента или извести битумной эмульсией с добавкой цемента</p>	$36 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$ $48 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$ $48 \cdot 10^2 / 36 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^2 / 6 \cdot 10^2$
<p>Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунто-щебеночные смеси неоптимального состава, укрепленные:</p> <p>золы уноса или шлаком то же, с добавкой цемента или извести битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы</p>	$40 \cdot 10^2 / 27 \cdot 10^2$ $48 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$ $48 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$	$6,5 \cdot 10^2 / 4,5 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$
<p>Песок и супесь с числом пластичности менее 3, укрепленные:</p> <p>золы уноса или шлаком то же, с добавкой цемента или извести битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы</p>	$30 \cdot 10^2 / 12 \cdot 10^2$ $40 \cdot 10^2 / 15 \cdot 10^2$ $40 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2 / 2 \cdot 10^2$ $7 \cdot 10^2 / 2,5 \cdot 10^2$ $7 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$
<p>Супеси с числом пластичности 3 и более, укрепленные:</p> <p>золы уноса или шлаком то же, с добавкой цемента или извести битумной эмульсией с добавкой цемента то же, карбамидной смолы</p>	$30 \cdot 10^2 / 12 \cdot 10^2$ $40 \cdot 10^2 / 12 \cdot 10^2$ $40 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$ $48 \cdot 10^2 / 24 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2 / 2 \cdot 10^2$ $7 \cdot 10^2 / 2 \cdot 10^2$ $7 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^2 / 4 \cdot 10^2$
<p>Суглинки, укрепленные золой уноса или шлаком с добавкой цемента или извести</p>	$24 \cdot 10^2 / 6 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2 / 1 \cdot 10^2$
<p>Щебень, обработанный вязким битумом смешением в установке, с пределом прочности при сжатии исходной скальной породы, МПа:</p> <p>от 100 до 80 менее 80 до 60 „ 60 „ 30</p>	$45 \cdot 10^2 / 36 \cdot 10^2$ $36 \cdot 10^2 / 30 \cdot 10^2$ $30 \cdot 10^2 / 18 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2 / 6 \cdot 10^2$ $6 \cdot 10^2 / 5 \cdot 10^2$ $5 \cdot 10^2 / 3 \cdot 10^2$

Щебень, обработанный вязким, битумом способом пропитки на толщину от 6,5 до 8 см	$36 \cdot 10^2 / 30 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2 / 5 \cdot 10^2$
Асфальтобетон: плотный пористый	$60 \cdot 10^2$ $36 \cdot 10^2$	См. табл. 2 То же
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>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 из 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.</p> <p>2 Прочностные характеристики асфальтобетона должны соответствовать ГОСТ 9128—2009.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>5 Большие значения модулей упругости материалов, обработанных органическими вяжущими, относятся к районам с умеренным климатом, меньшие — с мягким климатом (см. п. 5.5).</p> <p>6 Для перевода в кгс/см² значения модулей упругости следует умножать на 10.</p>		

Т а б л и ц а М.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 80 60	$4,5 \cdot 10^2$ $3,5 \cdot 10^2$ $3,0 \cdot 10^2$	$4,5 \cdot 10^2$ $3,5 \cdot 10^2$ $3,0 \cdot 10^2$
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 св. 70 до 85 св. 3 до 7 „ 60 „ 70 „ 7 „ 10 „ 50 „ 60 „ 10 „ 12	$2,7 \cdot 10^2$ $2,1 \cdot 10^2$ $1,8 \cdot 10^2$ $1,6 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^2$ $2,1 \cdot 10^2$ $1,8 \cdot 10^2$ $1,6 \cdot 10^2$
Щебень, укрепленный пескоцементом способом смешения, при содержании пескоцемента, % к массе щебня: 40 30 20 10	$22 \cdot 10^2$ $17 \cdot 10^2$ $10 \cdot 10^2$ $6 \cdot 10^2$	$11 \cdot 10^2$ $8,5 \cdot 10^2$ $5 \cdot 10^2$ $3 \cdot 10^2$
Щебень, укрепленный способом пропитки пескоцементной смесью с расходом пескоцемента 25 % массы щебня	$18 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^2$
Грунтогравийные, грунтощебеночные, песчано-гравийные, пескощебеночные смеси: крупнозернистые (частиц крупнее 10 мм св. 50 %) среднезернистые („ „ 2 мм св. 50 %) мелкозернистые („ „ 2 мм от 25 до 50 %)	$2,8 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$ $1,8 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$ $1,8 \cdot 10^2$
Галечниковый грунт (частиц крупнее 10 мм св. 50 %)	$2,8 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$
Песок: гравелистый крупный	$1,5 \cdot 10^2$ $1,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$ $1,3 \cdot 10^2$
Кислые металлургические шлаки, уложенные способом расклинцовки	$4,2 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^2$

Основные металлургические шлаки гранулометрического состава: подобранного: активные малоактивные неподобранного	$4,0 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$ $1,7 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^2$ $2,5 \cdot 10^2$ $1,7 \cdot 10^2$
Дресва: из изверженных горных пород из осадочных известняков Мелкий ракушечник	$1,4 \cdot 10^2$ $0,9 \cdot 10^2$ $0,9 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^2$ $0,9 \cdot 10^2$ $0,9 \cdot 10^2$
Малопрочные песчаники	$1,1 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$

П р и м е ч а н и я

1 При назначении расчетных характеристик щебня, укрепленного пескоцементом, принято, что пескоцемент содержит цемента марки 400 12 % массы песка.

2 Для перевода в кгс/см² значения модулей упругости следует умножать на 10, а для перевода в кгс/см³ значения коэффициентов постели — делить на 10.

