МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное унитарное предприятие
Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт гражданской авиации

АЭРОПРОЕКТ

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

(Окончательная редакция)

Этап 2

Государственный Контракт № 048-17.003-03 ГА

Москва 2004 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное унитарное предприятие
Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт гражданской авиации

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
производственной деятельности ФАВТ

Овчаренко С.Н.

« » _____ 2004 г.

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

(Окончательная редакция)

Этап 2

Государственный Контракт № 048-17.003-03 ГА

Генеральный директор ФГУП ГПИ и НИИ ГА
«Аэропроект» В.Н. Иванов

Москва 2004 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Руководство по проектированию конструкций аэродромных покрытий разработано ФГУП ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект».

Настоящее Руководство разработано взамен Пособия по проектированию гражданских аэродромов (к СНиП 2.05.08-85) Часть IV «Аэродромные покрытия».

Руководство содержит вспомогательные данные в виде методик, номограмм и таблиц для проектирования аэродромных покрытий в соответствии с главой СНиП 32-03-96 «Аэродромы» (МСН) и ФАП «Технологическое проектирование и строительство аэродромов гражданской авиации». В Руководстве особое внимание уделено расчету и конструированию многослойных аэродромных покрытий с различным сочетанием конструктивных слоев. Впервые включены разделы, касающиеся расчета усиления существующих жестких и нежестких покрытий с учетом данных испытаний, расчета жестких и нежестких покрытий на скальном основании. В руководстве приведены методики по расчету расстояний между швами расширения (опыт гражданской авиации и опыт ВВС МО РФ); искусственных оснований под типовые сборные плиты типа ПАГ-14,18,20 для тяжелых самолетов (опыт ВВС). Впервые в Руководство включена методика расчета асфальтобетонного слоя на аэродинамическую устойчивость от воздействия газовоздушных струй реактивных двигателей ВС. Заново написан раздел, касающийся конструктивных способов повышения трещиностойкости асфальтобетонных слоев усиления. В приложениях приведены справочные материалы о самолетных нагрузках, расчетных характеристиках строительных материалов, расчетные схемы покрытий, таблицы контактных давлений, изгибающих моментов, типовые конструкции.

При разработке Руководства использованы материалы: к.т.н. В.П. Апестиной (разделы:1–3, 6-7, 12, 14); д.т.н. Л.П. Виноградова, к.т.н. Е. Г. Рогальской к.т.н. В.И. (раздел 13); с.н.с. Ю.Н. Волкова (раздел 4,5); к.т.н. Л.П. Комчихиной (п.п. 10.1-10.6); к.т.н. д.т.н. О.Н. Тоцкого (раздел 9); 26 ЦНИИ МО РФ (раздел 8, п.п. 10.7-10.10), к.т.н. В.А. Сабуренковой (приложения: 2, 5, 6, 8).

Редакторы: в.н.с., к.т.н. В.П. Апестина и к.т.н. В.А. Сабуренкова.

Руководство предназначено для специалистов по проектированию аэродромов, работников аэродромных служб на предприятиях ГА а также студентов, обучающихся в вузах по специальности «Строительство и эксплуатация аэродромов»

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Основные буквенные обозначения	5
1	Общие положения	9
2	Исходные данные для проектирования	14
3	Требования к материалам, конструирование аэродромных покрытий	18
4	Деформационные швы и стыковые соединения	29
5	Повышение трещиностойкости асфальтобетонного слоя усиления существующих покрытий	42
6	Область применения аэродромных покрытий	52
7	Расчет аэродромных покрытий на скальном основании	58
8	Рекомендации по проектированию сборных аэродромных покрытий из плит ПАГ-14, ПАГ-18 и ПАГ-20 ТМ под тяжелые нагрузки (практика 26 ЦНИИ МО РФ)	70
9	Проектирование жестких слоев усиления при реконструкции покрытий аэродромов	78
10	Расчет расстояний между швами расширения в монолитных жестких покрытиях	87
11	Рекомендации по проектированию покрытий на МС и перронах	101
12	Расчет асфальтобетонного слоя усиления существующих покрытий с использованием данных испытаний штампом	103
13	Методика расчета асфальтобетонного слоя на аэродинамическую устойчивость	113
14	Расчет приведенной повторности приложения нагрузки	121
15	Конструирование железобетонных покрытий	124
	Литература	126
Приложение 1	Действующие нормативные документы	127
Приложение 2	Типовые схемы расчета аэродромных покрытий	130
Приложение 3	Расчетные характеристики грунтов и оснований из материалов, не обработанных вяжущими	133

Приложение 4	Характеристики материалов аэродромных покрытий и искусственных оснований.....	142
Приложение 5	Характеристики воздушных судов, используемые в расчетах конструкций аэродромных покрытий	161
Приложение 6	Максимальные контактные давления и центральные изгибающие моменты в жестких покрытиях	176
Приложение 7	Армирование плит железобетонных покрытий.....	188
Приложение 8	Типовые конструкции аэродромных покрытий	195
Приложение 9	Таблица соотношений между некоторыми единицами физических величин.....	211

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В руководстве используются следующие буквенные обозначения

Характеристики нагрузок и усилия от их воздействия

в расчетных сечениях покрытий

F - максимальная взлетная масса воздушного судна;

K_g - доля взлетной массы, приходящаяся на основные опоры;

F_n - нормативная нагрузка или нагрузка на основную опору расчетного воздушного судна;

n_k - число колес на основной опоре;

F_d - расчетная нагрузка на колесо основной опоры;

F_e - условная одноколесная нагрузка, эквивалентная воздействию основной опоры воздушного судна;

P_a - давление воздуха в пневматических шинах колес основных опор;

n_a - число осей на основной опоре воздушного судна;

a - минимальное расстояние между ближайшими колесами основной опоры в свету;

a_m, a_d - расстояния между осями ближних колес и основной опоре и максимально удаленных от расчетного колеса соответственно;

R_e - радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса;

D_e - диаметр круга равновеликого площади отпечатка пневматика колеса для эквивалентной одноколесной нагрузки;

N_i - число взлетов воздушного судна за проектный срок службы покрытия;

U_{ei} - эквивалентное число приложений нагрузки i-го воздушного судна, приведенное к расчетному воздушному судну;

U_d - суммарное число приложений расчетной нагрузки за проектный срок службы для жестких покрытий;

N_r - максимальная суточная приведенная повторяемость расчетной нагрузки в последний год срока службы нежестких покрытий;

m_1 - изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением;

$m_{x(y)i}$ - изгибающий момент, создаваемый действием i-го колеса, расположенного за пределами расчетного сечения плиты;

$m_{c,max}$ - максимальный изгибающий момент от нагрузки при центральном загружении плиты;

m_d - расчетный изгибающий момент;

$m_{d,sup}$ - расчетный момент в верхнем слое двухслойного покрытия;

$m_{d,inf}$ - расчетный момент в нижнем слое двухслойного покрытия;

W_c - прогиб в центре плиты;

λ_d - расчетный относительный прогиб нежесткой аэродромной конструкции;

λ_u - предельный относительный прогиб нежесткой конструкции;

σ_r - наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в асфальтобетонном слое от единичной и расчетной нагрузки соответственно;

D_r - условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия на основание;

P_k - наибольшее контактное давление на основание под покрытием;

P_u - предельно допустимое давление на грунт;

$\overline{F}_z$ - горизонтальное отрывающее усилие при расчете на аэродинамическую устойчивость;

$\overline{F}_b$ - прижимающее усилие при расчете асфальтобетона на аэродинамическую устойчивость;

σ_y - результирующая отрывающая сила на единицу поверхности при расчете на аэродинамическую устойчивость;

σ_{yp} - удельное давление от собственной массы покрытия.

Расчетные коэффициенты

γ_f - разгрузки;

k_d - динамичности;

k_N - учитывающий увеличение изгибающего момента в покрытии вследствие неравномерного накопления остаточных деформаций в грунтовом основании и искусственном неупрочненном основании;

k_u - учитывающий число приложений колесных нагрузок воздушных судов на жесткие покрытия;

k - учитывающий увеличение изгибающих моментов в краевых зонах плит;

k' - то же, для двухслойных покрытий с совмещенными швами;

k_1 - учитывающий концентрацию напряжений в верхнем слое двухслойного покрытия над швами (и трещинами) нижнего слоя для покрытий с несовмещенными швами и конструкций усиления;

$k_{x(y)}$ - учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах в зависимости от отношения жесткостей в продольном и поперечном сечениях;

γ_c - условий работы в зависимости от типа покрытия;

k_m - поправочный множитель к коэффициенту условий работы, определяемый в зависимости от толщины верхнего слоя двухслойного покрытия или слоя усиления;

$\psi_в$ - учитывающий неравномерность распрсделения деформаций крайнего волокна сжатой зоны сечения на участке между трещинами в железобетонных покрытиях;

k_a - приведения нагрузок от воздушных судов к нагрузке расчетного воздушного судна;

k_p - учитывающий увеличение контактного давления на основание в зависимости от количества колес в основной опоре самолета;

k_z - представляющий отношение напряжений в грунте на уровне рассматриваемой точки к максимальному контактному давлению под плитой;

ρ - учитывающий разгружающий эффект наличия стабилизированного основания под жесткими покрытиями;

k_w - учитывающий ортотропность плит типа ПАГ при расчете давления на грунт и требуемой толщины искусственного основания под сборными покрытиями;

μ - армирования;

<u>Характеристики материалов конструктивных слоев и конструкций</u>

R_{tb} $R_{tb,ser}$ - расчетные сопротивления бетона растяжению при изгибе при расчете на прочность и по образованию трещин соответственно;

R_b - расчетное сопротивление сжатию (призменная прочность);

R_s - расчетное сопротивление арматуры;

R_d - расчетное сопротивление асфальтобетона растяжению при изгибе;

m_u - предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты;

a_{crc} - ширина раскрытия трещин;

$[a_{crc}]$ - предельно допустимая ширина раскрытия трещин;

ℓ - упругая характеристика плиты;

m_r - ядровый момент (момент равнодействующей усилий в нижней и верхней напрягаемой арматуре на единицу ширины сечения относительно оси, проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от зоны сечения, трещиностойкость которой проверяют);

k_3 - расчетный коэффициент постели грунтового основания;

k_{se} - эквивалентный коэффициент постели многослойного основания;

k_{si} - коэффициент постели материала искусственного основания;

E_b - модуль упругости бетона;

E_s - модуль упругости арматурной стали;

E_i - модуль упругости материала i-го слоя;

E - модуль упругости грунтового основания;

E_o - модуль упругости грунтовой прослойки между конструкцией и скальным основанием;

E_{cd} - эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции;

μ_o - коэффициент Пуассона;

B - жесткость сечения плиты;

B_{sup}, B_{inf} - жесткость сечения плиты верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия соответственно;

B_f - жесткость слоя основания, обработанного вяжущим;

B_{tot} - суммарная жесткость слоев;

ρ_i - плотность материала конструктивного слоя или грунта;

φ_o - угол внутреннего трения грунта;

C_o - расчетный коэффициент сцепления грунта.

Геометрические характеристики конструкции

t - толщина плиты;

t_i - толщина i–го слоя;

h_o - рабочая высота сечения железобетонного покрытия;

A_s - площадь сечения растянутой арматуры;

χ - высота сжатой зоны бетонного сечения;

d - диаметр арматурных стержней;

t_{pr} - толщина защитного слоя бетона;

t_{as} - толщина асфальтобетона;

t_{en} - требуемая для заданной расчетной нагрузки толщина однослойного бетонного покрытия;

t_{ed} - толщина бетонного покрытия, эквивалентного по несущей способности существующему покрытию;

t_{pd} - расчетная толщина существующего покрытия;

t_{sup} - толщина верхнего слоя двухслойного покрытия;

t_{inf} - толщина нижнего слоя двухслойного покрытия;

t_f - толщина слоя основания из материала, обработанного вяжущим;

t_{tot} - общая толщина конструкции;

t_o - толщина прослойки сыпучего материала между покрытием и скальным основанием.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Руководство разработано в развитие и дополнение СНиП 32-03-96 «Аэродромы» [1] и ФАП «Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА» [2] и содержит указания по проектированию покрытий аэродромов гражданской авиации. Руководством следует пользоваться при проектировании покрытий на вновь строящихся и реконструируемых аэродромах, при разработке альбомов типовых конструкций, а также при составлении программ и алгоритмов их расчета на ЭВМ.

1.2 Проектирование аэродромных покрытий должно выполняться, как правило, исходя из условий воздействия нормативных нагрузок, которые являются статистически обобщенными показателями для аэродромов различных классов с учетом перспективы развития воздушных судов гражданской авиации. Проектирование аэродромных покрытий на конкретное воздушное судно допускается как исключение, при условии соответствующего технико-экономического обоснования. В последнем случае необходимо учитывать возможную модификацию расчетного воздушного судна (в частности, увеличение максимальной взлетной массы и давления в пневматиках) на перспективу не менее 10 лет.

При проектировании международных аэродромов прочность покрытий следует проверять на воздействие зарубежного типа воздушного судна, являющегося аналогом расчетному типу, принятому в проекте.

Аналоги отечественных и зарубежных типов воздушных судов, а также характеристики некоторых типов отечественных и зарубежных судов приведены в таблицах П 5.1 и П 5.2 .

1.3 По характеру сопротивления действию нагрузок от воздушных судов аэродромные покрытия разделяются на два типа: жесткие и нежесткие.

Расчетная схема жестких конструкций представлена моделью однослойной или двухслойной бесконечной в плане плиты, лежащей на упругом основании Винклера (с одним коэффициентом постели k_s).

Расчетная схема нежестких аэродромных конструкций представлена моделью слоистого упругого полупространства. Несущая способность грунтового основания выражается модулем упругости E.

Расчет жестких и нежестких покрытий на скальном (практически несжимаемом) основании выполняется по схеме слоя конечной мощности. Несущая способность скального основания и грунтовой (или выравнивающей) прослойки характеризуется эквивалентным коэффициентом постели k_{se} или модулем упругости E_e. Деформативные свойства грунтов прослойки характеризуются модулем упругости E_o, а для нежестких покрытий – дополнительно углом внутреннего трения φ_o и удельным сцеплением Co.

Расчетная схема жестких слоев усиления существующих жестких и нежестких аэродромных покрытий, несущая способность которых оценивается испытаниями штампом, представлена моделью бесконечной в плане плиты, лежащей на упругом основании, характеризующемся коэффициентом отпора C и жесткостью B_{tot}.

Нагрузка от воздушного судна передается на покрытие через опору и распределяется на одно или несколько колес. При расчете нежестких покрытий нагрузка на опору заменяется эквивалентной одноколесной нагрузкой F_e. Эквивалентной нагрузкой считается такая нагрузка на одно колесо, которая создает в конструктивном слое покрытия те же расчетные напряжения , что и опора в целом. Для нежестких покрытий эквивалентную нагрузку определяют отдельно для асфальтобетонного слоя и подстилающего грунтового основания.

Типовые схемы расчета аэродромных покрытий приведены в Приложении 2.

I.4 Проектирование аэродромного покрытия представляет собой единый процесс конструирования и расчета из условий обеспечения прочности, устойчивости и долговечности покрытия при воздействии климатических факторов и эксплуатационной нагрузки. При проектировании должно быть предусмотрено длительное сохранение ровности поверхности покрытия и его сцепных свойств с шинами самолетов.

Подстилающие грунты через аэродромную конструкцию воспринимают давление от самолетных нагрузок и собственного веса покрытия и подвергаются воздействию природных факторов, поэтому являются ответственным элементом конструкции.

Аэродромные покрытия и грунтовые основания должны проектироваться совместно, при необходимости, следует предусматривать конструктивные мероприятия по повышению сопротивления грунта внешним нагрузкам.

В настоящем Руководстве изложены вопросы, касающиеся проектирования аэродромных покрытий капитального типа. Вопросы проектирования грунтовых и

искусственных оснований, находящихся в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях, изложены в Руководстве по проектированию оснований аэродромных покрытий [3].

Процесс конструирования включает: а) назначение типа покрытия; б) выбор материалов для устройства слоев покрытия и размещение их в конструкции в такой последовательности, чтобы наилучшим образом проявились их распределяющая и деформативная способности, прочностные и теплофизические свойства; в) установление требуемой толщины конструктивных слоев и площади сечения арматуры в железобетонных покрытиях.

При проектировании следует добиваться конструкции покрытия прочной и надежной в эксплуатации, экономичной, возможно менее материалоемкой, особенно по расходу дефицитных материалов и энергии.

Экономичный вариант аэродромной конструкции устанавливается путем сравнения приведенных капитальных затрат по каждому варианту с учетом их сроков службы и эксплуатационных расходов за один и тот же период сравнения, который равен максимальному сроку службы рассматриваемых вариантов.

Сравнение приведенных капитальных затрат различных вариантов аэродромных конструкций рекомендуется производить в соответствии с отраслевыми Методическими указаниями по определению экономической эффективности использования в гражданской авиации новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [4].

В экономических расчетах рекомендуется принимать проектный срок службы жестких покрытий 20 лет, нежестких капитального типа – 10 лет.

При проектировании и разработке типовых решений аэродромных покрытий следует учитывать также положительный опыт службы различных видов конструкций, применяемых в разных регионах страны.

При разработке конструктивных решений необходимо добиваться максимальной механизации и индустриализации строительных процессов, устранять многократность проходов укладочных машин и механизмов, стремиться к снижению трудоемкости и затрат ручного труда.

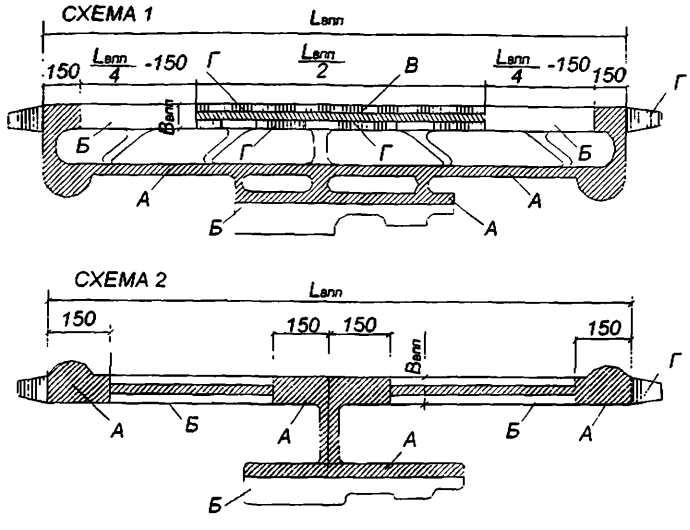
I.5 По степени воздействия нагрузок покрытия аэродромов подразделяют на группы участков в зависимости от применяемых планировочных решений в соответствии со схемами, приведенными на рисунке 1.1.

При расчете прочности аэродромных покрытий ВПП с неравномерной ветровой загрузкой направлений взлетов и посадок самолетов коэффициенты

условий работы для групп участков **А** и **Б** следует умножать на поправочные коэффициенты: **0,9** – для участков на конце ВПП с ветровой загрузкой от 70 до 90% и **1,1** – для участков, расположенных на противоположном конце ВПП.

I.6 Прочность аэродромных покрытий надлежит представлять классификационными числами искусственных покрытий (PCN) согласно классификации, установленной Международной организацией гражданской авиации ИКАО.

Расчет классификационного числа искусственного покрытия выполняется по методикам оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СНГ гражданских аэродромов МОС НГЭА [5].



Группы участков:

А — магистральные РД; магистральные пути руления на МС и перронах; 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, кроме магистральных путей руления, и другие аналогичные площадки для стоянки воздушных судов;

В — средняя часть ИВПП ($B_{впп}/2$), запроектированной по схеме 1; Г— краевые по ширине участки в средней части ИВПП ($B_{впп}/4$), запроектированной по схеме 1 за исключением примыкающих к соединительным РД; укрепляемые участки, примыкающие к торцам ИВПП, укрепленные обочины и концевые полосы торможения (КПТ).

Рис.1.1 Схемы деления покрытий аэродрома на группы участков:

схема 1— для аэродромов, на которых руление воздушных судов осуществляется по магистральной РД;

схема 2 — для аэродромов, на которых руление воздушных судов осуществляется по ИВПП

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Таблица 2.1

<table>
<tr><td colspan="2">Исходные данные для проектирования аэродромных покрытий</td><td rowspan="2">Источник информации</td></tr>
<tr><td>жестких</td><td>нежестких</td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Нагрузка</u></td></tr>
<tr><td colspan="2">Категория нормативной нагрузки

Характеристики: нагрузка на условную опору,
внутреннее давление воздуха в пневматиках,
количество колес в опоре, расстояния между колесами в опоре.

Расчетный тип воздушного судна

Характеристики: максимальная взлетная масса;
доля массы, приходящаяся на основную опору;
количество колес в основной опоре, их схема;
давление воздуха в пневматиках.</td><td>СНиП 32-03-96 «Аэродромы»

Справочные данные,
Таблица П 5.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Нагрузка от строительных машин для искусственных оснований</td><td>Справочники строительных машин</td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Состав движения</u></td></tr>
<tr><td colspan="2">Типы воздушных судов и их интенсивность движения с учетом перспективы не менее 10 лет с момента ввода аэродрома в эксплуатацию

или:</td><td>Задание на проектирование</td></tr>
<tr><td>Приведенная суммарная повторность приложения расчетной нагрузки за 20 лет эксплуатации или соответствующий коэффициент k_u</td><td>Приведенная среднесуточная повторность приложения расчетной нагрузки на 10-й эксплуатации:
для расчета по прогибу,
для расчета прочности асфальтобетона</td><td>Таблица П 5.3</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 2.1

Исходные данные для проектирования аэродромных покрытий		Источник информации
Жестких	нежестких	
Условия работы покрытия		
Дорожно-климатическая зона;		СНИП 32-03-96 «Аэродромы»
тип гидрогеологических условий;		Данные изысканий
географическая широта места расположения аэродрома;		«
глубина горизонта подземных вод;		«
Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха; Максимальная среднесуточная температура воздуха для летнего периода; Среднемесячная температура наиболее холодного месяца	Максимальная температура асфальтобетонного покрытия в период наименьшей несущей способности грунтов; Среднемесячная температура наиболее холодного месяца	СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»; справочники по климатологии
Расчетная группа участков аэродромов;		СНИП 32-03-96 «Аэродромы»;
Расчетные коэффициенты:	динамичности;	ФАП «Аэродромы. Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА»;
	разгрузки;	
	условий работы;	
	учитывающий накопление осадки в основании, не отработанном вяжущими на участках группы А, МС и перронах;	
	комплексный коэффициент, учитывающий условия работы грунта на контакте с покрытием при расчете по критерию давления на грунт	Раздел 7 Руководства

Продолжение таблицы 2.1

Исходные данные для проектирования аэродромных покрытий		Источник информации
жестких	нежестких	
Ветровая загрузка стартов ИВПП		Рассчитывается или принимается по данным эксплуатации
Данные по конструкции		
Толщины слоев; класс прочности бетона; модули упругости материалов искусственного основания; характеристики арматурной стали (класс, диаметр, марка); расчетный коэффициент постели грунтового основания.	Толщины слоев; марка и тип асфальтобетона модули упругости материалов искусственного основания; модуль упругости грунтового основания.	ФАП «Аэродромы. Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА»; Приложение 4
Покрытия на скальном основании		
Толщина грунтовой прослойки; модуль упругости грунтовой прослойки;		Данные изысканий;
	расчетный коэффициент сцепления грунта; угол внутреннего трения грунта прослойки; плотность материалов конструктивных слоев	Раздел 7 Руководства; ФАП «Аэродромы. Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА»

Продолжение таблицы 2.1.

Исходные данные для проектирования аэродромных покрытий		Источник информации
жестких	нежестких	
Проектирование слоев усиления существующих покрытий		
Конструкция существующего покрытия (толщины и материалы конструктивных слоев); виды дефектов и категория разрушения верхнего слоя существующего покрытия; суммарная жесткость существующего покрытия; коэффициент отпора основания; характеристики грунтового основания	Конструкция существующего покрытия (толщины и материалы конструктивных слоев); виды дефектов и объем разрушений; значения понижающих коэффициентов к модулям упругости материалов конструктивных слоев; характеристики грунтового основания	Данные проекта; результаты обследования и испытаний покрытий; ФАП «Аэродромы. Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА»; Приложение 4
Примечание: *При проектировании все типы воздушных судов, эксплуатирующихся в аэропорту, по силовому воздействию на покрытие должны быть приведены к повторности нормативной нагрузки или расчетного типа воздушного судна*		Методика в разделе 14 Руководства

3 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, КОНСТРУИРОВАНИЕ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

3.1 При конструировании аэродромных покрытий в верхнем слое следует применять прочные морозостойкие, износостойкие, долговечные материалы, устойчивые к агрессивному воздействию газовых струй реактивных двигателей и авиационному топливу. Требования к материалам и конструкциям для аэродромных покрытий жесткого типа приведены в таблице 3.1.

Выбор марки битума для асфальтобетонных смесей для нежестких покрытий в зависимости от климатических условий, величины нагрузки и участка покрытия рекомендуется производить в соответствии с таблицами 3.2÷3.4.

Материалы, применяемые в конструкциях аэродромных покрытий и оснований, должны удовлетворять требованиям ГОСТ, приведенным в Приложении 1. Расчетные характеристики этих материалов приведены в таблицах Приложения 4. Допускается расширять номенклатуру материалов, особенно местных, укрепленных вяжущими.

Подбор составов смесей для устройства верхних и нижних слоев оснований под аэродромные покрытия следует выполнять в соответствии с Инструкцией СН 25-74.

При реконструкции аэродромов допускается уточнять расчетные значения характеристик грунтов и материалов на основании данных испытаний (расчетную влажность, температуру, модуль упругости, коэффициент постели, сопротивление растяжению при изгибе, параметры сопротивления сдвигу и т.д.).

3.2 Искусственные основания под покрытиями должны обладать достаточной прочностью, хорошей распределяющей способностью передачи нагрузки на грунтовое основание и не изменять своих свойств по сезонам года.

Для нормативных нагрузок IV категории и выше в несущих слоях оснований рекомендуется применять мелкозернистый (песчаный) бетон, низкомарочный «тощий» бетон, керамзитобетон, шлакобетон, щебеночные и гравийные материалы, крупнообломочные грунты и грунтовые смеси, обработанные органическими и неорганическими вяжущими и пескоцементными смесями.

При устройстве выравнивающей прослойки из сухой пескоцементной смеси в основаниях под сборными покрытиями расход цемента должен приниматься равным 250 кг на 1 $м^3$ песка при оптимальной влажности смеси.

Таблица 3.1.

Параметры элементов конструкции	Требования к жестким покрытиям				
	Однослойные и верхний слой двухслойных покрытий				Нижний слой двухслойных покрытий
	Бетонные	Армобетонные	Железобетонные		
			Монолитные	Сборные из типовых плит	
1	2	3	4	5	6
Цементобетонные покрытия					
Минимальный проектный класс бетона по прочности для нормативных нагрузок внеклассной и I – IV категорий:					
- на растяжение при изгибе B_{tb}	4,0	4,0	4,0	3,6	2,8
- на сжатие B	-	-	30	25	-
Минимальный проектный класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb} для нормативных нагрузок V и VI категорий	3,2	-	-	-	-
Деформационные швы					
Максимальное расстояние между деформационными швами сжатия, м, в обычных гидрогеологических условиях:					

Продолжение таблицы 3.1.