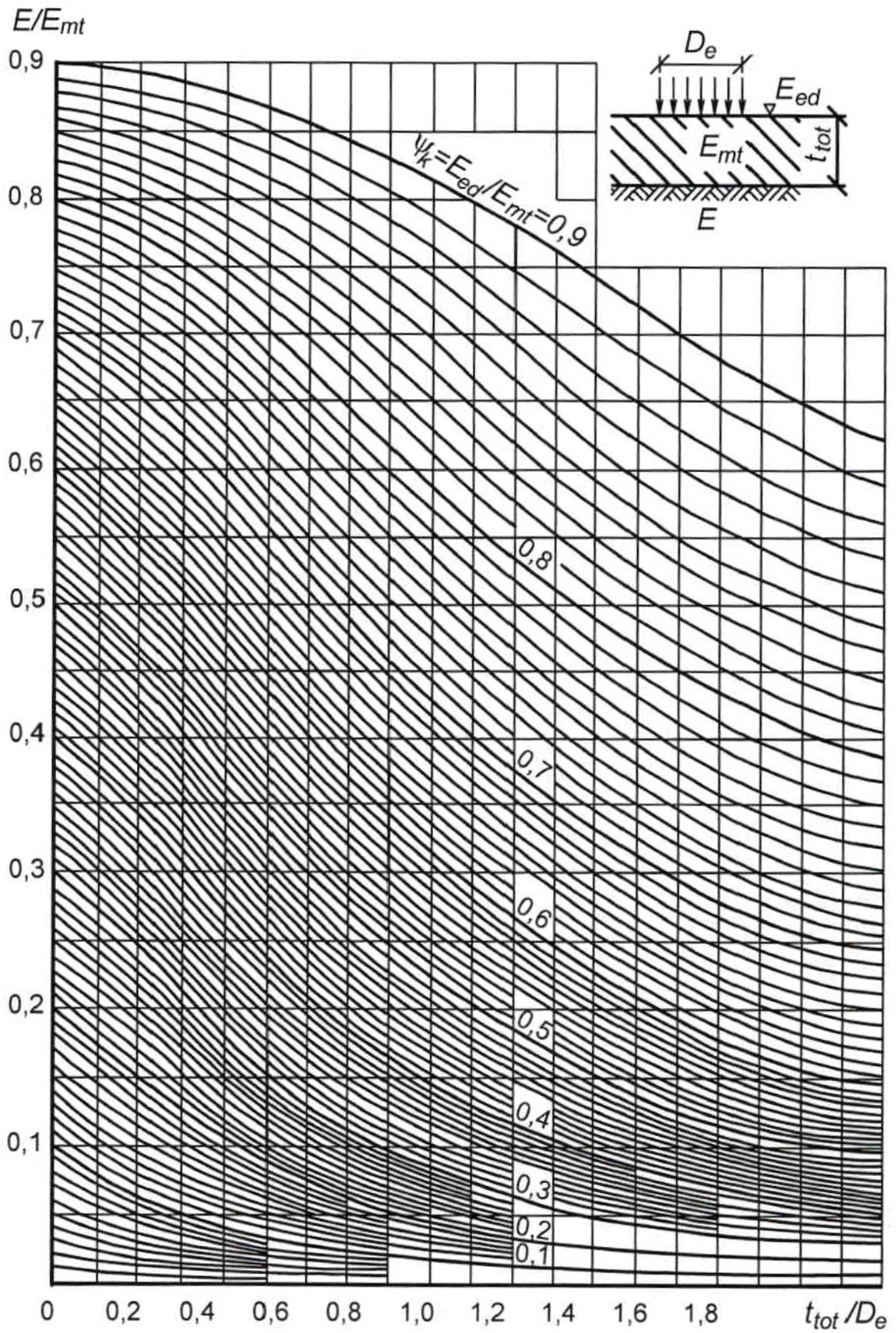


Рисунок Н.5 – Номограмма для определения коэффициента ψ_k

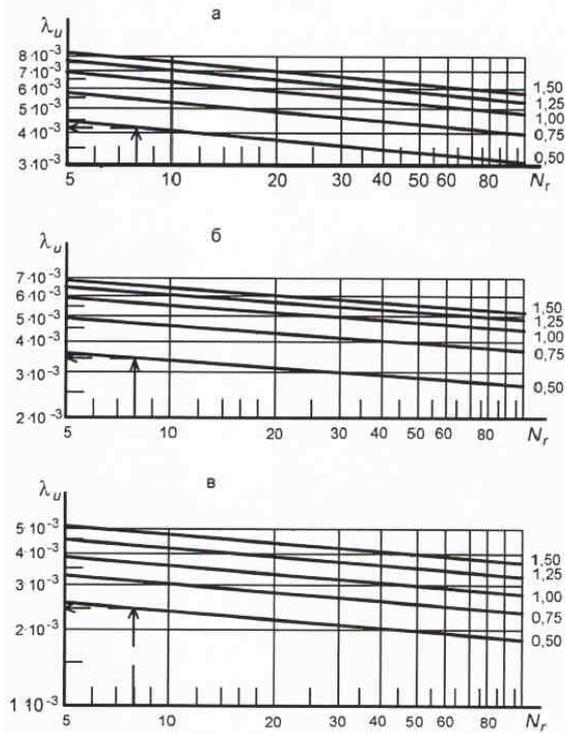


Рисунок М.6 - График для определения предельных относительных прогибов λ_u , м, жестких аэродромных покрытий, устраиваемых на грунтах:

а - суглинках, глинах, супесях (включая грунты с примесью гравия); б - песчаных пылеватых; в - песчаных крупных, средней крупности и мелких, галечниковых;

цифры на линиях графика обозначают внутреннее давление воздуха в пневматиках колес воздушного судна, p_a , МПа

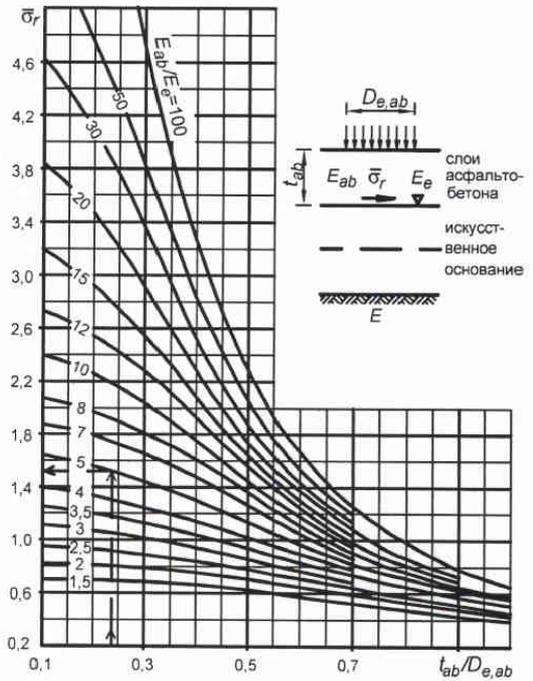


Рисунок М.7 - Номограмма для определения удельных растягивающих напряжений при изгибе $\bar{\sigma}_r$ в асфальтобетоне