1	2	3	4	5	6
при толщине плит t:	25t (допускается округление до целых метров)				10
- менее 30 см		-	-	-	
- 30 см и более	7,5	-	-	-	10
с арматурой в одном уровне (тонкослойные железобетонные покрытия)	-	-	7,5	-	-
с арматурой в 2-х уровнях	-	-	20	-	-
Максимальное расстояние между деформационными швами, м, при годовой амплитуде среднемесячных температур,°С:					
45 и выше	-	10	-	12	-
от 30 до 45	-	15	-	18	-
менее 30	-	15	-	24	-
Максимальное расстояние между деформационными швами, м, в районах со сложными инженерно-геологическими условиями	5	10	10	12	10
Максимальное расстояние между деформационными швами в основаниях из низкомарочного бетона, керамзитобетона, пескобетона, шлакобетона	15	15	15	15	15

Продолжение таблицы 3.1.

1	2	3	4	5	6
Арматура					
Класс и марка рабочей арматуры при расчетной температуре воздуха до минус 40°С включительно		A-II A-III		A-IV A-V Ат-IV Ат-V A-III A-II	
Класс и марка стали для стыковых соединений	A-I	A-I	A-I	A-I	A-I
Процент армирования сечения плиты	-	0,10-0,15	0,25-0,40	не нормируется	-
Расстояние между арматурными стержнями в (см) в сечении:					
продольном	-	40	10-30	-	-
поперечном	-	15-40	10-30	-	-
Диаметр стержней рабочей арматуры (мм): при толщине плиты					
- 30 см и менее	-	10-14	-	14 (напрягаемая) 10-18 (ненапрягаемая)	-

Продолжение таблицы 3.1.

1	2	3	4	5	6
- более 30 см	-	14-18	-	-	-
армирование в 2-х уровнях	-	-	12-18	-	-
армирование в одном уровне (тонкослойные железобетонные покрытия)	-	-	5-18	-	-

Примечания:

1 При разрыве во времени между укладкой верхнего и нижнего слоев покрытий, превышающем строительный сезон, размеры плит нижнего слоя следует принимать как для однослойных покрытий

2 В сборных покрытиях из предварительно-напряженных плит со стыковыми соединениями, не препятствующими горизонтальной передвижке плит (плиты типа 1ПАГ по ГОСТ 25912.0), деформационные швы не устраивают, т.е. выполняется сварка стыковых соединений во всех швах.

Таблица 3.2

Область применения асфальтобетонов при строительстве и реконструкции верхних слоев покрытий ВПП и МРД аэродромов							
Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория нормативной нагрузки					
		В/К, I, II, III		IV		V, VI	
		Марка и тип асфальтобетонной смеси	Марка битума	Марка и тип асфальтобетонной смеси	Марка битума	Марка и тип асфальтобетонной смеси	Марка битума
I	Плотный и высокоплотный	I А, Б	БНД90/130	II А, Б, Г	БНД90/130	III Б, В, Г	БНД90/130
II, III	Плотный и высокоплотный	I А, Б	БНД60/90 БН60/90	II А, Б, Г	БНД60/90 БН60/90	III Б, В, Г	БНД60/90 БН60/90
IV, V	Плотный	I А, Б	БНД40/60 БНД60/90 БН40/60 БН60/90	II А, Б, Г	БНД40/60 БНД60/90 БН40/60 БН60/90	III В, Г	БНД40/60 БНД60/90 БН40/60 БН60/90

Примечание. *Битумы БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризуемых средними температурами самого холодного месяца года выше минус 10° С.*

Таблица 3.3

Область применения асфальтобетонов при строительстве и реконструкции верхних слоев покрытий рулежных дорожек, мест стоянок и перронов аэродромов						
Дорожно-климатическая зона	Категория нормативной нагрузки					
	В/К, I, II, III		IV		V, VI	
I	I А, Б, В	БНД90/130	II А, Б, В, Г	БНД90/130 БНД130/200	III Б, В, Г	БНД90/130 БНД130/200
II, III	I А, Б	БНД60/90 БНД90/130 БН60/90 БН90/130	II А, Б, В, Г	БНД60/90 БНД90/130 БНД130/200 БН60/90 БН90/130	III Б, В, Г	БНД60/90 БНД90/130 БНД130/200 БН60/90 БН90/130 БН130/200
IV, V	I А, Б	БНД40/60 БНД60/90 БН40/60 БН60/90	II А, Б, В	БНД40/60 БНД60/90 БНД90/130 БН40/60 БН60/90	III В, Г	БНД40/60 БНД60/90 БНД90/130 БН40/60 БН60/90 БН90/130

Примечания: *1.Все типы и марки асфальтобетонных смесей должны быть горячими и плотными.*

2.Для мест стоянок и перронов применять только асфальтобетонные смеси с содержанием щебня не менее 45% типа А и Б.

3.Битумы БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризуемых средними температурами самого холодного месяца года выше минус 10° С.

Таблица 3.4

Область применения асфальтобетонов при строительстве и реконструкции нижних слоев покрытий

Дорожно-климатическая зона	Типы асфальтобетонной смеси в зависимости от категории нормативной нагрузки					
	В/К, I, II, III		IV		V, VI	
	ВПП, МРД	Остальные участки	ВПП, МРД	Остальные участки	ВПП, МРД	Остальные участки
I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I Пористые марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II Пористые марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I, II Пористые марки I,II	Пористые марки I, II	Пористые марки I, II	Пористые марки II
II, III	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I Пористые марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II Пористые марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II Пористые марки I,II	Пористые марки I, II	Пористые марки I, II	Пористые марки II
IV, V	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I Пористые марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II Пористые марки I	Пористые марки I	Пористые марки I, II	Пористые высокопористые марки I, II	Пористые, высокопористые марки II

Для нормативных нагрузок V и VI категорий в основаниях рекомендуется применять местные грунты, обработанные вяжущими, если подстилающие грунты сложены из глин, суглинков, пылеватых супесей, а условия увлажнения относятся ко 2 или 3 типу.

Помимо материалов, приведенных в таблицах П 4.2 и П 4.4-П 4.7, для искусственных оснований могут применяться материалы, приведенные в таблице П 4.8, а также побочные продукты местной промышленности (шлаки, зола-уноса, дресва и т.д.).

3.3 Нижние (дополнительные) слои оснований предназначены защищать аэродромную конструкцию от вредного влияния воды и мороза в неблагоприятных климатических и гидрогеологических условиях. В зависимости от основной функции, которую выполняет дополнительный слой, его называют термоизоляционным или дренирующим. К дополнительным относятся также прослойки гидро- и пароизоляционные, капилляропрерывающие, противозаиливающие. Дополнительные слои, как правило, устраивают из местных материалов, которые должны отвечать требованиям, предъявляемым к ним в зависимости от их назначения. Совместно с верхними слоями оснований, дополнительные слои обеспечивают прочность аэродромной конструкции, поэтому учитываются в расчете при определении эквивалентного коэффициента постели или модуля упругости основания, если толщина слоя не менее 10 см.

3.4 Для дренирующих слоев должны применяться зернистые материалы с коэффициентом фильтрации не менее 7 м/сут. (песчаные грунты, гравий, отсортированный шлак и другие фильтрующие местные материалы). Минимальная толщина дренирующего слоя зависит от типа грунтов естественного основания, типа гидрогеологических и климатических условий и должна приниматься в соответствии с таблицей 10 СНиП 32-03-96 [1], если в слое используются пески крупные и средней крупности.

Если дренирующие слои выполняются из песчано-гравийной смеси, гравия или щебня, минимальная толщина слоя принимается равной 15 см, при этом она должна проверяться расчетом на прочность и на водоотвод.

3.5 Материалы термоизоляционных слоев должны обладать хорошими теплоизолирующими свойствами. Наличие таких слоев в конструкции способствует частичному или полному предотвращению промерзания грунтового основания, а, следовательно, уменьшению или исключению деформаций пучения грунта. Хорошими теплоизолирующими свойствами обладают стабильные

зернистые материалы, такие, как песок, гравий, щебень, шлаки и др., грунты и каменные материалы, укрепленные вяжущими, а также керамзитобетон, шлакобетон, пенобетон и др. Слои из зернистых материалов одновременно выполняют функции дренирующих и несущих. Требуемая толщина термоизоляционных слоев устанавливается расчетом по специальной методике, изложенной в Руководстве по проектированию оснований аэродромных покрытий [3]. Деформационные и прочностные характеристики материала слоя учитываются также при расчете аэродромной одежды на прочность.

3.6 Устройство термоизоляционных слоев предусматривается на пучиноопасных участках, где технически невозможны или экономически нецелесообразны традиционные мероприятия по обеспечению морозоустойчивости, например, требуется устройство насыпи большой толщины. Для уменьшения толщины теплоизолирующей насыпи (при соответствующем технико-экономическом обосновании) в ее теле могут использоваться материалы с более эффективными теплозащитными свойствами, чем у обычных строительных материалов, например, пенопласт, легкие бетоны (керамзитобетон, шлакобетон, пенобетон) и составы смесей из укрепленных вяжущими местных материалов (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполнителей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта), золошлаковые смеси и др.

3.7 Гидроизолирующие прослойки устраиваются в IV и V ДКЗ в тех случаях, когда необходимо изолировать нижние слои оснований от переувлажненного грунтового основания. Прослойки устраиваются из грунта, обработанного битумом, толщиной не менее 5 см, полиэтиленовой пленки, нетканых синтетических материалов (например, в районах орошаемых земель).

3.8 Капилляропрерывающие прослойки применяют во II и III ДКЗ, в тех случаях, когда требуется обеспечить защиту аэродромного покрытия от грунтовой воды, поднимающейся по капиллярам, и при этом не могут быть обеспечены требования минимального возвышения поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод согласно таблице 5 СНиП 32-03-96 [1].

Капилляропрерывающие прослойки устраиваются из крупного песка или гравия, толщиной 10-15 см. Для предотвращения перемешивания прослойки с грунтом, над ней и под ней необходимо устраивать слои мелкого гравия толщиной 3-5 см или применять нетканый пористый материал типа Дорнит.

Глубина размещения гидроизолирующей или капилляропрерывающей прослоек от поверхности покрытия должна быть не менее 0,90 м во II и III дорожно-климатических зонах и 0,75 м в IV – V. Низ прослойки должен отстоять от горизонта подземных вод не менее чем на 0,2 м.

3.9 Пароизоляционные прослойки устраиваются только в южных районах страны и предназначены для уменьшения в основании объема мигрирующей парообразной влаги. В качестве пароизоляционных прослоек используются полимерные рулонные материалы, грунт, обработанный органическим вяжущим, толщиной не менее 5 см, или слои тщательно уплотненного грунта в «обойме» (замкнутая прослойка).

3.10 Если крупнопористый материал нижнего слоя основания (щебень, гравий, шлак) укладывается непосредственно на глинистый и пылеватый грунты, то следует предусматривать прослойку, препятствующую взаимопрониканию материалов смежных слоев. В прослойке должны применяться материалы, не переходящие в пластическое состояние при увлажнении (песок, местный грунт, обработанный вяжущими, мелкий щебень, гравийно-песчаные смеси, непылеватые шлаки, непучинистые золошлаки, синтетические текстильные материалы, укладываемые в один слой со стыковкой соседних полотен внахлест на 10-15 см и т.д.).

Толщина противозаиливающей прослойки из грунта, укрепленного вяжущими, должна быть не менее размера наиболее крупных частиц используемого материала, но не менее 5 см, а из неукрепленного зернистого материала – 5-10 см (на переувлажненном грунте 15-20 см).

Границы специальных слоев основания или прослоек должны отстоять от кромки покрытия не менее чем на 3 м.

3.11 В нижних слоях оснований могут применяться также местные слабые материалы с предварительной переработкой или укреплением их, например, слабые известняки, опоки, гравийные материалы, дресва, ракушечник и т.д. Если указанные материалы применяются без обработки вяжущими, их показатели прочности, дробимости, гранулометрического состава, числа пластичности мелкозернистой части, морозостойкости должны удовлетворять требованиям ГОСТ 23558.

Если свойства не отвечают этим требованиям, материалы необходимо обрабатывать вяжущими, резко улучшающими их структурно-механические свойства. Наиболее целесообразно применять местные малопрочные материалы в

аэродромных покрытиях капитального типа под V – VI категории нормативных нагрузок, а также в покрытиях облегченного типа.

3.12 При проектировании нежестких покрытий для сильно размокаемых грунтов (глинистые, суглинистые) в районах со 2 типом гидрогеологических условий рекомендуется предусматривать обработку грунта цементом (расход 3-4%), золой-уноса (расход 10-15%), или гранулированными шлаками, известью и т.д. на глубину 10-15 см.

В III – V дорожно-климатических зонах с I типом гидрогеологических условий рекомендуется применять повышенное уплотнение связных грунтов верхней части грунтового основания на глубину 30-50 см до $К_{упл.}$ = 1,0-1,05. Слой грунта повышенной плотности следует рассматривать как самостоятельный конструктивный слой, расчетные значения модуля упругости которого следует принимать с коэффициентом 1,2 по отношению к табличным, указанным в приложении 3 Руководства.

4 ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ И СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1 Для обеспечения свободы деформаций плит, вызываемых изменениями температуры окружающей среды и усадкой бетона, в жестких покрытиях устраивают поперечные и продольные деформационные швы.

По функциональному назначению деформационные швы делятся на швы сжатия и расширения а также рабочие (технологические) швы. Устройство технологических швов обусловлено шириной захвата бетоноукладочных машин и возможными перерывами в работе.

Деформационные швы сжатия предназначены для сокращения длины плит покрытий при усадке бетона и понижении его температуры. Их устраивают сквозными или ложными.

Деформационные швы расширения, наряду с выполнением функций швов сжатия, обеспечивают деформации удлинения (уширения) плит при повышении температуры бетона.

Швы должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать горизонтальное перемещение плит относительно друг друга; не ослаблять прочность покрытия; не создавать в нем неровности; быть водонепроницаемыми; не ухудшать эксплуатационные качества покрытия; быть простыми в устройстве (технологичными).

В монолитных жестких покрытиях швы сжатия устраивают сквозными и ложными (рис.4.1). Расстояния между швами сжатия в зависимости от толщины плиты и вида конструкции приведены в таблице 3.1.

Швы расширения всегда выполняют сквозными с устройством паза, заполняемого легко деформируемым материалом (рис.4.2б). Необходимость устройства швов расширения и расстояния между ними рассчитываются по методике, приведенной в разделе 10.

При устройстве швов сжатия и расширения не допускается отклонение положения штырей от проектного более чем на 1 см (по горизонтали и по вертикали). Длина зоны обмазки штырей составом, препятствующим сцеплению их с бетоном, должна составлять 2/3 их длины. Температурные колпачки, надеваемые на штыри швов расширения должны обеспечивать свободный ход штыря в бетоне не менее чем на 3 см.

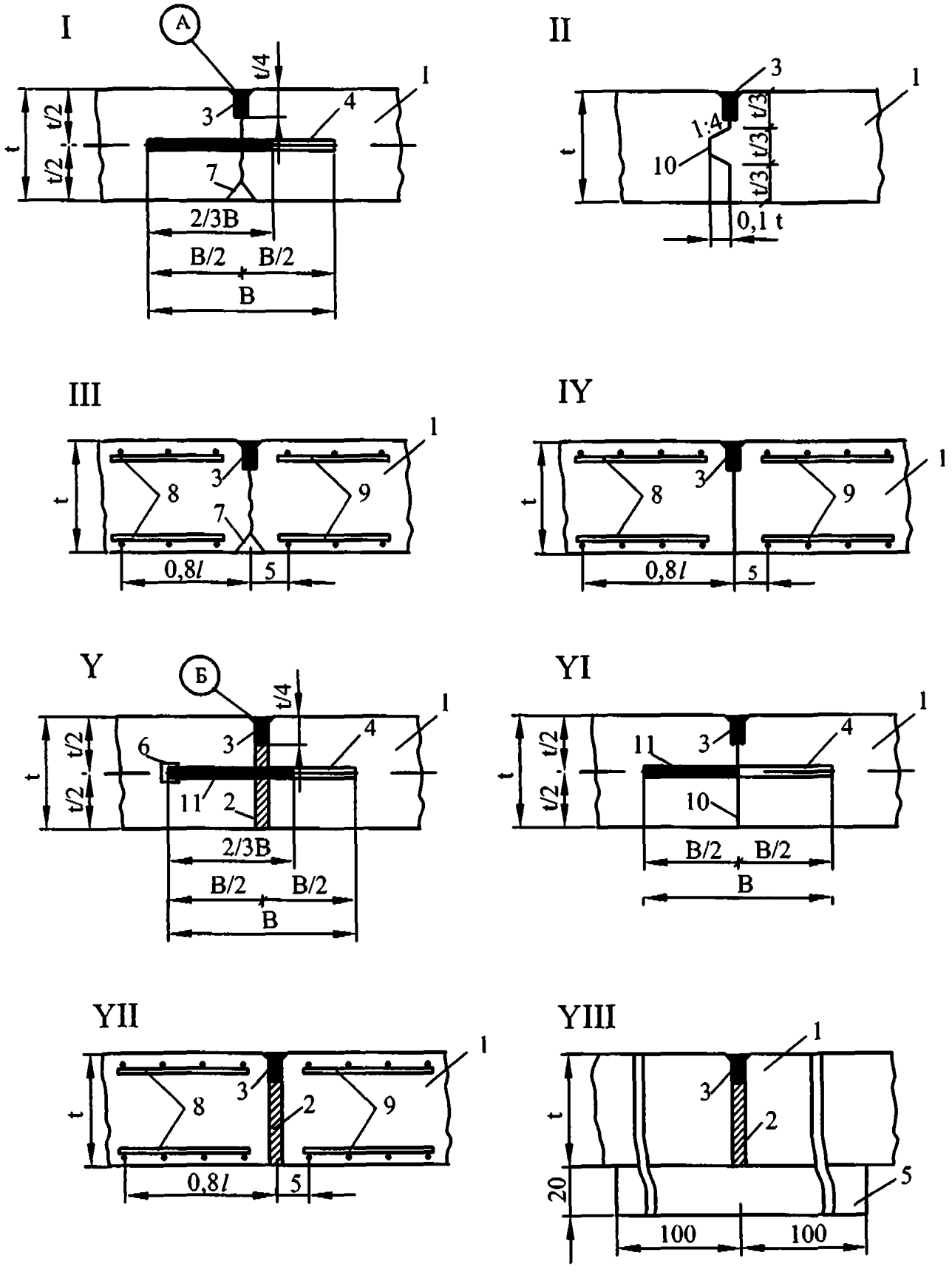


Рис.4.1. Схемы конструкций деформационных швов

Пояснения к рисунку 4.1

1 – плита бетонного покрытия;

2 – прокладка из податливого (легко сжимаемого) материала (пористый полиэтилен, пенопласт, резиновая крошка и др.);

3 - герметизирующий материал;

4 - штырь;

5 - подшовная плита толщиной 20 см;

6 – температурный компенсатор (колпачек), обеспечивающий смещение штыря в бетоне не менее чем на 3 см;

7 - возбудитель трещины;

8 - рабочая арматура;

9 - распределительная арматура;

10 - обмазка грани плиты битумной мастикой;

11 - обработка металла составом, препятствующим сцеплению его с бетоном (обмазка битумом или другим антиадгезитом, обмотка рулонным материалом, защита полиэтиленовыми колпачками и т.п.).

Размеры на схемах даны в сантиметрах.

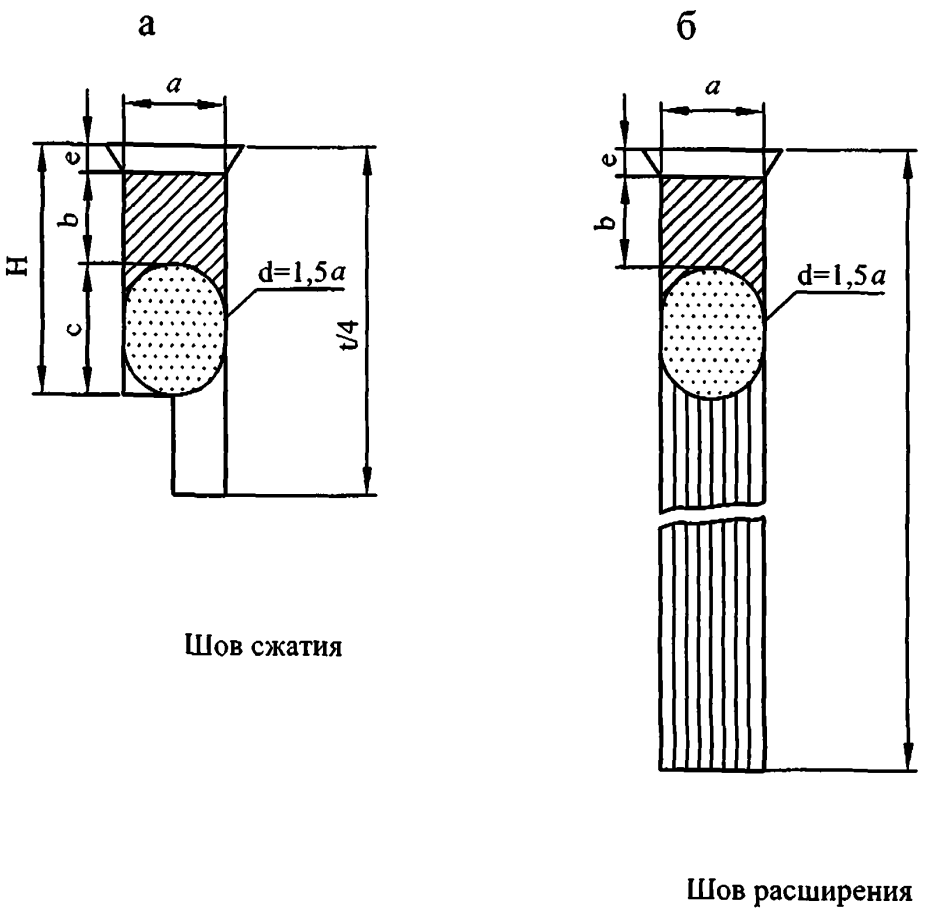


Рис.4.2. Схемы заполнения швов

а - шва сжатия
б - шва расширения

Паз швов сжатия должен иметь прямоугольное сечение с вертикальными стенками (за исключением шпунта). Ширину паза рекомендуется принимать равной 0,8-1,5 см (большие значения для больших размеров плит). Глубина паза должна быть не менее 0,25*t* (*t*- толщина плиты). Допускается устраивать шов сжатия ступенчатого сечения с уменьшением его ширины ниже уплотнительного шнура (рис.4.2а). В нижней части шва сжатия для обеспечения трещинообразования должен устраиваться возбудитель трещины, как правило, треугольного сечения, который выполняется из любого материала: дерева, резины, металла, полиэтилена и др. Если возбудитель трещины отсутствует, глубину нарезаемого паза шва следует увеличить (максимальное значение глубины нарезки шва не должно превышать $\frac{1}{2}t$).

Шов расширения должен иметь постоянную ширину на всю толщину плиты. Ширина шва принимается равной до 3,5 см в зависимости от расстояния между швами расширения и деформационных свойств герметизирующего материала.

В сборных покрытиях из плит со стыковыми соединениями, препятствующими горизонтальной подвижке в поперечных швах (типа 2ПАГ по ГОСТ 25912), устраивают поперечные деформационные швы без сварки скоб, расстояние между которыми в зависимости от годовой амплитуды среднемесячных температур приведены в таблице 3.2. В покрытиях, выполненных из плит со стыковыми соединениями, обеспечивающими горизонтальное перемещение плит в поперечных швах (типа 1ПАГ), поперечные деформационные швы не устраивают. Конструкции швов в сборных покрытиях приведены на рис. 4.3.

Обеспечение прочности и ровности покрытия в зоне швов достигается применением либо стыковых соединений (штыри, шпунт), либо армированием краевых и угловых участков плит, либо устройством подшовных плит, или непрерывным армированием железобетонных покрытий (без разрезки арматуры в швах сжатия).

Область применения указанных типов швов дана в таблице 4.1.

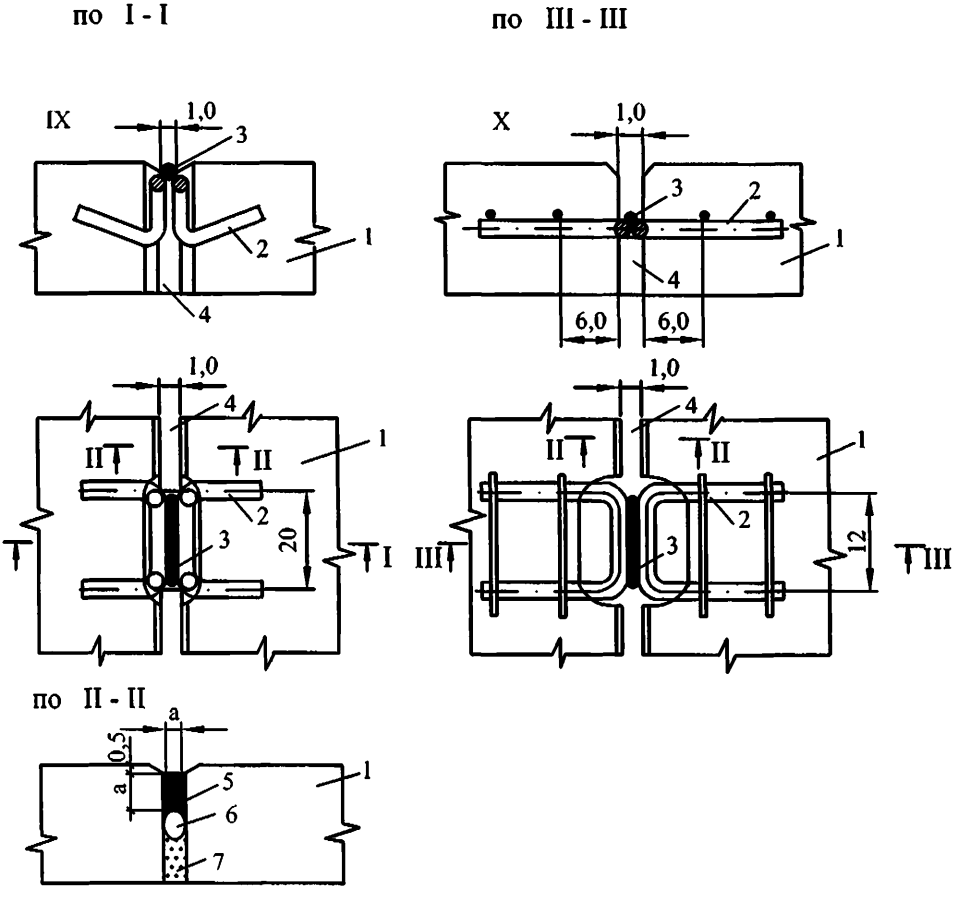


Рис.4.3. Швы в сборном покрытии из плит типа ПАГ

IX - со стыковыми соединениями, обеспечивающими горизонтальное перемещение плит в поперечных швах покрытия (плиты типа 1 ПАГ);
X - со стыковыми соединениями, исключающими горизонтальное перемещение плит в поперечных швах покрытия (плиты типа 2 ПАГ)

1 - плита; 2 - стыковая скоба; 3 - сварка или приваривание стержня (коротыша); 4 - паз шва; 5 - герметизирующая мастика; 6 - уплотнительный шнур диаметром 15 мм; 7 - сухая пескоцементная смесь или любой податливый материал (пористый полиэтилен, синтетическая, резиновая крошка, и др.)

В деформационных швах скобы не сваривают.
Проемы в местах расположения скоб заполняют пескоцементной смесью или полностью песчаным асфальтобетоном.
Размеры даны в сантиметрах.

Тип деформационного шва (рис.4.1, 4.3)		Условия применения деформационных швов	
		продольных	поперечных
I -	шов сжатия ложный со штыревым соединением	Для цементобетонных покрытий	Для всех типов монолитных жестких покрытий
II -	шов сжатия шпунтовый	Для всех типов жестких монолитных покрытий при толщине плиты более 24 см	
III -	шов сжатия ложный с армированием краев плит	Для цементобетонных покрытий	Для цементобетонных, армобетонных и железобетонных покрытий
IV-	шов сжатия сквозной (технологический) с армированием краев плит	Для всех типов монолитных жестких покрытий	Для всех типов монолитных жестких покрытий
V -	сквозной шов со штыревым соединением (шов расширения)	-	Для всех типов монолитных жестких покрытий
VI-	шов сжатия сквозной (технологический) со штыревым соединением	-	Для цементобетонных и армобетонных покрытий
VII-	шов расширения сквозной с армированием краев плиты	Для всех типов жестких покрытий в местах примыкания к различным сооружениям или другим покрытиям	Для всех типов жестких покрытий, устраиваемых на пучинистых или просадочных грунтах, а также в местах пересечений и примыканий к различным сооружениям
VIII-	шов расширения с подшовной плитой	-	Для всех типов жестких покрытий
		Швы сборных покрытий из типовых плит	
IX-	технологический шов со сваренными скобами	-	Для покрытий плит типа 1ПАГ
X-	технологический шов со сваренными скобами	Для покрытий из всех типов плит ПАГ	Для покрытий из плит типа 2ПАГ (между швами расширения)
X -	деформационный шов (по типу шва расширения) без сварки скоб	Для покрытий из всех типов плит ПАГ только на МС и перронах	Только для покрытий из плит типа 2 ПАГ или из всех типов плит ПАГ в местах примыкания к другим покрытиям

4.2 Конструирование деформационных швов в аэродромных покрытиях состоит из двух этапов:

- определение минимальной допустимой ширины паза шва;
- определение оптимальной глубины паза шва.

Определение минимальной допустимой ширины паза шва

Предельные значения ширины паза шва:

8 мм – минимальная ширина из технологической возможности заполнения;

35 мм – максимальная по требованиям СНиП 32-03-96 [1].

Ширина паза шва (рис.4.2) зависит от:

- длины плиты покрытия (блока плит) L (м);
- перепада температуры на поверхности покрытия ΔT (разность между температурами: максимальной летней с учетом солнечной радиации и минимальной средней наиболее холодной пятидневки, °С);
- коэффициента линейных температурных деформаций материала покрытия;
- деформативности используемого герметизирующего материала (относительного удлинения герметика) ε, определяемая при температуре –20°С.

Минимально необходимая ширина паза шва a (мм) определяется по номограммам представленным на рис.4.4-4.7.

Величина L для плит (расстояние между швами сжатия) определяется по табл.3.1, для блока плит (расстояние между швами расширения) – в соответствии с расчетом, приведенном в разделе 10.

При определении ΔT примерные значения увеличения максимальной температуры поверхности цементобетонных и асфальтобетонных покрытий от воздействия солнечной радиации в зависимости от географической широты расположения аэропорта приведены в таблице 4.2.

Величина относительного удлинения ε при температуре –20°С определяется по техническому паспорту на герметик.

При построении номограмм учитывался коэффициент линейной температурной деформации $1{,}5 \times 10^{-5}$, $1/C^0$ (для смешанных покрытий «асфальтобетон + бетон»). Для определения ширины паза шва на бетонных покрытиях результаты расчета по номограммам следует умножать на коэффициент 0,67; на асфальтобетонных покрытиях – на коэффициент 2.

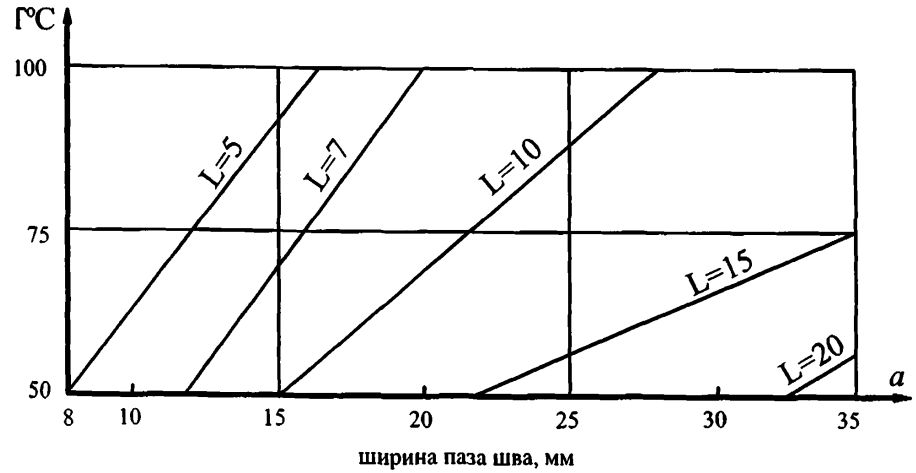


Рис.4.4. Номограмма для определения ширины паза шва при использовании герметизирующего материала с относительным удлинением ε= 50% при температуре минус 20°С

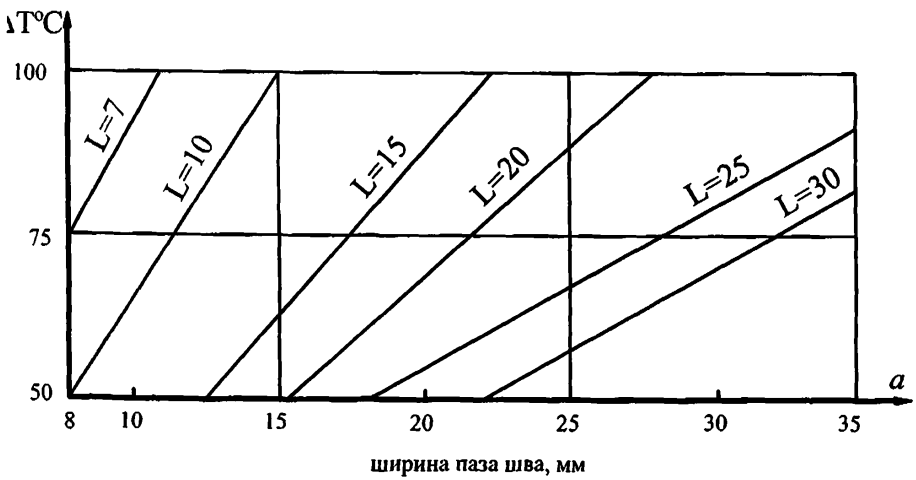


Рис.4.5. Номограмма для определения ширины паза шва при использовании герметизирующего материала с относительным удлинением ε=100% при температуре минус 20°С

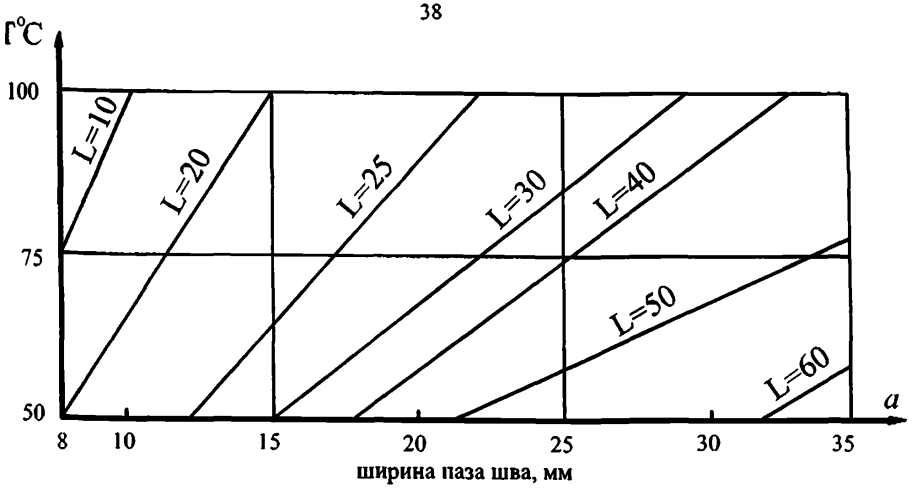


Рис.4.6. Номограмма для определения ширины паза шва при использовании герметизирующего материала с относительным удлинением ε=150% при температуре минус 20°С

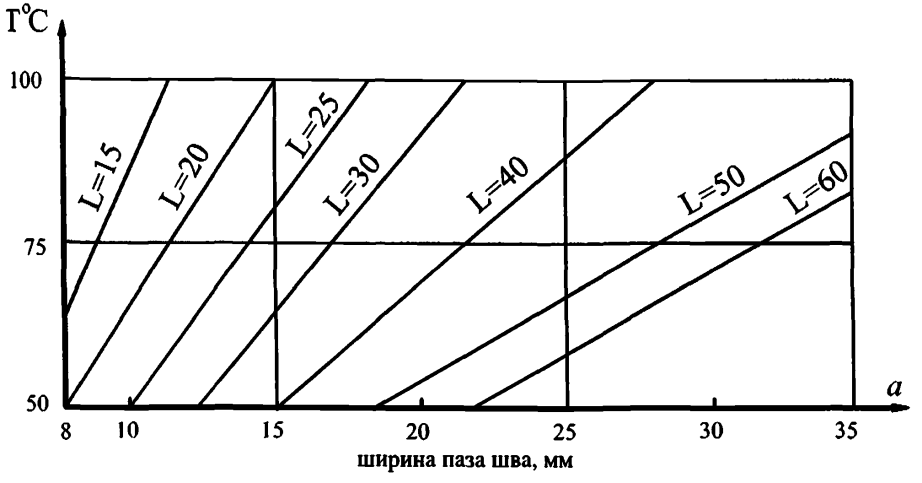


Рис.4.7. Номограмма для определения ширины паза шва при использовании герметизирующего материала с относительным удлинением ε =200% при температуре минус 20°С

Таблица 4.2

Вид покрытия верхнего слоя	Увеличение температуры поверхности покрытия, °С, за счет воздействия солнечной радиации для аэропортов, расположенных на широте, град.с.ш.								
	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Асфальтобетон	21,4	20,5	19,5	18,3	17	15,5	13,8	11,1	10
Цементобетон									
Новый	16,2	15,6	14,9	14,0	13,0	11,9	10,6	9,2	7,6
Старый	13,9	13,3	12,7	12,0	11,1	10,2	9,0	7,8	6,5

Определение оптимальной глубины паза деформационного шва

Глубина паза шва ***H*** складывается из нормативной величины недолива герметика до поверхности покрытия ***e***, глубины заполнения паза шва герметизирующим материалом ***b*** и величины диаметра обжатого уплотнительного шнура ***c*** (рис.4.2):

$$H = e + b + c. \qquad (4.1)$$

Величина недолива герметика ***e*** до поверхности должна составлять 5-7 мм, на эту же глубину края паза шва должны быть срезаны под углом 45°.

Глубина заливки паза герметиком в широких швах (15 мм и более) принимается равной его ширине, а в узких швах (менее 15 мм) - в 1,5 раза больше ширины.

Для лучшей герметизации шва и создания вогнутой нижней поверхности герметика уплотнительный шнур выбирается с диаметром (шириной) в 1,2-1,5 раз больше чем ширина паза шва. Величина ***c*** принимается равной диаметру уплотнительного шнура.

Ниже шнура шов может быть заполнен любым легкодеформируемым материалом (резиновой крошкой, пенопластом, пористым полиэтиленом и др.).

4.3 Деформационные швы жестких покрытий должны быть защищены от проникновения поверхностных вод и эксплуатационных жидкостей, а также засорения песком, щебнем и другими твердыми материалами

В качестве герметизирующего материала для заполнения деформационных швов жестких покрытий должны применяться резинобитумные, полимерные и

битумо-полимерные герметики, укладываемые в горячем или холодном состоянии или готовые эластичные прокладки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 30740 «Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. Технические условия».

4.4 В деформационных швах однослойных покрытий необходимо предусматривать устройство стыковых соединений, обеспечивающих передачу нагрузки с одной плиты на другую, и возможность взаимного горизонтального смещения плит в направлении, перпендикулярном шву. Параметры штыревых соединений приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Толщина плит жесткого покрытия, см	Диаметр штырей, мм	Длина штырей, см	Расстояния между штырями, см	
	прямых	прямых	в сквозных швах	в ложных швах
			прямыми	прямыми
20 и менее	22	40	30	45
21-30	22	50	25	35
31-40	22	60	20	30

Допускается выполнять штыревые соединения из двух сваренных между собой и располагаемых один над другим стержней диаметром не менее 16 мм, суммарной площадью сечения на единицу ширины плиты не менее установленной для одиночных штырей диаметром 22 мм.

Вместо устройства стыковых соединений допускается предусматривать усиление краевых участков плит армированием. Армирование краевых участков бетонных и армобетонных плит покрытий следует производить согласно таблице 4.4. В железобетонных плитах с ненапрягаемой арматурой необходимую площадь арматуры для краевых участков следует определять расчетом в соответствии с эпюрой изгибающих моментов (раздел 15).

Таблица 4.4

Толщина плит жесткого покрытия, см	Количество стержней арматуры класса А-II в верхней и нижней зонах сечения плиты	
	в сквозных швах	в ложных швах
20-26	5 Ø12	4 Ø12
27-30	5 Ø14	4 Ø14
31-40	5 Ø16	4 Ø16
41-50	6 Ø18	5 Ø18

Примечания: *1. Ширину зоны усиления краевых участков плит следует принимать равной* ***0,8*** *, где - упругая характеристика плиты.*

2. Допускается уменьшать диаметр арматурных стержней при одновременном увеличении их количества, сохраняя общую площадь сечения арматуры и минимальное расстояние между стержнями 10 см.

4.5 В двухслойных покрытиях с совмещенными швами и стыковыми соединениями параметры штырей, размещаемых только в верхнем слое, следует принимать как для однослойной плиты, имеющей модуль упругости верхнего слоя и жесткость, равную сумме жесткостей слоев.

4.6 В нижней зоне плит верхнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами с целью снижения концентрации напряжений над швами нижнего слоя следует предусматривать укладку арматурных сеток. Ширину зоны армирования следует принимать **1,6** (- упругая характеристика плиты с суммарной жесткостью слоев). Диаметр арматурных стержней в зависимости от толщины плиты верхнего слоя принимают в соответствии с табл.4.4, а количество стержней увеличивают вдвое. Нижнюю зону краевых участков плит верхнего слоя следует также армировать по всему периметру в соответствии с таблицей 4.4. Допускается заменять армирование увеличением толщины верхнего слоя по расчету.

5 ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО СЛОЯ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

5.1 При проектировании усиления существующих жестких аэродромных покрытий асфальтобетоном для снижения вероятности образования отраженных трещин над деформационными швами необходимо предусматривать армирование асфальтобетона полимерными сетками и нарезку в нем деформационных швов.

Рекомендуемые размеры ячеек сеток зависят от фракции применяемого каменного заполнителя и составляют 0,005 м - для песчаного, 0,01 м – для мелкозернистого и 0,03 м – для крупнозернистого асфальтобетона.

На участках существующих жестких покрытий, имеющих сквозные трещины или швы со средним расстоянием между ними менее 4 м, рекомендуется применять сплошное армирование, а в остальных случаях – ленточное над трещинами или швами бетонных плит.

При ленточном армировании ширина сеток принимается равной 1,2 – 1,8 м для продольных и 1,5 – 2,5 м для поперечных швов. Большие размеры принимаются для I – III, меньшие для IV – V дорожно-климатических зон.

Конструкции покрытий в зависимости от количества слоев асфальтобетона показаны на рис.5.1, 5.2.

5.2 Армирование асфальтобетонных слоев рекомендуется также применять с целью повышения их сдвигоустойчивости и аэродинамической устойчивости при усилении существующих покрытий аэродромов классов А, Б, В на участках остановок воздушных судов с работающими двигателями.

Сплошное армирование рекомендуется применять:

- на концевых участках ВПП длиной 150 м на всю ширину покрытия ВПП и примыкающей РД. Длина армирования РД должна быть равна радиусу закругления примыкания. В случае отсутствия МРД и концевых соединительных РД, концевой участок ВПП армируется по всей площади вместе с разворотным карманом;

- в месте примыкания соединительной РД к ВПП покрытие ВПП армируется по длине, равной ширине примыкающей РД к двум радиусам закругления, соединительная РД армируется на длину, равную радиусу закругления;

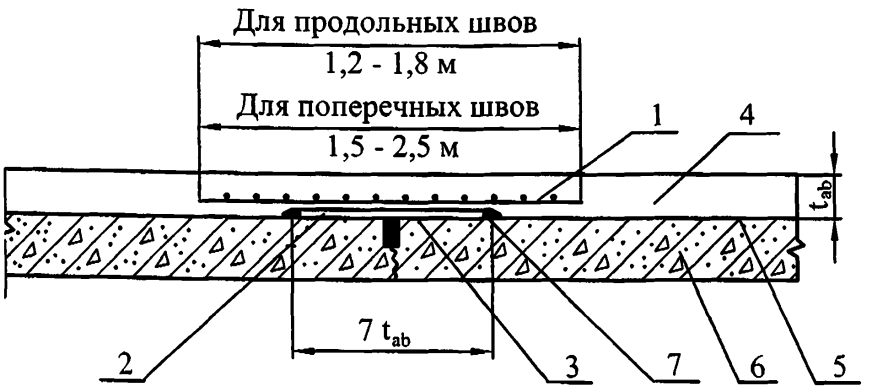


Рис.5.1. Конструкция армирования однослойного асфальтобетона над швом жесткого покрытия:

1 - геосетка;
2 - два слоя пергамина (при усилении сборных покрытий из плит типа ПАГ укладывается только над поперечными швами со сваренными скобами);
3 - побелка известковым молоком (выполняется только там, где укладывается пергамин);
4 - асфальтобетонный слой;
5 - подгрунтовка битумной эмульсией, жидким или вязким битумом;
6 - существующее жесткое покрытие;
7 - место приклейки пергамина

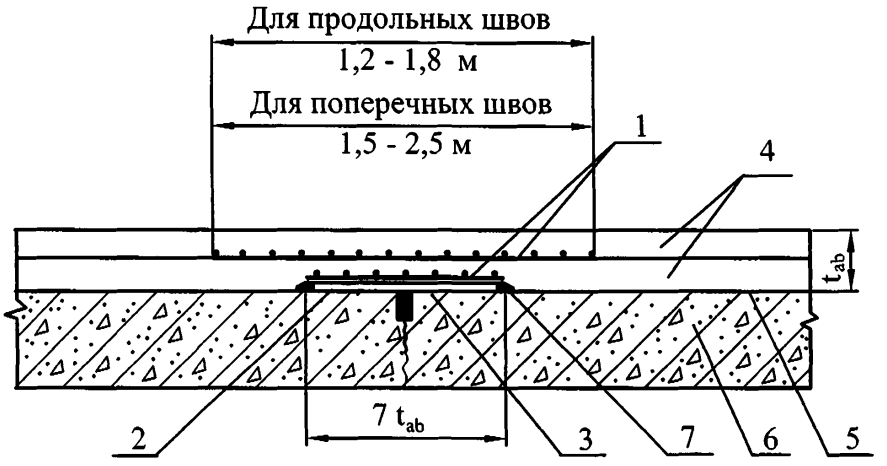


Рис.5.2. Конструкция армирования двухслойного асфальтобетона над швом жесткого покрытия:

1 - геосетка;
2 - два слоя пергамина (при усилении сборных покрытий из плит типа ПАГ укладывается только над попсречными швами со сваренными скобами);
3 - побелка известковым молоком (выполняется только там, где укладывается пергамин);
4 - асфальтобетонный слой;
5 - подгрунтовка битумной эмульсисй, жидким или вязким битумом;
6 - существующее жесткое покрытис;
7 - место приклейки пергамина

- в местах предварительного запуска двигателей на всю ширину МРД по длине равной 20 м (от линии остановки основных опор расчетного типа самолета, на 5 м вперед и на 15 м назад);

- по всей площади предстартовой площадки;

- в зоне предварительного старта по всей ширине РД по 5 м в обе стороны от оси основных опор расчетного типа самолета;

- на площадках доводочных работ вдоль линии основных опор расчетного типа самолета в соответствии с рис.5.3.

5.3 При усилении асфальтобетоном сборных покрытий из плит типа ПАГ рекомендуется сочетать нарезку швов со сплошным армированием. Нарезать швы в асфальтобетонном слое усиления следует над всеми деформационными швами сборных покрытий, где отсутствует сварка скоб, а также над продольными швами со сваренными скобами по оси ВПП (МРД), если ось совпадает со швом сборного покрытия, и по колее основных опор воздушных судов на расстояниях 5 ÷ 7 м по одному шву в обе стороны от оси руления самолета. При новом строительстве сборного покрытия, перекрываемого асфальтобетоном, допускается увеличивать расстояние между деформационными швами жесткого слоя по сравнению с нормативными значениями с соответствующим обоснованием.

5.4 При усилении асфальтобетоном монолитных жестких покрытий нарезка швов должна осуществляться над всеми швами расширения (рис.5.4), а над остальными швами следует предусматривать ленточное армирование (рис.5.1, 5.2).

При отсутствии швов расширения в жестком слое расстояние между деформационными швами в асфальтобетоне (шаг нарезки) следует принимать по таблице 5.1.

Таблица 5.1

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца °С	Шаг нарезки деформационных швов, м
Минус 5 и выше	25-35
Ниже минус 5 до минус 15	15-25
Ниже минус 15 или числе переходов температуры через 0°С более 50 раз в году	10-15

Примечание. *Расстояния между деформационными швами должны быть кратными длине (ширине) плит существующего покрытия.*

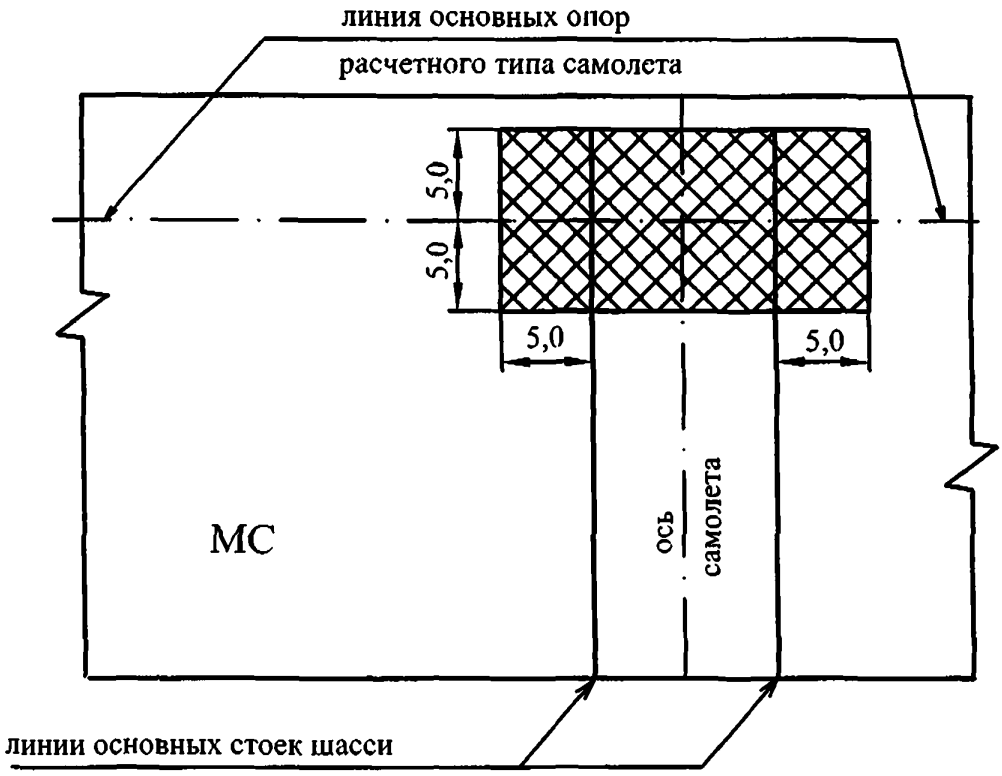


Рис.5.3. Площадь армирования асфальтобетона на площадке для доводочных работ

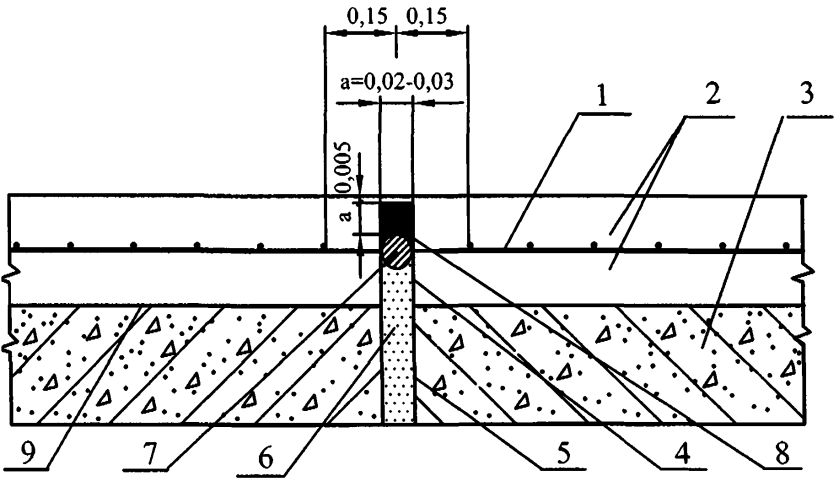


Рис.5.4. Шов расширения в двухслойном асфальтобетонном покрытии

1 - геосетка;
2 - верхний и нижний слой асфальтобетона;
3 - существующее жесткое покрытие;
4 - шов расширения в асфальтобетоне;
5 - шов расширения в жестком покрытии;
6 - прокладка из податливого (легкосжимаемого) материала (пористый полиэтилен, пенопласт, резиновая крошка);
7 - уплотнительный шнур d=1,5.a;
8 - герметизирующая мастика;
9 - подгрунтовка битумом

Размеры даны в метрах.