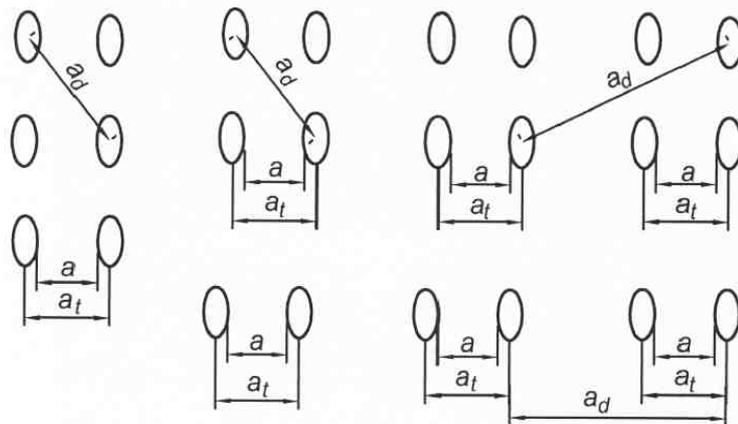


Рисунок М.8 - Расчетные расстояния a, a_t, a_d между колесами опор воздушных судов

Т а б л и ц а Н.1

α	$f(\alpha)$										
0	0	0,24	0,1904	0,48	0,1275	0,72	0,0922	0,96	0,0687	2,00	0,0204
0,02	0,4209	0,26	0,1831	0,50	0,1239	0,74	0,0899	0,98	0,0671	2,20	0,0161
0,04	0,3565	0,28	0,1763	0,52	0,1204	0,76	0,0877	1,00	0,0655	2,40	0,0126
0,06	0,3188	0,30	0,1700	0,54	0,1171	0,78	0,0855	1,10	0,0582	2,60	0,0097
0,08	0,2921	0,32	0,1641	0,56	0,1139	0,80	0,0834	1,20	0,0513	2,80	0,0075
0,10	0,2714	0,34	0,1586	0,58	0,1108	0,82	0,0814	1,30	0,0462	3,00	0,0057
0,12	0,2545	0,36	0,1534	0,60	0,1079	0,84	0,0794	1,40	0,0411	3,20	0,0043
0,14	0,2402	0,38	0,1485	0,62	0,1050	0,86	0,0775	1,50	0,0366	3,40	0,0032
0,16	0,2278	0,40	0,1438	0,64	0,1023	0,88	0,0756	1,60	0,0326	3,60	0,0023
0,18	0,2169	0,42	0,1395	0,66	0,0997	0,90	0,0738	1,70	0,0291	3,80	0,0016
0,20	0,2072	0,44	0,1353	0,68	0,0971	0,92	0,0721	1,80	0,0259	4,00	0,0011
0,22	0,1984	0,46	0,1313	0,70	0,0946	0,94	0,0704	1,90	0,0230		

Продолжение таблицы Н.2

$\eta(\xi)$	Значения \bar{m}_x и \bar{m}_y при $\xi(\eta)$ в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия							
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
0	0,0219	0,0126	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,05	0,0223	0,0128	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,10	0,0235	0,0138	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,20	0,0252	0,0148	0,0067	0,0013	-0,0048	-0,0098	-0,0128	-0,0150
0,30	0,0254	0,0156	0,0084	0,0015	-0,0037	-0,0083	-0,0114	-0,0144
0,40	0,0285	0,0173	0,0093	0,0028	-0,0022	-0,0070	-0,0105	-0,0132
0,50	0,0275	0,0184	0,0105	0,0041	-0,0013	-0,0060	-0,0094	-0,0123
0,60	0,0274	0,0189	0,0111	0,0055	-0,0003	-0,0046	-0,0081	-0,0110
0,70	0,0272	0,0192	0,0121	0,0061	0,0010	-0,0032	-0,0059	-0,0098
0,80	0,0264	0,0195	0,0124	0,0069	0,0019	-0,0027	-0,0050	-0,0087
0,90	0,0250	0,0188	0,0127	0,0075	0,0026	-0,0014	-0,0048	-0,0078
1,00	0,0235	0,0175	0,0126	0,0076	0,0032	-0,0006	-0,0038	-0,0058
1,10	0,0220	0,0167	0,0121	0,0077	0,0036	0	-0,0030	-0,0047
1,20	0,0205	0,0158	0,0112	0,0074	0,0036	0,0006	-0,0023	-0,0044
1,30	0,0190	0,0146	0,0106	0,0069	0,0038	0,0010	-0,0018	-0,0042
1,40	0,0165	0,0131	0,0099	0,0067	0,0036	0,0010	-0,0012	-0,0037
1,50	0,0148	0,0118	0,0092	0,0062	0,0035	0,0020	-0,0006	-0,0029
1,60	0,0133	0,0107	0,0082	0,0057	0,0032	0,0018	-0,0003	-0,0025
1,70	0,0118	0,0096	0,0072	0,0056	0,0030	0,0018	-0,0002	-0,0024
1,80	0,0104	0,0087	0,0067	0,0050	0,0028	0,0017	-0,0004	-0,0017
1,90	0,0095	0,0082	0,0062	0,0048	0,0027	0,0012	-0,0004	-0,0016
2,00	0,0081	0,0074	0,0059	0,0040	0,0027	0,0009	0	-0,0015
2,10	0,0069	0,0063	0,0054	0,0032	0,0024	0,0005	0	-0,0014
2,20	0,0059	0,0053	0,0046	0,0025	0,0019	0,0003	-0,0004	-0,0004
2,40	0,0041	0,0037	0,0031	0,0017	0,0011	0	-0,0007	-0,0007
2,60	0,0038	0,0024	0,0020	0,0007	0,0003	0	-0,0009	-0,0015
2,80	0,0020	0,0014	0,0011	0,0005	0	-0,0004	-0,0008	-0,0013
3,00	0,0015	0,0008	0,0006	0	0	-0,0006	-0,0009	-0,0013
3,20	0,0008	0,0005	0	0	-0,0004	-0,0006	-0,0009	-0,0012
3,40	0,0003	0	0	0	-0,0005	-0,0008	-0,0009	-0,0011
3,60	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0009	-0,0009
3,80	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0008	-0,0009
4,00	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0007	-0,0008

Примечания

1 Значения m_{y_i} , находясь при замене в таблице входа по ξ входом по η и обратно; для этого случая обозначения даны в скобках.

2 Для промежуточных значений ξ и η величины m_{x_i} и m_{y_i} следует принимать по интерполяции.

Приложение П (рекомендуемое)

Методика деления покрытия аэродромов на характерные группы участков

Схема деления покрытий аэродромов по степени воздействия нагрузок воздушных судов приведена на рисунке П.1.