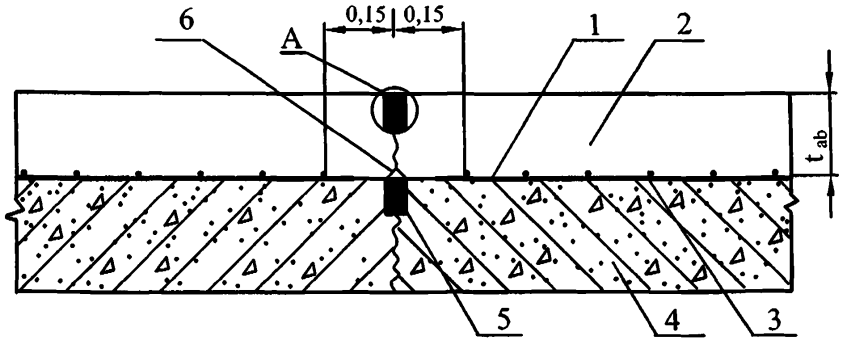
5.5 Арматурная сетка в однослойных асфальтобетонных покрытиях укладывается непосредственно на жесткий или выравнивающий слой, предварительно подгрунтованный битумной эмульсией, жидким или вязким битумом. В двух- и трехслойных асфальтобетонных покрытиях арматурные сетки укладываются между слоями, исключая нижний.

При сплошном армировании сетки должны укладываться с перекрытием не менее 10 см. В местах нарезки швов сетки должны прорезаться насквозь. Ложные швы в асфальтобетоне должны иметь ширину 0,01-0,015 м.

Швы, совмещенные со швами расширения в жестком слое, должны быть сквозными и иметь одинаковую ширину. При нарезке швов в асфальтобетоне необходимо строго обеспечивать совмещение со швами в жестком слое (путем установки маяков, нанесения разметки, натяжения струны и др.); отклонение не должно превышать ±20 мм. В местах нарезки швов над швами жесткого слоя рекомендуется устанавливать образователь трещин (любой материал желательно с профилем уголка), который способствует появлению трещины в нужном сечении (рис.5.5, 5.6).

На участках сплошного или ленточного армирования над швами сжатия жестких покрытий (там где швы не нарезаются) для снятия концентрации напряжений в асфальтобетоне и снижения вероятности появления копирующих трещин рекомендуется устраивать прослойку из двух слоев пергамина или рубероида на ширину не более 7 $t_{ш}$ (см.рис.5.1, 5.2). Поверхность жесткого слоя под пергамином должна быть смазана известковым молоком для исключения сцепления его с бетоном. По продольным краям пергамин должен приклеиваться к бетону битумом или пригружаться асфальтобетонной смесью. При усилении асфальтобетоном сборных покрытий типа ПАГ прослойку устраивают только над поперечными швами со сварными скобами.

5.6 Для заливки швов в асфальтобетоне должны применяться горячие мастики на битумной основе. Уплотнительный шнур, предварительно укладываемый в паз шва, должен быть выполнен из жаростойкого материала, выдерживающего температуру 80°С (например, из резины). Нижняя часть ложного шва может не заполняться, шва расширения – заполняться деформируемым (легко сжимаемым) материалом (резиновой крошкой, пористым полиэтиленом, пенопластом и др.). Разрез ложного шва в асфальтобетоне показан на детали А рисунка 5.5.



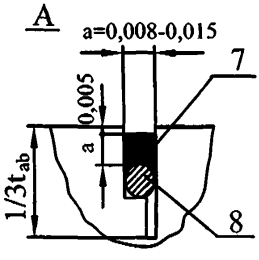


Рис.5.5. Деформационный шов в однослойном асфальтобетонном покрытии:

1 - геосетка;
2 - асфальтобетонный слой;
3 - подгрунтовка горячим битумом;
4 - существующее жесткое покрытие;
5 - шов сжатия;
6 - возбудитель трещины;
7 - герметизирующая мастика;
8 - уплотнительный шнур d=1,5 а

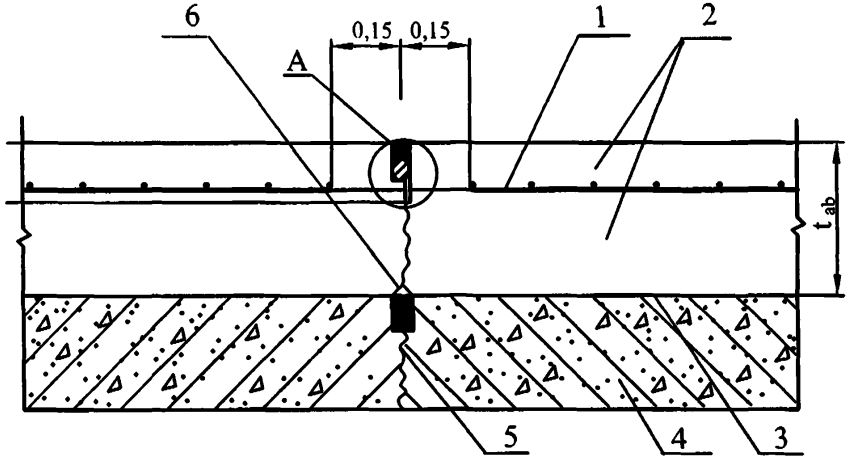


Рис.5.6. Деформационный шов в двухслойном асфальтобетонном покрытии:

1 - геосетка;
2 - верхний и нижний слой асфальтобетона;
3 - подгрунтовка горячим битумом
4 - существующее жесткое покрытие;
5 - шов сжатия;
6 - возбудитель трещины;

5.7. Для повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий на аэродромах и снижения их пластичности при высоких температурах, а также для повышения устойчивости к многократным динамическим воздействиям и фрикционных свойств в состав асфальтобетонной смеси рекомендуется вводить добавки полимеров. Наиболее широкое применение находят дивинилстирольные полимеры марки ДСТ-30 или СБС.

ДСТ рекомендуется вводить в битум для получения полимерно-битумного вяжущего (ПБВ).

ПБВ должно отвечать требованиям ТУ 35-1669-88 «Вяжущие полимерно-битумные на основе ДСТ и полимерасфальтобетон».

Концентрацию ДСТ в ПБВ назначают таким образом, чтобы температура перехода вяжущего в хрупкое состояние при многократном изгибе была близка минимальной отрицательной температуре района строительства. Рекомендуемое содержание ДСТ в полимерно-битумном вяжущем для различных дорожно-климатических зон приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Дорожно-климатическая зона	I	II-III	IV-V
Ориентировочное количество ДСТ, в % по массе в ПБВ	4-6	3-4	2-3

Примечание: *Точное содержание ДСТ определяется на основании результатов лабораторных испытаний вяжущего и асфальтобетона на его основе.*

Подбор состава ПБВ, требования к материалам, концентрация раствора ДСТ, технология приготовления ПБВ и полимерасфальтобетона подробно изложены в методических рекомендациях по применению полимерно-битумного вяжущего [6].

5.8 Для предотвращения отраженного трещинообразования в слое усиления рекомендуется также применять предварительное разрушение бетонного покрытия виброрезонансным методом по технологии фирмы RMI (Resonant Machines, Inc.) [7]. Разрушение покрытия выполняется специально разработанной машиной низкоамплитудным высокочастотным резонансным бетоноломом типа RB500. При этом разрушенный слой бетона сохраняет

трещиноватую плотную структуру без потери структурной целостности слоя. Ровность и прочность нижслежащего слоя не нарушается. В верхней части разрушенного слоя на толщину 6 – 7 см образуется рыхлая структура в виде щебенок разных размеров, которая прикатывается 10-тонным катком с гладким барабаном. Полученный рыхлый слой является трещинопрерывающим, а нижележащий плотный трещиноватый слой – искусственным основанием, распределяющим нагрузку на нижележащие слои. Модуль упругости распределяющего слоя примерно в 2 раза превышает модуль упругости щебня (600 - 900 МПа).

При разрушении армированной плиты сцепление между бетоном и арматурой должно быть разрушено.

Слой усиления должен рассчитываться по модели слоистого упругого полупространства с отсутствием сцепления с основанием, роль которого играет предварительно разрушенный слой.

Обязательным требованием в такой конструкции является необходимость обеспечения водоотвода из разрушенного слоя рыхлой структуры, защемленного между плотными слоями. Устройство дренажа необходимо выполнить перед разрушением покрытия для постоянного поддержания рыхлого слоя в сухом состоянии непосредственно в период устройства слоя усиления и при эксплуатации покрытия.

6 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

6.1 Выбор типа аэродромных покрытий при новом строительстве и реконструкции в зависимости от категории нормативной нагрузки следует производить соответствии с табл.6.2. При реконструкции аэродромов следует также учитывать требования пунктов 6.6.1 – 6.6.10 СНиП 32-03-96 [1]. Кроме величины нагрузки, при выборе типа покрытия учитываются: дорожно-климатическая зона, продолжительность сезона с положительными температурами воздуха, наличие местных строительных материалов, возможности строительной техники. Окончательный выбор аэродромного покрытия осуществляется на основе технико-экономического сравнения вариантов. При разработке вариантов покрытий рекомендуется пользоваться таблицами типовых решений конструкций, приведенными в приложении 8.

6.2 Варианты конструкций укрепляемых участков, примыкающих к торцам ВПП, и отмосток для различных категорий нагрузок в условиях II дорожно-климатической зоны приведены в табл.6.1.

Таблица 6.1

Варианты конструкций	Толщины слоев, м, для категорий нормативных нагрузок					
	В/к	I	II	III	IY	Y-YI
Цементобетон	0.21/0.25	0.17/0. 20	0.15/0.18			
Пескоцемент	0.20	0.20	0. 15	-	-	-
Песок	0.30	0.30	0.30			
Цементобетон	0.22/0.24	0.20/0.22	0.17/0.19	-/0.16	-/0.16	
Щебень	0.30	0.30	0.30	15	15	-
Песок	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Асфальтобетон	0.16	0.14	0.13	0.09	0.09	0.06
Щебень	0. 30	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15
Песок	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20

Примечание. *В числителе приведены толщины для бетона* B_{tb} *4,8/60, в знаменателе -* B_{tb} *4,0/50.*

Таблица 6.2

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции										Условия применения покрытия
	для аэродромов в зависимости от категорий нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
	в/к	I	II	III	IV	V	VI	тяжелые	средние	легкие	
Монолитные однослойные бетонные и армобетонные покрытия с применением высокопрочного бетона (B_{tb} 4,8 и более) толщиной 0,35…0,45 м	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Взамен двухслойных покрытий из бетона обычных марок
Монолитное однослойное а) из бетона класса прочности не ниже B_{tb} 4.0											
железобетонное	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Взамен двухслойных жестких покрытий
армобетонное	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
цементобетонное	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	
цементобетонное из мелкозернистого (песчаного) бетона	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	В районах, где отсутствуют или труднодоступны каменные материалы

Продолжение таблицы 6.2

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции										Условия применения покрытия
	для аэродромов в зависимости от категорий нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
	в/к	I	II	III	IV	V	VI	тяжелые	средние	легкие	
б) цементобетонное из бетона класса прочности B_{tb} 3,2	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	
Сборное из типовых преднапряженных аэродромных плит на искусственных основаниях:											**В районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока.с коротким строительным сезоном и дефицитом местных строительных материалов**
а) из материалов, обработанных вяжущими											
ПАГ-14	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	
ПАГ-18	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
ПАГ-20	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 6.2

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции										Условия применения покрытия
	для аэродромов в зависимости от категорий нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
	в/к	I	II	III	IV	V	VI	тяжелые	средние	легкие	
б) ПАГ-14 на песчаном, песчано-гравийном, щебеночном основании	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	На основании с эквивалентным коэффициентом постели $100\frac{МН}{м^3}$ и более; не рекомендуются для перронов и МС.
Двухслойные монолитные: Верхний слой: из бетона, пескобетона или армобетона класса прочности B_{tb} 4,0 Нижний слой: из бетона класса прочности B_{tb} 2,8 ÷ 3,6	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Когда технические возможности бетоноукладочных комплектов не позволяют устраивать однослойные покрытия требуемой толщины или отсутствует высокопрочный бетон, а также при реконструкции

Продолжение таблицы 6.2

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции										Условия применения покрытия
	для аэродромов в зависимости от категорий нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
	в/к	I	II	III	IV	V	VI	тяжелые	средние	легкие	
Асфальтобетонные на основаниях:											
а) из цементобетона	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	При реконструкции
б) из песчаного бетона, керамзитобетона, шлакобетона, тощего бетона, щебня, обработанного битумом, песко-цемента	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	
в) из местных грунтов обработанных органическими и неорганическими вяжущими	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	
г) щебеночных, гравийных, песчано-гравийных, грунто-щебеночных	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	

Продолжение таблицы 6.2

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции										Условия применения покрытия при технико-экономическом обосновании
	для аэродромов в зависимости от категорий нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
	в/к	I	II	III	IV	V	VI	тяжелые	средние	легкие	
Облегченные из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	Как правило, на аэродромах местных воздушных линий при первом типе гидрогеологических условий

Примечания: *1. Знак «+» означает целесообразность, а знак «-» нецелесообразность применения конструкций покрытия данного типа.*

7 РАСЧЕТ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

7.1 К скальным грунтам (основаниям) относятся изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами (спаянные и сцементированные), залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива.

Скальные грунты практически несжимаемы при тех величинах давлений, которые воздействуют на грунты под аэродромными покрытиями. Однако в силу неоднородности залегания скальных пород требуется их предварительное выравнивание перед устройством аэродромных покрытий.

Выравнивание скального основания рациональнее всего выполнять продуктами дробления скального грунта с минимальной толщиной слоя. В тех случаях, когда между аэродромным покрытием и скальным основанием залегают слабые грунты, обладающие малой сопротивляемостью сдвиговым деформациям (пески, супеси, глины, суглинки, песчано-гравийные смеси, гравелистые грунты), прочность конструкции будет обусловлена напряженно-деформированным состоянием прослойки.

Близкое залегание несжимаемого слоя оказывает двоякое воздействие на прочность аэродромной конструкции: с одной стороны – повышается эквивалентный модуль упругости (или коэффициент постели) системы «грунт на скальном основании», с другой стороны увеличиваются напряжения в защемленном грунтовом слое как по его толщине, так и на контакте с искусственным основанием аэродромного покрытия. Расчет жестких покрытий на скальном основании основывается на предпосылке, что прослойка сыпучего материала между покрытием и скалой работает в условиях стеснения горизонтальных смещений (как в жесткой обойме).

Влияние скального основания будет тем больше, чем меньше толщина сжимаемого слоя. При толщине сжимаемого слоя грунта, в 2 раза превышающей условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия к грунту D_o, влияние скального основания незначительно и его не учитывают.

7.2 Особенность расчета аэродромных покрытий на скальных основаниях заключается в определении эквивалентного коэффициента постели или модуля упругости системы «прослойка грунта на скальном основании».

7.3 Для жестких покрытий эквивалентный коэффициент постели основания определяется по формуле:

$$K_{se} = \frac{E_o}{t_o}\left(1 - \frac{2\mu_o^2}{1-\mu_o^2}\right)^{-1}, \qquad (7.1)$$

где

E_o - модуль упругости материала прослойки между скальным основанием и искусственным покрытием, принимается по таблицам 7.1, 7.3 и таблице 7 Приложения 4 настоящего Руководства;

μ_o - коэффициент Пуассона материала прослойки, применяемый для грунтов, ПГС, щебня, грунтогравия и грунтощебня равным 0,3;

t_o - толщина прослойки.

В расчетах учитывается значение коэффициента постели k_s по таблице 1 приложения 3 для грунта прослойки, если $k_s > k_{se}$ (где k_{se} вычислено по формуле 7.1). Далее расчет жестких аэродромных покрытий выполняется аналогично расчету этих покрытий на обычных основаниях.

7.4 Нежесткие аэродромные покрытия на скальном основании рассчитываются по двум предельным состояниям: по предельному давлению на грунт из условия недопущения деформаций сдвига в грунтовой прослойке и по прочности слоев из асфальтобетона на растяжение при изгибе (рис.7.1).

7.4.1 По первому предельному состоянию расчет выполняется только в тех случаях, когда грунтовая прослойка состоит из естественных грунтов: глины, суглинка, супеси, песка, ракушечника, песчано-гравийной и грунто-гравийной смеси. В остальных случаях расчет прочности нежестких одежд на скальном основании выполнятся только по второму предельному состоянию.

Условие прочности по предельному давлению на грунт выражается неравенством

$$P_k \le P_u, \qquad (7.2)$$

где

P_k - наибольшее контактное давление на грунт от нагрузки;

P_u - величина максимально допустимого (безопасного) давления на грунт, при котором не происходят сдвиги в грунте.

Наибольшее контактное давление на грунт от нагрузки определяется по формуле

$$P_k = 1{,}5\ P_a \overline{P}_k K'_p, \qquad (7.3)$$

где P_a внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, Па;

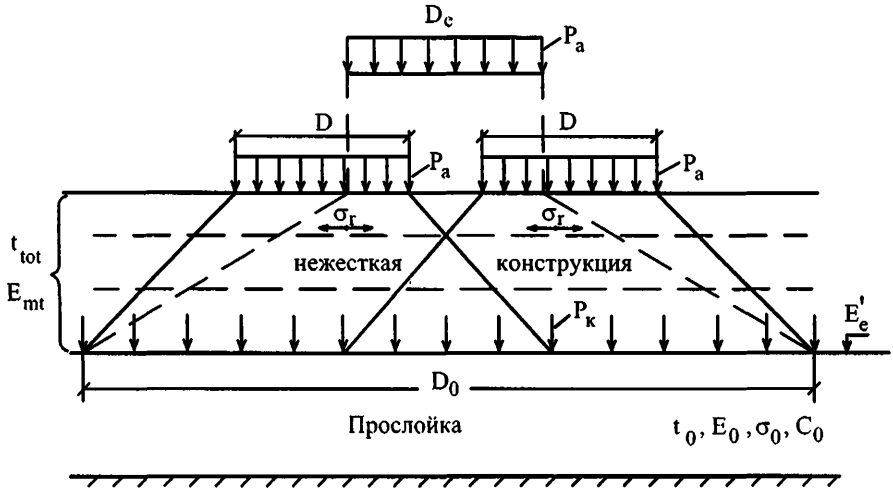


Рис.7.1. Расчетная схема для оценки прочности грунтовой прослойки по допустимому давлению

$\overline{P}_k$ - удельнос контактное давлснис на поверхности грунтовой прослойки, определяемое в зависимости от отношений $\frac{E_{mt}}{E'_e}; \frac{t_{tot}}{D_e}$ по таблице 7.4;

E_{mt} - средний модуль упругости нежесткой одежды, определяемый в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2];

E'_e - эквивалентный модуль упругости системы «слой грунта на несжимаемом основании»:

$$E'_e = \psi_{ke} \cdot E_{mt}; \quad (7.4)$$

ψ_{ke} - определяется по таблице 7.5 в зависимости от отношений: $\frac{E_o}{E_{mt}}; \frac{t_o}{t_{tot}}; \frac{D_e}{2t_{tot}}$;

D_e - условный диаметр отпечатка колеса эквивалентной одноколесной нагрузки, определяемый в соответствии ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2];

t_{tot} - суммарная толщина слоев нежесткой конструкции без прослойки;

k'_p - коэффициент, учитывающий увеличение контактных давлений на грунт за счет влияния подстилающего несжимаемого слоя, определяется в зависимости от относительной толщины грунтового слоя $t_o / \frac{D_o}{2}$ по таблице

$t_o / \frac{D_o}{2}$	0,25	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	10,00 и более
K'_p	1,093	1,252	1,446	1,565	1,589	1,600	1,599

D_o - условный диамстр круга передачи нагрузки от покрытия к грунту, м

$$D_o = \frac{D_e}{\sqrt{P_к}} \quad (7.5)$$

Таблица 7.1

Грунт	Показатель	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли $W_т$								
		0,50	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
Супесь легкая	E_o, МПа	70	60	56	53	49	45	43	42	41
	φ_o, град	37	36	36	35	35	34	34	34	33
	C_o, МПа	0,015	0,015	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008
Песок пылеватый	E_o, МПа	96	90	84	78	72	66	60	54	48
	φ_o, град	38	38	37	37	36	35	34	33	32
	C_o, МПа	0,025	0,024	0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009
Суглинок легкий и тяжелый, глина	E_o, МПа	108	90	75	50	41	34	29	25	24
	φ_o, град	32	27	24	21	18	15	13	11	10
	C_o, МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006
Супесь пылеватая, тяжелая, пылеватая, суглинок легкий пылеватый	E_o, МПа	108	90	72	54	46	38	32	27	26
	φ_o, град	32	27	24	21	18	15	13	11	10
	C_o, МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005

Примечание: *Значения характеристик суглинка и глины даны применительно к гидрослюдистому и каолинитовому минералогическому составу глинистых частиц. Характеристики суглинок и глин монтмориллонитового состава при влажности (0,6-0,75) $W_т$, а также некоторых засоленных грунтов следует определять экспериментальным путем. При влажности выше 0,75 $W_т$ такие грунты практически не способны сопротивляться нагрузкам, поэтому они должны быть заменены или защищены от чрезмерного увлажнения. Расчетные значения влажности грунта в долях $W_т$ приведены в таблице 7.2.*

Таблица 7.2

Дорожно-климатическая зона и подзона	Тип гидрогеологических условий	Расчетная влажность грунта в долях $W_т$			
		супеси легкой	песка пылеватого	суглинка легкого и тяжелого, глины	супеси пылеватой и тяжелой пылеватой, суглинка пылеватого
II-1	1	0,70	0,70	0,75	0,80
	2	0,75	0,75	0,80	0,85
	3	0,75	0,80	0,85	0,90
II-2	1	0,65	0,65	0,70	0,75
	2	0,70	0,70	0,75	0,80
	3	0,70	0,70	0,75	0,85
III	1	0,60	0,65	0,70	0,70
	2 - 3	0,65	0,70	0,75	0,75
IV	1	0,60	0,60	0,65	0,75
	2 - 3	0,60	0,65	0,70	0,75
V	1	0,60	0,60	0,65	0,65
	2 - 3	0,60	0,65	0,70	0,70

Примечания: *1 В основу дифференциации грунтов положена их классификация по степени пучинистости, поскольку пучинистость грунта зависит от его склонности к водонасыщению при промерзании.*

2 Приведенные данные относятся к незасоленным грунтам. При использовании в основании засоленных грунтов расчетную влажность следует повышать при средней степени засоленности на 5%, при сильной – на 15%.

3 Расчетные влажности приведены для активной зоны (в верхней части грунтового основания от низа подстилающего слоя или искусственного основания до глубины 1,3-1,6 м от поверхности покрытия) в наиболее неблагоприятный (весенний) период года. Плотность грунта и возвышение поверхности покрытия над уровнем подземных вод должны соответствовать требованиям СНиП 32-03-96. При возвышении верха покрытия над уровнем подземных вод более чем на 50% от требуемых СНиП значений, расчетную

влажность во всех случаях следует принимать как для 1 типа гидрогеологических условий.

4 Расчетную влажность в приморских районах надо увеличивать на 5%. В западных районах II и III ДКЗ, находящихся западнее линии Псков – Орел - Смоленск - Воронеж, следует учитывать влияние продолжительных зимних оттепелей и увеличивать влажность грунтов, указанных в табл., на (0,02-0,06) $W_т$.

5 Расчетную влажность для горных (выше 1000 м) и предгорных (до 1000 м) районов увеличивают по сравнению с рекомендуемой в табл. Соответственно на 0,03 $W_т$ и 0,06 $W_т$. Рекомендуется расчетную влажность грунтов в предгорных и горных районах устанавливать по данным региональных схем дорожно-климатического районирования.

Таблица 7.3

Грунт	E_0, МПа	φ_0,
Песок:		
крупный и гравелистый	130	42
средней крупности	120	40
мелкий	100	38
Супесь легкая крупная	60	40

Примечание: *Значение C_0 принимается равным 0,005 МПа.*

Таблица 7.4

Относительная толщина нежесткого покрытия t_{tot}/D_e	Удельные контактные давления на поверхность грунта $\overline{P_k}$ при отношениях E_{int}/E'_e, равных					
	1	3	5	10	15	20
0,4	0,76	0,63	0,54	0,42	0,35	0,30
0,6	0,55	0,41	0,34	0,24	0,20	0,18
0,8	0,39	0,28	0,23	0,16	0,13	0,11
1,0	0,29	0,2	0,16	0,11	0,09	0,08
1,2	0,21	0,15	0,12	0,08	0,06	0,05
1,4	0,17	0,12	0,09	0,06	0,05	0,04
1,6	0,13	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03
1,8	0,11	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03
2,0	0,09	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02
2,2	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
2,4	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
2,6	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
2,8	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
3,0	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01

Примечание: *Промежуточные значения* $\overline{P_k}$ *принимаются по линейной интерполяции.*

Таблица 7.5

$\frac{E_o}{E_{int}}$	$\frac{D_e}{2t_{tot}}$	Коэффициент ψ_{ke} при относительной толщине грунтовой прослойки t_o/t_{tot}				
		10	5	1,0	0,5	0,1
0,01	0,2	0,02	0,02	0,08	0,13	0,50
	0,3	0,02	0,02	0,08	0,13	0,49
	0,5	0,02	0,02	0,07	0,12	0,45
	1,0	0,02	0,02	0,07	0,11	0,38
	1,5	0,01	0,02	0,06	0,10	0,35
	2,0	0,01	0,02	0,06	0,10	0,36
0,06	0,2	0,08	0,10	0,28	0,46	1,00
	0,3	0,08	0,10	0,27	0,45	1,00
	0,5	0,08	0,10	0,26	0,43	1,00
	1,0	0,07	0,09	0,24	0,40	1,00
	1,5	0,07	0,09	0,24	0,41	1,00
	2,0	0,07	0,08	0,25	0,43	1,00
0,10	0,2	0,13	0,16	0,40	0,67	1,00
	0,3	0,13	0,16	0,40	0,66	1,00
	0,5	0,13	0,15	0,38	0,62	1,00
	1,0	0,12	0,14	0,35	0,58	1,00
	1,5	0,11	0,13	0,35	0,61	1,00
	2,0	0,11	0,13	0,37	0,67	1,00
0,14	0,2	0,18	0,21	0,52	0,86	1,00
	0,3	0,18	0,21	0,51	0,84	1,00
	0,5	0,17	0,20	0,49	0,80	1,00
	1,0	0,16	0,19	0,46	0,76	1,00
	1,5	0,15	0,18	0,46	0,80	1,00
	2,0	0,14	0,18	0,50	0,92	1,00

Продолжение таблицы 7.5

$\frac{E_o}{E_{mt}}$	$\frac{D_e}{2t_{tot}}$	Коэффициент ψ_{ke} при относительной толщине грунтовой прослойки t_o/t_{tot}				
		10	5	1,0	0,5	0,1
0,20	0,2	0,25	0,29	0,69	1,00	1,00
	0,3	0,25	0,29	0,67	1,00	1,00
	0,5	0,24	0,28	0,64	1,00	1,00
	1,0	0,22	0,25	0,59	0,99	1,00
	1,5	0,21	0,24	0,61	1,00	1,00
	2,0	0,20	0,24	0,68	1,00	1,00
0,30	0,2	0,37	0,42	0,94	1,00	1,00
	0,3	0,36	0,41	0,91	1,00	1,00
	0,5	0,35	0,39	0,86	1,00	1,00
	1,0	0,31	0,36	0,81	1,00	1,00
	1,5	0,30	0,35	0,86	1,00	1,00
	2,0	0,30	0,35	0,98	1,00	1,00
0,40	0,2	0,48	0,55	1,00	1,00	1,00
	0,3	0,47	0,53	1,00	1,00	1,00
	0,5	0,45	0,51	1,00	1,00	1,00
	1,0	0,41	0,46	1,00	1,00	1,00
	1,5	0,39	0,45	1,00	1,00	1,00
	2,0	0,39	0,46	1,00	1,00	1,00
0,50	0,2	0,60	0,67	1,00	1,00	1,00
	0,3	0,59	0,65	1,00	1,00	1,00
	0,5	0,55	0,62	1,00	1,00	1,00
	1,0	0,50	0,56	1,00	1,00	1,00
	1,5	0,48	0,55	1,00	1,00	1,00
	2,0	0,48	0,57	1,00	1,00	1,00

Примечание: *Значения коэффициентов* ψ_{ke} *для промежуточных величин* E_o/E_{mt}; $De/2t_{tot}$; t_o/t_{tot} *получают линейной интерполяцией табличных значений*

Величину безопасного давления на грунт, исходя из условия, что сдвиги в грунте не допускаются, определяют по формуле:

$$P_u = M_t \cdot g \cdot \sum_{1}^{n} \rho_i t_i + k_o \cdot C_o \cdot M_c \qquad (7.6)$$

где

ρ_i - плотность материала конструктивного слоя, кг/м^3;

g - 9,8 м/с^2;

t_i - толщина конструктивного слоя, м;

k_o - комплексный коэффициент, учитывающий условия работы слоев на контакте, тиксотропные изменения в грунте под действием повторных нагрузок и условия работы на различных группах участков аэродромов, принимаемый по таблице 7.6;

n - количество слоев в конструкции выше сжимаемого слоя;

M_t, M_c - коэффициенты, представляющие собой функции угла внутреннего трения φ_o, принимаемые по табл. 7.7;

C_o, φ_o - параметры длительного сопротивления грунта прослойки сдвигу: расчетный коэффициент сцепления и угол внутреннего трения соответственно, принимаемые по табл. 7.1 и 7.3.