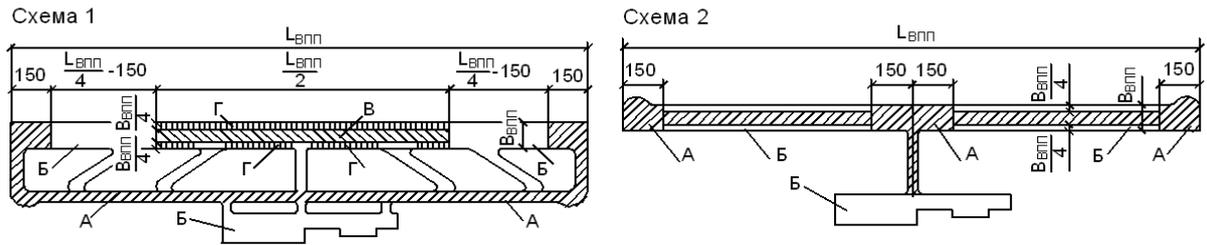


схема 1 — для аэродромов, на которых руление воздушных судов осуществляется по магистральной РД; схема 2 — для аэродромов, на которых руление осуществляется по ИВПП; А — магистральные РД; концевые участки ИВПП; средняя по ширине часть ИВПП, по которой осуществляется систематическое руление воздушных судов; 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, перроны 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 П.1 - Схемы деления покрытий аэродрома на группы участков

Участки ВПП, показанные на схемах (рисунок П.1), делятся на характерные подгруппы таким образом, чтобы в процессе эксплуатации обеспечивалась равномерность их износа на различных участках аэродромов. На ВПП выделяются характерные (по прочности и степени воздействия самолетов) участки согласно схеме (рисунок П.2).

В местах примыкания РД устраивается покрытие по прочности, аналогичное покрытиям на участках Б2, В2 (по 75 м с каждой стороны РД). На стартовых участках со стороны примыкания РД устраивается покрытие по прочности, аналогичное покрытию на участке А1.

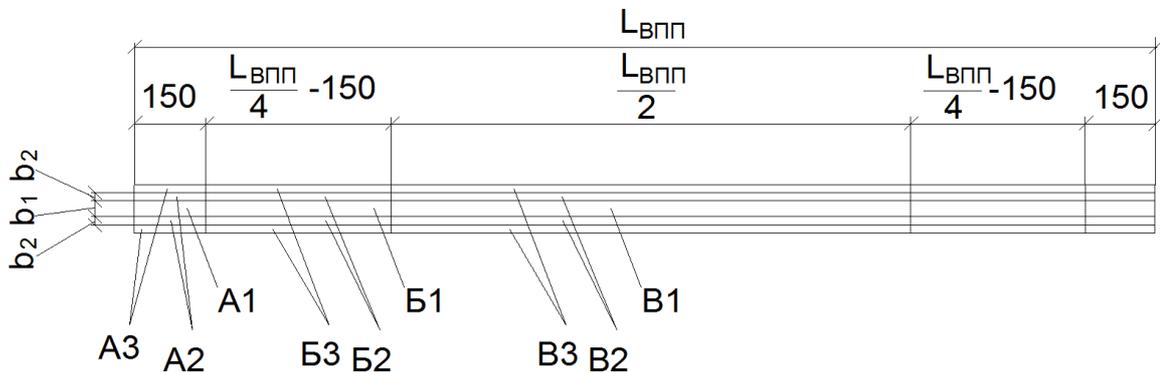


Рисунок П.2 Схема деления покрытия ИВПИ на характерные группы участков

В соответствии с номером участка по таблице П.1 принимается коэффициент k_r , учитывающий износ покрытия в период эксплуатации.

Т а б л и ц а П.1

Номера участков	Ширина участков, м, не менее	Коэффициент k_r
A1, Б1, В1	$B_{вип}/3$	0,8
A2, Б2, В2	7,0	1,0
A3, Б3, В3	$B_{вип}-(b_1+2b_2)$	1,2

Приложение Р (рекомендуемое)

Расчет искусственных оснований под жесткие покрытия из материалов, обработанных вяжущими

Положения настоящего приложения относятся к слоям из обработанных вяжущими материалов, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе (см. таблицы М.3 и М.4 обязательного приложения М).

Р.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

$$m_d = \frac{B}{B+B_f} m_{c,max} k \rho \quad ; \quad (P.1)$$

- для верхнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} k' \rho \quad ; \quad (P.2)$$

- для нижнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max} k' \rho \quad ; \quad (P.3)$$

- для верхнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} k_1 \rho \quad ; \quad (P.4)$$

- для нижнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max} \quad ; \quad (P.5)$$

В формулах (P.1) - (P.5):

B — жесткость плиты однослойного покрытия, кН·м²/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

B_{sup}, B_{inf} — жесткость плиты соответственно верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия, кН·м²/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

B_f — жесткость обработанного вяжущими слоя основания, кН·м²/м;

$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f$, кН·м²/м;

m_c, m_{max} — изгибающий момент при центральном нагружении, 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 Р.1 в зависимости от значения:

$\gamma_b = \frac{B}{B_f}$ — для формулы (P.1); $\gamma_b = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{B_f}$ — для формул (P.2) и (P.3);

$\gamma_b = \frac{B_{inf}}{B_f}$ — для формулы (P.4);

k — переходный коэффициент, определяемый согласно п.7.8.2;

k', k_1 — коэффициенты, определяемые согласно п. 7.8.8.

Для двухслойных покрытий с несовмещенными швами должно дополнительно удовлетворяться условие $\rho k_1 \geq 1$. Если это условие не удовлетворено, принимают $\rho k_1 = 1$.

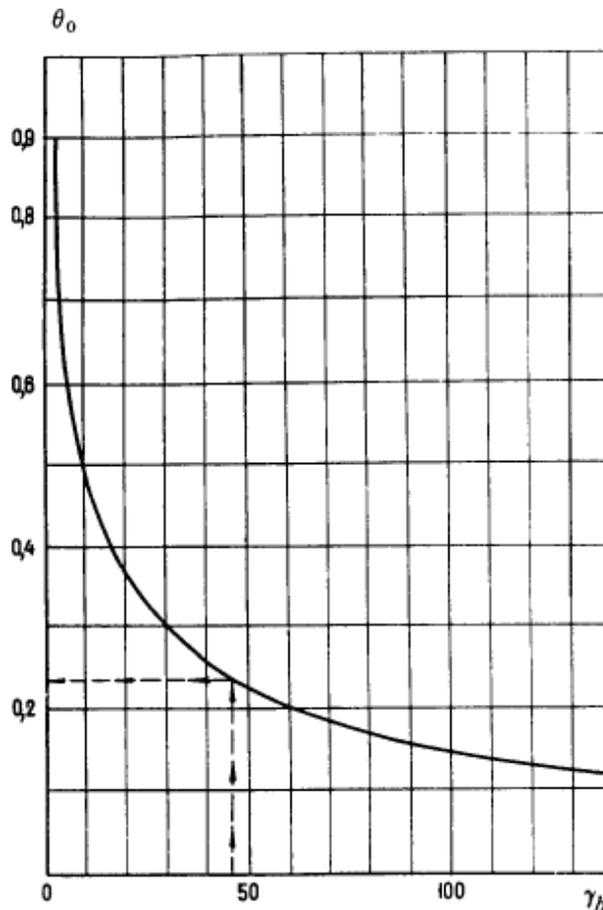


Рисунок Р.1 - График для определения θ_0

Р.2. Необходимую толщину искусственного основания t_f , м, из материалов, укрепленных вяжущими, для железобетонных монолитных и сборных покрытий следует определять по формуле

$$t_f = D_r \frac{D_r}{t_f} \quad , \quad (\text{Р.6})$$

где $\frac{D_r}{t_f}$ — отношение, определяемое по номограмме рисунка О.2 в зависимости от

значений $\frac{E_c}{1,8l_d K_{sd}}$ и $\frac{E_c}{1,8K_s}$;

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:

$$D_r = \frac{2,5l_d k_{\alpha}}{\sqrt{k_w}} \quad ;$$

E_c — модуль упругости материала основания, МПа, принимаемый согласно обя-

зательному приложению Л;

k_w — коэффициент, принимаемый равным:

$\frac{B_y}{B_x}$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
k_w	1,0	1,0	1,1	1,2	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

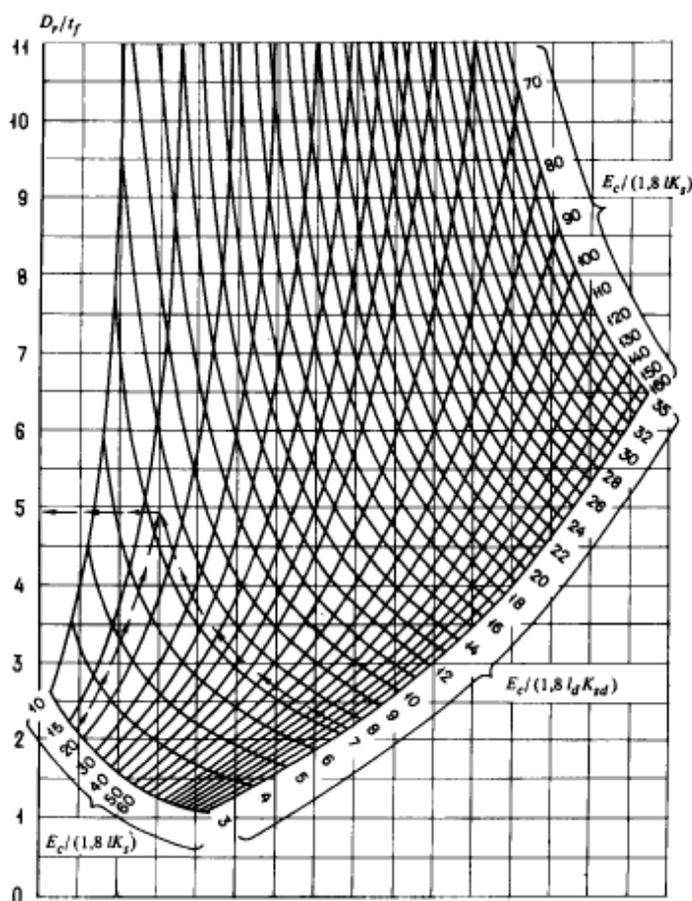


Рисунок Р.2. Номограмма для определения соотношения $\frac{D_r}{t_f}$

Приложение С
(обязательное)

Гидравлический расчет водоотводных систем

С.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.

С.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, принимаемый равным: $\frac{d_k}{4}$ - для труб коллекторов диаметром d_k , $\frac{h_w}{2}$ - для лотка с треугольным сечением и глубиной потока h_w), и не более значений, указанных в таблице С.1.

Т а б л и ц а С.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
		Одерновка в стенку	1,6
Песок крупный	0,8	Мощение одинарное	2
		Мощение двойное	3,5
Суглинок пылеватый	0,7	Бетон	8
Суглинок	1		
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.

С.3 Расчетные расходы дождевых вод q_r , л/с, в сечениях водоотводных линий следует определять по методу предельной интенсивности по формуле

$$q_r = i \cdot F_w, \quad (C.1)$$

где i - величина стока, л/с на 1 га:

$$i = \frac{1667A\varphi}{t_r^n};$$

F_w - площадь водосбора для рассчитываемого сечения, га;

A - параметр, равный максимальной интенсивности дождя продолжительностью 1 мин при принятом периоде однократного превышения расчётной интенсивности дождя, мм/мин;

$$A = \frac{q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma}{1667};$$

φ - среднее значение коэффициента стока дождевых вод, определяемое по табл. п 18.2;

t_r - расчетная продолжительность протекания дождевых вод до рассчитываемого сечения, мин, определяемая по п. П.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 1га;

γ - показатель степени, учитывающий климатические особенности районов территории России;

P - период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, годы, определяемый по таблице П.3.

m_r - среднее количество дождей за год

Значения n , q_{20} , γ , m_r устанавливаются в соответствии с требованиями СП 32.13330.2010.

Примечание - Для районов с характеристиками дождей, отличающимися от приведенных в таблице П.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.

Т а б л и ц а С.2

Род поверхности	Коэффициент стока дождевых вод φ при поверхностях водосборных площадей		
	супесь	суглинок	Глина
Покрытия:			
Асфальтобетонные		0,95	
Цементобетонные		0,85	
Грунтовые поверхности:			
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 С.3

Условия расположе- ния кол- лектора	Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя P , годы, при интенсивности дождя q_{20} , л/с, на 1 га при расчетной площади водозабора F_w , га								
	q_{20} , менее 70			от 70 до 115			св. 115		
	До 6	6-9	9-15	До 6	6-9	9-15	До 6	6-9	9-15
Благопри- ятные	$\frac{0,50}{0,33}$	$\frac{0,50}{0,33}$	$\frac{0,50}{0,50}$	$\frac{0,50}{0,33}$	$\frac{0,50}{0,50}$	$\frac{0,75}{0,50}$	$\frac{0,50}{0,50}$	$\frac{0,75}{0,50}$	$\frac{0,75}{0,75}$
Средние	$\frac{0,75}{0,50}$	$\frac{0,75}{0,75}$	$\frac{1}{0,75}$	$\frac{0,75}{0,75}$	$\frac{1}{0,75}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{0,75}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$
Неблаго- приятные	$\frac{1,5}{1}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{2}{1,5}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{2}{1,5}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{1,5}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{2,5}$

Примечания

1 В зависимости от расположения коллектора условия предлагается дифференцировать на: благоприятные условия - при обеспечении стока поверхностной воды в сторону от ИВПП, МС, перронов, РД; средние условия - при стоке поверхностной воды с прилегающих грунтовых участков аэродрома в грунтовые лотки или замкнутые понижения; неблагоприятные условия - при расположении коллектора под искусственными покрытиями и при поверхностном стоке воды, направленном к искусственным покрытиям зданий аэровокзалов, ангаров, пакгаузов.