Таблица 7.6

Группы участков покрытий аэродрома	Комплексный коэффициент k_0 при расчете критического давления на грунт, для грунтов	
	глин, суглинков, супесей, пылеватых, непылеватых, с включением гравия, пылеватых песков	песков мелких, средней крупности, крупных, гравелистых, ракушечников, галечниковых грунтов, песчано-гравийных смесей
А	0,92	0,52
Б, В	1,15	0,65
Г	1,33	0,76

Таблица 7.7

Параметры M_t и M_c в зависимости от угла внутреннего трения φ_0							
φ_0, град	0	10	20	30	35	40	45
M_t	0	0,75	2,00	4,50	7,00	10,00	14,60
M_c	3,10	4,15	5,80	8,00	10,00	12,00	14,60

Прочность слоев грунтощебеночных, щебеночных, а также из продуктов дробления скального грунта на величину безопасного давления не проверяется.

Если грунтовая прослойка состоит из грунтов различных видов, условие прочности (7.2) должно быть обеспечено для каждого вида грунта.

Если прослойка грунта имеет переменную толщину, условие прочности (7.2) проверяется для минимальной и максимальной (но не более $2D_o$) толщин и за окончательное решение принимается наибольшая толщина нежесткой конструкции, удовлетворяющая условиям прочности (7.2).

7.4.2 Прочность асфальтобетонных слоев нежесткой конструкции должна удовлетворять условию

$$\sigma_r \le \gamma_c R_d . \qquad (7.7)$$

Величины наибольших растягивающих напряжений при изгибе от нагрузки σ_r, расчетного сопротивления растяжению при изгибе асфальтобетона R_d и коэффициента условий работы γ_c определяются в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2]. При этом величина эквивалентного модуля упругости основания под асфальтобетоном определяется с учетом влияния скального несжимаемого основания.

8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СБОРНЫХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПЛИТ ПАГ-14, ПАГ-18 И ПАГ-20 ТМ ПОД ТЯЖЕЛЫЕ НАГРУЗКИ

(Практика 26 ЦНИИ МО РФ)

8.1 Тяжелыми нагрузками для сборных покрытий считаются опорные нагрузки с числом колес 4 и более и с нагрузкой на одно колесо более 100 кН.

Сборные покрытия из типовых плит:

- ПАГ-14 следует применять для нагрузки на колесо многоколесной опоры не более 100 кН и нагрузки от одноколесной опоры - не более 170 кН;
- ПАГ-18 – для многоколесной опоры с нагрузкой не более 140 кН на колесо и для одноколесной опоры - не более 200 кН ;
- ПАГ-20 – не более 180 кН и 250 кН – соответственно.

Плиты должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25912.0 – ГОСТ 25912.4.

При большей величине нагрузок применение указанных плит допускается только, как исключение, на участках группы Г (ИВПП).

8.2 При расчете сборных покрытий по прочности должны удовлетворяться условия:

$$m_d^{(+)} \quad m_u^{(+)} \tag{8.1}$$

$$m_d^{(-)} \quad m_u^{(-)} \tag{8.2}$$

где

$m_d^{(+)}, m_u^{(+)}$ - положительные расчетный и предельный изгибающие моменты соответственно при положении нагрузки в центральной зоне плиты;

$m_d^{(-)}, m_u^{(-)}$ - отрицательные расчетный и предельный изгибающие моменты соответственно при положении нагрузки у поперечного края плиты.

Положительный расчетный изгибающий момент определяется по формуле

$$m_d^{(+)} = m_{c,max}\, k_x. \tag{8.3}$$

Отрицательный расчетный изгибающий момент

$$m_d^{(-)} = m_{c,max}\, k_z^m\, k_{ст}, \tag{8.4}$$

где

$m_{c,max}$ - максимальный изгибающий момент в центре плиты (табл. П 6.2);

k_x - коэффициент, учитывающий ортотропность плиты; для ПАГ-14, ПАГ-18 k_x =1,38; для ПАГ-20ТМ k_x = 1,29;

k_z^m - коэффициент, учитывающий увеличение изгибающих моментов за счет возможного наличия начальных зазоров между плитой и основанием, принимается по графикам рис.8.1.

В случаях применения технологии, обеспечивающей плотный контакт плиты с основанием по всей площади плиты (вибропосадка, инъецирование раствора и др.), принимают $k_z^m = 1$.

$k_{ст}$ - коэффициент, учитывающий влияние стыковых соединений в поперечных швах сборных покрытий, принимается по рис.8.2. При пользовании рис.8.2 следует принимать расчетную нагрузку (с учетом k_d и γ_f), равную сумме нагрузок от колес, расположенных на одной оси опоры в пределах ширины плиты.

Если в сборном покрытии устраиваются деформационные швы, в которых отсутствует сварка стыковых соединений, величина $k_{ст}$ принимается равной 1;

Положительные предельные изгибающие моменты $m_u^{(+)}$ принимаются по табл.8.1, отрицательные $m_u^{(-)}$ - по табл.8.2.

При определении требуемой толщины искусственного основания из материалов, обработанных вяжущими, условный диаметр площади передачи нагрузки надлежит определять по формуле:

$$D_r = 3 \cdot l_d \cdot k, \qquad (8.5)$$

где l_d - требуемая упругая характеристика плиты, при которой обеспечивается условие (8.1) или (8.2), определяется методом последовательного подбора;

k_a - коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения радиуса R_e круга, равновеликого площади отпечатка колеса опоры воздушного судна, к упругой характеристике плиты l_d по таблице

$\frac{R_e}{l_d}$	k_a	$\frac{R_e}{l_d}$	k_a
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

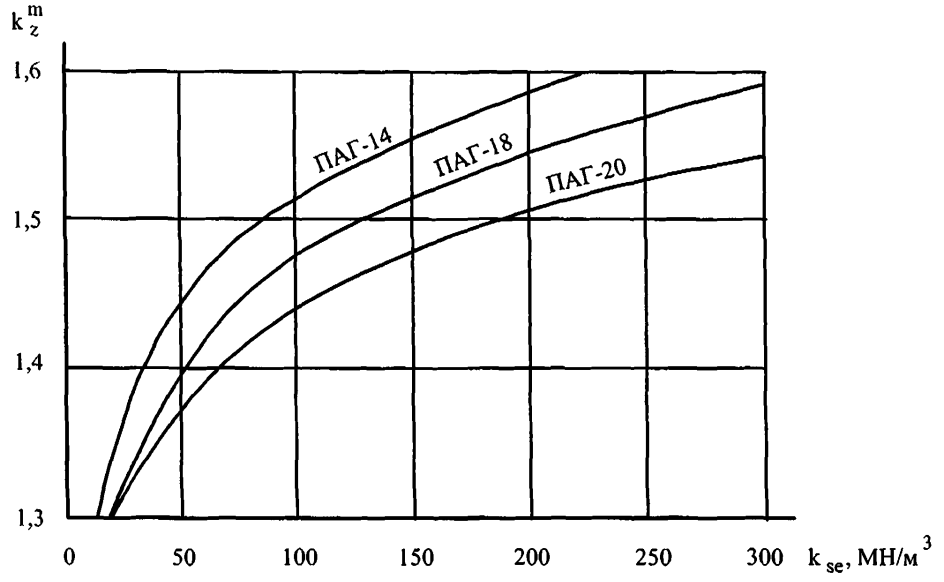
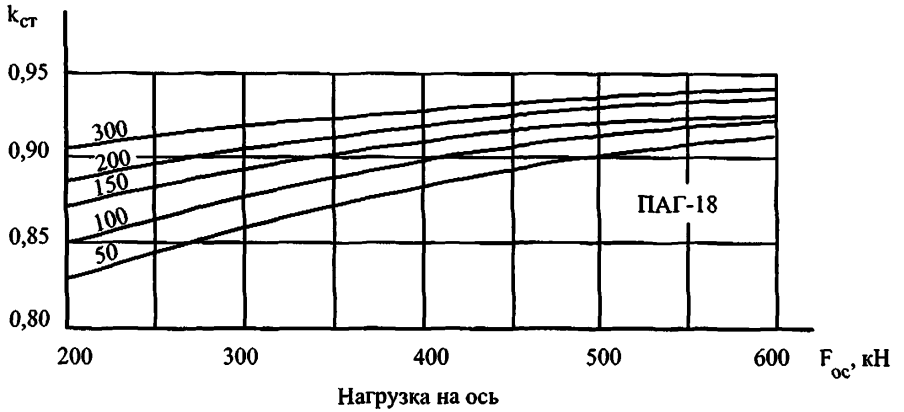


Рис.8.1. График для определения коэффициента k_z^m, учитывающего наличие начальных зазоров между плитой и основанием

а



б

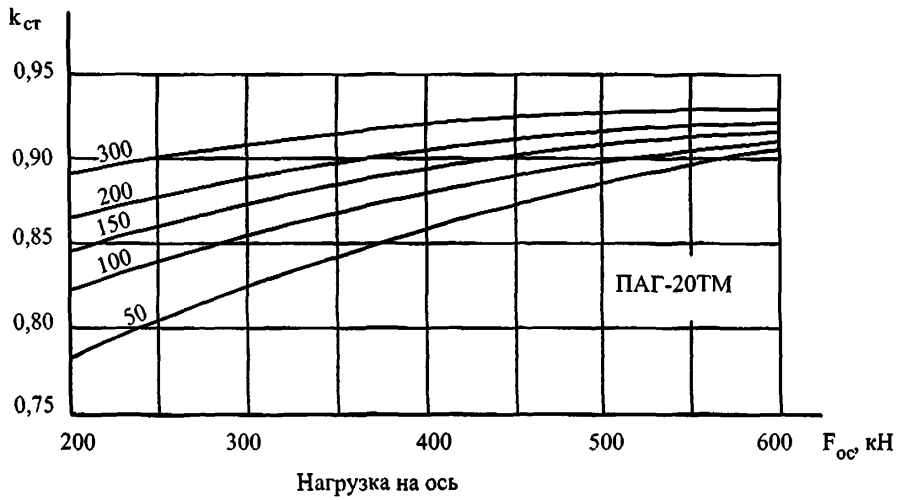


Рис.8.2. Графики для определения коэффициента $k_{ст}$, учитывающего стыковые соединения между плитами: а - 1ПАГ-18, б - ПАГ-20 ТМ

Цифры на графиках означают эквивалентный коэффициент постели упругого основания k_{se}, МН/м^3

Таблица 8.1

Тип плиты	Группа участков покрытия	Положительные предельные изгибающие моменты $m_u^{(+)}$, кНм/м, в центре плиты при расчетном числе нагружений				
		100	1000	10^4	10^5	10^6
		k_u=1,66	k_u =1,5	k_u =1,33	k_u =1,17	k_u =1,0
ПАГ-14 B_{tb} 3,6/ 45	А	30,20	27,80	25,30	22,90	20,50
	Б, В	32,80	30,10	27,50	24,90	22,20
	Г	35,30	32,40	29,50	26,80	23,90
ПАГ-18 B_{tb} 3,6/ 45	А	50,60	46,50	42,50	38,60	34,60
	Б, В	54,80	50,40	46,0	41,90	37,50
	Г	59,0	54,20	49,50	45,10	40,40
ПАГ-20ТМ B_{tb} 3,6/ 45	А	62,0	57,0	52,0	47,30	42.30
	Б, В	67,20	61,70	56,30	51,20	45,80
	Г	72,30	66,50	60,60	55.10	49,30

Примечание. *При расчете табличных значений положительных предельных изгибающих моментов приняты следующие значения ядрового момента* $m_{,}$:

для ПАГ-14 - *5,32 кНм/м;*

для ПАГ-18 - *9,40 кНм/м;*

для ПАГ-20 ТМ - *11,25 кНм/м*

и следующие значения γ_c *для участков группы*

А - *1,21;*

Б, В - *1,32;*

Г - *1,43.*

Таблица 8.2

Тип плиты	Группа участков покрытия	Отрицательные предельные изгибающие моменты в краевой зоне плиты $m_u^{(-)}$, кНм/м, при расчетном числе нагружений				
		100	1000	10^4	10^5	10^6
		k_u =1,66	k_u =1,5	k_u =1,33	k_u =1,17	k_u =1,0
ПАГ-14 B_{tb} 3,6/ 45	А	37,42	34,71	31,62	28,85	25,92
	Б, В	41,07	37,75	34,69	31,51	28,31
	Г	44,48	41,03	37,35	34,15	30,59
ПАГ-18 B_{tb} 3,6/ 45	А	63,47	58,57	53,92	49,17	44,17
	Б, В	70,38	63,92	58,76	53,75	48,24
	Г	75,05	69,14	63,60	58,20	52,43
ПАГ-20ТМ B_{tb} 3,6/ 45	А	82,11	75,38	68,79	62,68	55,95
	Б, В	89,69	82,21	74,97	68,36	59,96
	Г	97,66	92,56	81,28	73,92	65,94

Требуемая толщина искусственного основания t_f м, из материалов, укрепленных вяжущими, для сборных покрытий определяется по формуле:

$$t_f = \frac{D_r}{\left(\frac{D_r}{t_f}\right)}, \tag{8.6}$$

где

$\frac{D_r}{t_f}$ - отношение, определяемое по номограмме рис.8.3 в зависимости от значений $\frac{E_c}{1{,}8 \cdot \ell_d k_{sd}}$ и $\frac{E_c}{1{,}8 \cdot \ell \cdot k_s}$;

k_{sd}, ℓ_d - значения соответственно требуемого коэффициента постели, МН/м^3, и упругой характеристики плиты ℓ_d, м, при которых соблюдается условие прочности покрытия (8.1) или (8.2);

k_s, ℓ - значения соответственно коэффициента постели основания, МН/м^3, и упругой характеристики плиты, м, лежащей на грунте;

E_c - модуль упругости материала искусственного основания, обработанного вяжущим, МПа, принимаемый согласно приложению 4.

Если значения $\frac{E_c}{1{,}8 \cdot \ell_d k_{sd}}$ и $\frac{E_c}{1{,}8 \cdot \ell\ k_s}$ выходят за пределы номограммы рис.8.3, рекомендуется принять основание с более высоким модулем (E_{c1}) и выполнить расчет его толщины (t_{f1}).

Требуемую толщину основания t_f с модулем E_c определяют по формуле перерасчета

$$t_f = t_{f_i} \sqrt[3]{\frac{E_{c_i}}{E_c}}. \tag{8.7}$$

Слои оснований из материалов, необработанных вяжущими (щебня, гравия, ПГС, грунтощебеночных, гравийнощебеночных смесей, песка) учитываются в расчете эквивалентным коэффициентом постели k_{se}, который определяется по методике, приведенной в ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2]. В этом случае коэффициент постели грунта k_s, заменяется на эквивалентный коэффициент постели многослойного основания k_{se}.

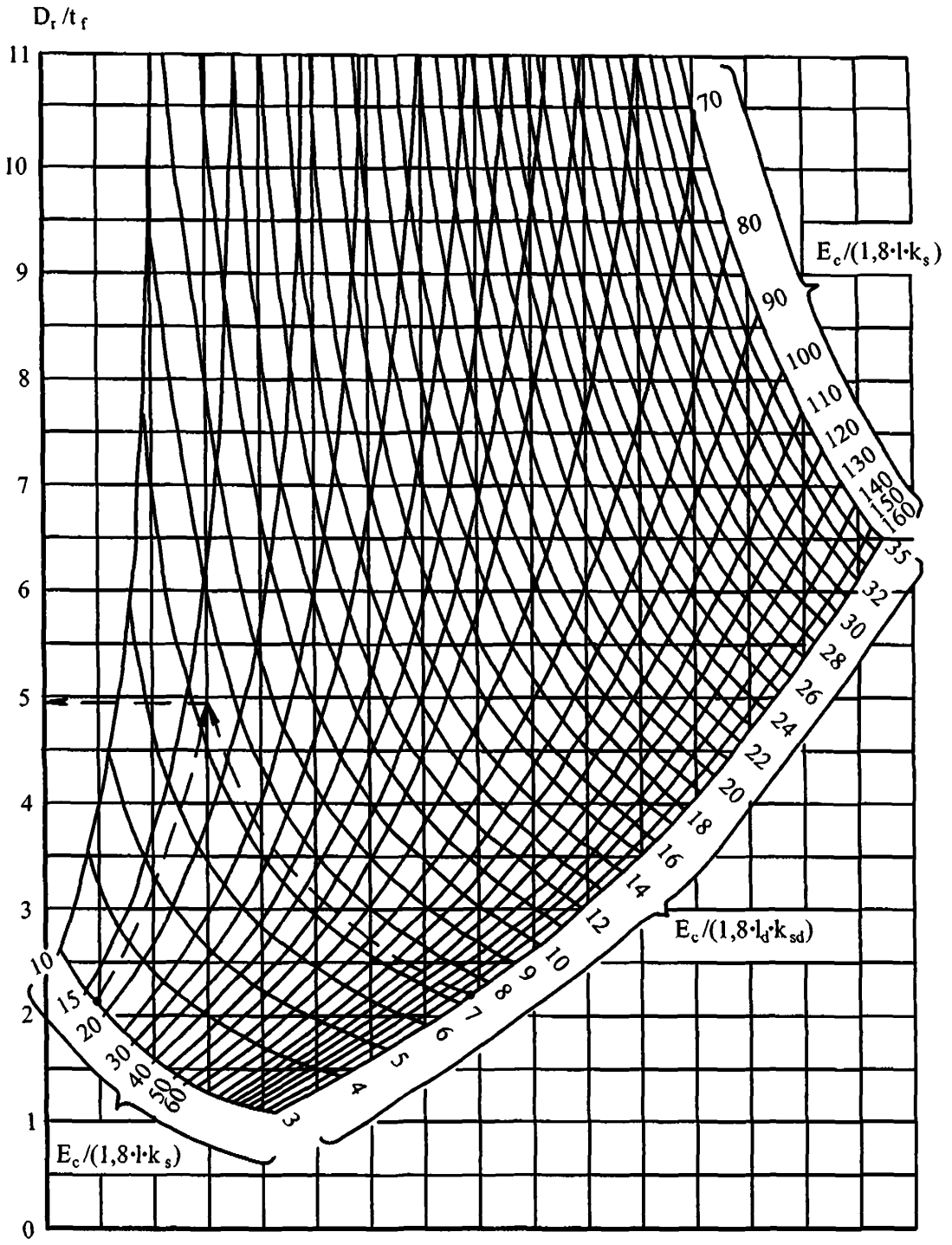


Рис.8.3. Номограмма для определения соотношения $\frac{D_r}{t_f}$

9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ

9.1 Слои усиления покрытий следует проектировать в случаях:

- когда несущая способность существующего покрытия недостаточна для восприятия нагрузок от воздушных судов, эксплуатация которых планируется на данном аэродроме;

- когда несущая способность покрытия достаточна, но его поверхность находится в состоянии, при котором замена отдельных плит или участков и ремонт оставшихся экономически менее выгодны, чем укладка нового слоя.

9.2 Необходимо иметь в виду, что механические свойства покрытия, находившегося в эксплуатации, существенно отличаются от данных проекта в силу повышения прочности цементобетона и увеличения модуля упругости асфальтобетона во времени, изменения гидрологического режима в грунте под аэродромной конструкцией, накопления остаточных деформаций, других явлений, происходящих в период эксплуатации покрытия, а также отклонений от проекта при строительстве и наличия непредусмотренного математической моделью конструкции трения-сцепления между слоями,. Проектирование слоев усиления покрытий рекомендуется поэтому, как правило, основывать на данных испытаний, выполненных с целью определения жесткостных параметров существующей конструкции и основания, используемых при расчете слоя усиления.

Испытания могут не проводиться, если необходимость укладки нового слоя диктуется состоянием поверхности существующего покрытия, а требуемая толщина слоя усиления по расчету, использующему проектные данные, не превышает минимальную конструктивную толщину.

9.3 В качестве математической модели существующей конструкции принимается бесконечная в плане плита с суммарной жесткостью B_{tot}, упругой характеристикой ℓ на упругом основании, податливость которого характеризуется коэффициентом отпора C. Параметры C, ℓ и B_{tot} определяются по данным испытаний в отдельных точках покрытия в соответствии с методикой [8].

Коэффициент отпора определяется как среднее значение величины, умноженное на коэффициент $k_{сез}$, учитывающий изменение свойств грунтов, слагающих основание, по сезонам года. Коэффициент $k_{сез}$ определяют экспериментально по данным многочисленных испытаний конструкций в

различные сезоны года. Если такие сведения для грунтов данной местности отсутствуют, допускается принимать значения $k_{сез}$ для второго типа местности во II и III дорожно-климатических зонах равными:

для глинистых грунтов, пылеватых и мелких песков:

1,0, если испытания выполнялись весной;

0,68 – при летних испытаниях;

0,85 – при осенних испытаниях покрытий;

для песков средней крупности и крупных:

1,0 – при весенних испытаниях;

0,9 – при летних и осенних испытаниях.

Расчетные значение упругой характеристики определяется по формуле

$$\ell = \overline{\ell}\ (1 + t_н \nu), \qquad (9.1)$$

где

$\overline{\ell}$ - среднее значение упругой характеристики по данным испытаний в нескольких точках одной и той же конструкции;

ν - коэффициент вариации равный отношению среднеквадратического отклонения к среднему значению упругой характеристики (данные испытаний);

$t_н$ - нормированное отклонение для заданного уровня надежности конструкции P, принимаемое по табл. 9.1. Требуемый уровень проектной надежности зависит от расчетного (проектного) срока службы, устанавливаемого заданием на проектирование (табл.9.2)

Таблица 9.1

Требуемая надежность P	0,80	0,85	0,90	0,95	0,98	0,99
$t_н$	0,82	1,10	1,30	1,64	2,00	3,00

Таблица 9.2

Расчетный срок службы слоя усиления, годы	5	10	15	20
Требуемый уровень надежности, P	0,80	0,90	0,93	0,95

Суммарная жесткость существующей конструкции определяется по формуле

$$B_{tot} = \ell^4 C \qquad (9.2)$$

Примечание. *Коэффициент отпора, значения которого находят по данным испытаний, при прочих равных условиях меньше коэффициента постели. В математической модели конструкции, использующей представление о коэффициенте отпора, это компенсируется тем, что грунтовому основанию приписывается жесткость, входящая в качестве слагаемого в величину суммарной жесткости* B_{tot}. *Не рекомендуется поэтому находить значение* B_{tot} *каким-либо иным способом, кроме указанного в настоящем пункте.*

9.4 Жесткие слои усиления из бетона, армобетона, и монолитного жлезобетона следует, как правило, проектировать с совмещением швов. В отдельных случаях, когда это затруднено, допускается устраивать слои усиления с несовмещенными швами (с несовмещенными швами считаются покрытия, в которых продольные и поперечные швы в верхнем и нижнем слоях взаимно смещены более чем на две толщины слоя усиления). В случае совмещения швов в слое усиления рекомендуется устраивать стыковые соединения в продольных и поперечных швах в соответствии с п.п. 4.2- 4.4 Если в существующем покрытии уже имеются стыковые сосдинения, допускается в слое усиления применять краевое армирование плит в соответствии с табл.4.4. Ширину зоны усиления армированием следует принимать равной $0{,}8\ell$, где ℓ - упругая характеристика слоя усиления, но не менее 0,6 м.

На участках усиленных конструкций с несовмещенными швами или сквозными трещинами надлежит армировать нижнюю зону слоя усиления над *швами (трещинами) существующего покрытия в соответствии с п. 4.6.*

9.5 Между слоем усиления и существующим покрытием рекомендуется применять разделительную прослойку из двух слоев пергамина, аэродромной полиэтиленовой прокладки (ППА по ТУ 2245-001-20870677-93) и др. подобных материалов.

9.6 Покрытия аэродромов, предназначенные для эксплуатации воздушных судов внеклассной, I-III нормативных категорий, рекомендуется усилять железобетонным слоем с армированием только нижней зоны плиты [9]. Продольные швы слоя усиления и существующего покрытия совмещают в обязательном порядке. Поперечные швы применяют трех типов: ложные заанкеренные (без разрезки арматурной сетки в шве), ложные обычные (с отсутствием стыковых соединений и арматуры в шве) с дополнительным армированием верхней зоны плиты у края шва и швы расширения с дополнительным армированием краевых участков верхней части плиты. Швы всех типов надлежит совмещать со швами нижележащего слоя реконструируемого покрытия. Размеры плит слоя усиления между заанкеренными швами (продольными и поперечными) не должны превышать 7,5 м. Расстояние между ложными швами сжатия с краевым армированием верхней зоны плиты назначают в пределах 60-70 м (включает несколько плит с заанкеренными швами). Расстояние между швами расширения в слое усиления определяют расчетом в соответствии с методикой раздела 10, если в существующем покрытии они отсутствуют; или принимают равным расстоянию между швами расширения усиляемого покрытия с обязательным их совмещением. По возможности рекомендуется совмещать швы расширения с ложными швами с дополнительным армированием верхней зоны плиты. Стыковые соединения в швах не устраивают. Арматурная сетка из стали периодического профиля диаметром от 5 до 18 мм укладывается непосредственно на существующее покрытие (или выравнивающий слой) без устройства разделительной прослойки и защитного слоя арматуры. Минимальный процент армирования μ = **0,25**. При толщине выравнивающего слоя более 0,1 м в нем производят нарезку швов, совмещая их со швами существующего покрытия. При меньших толщинах выравнивающего слоя нарезку швов в нем не производят. Применение в качестве выравнивающих слоев материалов, обработанных органическими вяжущими, не допускается.