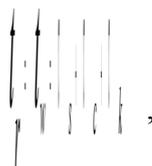
2 Перед чертой приведены значения P для водоотводных систем с лотками в кромках покрытий, под чертой - без лотков в кромках покрытий.

3 Для коллекторов водоотводных систем с уклонами свыше 0,005 указанные в таблице значения P допускается снижать на одну ступень (например, вместо 0,5 принимать 0,33 и т.п.).

4 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 32.13330.2010 как для территорий промышленных предприятий.

С.4 Расчетную продолжительность дождя t_r , мин, равную времени добегаания дождевых вод до рассматриваемых сечений коллекторов t_w , следует определять как сумму времени добегаания дождевых вод по поверхности склона, лоткам и коллекторам по формуле

(С.2)



где t_s - время добегаания дождевых вод по поверхности склона до лотка, мин;

t_c - время добегаания дождевых вод по лотку до дождеприемника, мин;

τ_k - время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения, мин.

С.5. Время добегания дождевых вод по поверхности склона до лотка τ_s , мин, надлежит определять по формуле

$$\tau_s = \left(\frac{2,41 n_c L_d}{A^{0,72} \cdot \varphi^{0,72} \cdot i_d^{0,5}} \right)^{\frac{1}{1,72-0,72n}} \quad (C.3)$$

где L_d – расчётная длина склона, участвующего в формировании максимального стока, м;

i_d – расчётный уклон склона;

n_c - коэффициент шероховатости поверхности склона, принимаемый по таблице П.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 длину склона L_d следует принимать по линии наибольшего ската по формулам

$$i_d = \sqrt{i_l^2 + i_c^2} \quad (C.4)$$

$$L_d = \frac{L_s}{i_c} \sqrt{i_l^2 + i_c^2} \quad (C.5)$$

при $\frac{i_l}{i_c} < 0,5$ следует принимать $i_d = i_c, L_d = L_s$,

где L_s – длина склона, участвующего в формировании максимального стока, м.

Для разнородных поверхностей склонов (покрытие плюс грунтовая обочина) время добегания дождевых вод τ_s надлежит определять по формуле (С.3) при средневзвешенных значениях уклонов, коэффициентов стока и шероховатости.

Т а б л и ц а С.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:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 B_1 + \varphi_2 B_2}{B_1 + B_2} ; \quad (C.6)$$

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.

С.6 Время добегания дождевых вод по лотку τ_c , мин, следует определять по формуле

$$\tau_c = \frac{L_c}{60v_c} \quad (C.7)$$

где L_c - длина лотка, м;

v_c - скорость движения дождевых вод в конце лотка, м/с:

$$v_c = \frac{1}{n_c} \left(\frac{h_w}{2} \right)^{2/3} \cdot i_b^{1/2} ;$$

h_w - глубина потока в конце лотка (у дождеприемных, тальвежных колодцев), м;

i_b - продольный уклон дна лотка.

Глубину потока h_w в конце лотка надлежит устанавливать из условия равенства расчетного расхода в этом сечении пропускной способности лотка при принятой глубине потока, при этом пропускную способность лотка q_c , м³/с, необходимо определять по формуле

$$q_c = \frac{h_w^2}{i_w} v_c \quad (C.8)$$

где i_w - уклон боковых сторон лотка.

С.7 Время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения τ_k , мин, устанавливается суммированием времени протекания по отдельным участкам коллектора, определяемого по формуле

$$\tau_{k_i} = m_w \frac{L_{k_i}}{60v_{k_i}} , \quad (C.9)$$

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 С.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%.

С.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

$$t_{st} = \left[\frac{(1-n)A}{\Psi_{min}} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (C.10)$$

где Ψ_{min} – минимальная мгновенная стокообразующая интенсивность дождя, принимаемая равной интенсивности впитывания, мм/мин, указанной в таблице С.5.

Т а б л и ц а С.5

Грунты и почвы	Интенсивность впитывания, мм/мин
Глина, солонцы суглинистые	0,04
	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

С.9 Для сечений водоотводных систем удаленных по времени добегания дождевых вод на $\tau_w \leq t_{st}$ 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

$$q_r = q_t + q_{aw} \quad (C.11)$$

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:

$$q_{aw} = 0,00015AL_d v t_{st}^{1-n} \eta$$

v - скорость движения воды в лотке или канаве, м/с, на расчетном участке;

η - коэффициент, принимаемый по таблице П.6.

Примечание - При значениях $q_{aw} < 5$ л/с им можно пренебречь.

Т а б л и ц а С.6

$\frac{t_w}{t_{st}}$	η	$\frac{t_w}{t_{st}}$	η	$\frac{t_w}{t_{st}}$	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

С.10 Главные коллекторы водоотводной системы, отводящие воду из узла коллекторов, следует рассчитывать на время добегания, соответствующее получению максимального расхода дождевого стока.

С.11 Расчетный расход воды при весеннем снеготаянии следует определять при средних значениях максимумов стока талых вод в данной местности.

Для водоотводных систем лётных полос с площадью водосбора до 100 га расчетные расходы воды q_r , л/с, при весеннем снеготаянии надлежит устанавливать по формуле

$$q_r = 0,95 \frac{H_s}{T_s} F_w, \quad (C.12)$$

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

$$q_r = 2,78 A_t F_w, \quad (C.13)$$

где A_t - интенсивность стока талых вод, мм/ч, при средних значениях максимумов стока, устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы.

С.12 Диаметры труб коллекторов при расчете на сток дождевых или талых вод необходимо определять при полном наполнении труб и коэффициенте шероховатости их внутренней поверхности, равном 0,013, по формуле

$$d_k = 0,312 \frac{q_r^{0,375}}{i_k^{0,187}}, \quad (C.14)$$

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

$$v_r = 29 N d_s^{0,67} i_k^{0,5}, \quad (C.15)$$

где d_s - диаметр трубы коллектора по сортаменту, м;

i_k - продольный уклон участка коллектора;

N - коэффициент, учитывающий неполное заполнение трубы, определяемый по

графику рисунку С.1 в зависимости от величины

$$M = \frac{q_r}{24350 i_{k_i}^{0,5} \cdot d_s^{8/3}}$$

С.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.

С.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.

С.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.

С.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.

С.17 Одновременно с гидравлическим расчетом водоотводных систем надлежит произвести прочностной расчет конструкций водоотводных и дренажных сооружений.

Прочностной расчет конструкций водоотводных систем надлежит производить по методу предельных состояний, который сводится к удовлетворению условия:

$$m_d \leq m_u , \quad (C.16)$$

где m_d - расчетный изгибающий момент в сечении конструкций (труб, смотровых, дождеприемных и тальвежных колодцев);

m_u - предельный изгибающий момент в сечении/конструкциях.

m_d и m_u определяются по ведомственным нормативным документам ГА.

Значение расчетного момента надлежит определять при действии общей нагрузки, слагаемой из постоянной и временной нагрузок.

Постоянная нагрузка включает вес засыпки грунта. Временная нагрузка возникает при действии колеса воздушного судна на сооружения водоотводной сети.

Приложение Т

(рекомендуемое)

Расчет толщины дренирующих слоев, устраиваемых на дренирующей прослойке из синтетического нетканого материала

Расчетную толщину дренирующих слоев из песков крупных и средней крупности, устраиваемых на готовой дренирующей прослойке из синтетического нетканого материала (СНМ), определяют из условия отвода воды, поступившей как в дренирующий слой, так и в прослойку из СНМ, при оттаивании переувлажненного грунтового основания и от атмосферных осадков, проникающих через швы и трещины аэродромного покрытия.

Толщину дренирующего слоя надлежит определять в следующей последовательности.

Т.1. Определяется общий объем (приток) воды в л/м², поступающий в песчаное основание Q^{sm} за расчетный период весной T с учетом отвода воды прослойкой из СНМ по формуле:

$$Q^{sm} = 0,9 Q - q^{sm}_{отв} T, \quad (Т.1)$$

где $0,9$ - коэффициент, учитывающий работу прослойки из СНМ как слоя, ограничивающего поступление воды в грунтовое основание от атмосферных осадков в предзимний период;

Q - общий объем воды в л/м², поступающей в основание за расчетный период, принимается по таблице Р.1;

$q^{sm}_{отв}$ - удельное количество отводимой воды прослойкой из СНМ, л/м² сут., определяется по номограмме (рис. Р.1);

T - продолжительность расчетного периода в сут.:

$$T = \frac{Q}{q}$$

q - удельное поступление воды в основание в л/м² сут, по табл. Т.1

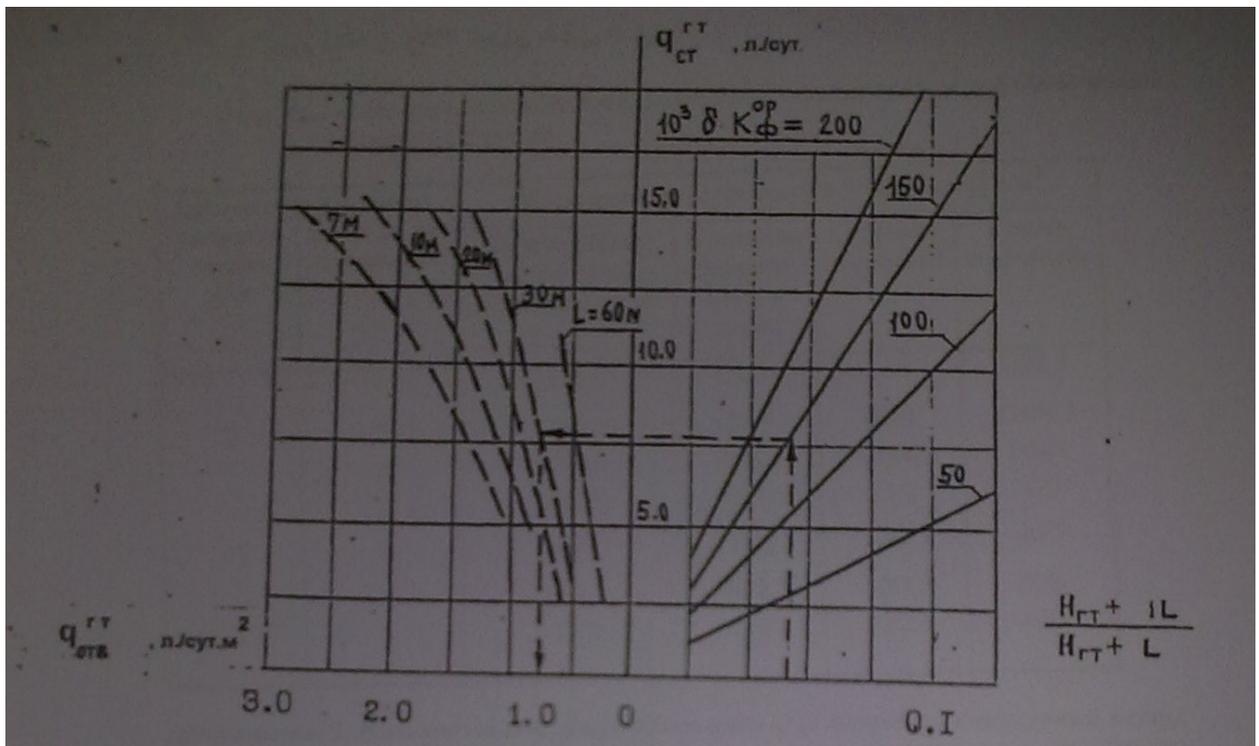
Т.2. Определяется количество воды в капиллярном состоянии Q^{kan} , л/м², которая может разместиться в порах песка дренирующего слоя толщиной $t_{зан}$ по формуле:

$$Q^{kan} = t_{зан} Q_2 \varphi, \quad (Т.2)$$

где $t_{зан}$ - дополнительная (запасная) толщина дренирующего слоя, зависящая от капиллярных свойств материалов и равная для песков средней крупности - 15 см и для крупных - 12 см;

Q_2 - количество капиллярной воды в л/м², поглощаемой слоем песка толщиной 1 см, принимается по табл. Т.3;

φ - коэффициент заполнения пор песка водой: для песков средней крупности при $t_{зан} = 15$ см $\varphi = 0,85$; для крупных песков при $t_{зан} = 12$ см $\varphi = 0,81$



L - ширина ската корыта искусственных покрытий, м;
 I - уклон дна корыта, доли единицы;
 $H_{ст}$ - длина выпуска прослойки в дренах, м ($H_{ст} = 1,2$ м);
 $K_{ф}^{рр}$ - расчетный коэффициент фильтрации прослойки, м/сут.;
 δ - толщина прослойки с учетом обжатия под нагрузкой, м, принимается равной $\delta = (\delta_0 - I)$ мм., где δ_0 - первоначальная толщина прослойки.