Расчет и конструирование железобетонного слоя усиления с одноуровневым армированием следует выполнять в соответствии с Рекомендациями [9].

9.7 Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит рекомендуется усиливать сборными предварительно напряженными плитами или асфальтобетоном. В последнем случае следует предусматривать конструктивные мероприятия по снижению вероятности образования отраженных трещин в асфальтобетонном слое в соответствии с разделом 5.

При усилении сборных покрытий сборными плитами швы слоя усиления по отношению к швам существующего покрытия необходимо смещать не менее чем на 0,5 м для продольных и 1,0 м для поперечных швов. Между существующим покрытием и сборными плитами слоя усиления следует обязательно, независимо от ровности усиляемого покрытия, предусматривать устройство выравнивающего слоя из пескоцементной смеси толщиной не менее 3 см; разделительную прослойку в этом случае не устраивают.

Расчет сборных конструкций усиления существующих сборных покрытий рекомендуется выполнять в соответствии с Пособием по расчету и конструированию аэродромных покрытий на аэродромах Вооруженных Сил [10], разработанным 26 ЦНИИ МО РФ, имеющим большой опыт проектирования сборных покрытий.

9.8 Расчет требуемой толщины жесткого слоя усиления из монолитного бетона, армобетона выполняют по модели двухслойного жесткого покрытия из условия обеспечения прочности верхнего слоя $m_{d.sup} \le m_{u.sup}$ для двух вариантов взаимного размещения швов в слоях: с совмещением и без совмещения. Окончательная толщина слоя усиления принимается по варианту, дающему наибольшее значение искомой толщины.

Расчетные моменты в бетонном и армобетонном слое усиления определяют по формулам:

- для покрытий с совмещенными швами

$$m_{d.sup} = \frac{m_{cmax} B_{sup} k'}{B_{sup} + B_{inf}}, \qquad (9.3)$$

- для покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d.sup} = \frac{m_{cmax} B_{sup} k_1}{B_{sup} + B_{inf}}, \qquad (9.4)$$

где

$m_{c.max}$ - максимальный изгибающий момент в центре плиты с жесткостью равной суммарной жесткости слоя усиления и существующего покрытия, МН м/м;

B_{sup} - жесткость слоя усиления, определяемая в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2], МПа м^4/м;

B_{inf} - жесткость существующего покрытия, определяемая по данным испытаний, приравнивается к B_{tot} (формула 9.2), МПа м^4/м;

k' и k_1 - коэффициенты, учитывающие увеличение напряжений на краю плиты по сравнению с центральной частью для покрытий с совмещенными швами, и учитывающие концентрацию напряжений в слое усиления над швом или трещиной в покрытиях с несовмещенными швами соответственно, принимаемые в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2].

9.9 Если между существующей жесткой конструкцией и жестким слоем усиления предусматривается устройство выравнивающей или разделительной прослойки из асфальтобетона, пескоцемента, тощего бетона или других более деформативных чем бетон материалов, правые части формул (9.3) и (9.4) следует умножать на коэффициент k_2, определяемый по формуле

$$k_2 = 1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}(1+\Omega)}\sqrt[4]{\frac{0{,}95k_s B_{sup} B_{inf} t_0}{E_0 (B_{sup} + B_{inf})^2}}, \qquad (9.5)$$

где

$\Omega = \dfrac{\sum_{i=1}^{n_k} \overline{m}_{x(y)_i}}{f(\alpha)}$ - принимается по таблице 9.1;

$\overline{m}_{x(y)_i}$ - единичные изгибающие моменты в расчетном сечении плиты от воздействия i-го колеса опоры воздушного судна, определяемые по таблицам П.13.2 ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2];

$f(\alpha)$ - функция, значения которой принимаются по графику рис. П.5.1;

t_0 - толщина материала прослойки, м;

E_0 - модуль упругости материала прослойки, МПа;

k_s - Коэффициент постели основания, приравнивается величине коэффициента отпора C, МН/м^3, значение которого опрсделяется по данным испытаний.

При выполнении прослойки из асфальтобетона значение модуля упругости E_0 принимают по таблице П.4.6 (для жестких покрытий).

Формулу (9.5) рекомендуется использовать для учета деформативности материала только новых прослоек, считая, что деформативность существующих асфальтобетонных слоев учтена значениями B_{tot} и C при определении этих величин по данным испытаний. Если эти величины определяли по проектным данным, приведенную формулу рекомендуется использовать и для учета сжимаемости ранее уложенных асфальтобетонных слоев, непосредственно подстилающих проектируемый жесткий слой усиления.

Таблица 9.1

Нагрузка	Значения Ω при упругой характеристике плиты ℓ, равной, см					
	50	70	90	110	130	150
Категории нормативных нагрузок:						
внеклассная	-	0,144	0,250	0,380	0,620	0,910
I	-	0,160	0,268	0,413	0,684	0,959
II	-	0,181	0,312	0,475	0,765	1,087
III	-	0,207	0,357	0,559	0,929	1,358
IV	-	0,243	0,417	0,630	1,083	1,482
Типы воздушных судов:						
Ил-62	-	-	0,352	0,400	0,453	0,478
Ил-76	0,546	0,723	0,895	1,063	1,152	1,238
Ту-154	0,243	0,432	0,762	0,968	1,176	1,324
Як-42	0,205	0,316	0,409	0,573	0,695	-
Ан-24	0,367	0,45	0,515	0,545	-	

9.10 Если жесткий слой усиления устраивают по нежесткому покрытию, расчетный изгибающий момент вычисляют как для однослойного покрытия, лежащего на искусственном основании из материалов, укрепленных вяжущими, жесткость которого B_f принимается равной жесткости существующего покрытия B_{tot}, определяемой по данным испытаний.

$$m_d = \frac{k \cdot \rho \cdot m_{c.max} \cdot B}{B + B_f}, \qquad (9.6)$$

где

k - коэффициент учитывающий увеличение изгибающего момента при приложении нагрузки на краю плиты (при наличии стыковых соединений или краевого армирования) или углу плиты (при отсутствии усиления краевой зоны плиты верхнего слоя), принимаемый равным 1,2 в первом случае и 1,5 – во втором;

ρ - коэффициент, учитывающий снижение напряжений в слое усиления, лежащем на основании, укрепленным вяжущими, определяется в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2];

B - жесткость слоя усиления, МПа м^4/м.

При расчете жесткого слоя усиления существующего нежесткого покрытия, характеристики деформативности которого по данным испытаний отсутствуют, необходимо учитывать средний модуль упругости нежесткой конструкции с учетом понижающих коэффициентов к модулям упругости материалов конструктивных слоев по формуле

$$E_{mt} = \frac{\sum \beta_i E_i}{\sum t_i}, \qquad (9.7)$$

где

E_{mt} - средний модуль упругости нежесткого покрытия, МПа;

t_i - толщины конструктивных слоев нежесткого покрытия, м;

E_i - модули упругости материалов конструктивных слоев, принимаемые по таблицам приложения 4, МПа;

β_i - понижающие коэффициенты к модулям упругости, учитывающие техническое состояние конструктивного слоя, принимаются по таблице П 4.10.

Примечание: *Модули упругости материалов конструктивных слоев существующего нежесткого покрытия E_i в таблицах приложения 4 следует принимать в графе для жестких покрытий.*

9.11 Предельный изгибающий момент в бетонном (армобетонном) слое усиления определяют по формуле

$$m_u = \gamma_c \frac{t^2_{sup}}{6} R_{tb} k_u, \qquad (9.8)$$

где

γ_c - коэффициент условий работы, принимаемый в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2];

t_{sup} - толщина слоя усиления, м;

R_{tb} - расчетное сопротивление бетона слоя усиления, принимаемое по таблице П 4.1, МПа;

k_u - коэффициент, учитывающий повторность приложения нагрузки, вычисляется по формуле (14.4) или по таблице П 5.3.

Прочность слоев существующего покрытия не проверяют.

9.12 Перед проектированием слоев усиления в условиях наличия пучинистых грунтов рекомендуется выполнять измерения сезонных колебаний вертикальных отметок поверхности существующего покрытия, обусловленных пучением грунтов. Если местные сезонные деформации приводят к превышению допустимых уклонов, установленных проектом, следует предусматривать мероприятия по их уменьшению (например, осушение оснований и пр.). Если нормы для уклонов соблюдаются, то расчет вертикальных деформаций не производится.

10. РАСЧЕТ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ШВАМИ РАСШИРЕНИЯ В МОНОЛИТНЫХ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЯХ

Расстояние между швами расширения в аэродромных покрытиях зависит от множества факторов: климатических условий, конструкции покрытий, характеристик материалов и других. В настоящее время нет единого подхода к решению этой задачи. Ниже приведены две методики, практикуемые в гражданской авиации и в авиации ВВС.

Методика ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект»

10.1 Надежность работы жестких монолитных покрытий от сжимающих напряжений на контуре плиты ($\sigma_T^{шв}$), возникающих при невозможности свободного расширения плит при повышении температуры, определяется расчетом на продольную устойчивость и прочность бетона на скалывание в швах.

10.2 Обеспечение продольной устойчивости плит вблизи шва достигается при следующем условии:

$$\sigma_T^{шв} \cdot k_{зап} \le \frac{4g\rho_i L^2}{10^3 t} \qquad (10.1)$$

где

$\sigma_T^{шв}$ - температурные напряжения на краю плиты, МПа;

$k_{зап}$ - коэффициент запаса, рекомендуется принимать равным 2;

g = 9,8 м/с^2;

ρ_i - плотность бетона (армобетона, железобетона), т/м^3;

L - длина плиты покрытия, м;

t - толщина плиты покрытия, м.

10.3 Значения $\sigma_T^{шв}$ определяются по номограмме рис. 10.1.

Исходными данными для определения $\sigma_T^{шв}$ являются:

- географическая широта расположения объекта;

-средняя максимальная температура самого жаркого месяца $T_в^{ср}$ или средняя из абсолютных максимумов температуры воздуха $T_в^{ср(а)}$ с учетом суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, поступающей в 12-13 часов на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, определяемая по климатологическим справочникам или по таблице 10.1;

- температура укладки бетона ($25^\circ \ge T_у \ge 5°$);

- класс прочности бетона на растяжение при изгибе B_{tb}.

Примечание: *Среднюю максимальную температуру самого жаркого месяца ($T_в^{ср}$) рекомендуется использовать при оценке напряженного состояния действующих покрытий; средний абсолютный максимум ($T_в^{ср(а)}$) – при новом строительстве или реконструкции с устройством жесткого слоя усиления. Порядок пользования номограммой показан стрелками.*

10.4 Обеспечение прочности бетона на скалывание в швах покрытий определяется условием

$$\sigma_т^{шв} k_{зап} \le \tau, \qquad (10.2)$$

где

$$\tau = 0{,}26 R_в;$$

τ - скалывающие напряжения у кромки плит, МПа;

0,26 - эмпирический коэффициент, учитывающий переход от сжатия к скалыванию;

$R_в$ - расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, принимается по СНиП 2.03.01, МПа.

10.5 При выполнении условий (10.1) и (10.2) устройство швов расширения не требуется. Если одно из условий не выполняется, необходимо в покрытии устраивать швы расширения.

Максимально допустимое расстояние между швами расширения ($L_{шр}$) определяется по графику рис.10.2 в зависимости от температурного напряжения $\sigma_т = \sigma_т^{шв}$, при котором соблюдаются условия (10.1) и (10.2). Если расстояние между швами расширения по расчету превышает 250 м, то его следует принимать равным 240÷250 м. Однако расстояние между швами расширения не должно превышать величины

$$L_{шр} = \frac{\Delta}{\alpha \cdot T}, \qquad (10.3)$$

где

$\Delta = a \cdot \varepsilon_{сж}$ - деформация прокладки в шве, м;

a - ширина паза шва расширения, максимальное значение которой не должно превышать 3,5 см [1];

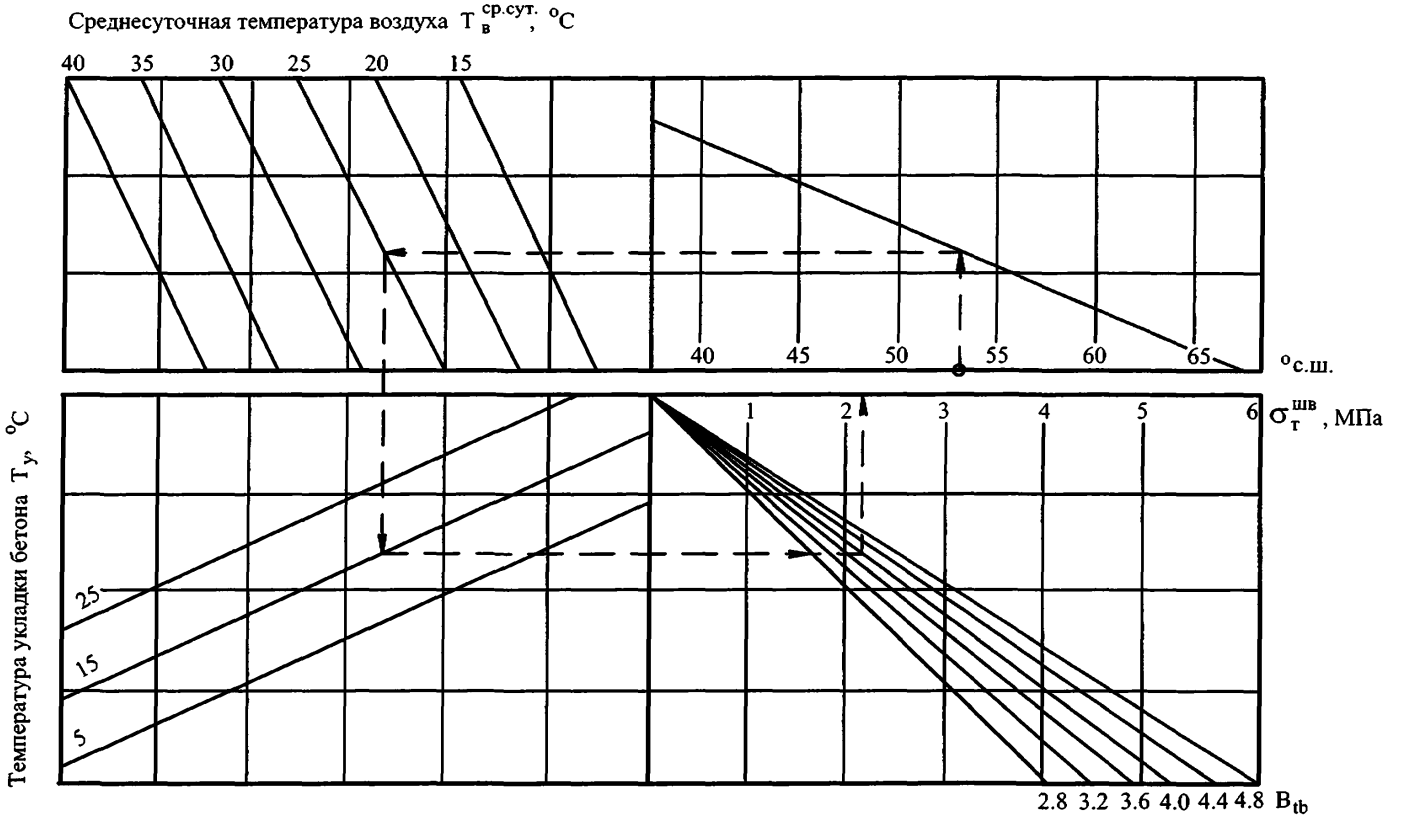


Рис.10.1. Номограмма для определения температурных напряжений $\sigma_т^{шв}$ на краю плиты

Таблица 10.1

Наименование пунктов	$T_в^{ср}$, °С	$T_в^{ср(а)}$, °С	Наименование пунктов	$T_в^{ср}$, °С	$T_в^{ср(а)}$, °С
Абакан	26	33	Оренбург	31	38
Анапа	30	34	Пенза	29	34
Архангельск	26	29	Печора	27	33
Астрахань	32	38	Пермь	28	34
Барнаул	30	36	Псков	26	31
Бугульма	27	32	Рязань	28	33
Березово	26	30	Самара	30	35
Волгоград	30	37	Санкт-Петербург	26	30
Воронеж	29	35	Саратов	31	36
Грозный	30	36	Сургут	26	31
Екатеринбург	27	32	Сыктывкар	27	32
Йошкар-Ола	28	34	Тверь	26	32
Казань	29	34	Томск	27	32
Калининград	25	29	Тобольск	28	32
Кемерово	27	34	Тамбов	29	35
Киров	27	31	Тула	27	33
Колпашово	27	32	Тюмень	29	34
Кострома	27	31	Ульяновск	29	34
Краснодар	30	37	Уфа	29	34
Красноярск	26	31	Ухта	26	32
Курган	30	36	Челябинск	30	35
Курск	28	33			
Магнитогорск	28	34			
Москва	28	33			
Нижний Новгород	28	33			
Нижний Тагил	26	32			
Новосибирск	28	33			
Омск	30	36			
Орел	28	33			

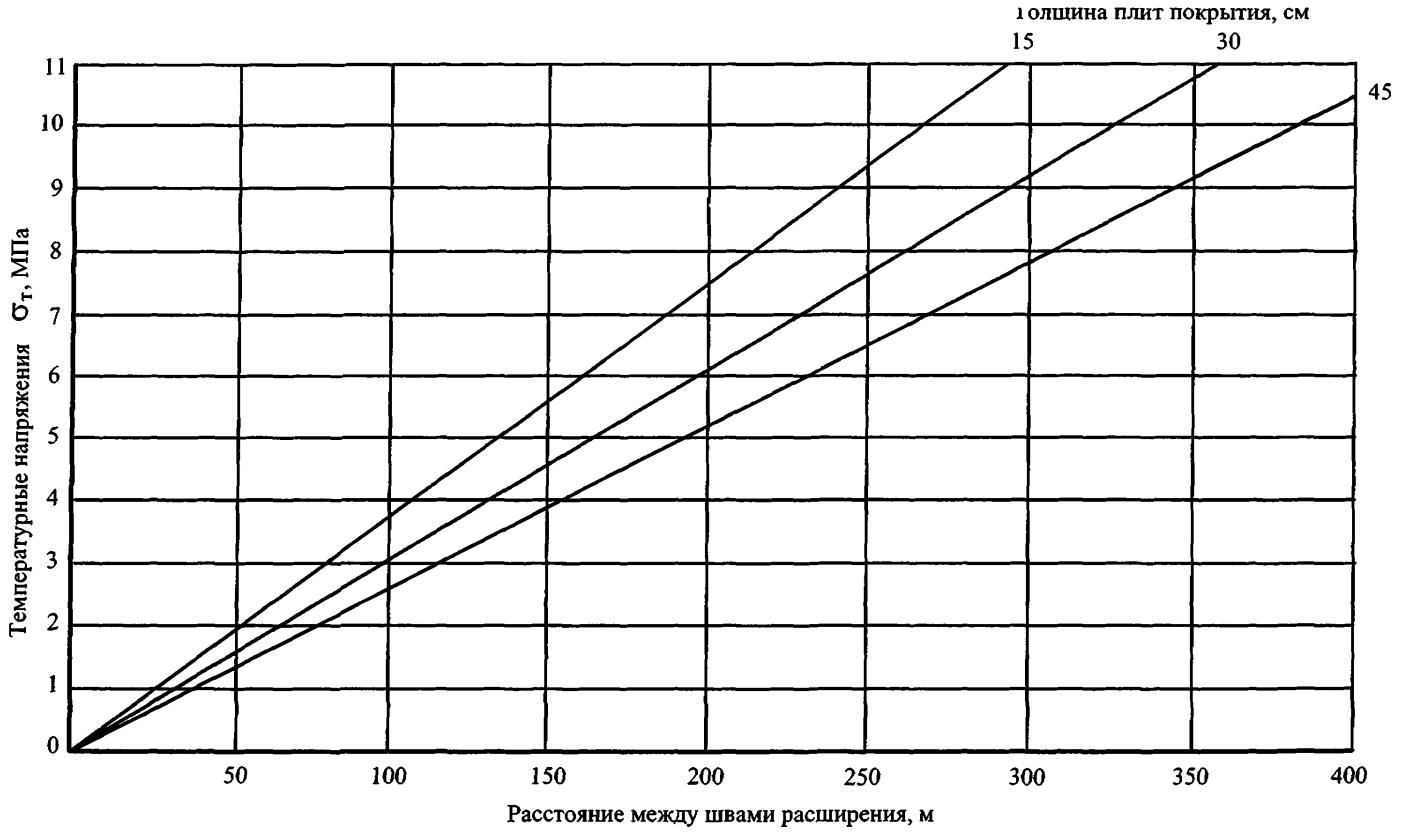


Рис.10.2. Графики для определения максимальных расстояний между швами расширения

$\varepsilon_{сж}$ - относительная деформация сжатия прокладки в шве, равная отношению деформации сжатия к первоначальной толщине прокладки, принимаемая, как правило, не менее 0,70 для полимерных материалов и 0,20 – для дерева.

a - коэффициент линейного расширения бетона, принимается равным 10^{-5}, 1/С°;

T - температура, обуславливающая обжатие прокладок в швах, С°, определяется по графику рис.10.3.

10.6 Герметизирующую мастику подбирают по величине расчетного значения максимального относительного удлинения $\frac{\Delta_{max}}{a}$ (отношения максимальной деформации растяжения мастики Δ_{max} к первоначальному ее размеру равному ширине паза шва a). Величина Δ_{max}, обусловленная разностью максимальной средней (абсолютной) температуры покрытия $T_e^{ср(а)}$ с учетом радиации и температуры укладки T_y , определяется по формуле

$$\Delta_{max} = L \cdot \alpha \cdot \left(T_e^{ср(а)} - T_y\right). \qquad (10.4)$$

Относительное удлинение выбранной мастики, определенное в соответствии с Техническими условиями на герметики при температуре –20°С, должно быть не менее расчетного значения $\frac{\Delta_{max}}{a}$.

Схемы работы швов показаны на. рис. 10.4.

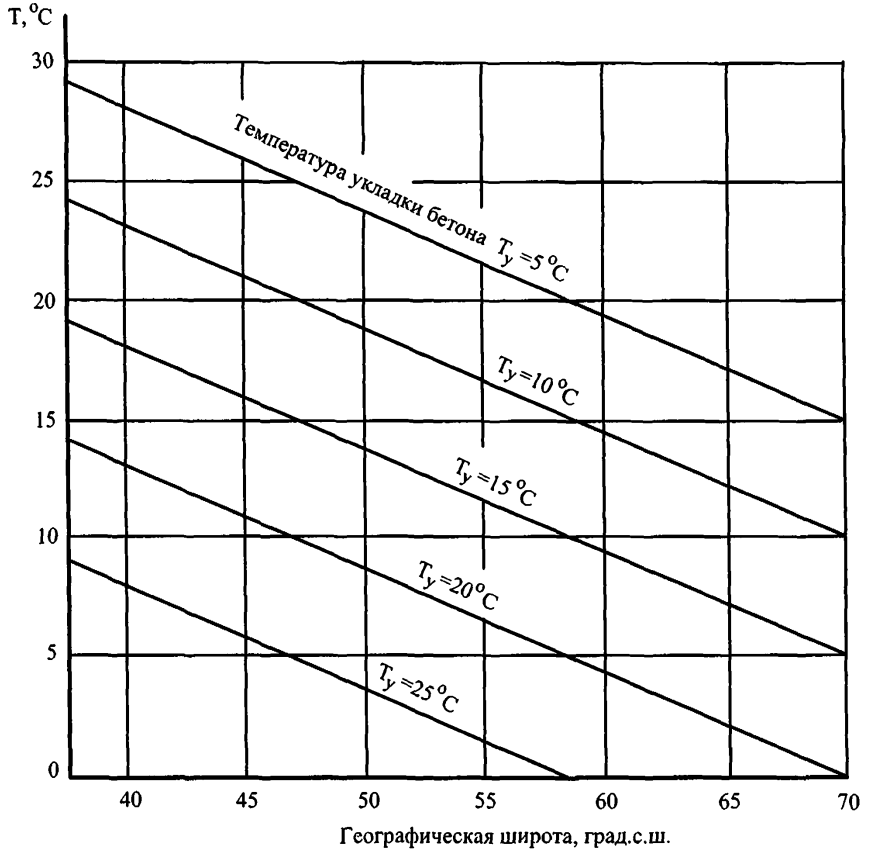
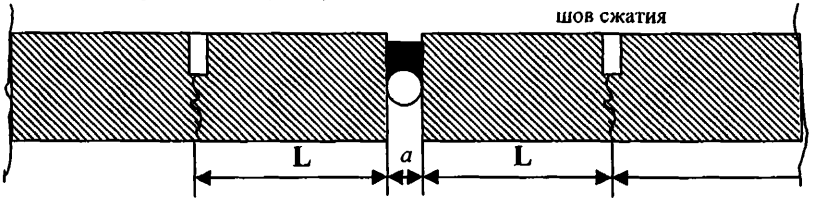
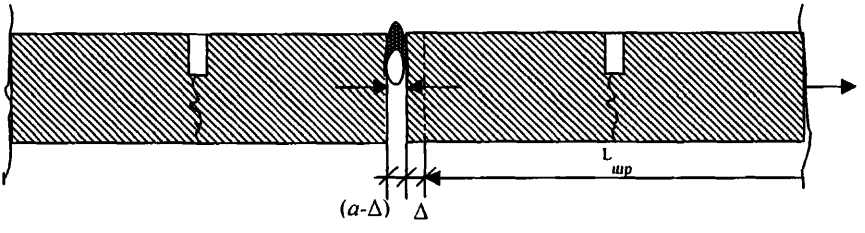


Рис.10.3. Графики зависимости температур, обуславливающих обжатие прокладок, от географической широты расположения объскта и температуры укладки бетона

а) напряжения отсутствуют



б) обжатие прокладки (герметика) в шве при расширении бетона



в) растяжение герметика в шве при сжатии бетонной плиты длиной L

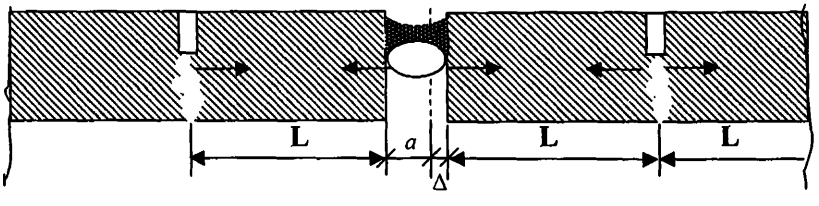


Рис. 10.4. Схемы работы шва

Методика 26 ЦНИИ МО РФ

10.7. Расстояние между деформационными швами расширения в жестких аэродромных покрытиях определяется в зависимости от климатических условий района расположения объекта.