Рисунок Т.1 - Номограмма для определения расчетного количества воды, отводимой прослойкой из СНМ:

Т.3. Сравнивают расчетные величины $Q^{рр}$ и $Q^{кан}$, полученные соответственно по формулам (Т.1) и (Т.2), и принимают один из двух возможных расчетных случаев для определения толщины дренирующего песчаного слоя $t_{др}$ по формулам при условии:

1) если $Q^{рр} \geq Q^{кан}$, то

$$t_{др} = t_{зан} + t_{нас}, \quad (Т.3)$$

где $t_{нас}$ - толщина песчаного слоя, полностью насыщенного водой (фильтрационного потока), см.

Т а б л и ц а Т.1

Дорожно-климатическая зона	Тип местности по увлажнению	Объем воды, поступающей в основание Q л/м ²			
		Супесь легкая песчанистая, песок пылеватый.	Суглинок песчанистый и глина	Суглинок пылеватый	Супесь пылеватая
II	1	15/2,5	20/2	35/3	80/3,5
	2	25/3	50/3	80/4	130/4,5
	3	60/3,5	90/4,5	130/4,5	180/5
III	1	10/1,5	10/1,5	15/2	30/3
	2	15/2	25/2	30/2,5	40/3

	3	25/2,5	40/2,5	50/3,5	60/4
IV и V	3	20/2	20/2	30/2,5	40/3
<p>Примечания</p> <p>1 В числителе дан общий объем воды Q (в литрах на квадратный метр), поступающей в основание за весь расчетный период, а в знаменателе - ее удельное q (в литрах на квадратный метр в сут.).</p> <p>2 Для восточных районов страны значения притока воды следует уменьшать на 5 - 10%.</p>					

Т а б л и ц а Т.2

Дорожно-климати- ческая зона	Тип увлажнения местности	K_n для грунтов	
		непылеватых	пылеватых
II	1	1.5	1.5
	2	1.5	1.6
	3	1.6	1.7
III	1	1.4	1.5
	2	1.4	1.5
	3	1.5	1.6
IV и V	3	-	1.3

Т а б л и ц а Т.3

Крупность песков	Физические свойства грунтов						Водопоглощение песчаного слоя Q_1/Q_2 , в л в зависимости от климатической зоны		
	Эффективный диаметр $d_{эф}$ в мм	Коэффициент неоднородности K_n	% содержания с частиц размером $\leq 0,05$ мм	Требуемый объемный вес, не менее $t/м^3$	Ориентировочное значение коэффициента фильтрации K при данной плотности в м/сут	Полная влагоемкость W в %	II	III	IV-V
Мелкий	0.08-0.14	2.5-4.0	2	1.76	3-6	21	<u>1.5-2.2</u> 1.0-1.4	<u>1.9-2.4</u> 1.2-1.5	<u>2.4-2.6</u> 1.5-1.6
Средний	0.14-0.17	3	2-5	1.83	6-10	18	<u>1.7-2.4</u> 1.1-1.6	<u>2.2-2.5</u> 1.5-1.7	<u>2.5-2.7</u> 1.7-1.8
Крупный	>0.17	>3	>5	1.90	> 10	16	<u>1.9-2.5</u> 1.2-1.7	<u>2.2-2.5</u> 1.5-1.7	<u>2.5 - 2.7</u> 1.7- 1.8
Примечания									
1 В числителе указано водопоглощение песчаным слоем Q_1 - свободной воды, в знаменателе Q_2 - капиллярной воды, л/м ² на 1 см толщины слоя.									
2 Меньшие значения относятся к 3-му типу местности по увлажнению, большие - ко 2-му типу.									

$$t_{iан} = \frac{Q_{дан} - t_{cар} \cdot Q_2 \cdot \varphi}{Q_1}, \quad (Т.4)$$

где $Q_{расч}$ – общий расчетный приток воды в песчаный слой с учетом отвода гравитационной и капиллярной воды закомочными дренами, л/м²;

$$Q_{дан} = Q_{до} \left(1 - \frac{0,88 \hat{E}_o \cdot i_2 \cdot t_{cар}}{q_{iа}^{до} \cdot L} \right) \quad (Т.5)$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации песка, м/сут;

i - поперечный уклон дна корыта в тысячных долях;

L - длина пути фильтрации, м (ширина ската корыта покрытия);

$q_{нс}^{zm}$ - удельный расчетный приток воды в песчаный слой с учетом коэффициентов «пик» и работы дренирующей прослойки из СНМ, в кубических метрах на 1 м².

$$q_{нс}^{zm} = 0,9(qK_n - q_{оме}^{zm})/1000, \quad (Т.6)$$

где K_n - коэффициент «пик», учитывающий неравномерность оттаивания и выпадения осадков, принимается по табл. Р.2;

Q_1 – количество свободной воды в песчаном слое толщиной 1 см, л/м²; определяется по табл. Т.3;

2) Если $Q^{эм} < Q^{кан}$, то

$$t_{ао} = \frac{Q_{ао}}{Q_2 \cdot \varphi}, \quad (Т.7)$$

Значение $t_{др}$, полученное по формуле (Т.7), сравнивают с толщиной дренирующего песчаного слоя $t_{др,сп}$ способного временно аккумулировать в порах объем воды, $Q_{сп}$ (л/м²), поступающий в основание в начальный период его оттаивания, т.е. до начала работы водоотводной и дренажной системы.

$$t_{ао,ао} = \frac{Q_{ао}}{Q_2 \cdot \varphi}, \quad (Т.8)$$

$$Q_{сп} = 1000(q^{эм} - T_{зан}), \quad (Т.9)$$

где $T_{зан}$ - время запаздывания начала работы водоотводной и дренажной системы ($T_{зан} = 4-6$ сут. во II дорожно-климатической зоне; $T_{зан} = 3-4$ сут. в III дорожно-климатической зоне; большее значение принимается для песков средней крупности).

Толщина дренирующего песчаного слоя считается достаточной, если $t_{др} \geq t_{др,сп}$.

В случае, если $t_{др} < t_{др,сп}$, то расчетной является толщина дренирующего песчаного слоя, полученная по формуле (Т.8).