В качестве расчетных климатических воздействий следует рассматривать два расчетных случая, характеризуемых:

а) абсолютной максимальной температурой воздуха;

б) средней максимальной температурой наиболее жаркого месяца.

При этом для каждого расчетного случая необходимо учитывать суммарную (прямую и рассеянную) солнечную радиацию, поступающую в 12-13 часов на горизонтальную поверхность при безоблачном небе.

Соответствующие параметры внешней среды принимаются согласно главе СНиП 23-01-99 по строительной климатологии.

10.8. Расстояние между деформационными швами расширения следует определять по формуле

$$L_{шр} = \frac{aE_в}{\alpha \cdot T_m \cdot E_в - \gamma_{вt} \cdot R_в}, \qquad (10.5)$$

где

a - ширина паза деформационного шва расширения, м;

$E_в$ - начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении, МПа, принимаемый согласно главе СНиП 2.03.01

α - коэффициент линейной температурной деформации тяжелого бетона, принимаемый с учетом засорения швов равным $1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/°С;

T_m - расчетная температура покрытия, °С;

$R_в$ - призменная прочность бетона при осевом сжатии, МПа;

$\gamma_{вt}$ - температурный коэффициент, учитывающий термическую усталость бетона при гармоническом изменении температуры покрытий, принимаемый равным 0,5.

10.9. Расчетная температура покрытия Tm определяется либо по таблице 10.2, либо по формуле

$$T_m = T_{ср} - T_0, \qquad (10.6)$$

где

$T_{ср}$ - средняя температура покрытия для расчетного интервала времени, определяемая на основании теплотехнических расчетов, °С;

T_0 - начальная температура покрытия (минимальная температура укладки), принимаемая равной 5°С.

10.10. Расстояние между деформационными швами расширения при их ширине 20, 30 и 40 мм для аэродромных покрытий из бетона класса прочности В 30 устанавливается согласно графикам рис.10.5 и 10.6 по соответствующим значениям расчетной температуры покрытия. При этом для нового строительства расстояние между швами расширения следует определять исходя из расчетной температуры покрытия, определяемой при средней абсолютной максимальной температуре воздуха, а для оценки эксплуатационного состояния существующих покрытий исходя из расчетной температуры, определяемой при средней максимальной температуре наиболее жаркого месяца.

Если расстояние между деформационными швами расширения по расчетам превышает 250 м, то его следует принимать равным 240-250 м.

Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная), поступающая в 12-13 час на горизонтальную поверхность при ясном безоблачном небе определяется по таблице 10.3 (в соответствии со СНиП 23-01-99 Строительная климатология.).

Таблица 10.2

Средняя максимальная (или средняя абсолютная максимальная) температура наиболее жаркого месяца, °С	Расчетная температура покрытия T_m, °С, при суммарной солнечной радиации Вт/м^2							
	600	650	700	750	800	850	900	950
20	24	25	26	26	27	28	28	29
22	26	26	27	28	28	29	30	30
24	27	27	28	29	29	30	31	31
26	29	30	31	31	32	33	33	34
28	31	32	32	33	33	34	35	35
30	33	34	35	35	36	37	37	38
32	34	35	36	36	37	37	38	39
34	36	37	37	38	39	39	40	40
36	39	40	40	41	42	42	43	43
38	40	41	42	42	43	44	44	45
40	42	42	43	44	44	45	45	46

Примечание. *Промежуточные значения расчетных температур определяют по интерполяции.*

Таблица 10.3

Широта, град.с.ш.	Суммарная солнечная радиация, Вт/м^2
38	942
40	928
42	915
44	894
46	880
48	866
50	859
52	852
54	838
56	817
58	796
60	768
62	740
64	719
66	705
68	698

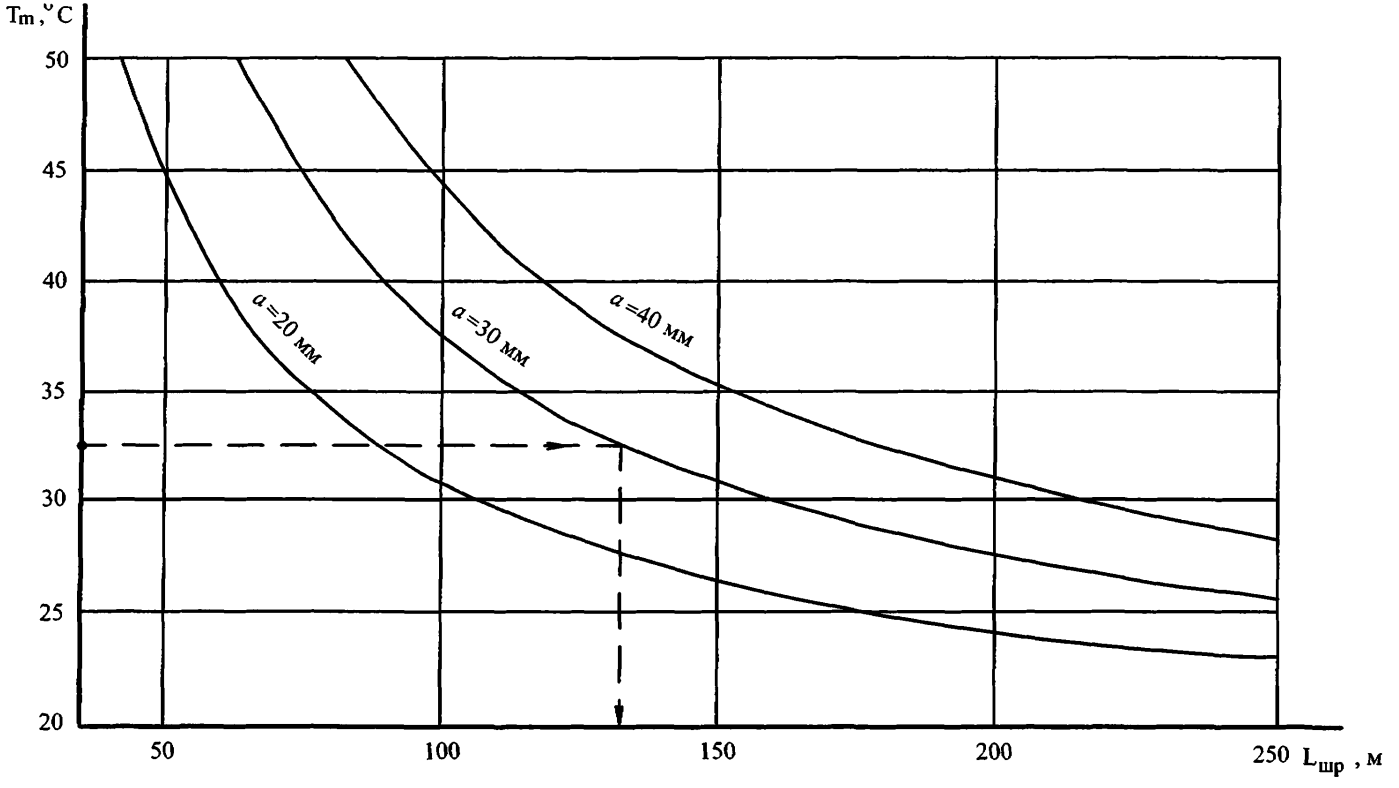


Рис.10.5. Графики для определения расстояния между швами расширения жестких монолитных покрытий в зависимости от средней расчетной температуры покрытия T_m, определяемой при средней максимальной температуре наиболее жаркого месяца и ширины шва при классе прочности бетона В 30

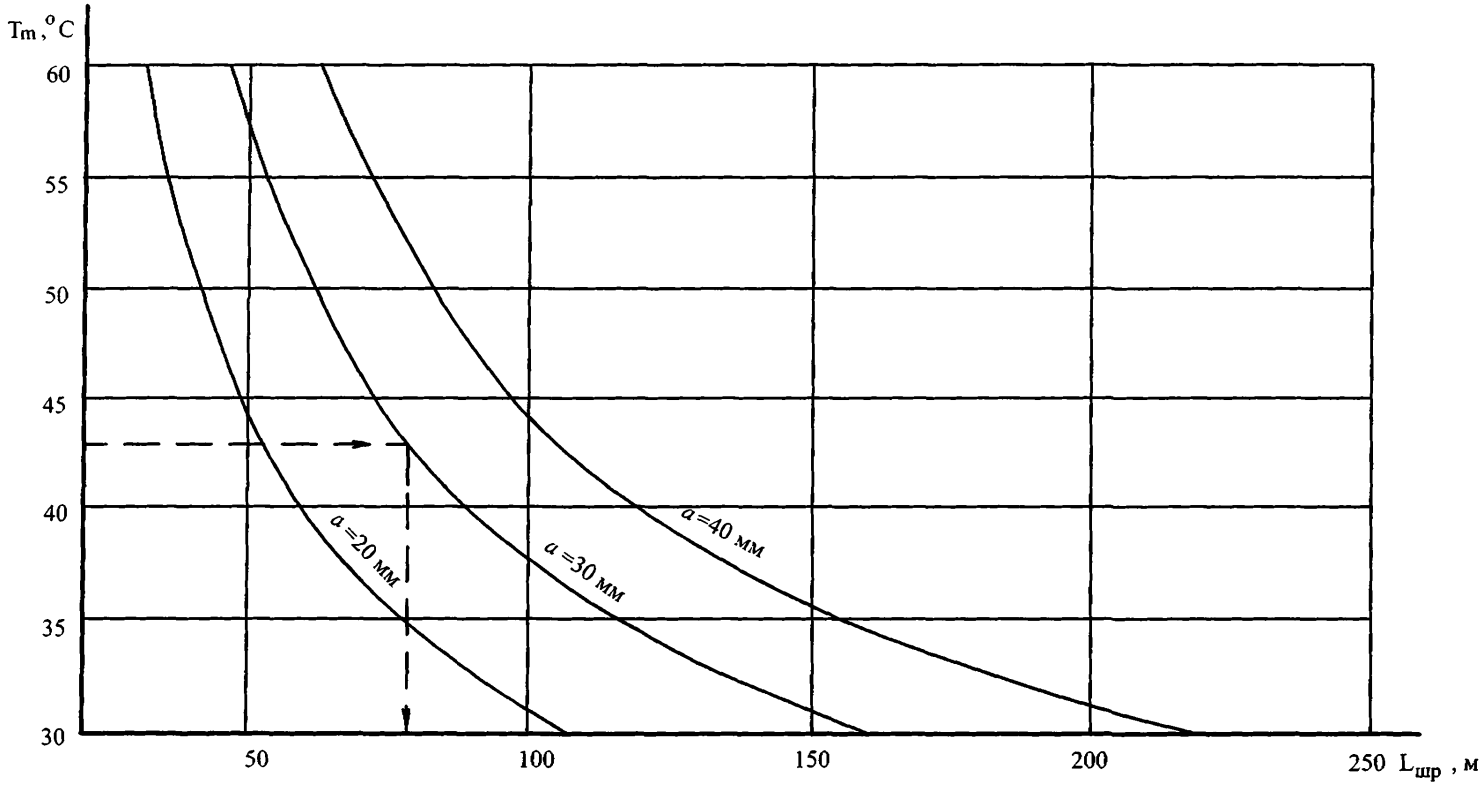


Рис.10.6. Графики для определения расстояния между швами расширения жестких монолитных покрытий в зависимости от средней расчетной температуры покрытия T_m, определяемой при абсолютной максимальной температуре наиболее жаркого месяца и ширины шва при классе прочности бетона В 30

11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПОКРЫТИЙ НА МС И ПЕРРОНАХ

11.1. Проектирование покрытий на перронах и местах стоянки должно выполняться таким образом, чтобы любая часть перрона, обслуживающего воздушные суда, была способна выдержать нагрузки, создаваемые в результате их движения и стоянки; при этом необходимо учитывать то обстоятельство, что на некоторых участках перрона плотность движения будет выше, и в результате медленного движения воздушных судов или длительной стоянки эти участки будут подвергаться более высоким нагрузкам, чем ИВПП.

11.2. При расчете прочности жестких покрытий в расчетный изгибающий момент следует вводить коэффициент k_N = 1,1, если искусственное основание выполнено из зернистых материалов, не обработанных вяжущими.

При расчете нежестких покрытий на перронах и МС величину эквивалентной одноколесной нагрузки F_e следует умножать на коэффициент k_N = 1,1.

Искусственные основания для асфальтобетонных покрытий, а также сборных из типовых плит типа ПАГ, или железобетонных монолитных следует проектировать по предельно допускаемому давлению на грунт из условия недопущения в нем накопленных деформаций (осадок) по методике, приведенной в ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2].

11.3. На основе предельного состояния, ограничивающего давление на грунт, рекомендуется применять следующие принципы конструирования покрытий на МС и перронах:

- избегать нулевых уклонов поверхности покрытий с целью обеспечения надежного отвода воды;

- в сухих местах IV и V ДКЗ применять повышенное уплотнение верхней части основания из связных грунтов на глубину 0,3-0,5 м до k_y = 1,01 – 1,03 (уплотнять тонкими слоями катками на пневмошинах при влажности грунта **W = 0,5-0,6 Wт**);

- обеспечивать надежный водоотвод из грунтового основания и его гидроизоляцию путем устройства на его поверхности (или внутри) водонепроницаемых прослоек, защищающих грунт от проникновения атмосферной и подземной влаги;

- в дренирующих слоях применять щебеночные и гравийные материалы, исключив песок. На глинистых грунтах под дренирующим слоем устраивать прокладки из нетканых синтетических пористых материалов, способствующих эвакуации грунтовой воды;

- применять преимущественно жесткие покрытия. Под нагрузки выше II нормативной категории не рекомендуется применять железобетонные и сборные покрытия из преднапряженных железобетонных плит на нестабилизированных основаниях, в которых могут возникать накопленные деформации и зазоры;

- в качестве несущих слоев искусственных оснований рекомендуется использовать грунты и каменные материалы или подобранные грунтощебеночные и грунтогравийные смеси, обработанные преимущественно неорганическими вяжущими (цементом, известью, золой уноса и др.);

- под асфальтобетонные покрытия применять только жесткие основания: пескоцемент, грунтоцемент, бетоны низких классов прочности;

- для асфальтобетона применять только жесткие каркасные смеси, устойчивые к воздействию высоких температур;

- в условиях IV и V ДКЗ по возможности исключать применение асфальтобетона на МС или частично заменять его бетонными покрытиями (сборными или монолитными) в зонах, непосредственно воспринимающих нагрузки от опор стоящих воздушных судов.

12. РАСЧЕТ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО СЛОЯ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ШТАМПОМ

12.1. Усиление покрытий с использованием данных испытаний рекомендуется применять в следующих случаях:

- существующее аэродромное покрытие имеет сложную многослойную конструкцию, для которой отсутствует теоретическое решение расчета асфальтобетонного слоя усиления (например, комбинированные покрытия, жесткие покрытия с нежесткими прослойками и др.), при этом состояние нижних слоев конструкции неизвестно;

- на существующем покрытии имеются дефекты, которые не могут быть учтены теоретическим путем при расчете асфальтобетонного слоя усиления или учитываются весьма приближенно (например, цементобетонные и армобетонные покрытия со сквозными трещинами, делящими плиту на 2 и более частей).

12.2. При проектировании асфальтобетонных слоев усиления используется модель нежесткой конструкции, в которой существующее аэродромное покрытие любого типа рассматривается в качестве искусственного основания с эквивалентным модулем упругости $E_c^{ш\Gamma}$, определяемым в результате испытаний.

12.3. Необходимые для прочностного расчета нежесткого слоя усиления данные о деформативности существующей конструкции находят путем проведения штамповых испытаний. Они заключаются в нагружении покрытия сосредоточенной силой F через металлический круглый штамп диаметром 35,7 см для покрытия жесткого типа и 50 см – для покрытия нежесткого типа. При испытаниях жестких слоев штамп устанавливают на наиболее деформативных участках, например на углах плит, отделенных от основной ее части угловой трещиной.

В исключительных случаях, когда испытание покрытия штампом не представляется возможным, допускается проводить испытания самолетом или тяжелым транспортным средством, по силовому воздействию близким к расчетной нагрузке. При этом желательно, чтобы нагрузка на покрытие передавалась через одиночное или спаренное колесо. В этом случае вместо показателя «диаметр штампа» в расчетах используется показатель «диаметр отпечатка одиночного или спаренного колеса».

12.4. Для получения наиболее достоверных данных о несущей способности покрытия испытания рекомендуется выполнять в наиболее неблагоприятный период года (время, в течение которого грунт активной зоны наиболее увлажнен). В этом случае рекомендуется определять фактическую влажность и плотность

грунтового основания под покрытием, которые используются для определения расчетных значений характеристик прочности грунта: коэффициента сцепления C_0 и угла внутреннего трения φ_0. Если испытания покрытий выполняются в нерасчетный период, следует принимать нормативные значения φ_0 и C_0 по таблицам.

Расчетные значения характеристик существующего покрытия E_c, φ_0 и C_0 следует определять по методике, приведенной в методическом пособии [11].

Для нежестких покрытий эквивалентный модуль упругости, вычисленный для штампа $E_c^{шт}$, пересчитывают на модуль упругости для расчетного типа самолета E_{cd} с помощью соотношения $E_{cd} \cdot D_c = E_c^{шт} D_{шт}$

$$E_{cd} = \frac{E_c^{шт} D^{шт}}{D_c} \quad , \qquad (12.1)$$

где

D_c - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, вычисляемой для всей толщины одежды согласно указаний ФАП на проектирование и строительство аэродромов [2] или таблицам П.5.4 – П. 5.6.

Для жестких и комбинированных покрытий $E_{cd} = E_c^{шт}$.

Расчет асфальтобетонного слоя усиления

12.5. Расчет асфальтобетонного слоя усиления основывается на трех критериях прочности.

Независимо от типа существующей конструкции новый асфальтобетонный слой должен удовлетворять первому критерию – прочности на растяжение при изгибе согласно формуле (12.2). Если слой усиления устраивают по существующей нежесткой конструкции, должен быть удовлетворен второй критерий прочности – по относительному прогибу в соответствии с п.12.7. В случаях, когда слой усиления устраивают по существующему покрытию с жестким слоем (оно может содержать, кроме жесткого, и асфальтобетонные слои) наряду с первым должен быть удовлетворен третий критерий - прочность конструкции по допустимой величине давления на грунт, в соответствии с п.12.8. Расчетные схемы для проектирования слоев усиления существующих аэродромных покрытий приведены на рис. 12.1.

12.6. Согласно первому критерию прочности должно удовлетворяться условие:

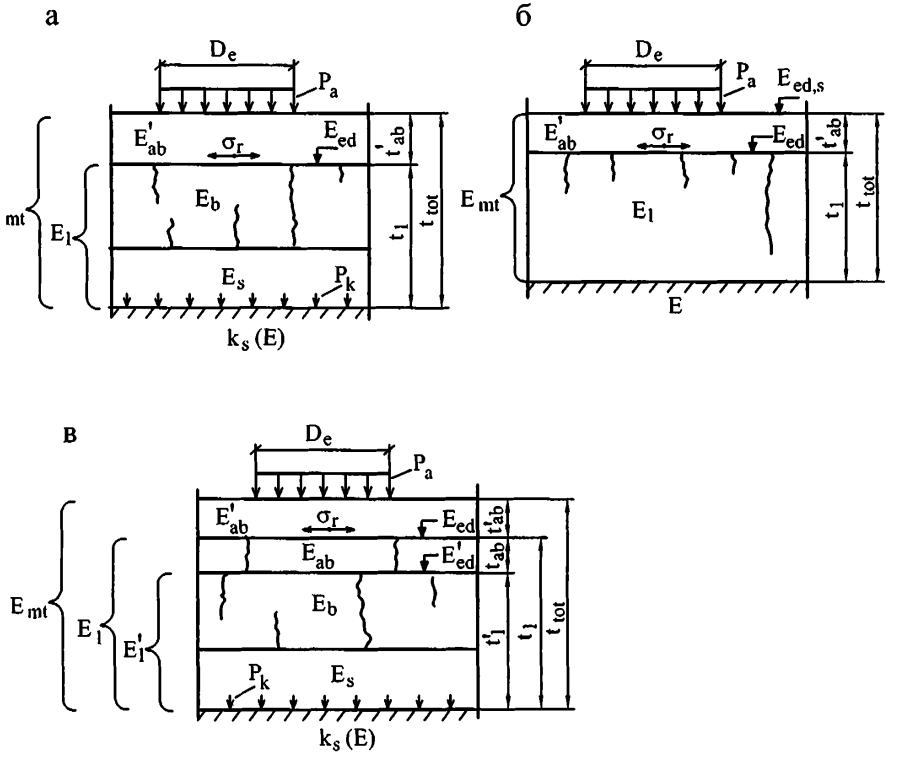


Рис.12.1. Схемы для расчета асфальтобетонного слоя усиления:

а - жесткого покрытия;
б - нежесткого покрытия;
в - комбинированного покрытия

Предельные состояния по прочности в схемах:

а, в $\sigma_r < \gamma_c R_d$

$\sigma_{zp} < P_u$

б $\sigma_r < \gamma_c R_d$

$\lambda_{zp} < \gamma_c \lambda_u$

$$\sigma_r \le \gamma_c R_d, \qquad (12.2)$$

где:

σ_r - Наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в новом асфальтобетонном слое усиления, определяется в соответствии с ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2] в зависимости от отношений

$$\frac{E'_{ав}}{E_{ed}};\ \frac{t'_{ав}}{D_{ei}};$$

$E'_{ав}$ и $t'_{ав}$ - модуль упругости и толщина нового асфальтобетонного слоя (толщина слоя усиления назначается с учетом требований табл. 12 и 13 СНиП 32-03-96);

γ_c - коэффициент условий работы, принимается равным **1,0** для участков гр. **А; 1,1 – Б и В; 1,2 – Г**;

R_d - расчетное сопротивление асфальтобетона растяжению при изгибе (определяется по табл.П.3);

E_{ed} - эквивалентный модуль упругости существующего покрытия, определяемый по данным испытаний штампом [11];

D_{ei} - диаметр отпечатка эквивалентной одноколесной нагрузки для асфальтобетонного слоя усиления, вычисляется согласно указаниям ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2] или таблицам П5.4-П5.6.

12.7. Второй критерий прочности удовлетворяется, если соблюдено условие:

$$\lambda_d \le \gamma_c \lambda_u \qquad (12.3)$$

где:

γ_c - коэффициент условий работы: **1,0** для группы участков **А, 1,05 - Б и В, 1,1 - Г**;

λ_u - предельный относительный прогиб покрытия определяют в соответствии по графикам рис. 12.2;

λ_d - расчетный относительный прогиб усиленного нежесткого покрытия.

Значение λ_d вычисляют по формуле:

$$\lambda_d = 0{,}9\,\frac{p_a}{E_{ed,s}}, \qquad (12.4)$$

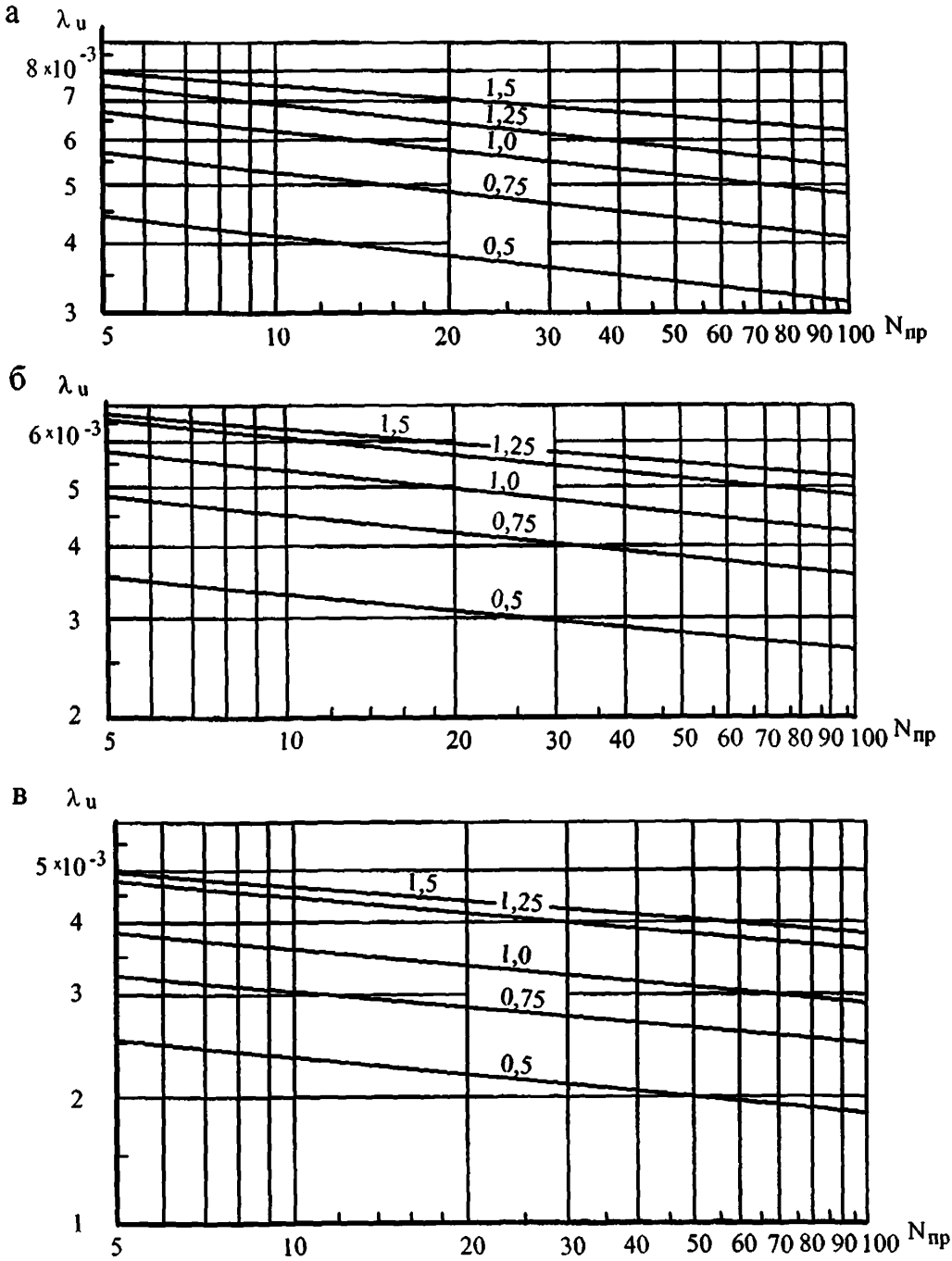


Рис.12.2. Графики предельных относительных прогибов нежестких аэродромных покрытий, устраиваемых на грунтах:

а - пылеватых и непылеватых суглинках, глинах, супесях, включая с примесью гравия;
б - песчаных пылеватых;
в - песчаных крупных, мелких, средней крупности, галечниковом, ракушечникс

Цифры на графиках обозначают давление в пневматиках (МПа)

где:

P_a - внутреннее давление в пневматиках колес главной опоры расчетного воздушного судна;

$E_{cd,s}$ - эквивалентный модуль упругости усиленного нежесткого покрытия.

Величину $E_{cd,s}$ определяют по формуле

$$E_{cd,s} = E_{mt}\psi_k \ , \qquad (12.5)$$

где:

ψ_k - коэффициент, определяемый по номограмме рис.12.3 в зависимости от отношений $\frac{E}{E_{mt}}$ и $\frac{t_{tot}}{D_e}$

D_e - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемой по таблицам П 5. 4- П 5.6 для общей толщины конструкции, включая слой усиления;

t_{tot} - суммарная толщина нового слоя и существующей нежесткой конструкции ($t_{tot} = t_1 + t'_{ab}$);

E - модуль упругости грунта естественного основания, принимаемый по таблице П 3.1 или по данным проекта;

E_{mt} - средний модуль упругости конструктивных слоев после усиления существующего покрытия новым асфальтобетонным слоем толщиной t'_{ab} с расчетным модулем упругости E'_{ab}.

Значение E_{mt} находят по формуле:

$$E_{mt} = \frac{E'_{ab}t'_{ab} + E_1 t_1}{t'_{ab} + t_1} \ , \qquad (12.6)$$

где:

t_1 и E_1 - толщина и средневзвешенный модуль упругости конструктивных слоев существующей конструкции.

Величину E_1 вычисляют по данным испытаний с помощью формулы:

$$E_1 = 0{,}397\frac{\left(E_e^{шт}\right)^3 D^3_{шт}}{E^2 t_1^3}. \qquad (12.7)$$

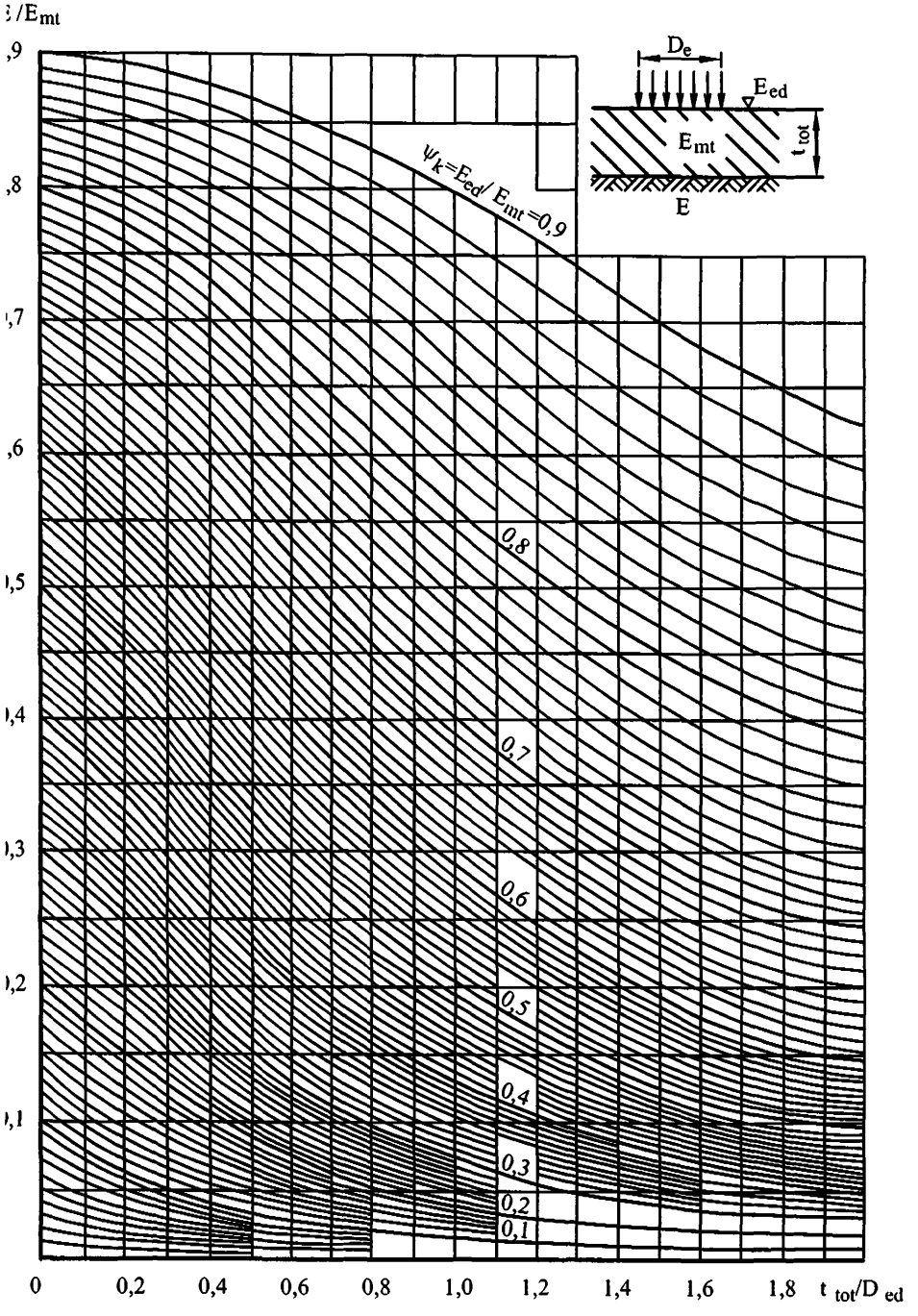


Рис.12.3. Номограмма для определения коэффициента ψ_k для нежесткого покрытия

12.8. Третий критерий прочности выражается условием

$$\sigma_{zp} \le P_u \quad , \qquad (12.8)$$

где:

σ_{zp} - максимальное сжимающее напряжение в грунте от эксплуатационной нагрузки, определяемое по формуле:

$$\sigma_{zp} = k_z \cdot P_к \ ; \qquad (12.9)$$

k_z - коэффициент, представляющий отношение напряжений в грунте на уровне его поверхности к максимальному контактному давлению на поверхности основания;

$P_к$ - максимальное значение контактного давления от нагрузки (кПа).

Коэффициент k_z определяется по приложению 10 ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2]. При этом в эквивалентном расстоянии a_e учитываются только слои оснований из материалов, необработанных вяжущими. Слои из пескоцемента, грунтоцемента и других материалов, обработанных вяжущими при испытаниях штампом учитываются в общей жесткости конструкции B_{ex}.

Значения $P_к$ определяется по формулам (10.3) и (10.4) или (10.5) приложения 10 ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2]. Формулы (10.3) и (10.4) используются при I-III категориях разрушения бетона, а формула (10.5) при IV категории (в формуле (10.5) $k_p = 1{,}5$). При IV категории разрушения жесткого покрытия принимают $k_z = 1$.

12.9. При определении $P_к$ величину упругой характеристики плиты ℓ, среднего модуля упругости конструкции E_m и общей толщины t_{tot} следует принимать по данным испытаний с учетом жесткости назначаемого слоя усиления B_{an} по формулам

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{B_{ex} + B_{an}}{k_s}}$$

(12.10)

где:

k_s - коэффициент постели основания, приравнивается величине коэффициента отпора, значение которого определяется по данным испытаний, МН/м^3.

B_{ex} - жесткость существующей конструкции по данным испытаний, МПа м^4;

$B_{ав}$ - жесткость асфальтобетонного слоя усиления, МПа м^4, определяемая по формуле

$$B_{ав} = 0{,}089\ t_{ав}^3 E_{ав} \quad , \tag{12.11}$$

где:

$t_{ав}$ - толщина асфальтобетонного слоя усиления, м;

$E_{ав}$ - модуль упругости асфальтобетона, МПа;

$$E_{mt} = \frac{E_{mt,ex} t_{ex} + E_{ав} t_{ав}}{t_{ex} + t_{ав}} \quad , \tag{12.12}$$

где:

$E_{mt,ex}$ - модуль упругости существующего покрытия, определяется по данным испытаний, МПа;

t_{ex} - толщина существующего покрытия по данным испытаний, м.

Примечание: *Существующие слои асфальтобетона рекомендуется учитывать фактическим средним модулем упругости конструкции* $E_{mt,ex}$ *и в расчете* $P_к$ *пользоваться формулой (10.5) приложения 10 ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2].*

12.10 Предельно допустимое давление на грунт естественного основания $P_н$ (кПа) определяется по формуле (7.6).

12.11 Если верхний асфальтобетонный слой (слои) толщиной $t_{ав}$ существующего покрытия подлежит удалению, в процессе испытаний должен быть определен его модуль упругости $E_{ав}$.

12.12 Расчет покрытия после удаления слоя толщиной $t_{ав}$ с модулем упругости $E_{ав}$ и усиления новым слоем толщиной $t'_{ав}$ с модулем упругости $E'_{ав}$, выполняют согласно рекомендаций п.п. 12.6-12.7 со следующими изменениями.

Средний модуль упругости E'_1 существующей конструкции без слоя толщиной $t_{ав}$ находят из соотношения:

$$E'_1 = \frac{E_1 t_1 - E_{ав} t_{ав}}{t'_1}, \tag{12.13}$$

где:

t'_1 - суммарная толщина существующих слоев после удаления слоя с параметрами $E_{ав}$, $t_{ав}$;

$t_1 = t'_1 + t_{ав}$ - толщина существующей конструкции в момент испытания;

E_1 - средний модуль упругости существующей конструкции толщиной t_1 в момент испытаний.

Значение E_1 находят по формуле (12.7).

Величину E'_{cd} - эквивалентного модуля упругости существующего покрытия после удаления слоя толщиной t_{an} находят по формуле:

$$E'_{cd} = \frac{1{,}05E}{\frac{1-\left(E/E'_1\right)}{\sqrt{1+4\left(\frac{t'_1}{De}\right)^2\left(\frac{E}{E'_1}\right)^{-2/3}}}+\frac{E}{E'_1}}, \qquad (12.14)$$

где:

E, E'_1 и t'_1 - см. выше, а также схемы на рис.12.1;

D_e - диаметр отпечатка одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый для толщины t'_1 по таблицам П 5.4 – П 5.6.

При оценке прочности асфальтобетонного слоя усиления по первому предельному состоянию (п. 12.6) принимают $E_{cd} = E'_{cd}$.

Расчет требуемой толщины асфальтобетонного слоя усиления считается законченным, если выполняются условия прочности (12.2) и (12.3) для нежесткого покрытия; (12.2) и (12.8) – для смешанного покрытия, а также условие

$$t'_{an} \geq t_{an\,min}, \qquad (12.15)$$

где:

t'_{an} - толщина слоя усиления (с учетом работоспособных асфальтобетонных слоев существующего покрытия);

$t_{an\,min}$ - минимально допускаемая толщина в соответствии с табл. 12, 13 СНиП 32-03-96 «Аэродромы».

13 МЕТОДИКА РАСЧЕТА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО СЛОЯ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

Аэродинамическая устойчивость, действующая на покрытие от газовоздушной струи, имеет две составляющих (рис.13.1): вертикальную $F_в$, прижимающую покрытие к земле, и горизонтальную $F_г$, стремящуюся поднять покрытие за счет разрежения воздуха под струей. Отрывающему усилию препятствуют собственный вес слоя и силы сцепления между верхним слоем и основанием.

Настоящая методика позволяет определить требуемую минимальную толщину верхнего слоя покрытия из условия его аэродинамической устойчивости.

Исходные данные

- t - толщина верхнего слоя покрытия, устойчивость которого определяется, м;
- ρ - плотность материала конструктивного слоя кг/м^3;
- D - выходной диаметр сопла двигателя, м;
- U_o - выходная скорость газового потока на взлетном режима, м/с;
- T_o - температура струи на срезе сопла на взлетном режиме, °К (абсолютная температура выраженная в градусах Кельвина, равна $T = 273 + t$, где t – температура в градусах по °С);
- $T_н$ - температура окружающего воздуха, °К, принимается равной средней летней температуре;
- α_o - угол наклона оси сопла над покрытием, град. (рис.13.1);
- H - высота оси сопла над поверхностью покрытия, м.

13.1 Методом подбора определяется угол натекания оси газовоздушной струи на поверхность аэродромного покрытия:

$$\alpha_к = \alpha_o + \frac{1}{113} ctg^2(\alpha_к + 0{,}22). \qquad (13.1)$$

13.2 Определяется расстояние от среза сопла до точки натекания струи на поверхность покрытия, м:

$$L = \frac{H}{\sin(\frac{\alpha_o + \alpha_к}{2})}. \qquad (13.2)$$

Для пользования графиками определяется относительное расстояние

$$\overline{L'} = \frac{L'}{D} \qquad (13.3)$$

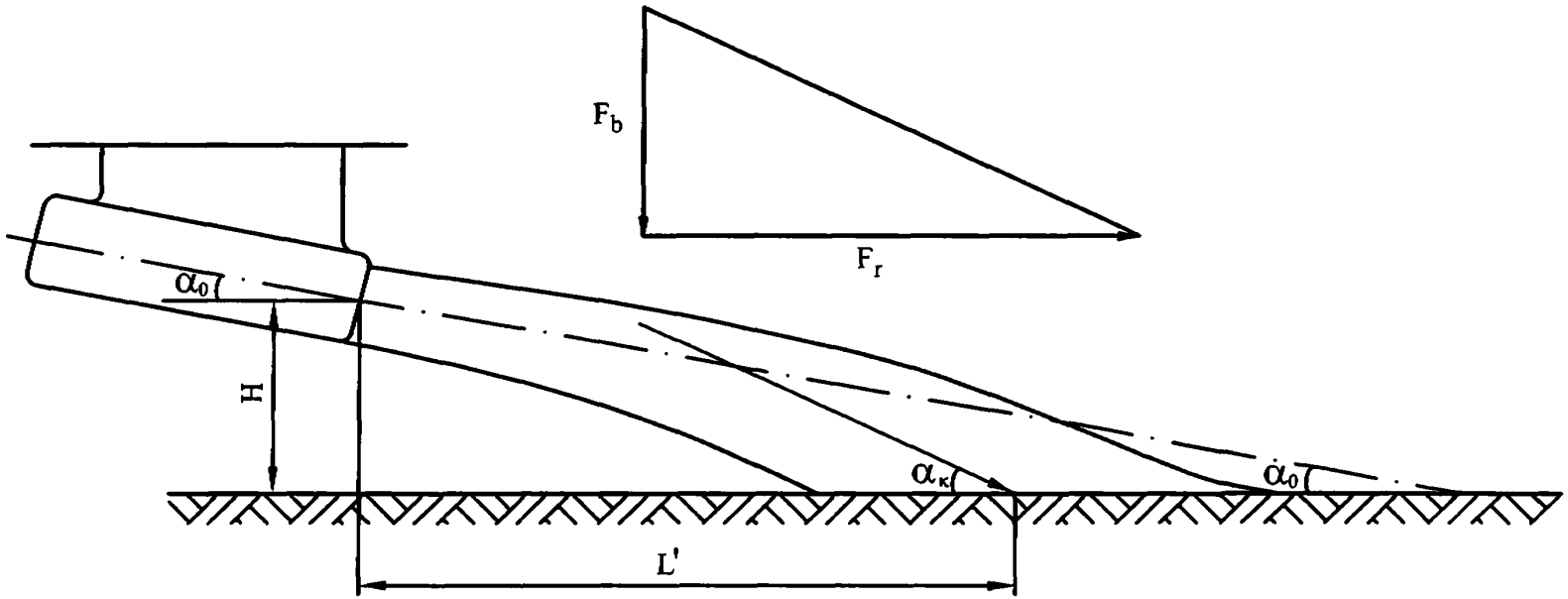


Рис.13.1. Схема воздействия струи на покрытие

13.3 Вычисляется

- показатель $a = \sqrt{K \cdot R \cdot T_o}$,

где $K = 1{,}33$ – показатель адиабаты;

$R = 289{,}3$ - газовая постоянная;

- число Маха $M = U_o/a$.

По таблице 13.1 газодинамических функций определяем λ и τ (λ) в зависимости от M.

13.4 Вычисляют температуру заторможенного потока на срезе сопла, °К:

$$T_o^* = \frac{T_o}{\tau(\lambda)} \qquad (13.4)$$

13.5 Степень подогрева струи относительно окружающего воздуха

$$\theta = \frac{T_o^*}{T_н} \qquad (13.5)$$

13.6 По графикам рис.13.2 и рис.13.3 определяют значения скорости U_m и температуры T_m на оси струи в точке натекания ее на поверхность покрытия.

По рис.13.2 при известных значениях $\overline{L'}$ и θ определяют $\frac{\Delta U_m}{\Delta U_o}$, принимая $U_н = 0$ (скорость окружающего воздуха) и вычисляют скорость U_m

$$U_m = U_o \cdot \frac{\Delta U_m}{\Delta U_o}, \ м/с \qquad (13.6)$$

По рис.13.3 при известных значениях $\overline{L'}$ и θ определяют $\frac{\Delta T_m}{\Delta T_o}$, а затем температуру:

$$T_m = \frac{\Delta T_m}{\Delta T_o}(T_o - 273) + 273, \ °K. \qquad (13.7)$$

13.7 Вычисляются средние значения скорости и температуры в зонах максимального аэродинамического воздействия струи двигателя, м/с

$$U_{ср} = 0{,}7869\, U_m . \qquad (13.8)$$

Таблица 13.1

Газодинамические функции τ(λ) при К = 1,33					
λ	**τ(λ)**	***M***	**λ**	**τ(λ)**	***M***
0	1,000	0	0,80	0,9094	0,7772
0,05	0,9997	0,0463	0,85	0,8977	0,8312
0,10	0,9986	0,0927	0,90	0,8853	0,8862
0,15	0,9968	0,1392	0,95	0,8722	0,9424
0,20	0,9943	0,1858	1,00	0,8584	1,0000
0,25	0,9912	0,2327	1,05	0,8439	1,0590
0,30	0,9873	0,2197	1,10	0,8286	1,1196
0,35	0,9827	0,3271	1,15	0,8127	1,1819
0,40	0,9773	0,3749	1,20	0,7961	1,2461
0,45	0,9713	0,4230	1,25	0,7787	1,3124
0,50	0,9646	0,4717	1,30	0,7606	1,3620
0,55	0,9572	0,5208	1,35	0,7419	1,4521
0,60	0,9490	0,5706	1,40	0,7224	1,5290
0,65	0,9402	0,6211	1,45	0,7022	1,6031
0,70	0,9306	0,6723	1,50	0,6813	1,6836
0,75	0,9203	0,7243			

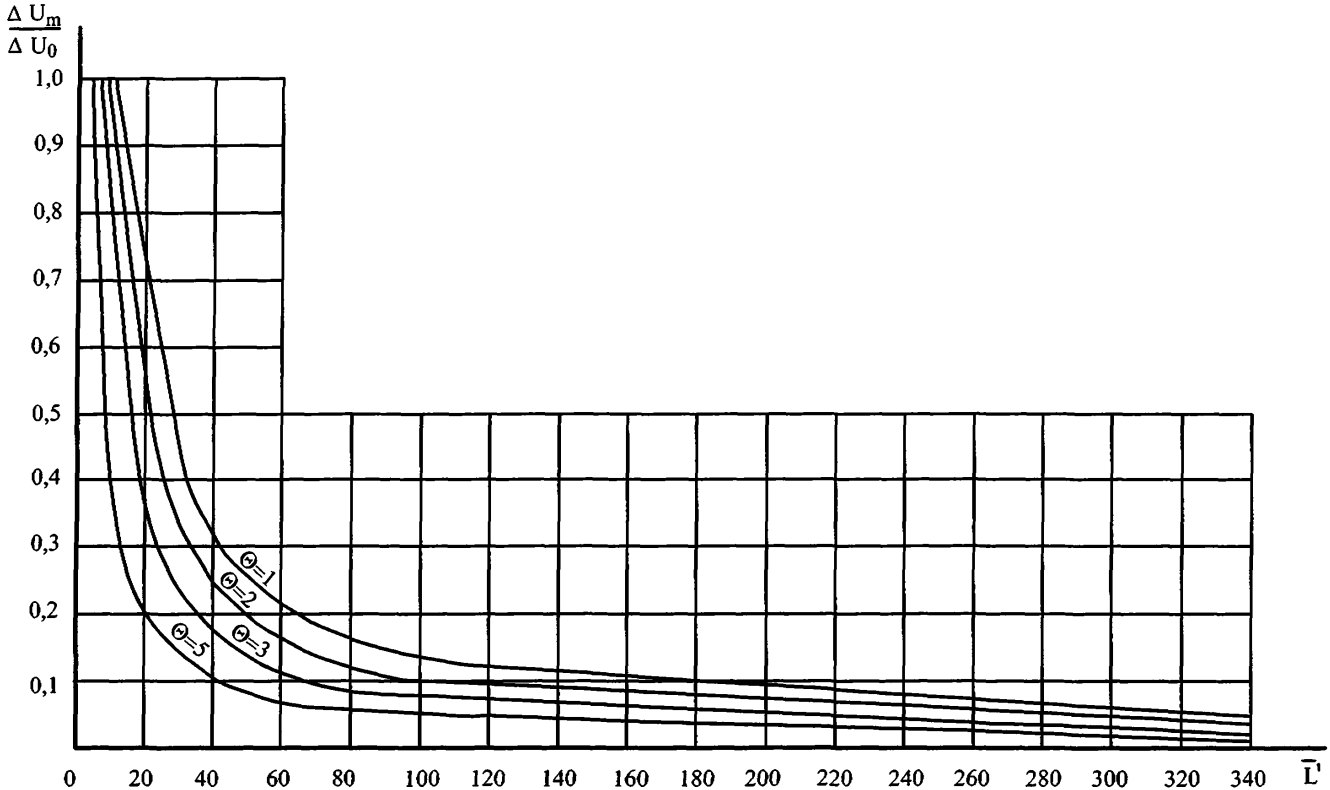


Рис.13.2. Кривые падения безразмерной избыточной скорости по оси осесимметричной струи, натекающей на плоскость

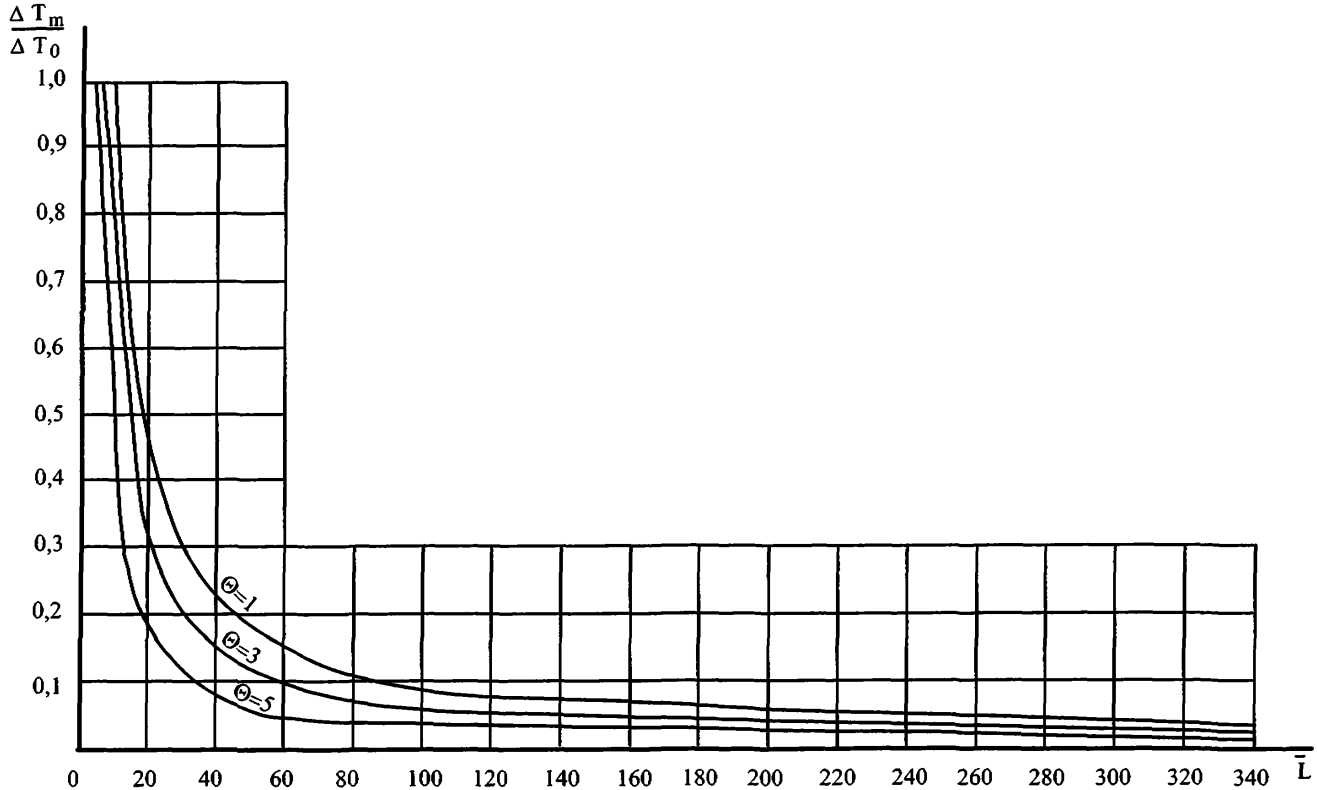


Рис.13.3. Кривые падения безразмерной избыточной температуры по оси осесимметричной струи, натекающей на плоскость

$$T_{ср} = 0{,}945\,(T_т - T_н)\,,\ ^{\circ}K\,. \qquad (13.9)$$

13.8 Для асфальтобетона проверяют условие температуроустойчивости

$$T_{ср} \le (30 \div 35)\ ^{\circ}C\ . \qquad (13.10)$$

Если это условие не выполнятся, то применение асфальтобетона не допускается, или ограничивается продолжительностью воздействия струи временем не более 20-30 сек.

13.9 Определяют горизонтальное отрывающее усилие, кгс/м^2

$$\overline{F}r = C_y \frac{\rho}{2}(U_{ср} \cos\frac{\alpha_o + \alpha_k}{2})^2, \qquad (13.11)$$

где $C_y = 0{,}22$ - среднее значение коэффициента подъемной силы для поверхности искусственного покрытия;

$\rho = 0{,}1$ кг/м^3 - плотность газовоздушной смеси в струе на расстоянии L' от среза сопла.

13.10 Определяют прижимающее усилие, кгс/м^2

$$\overline{F_e} = C_x \frac{\rho}{2}(U_{ср} \sin\frac{\alpha_o + \alpha_k}{2})^2, \qquad (13.12)$$

где $C_x = 1$ – для плоской поверхности.

13.11 Результирующая отрывающая сила на единицу поверхности, кгс/м^2

$$\sigma_y = \overline{F_r} - \overline{F_b} \qquad (13.13)$$

13.12 Определяют удельную нагрузку σ_m обусловленную собственной массой покрытия, Па:

$$\sigma_m = g \cdot \rho \cdot t\ , \qquad (13.14)$$

где g = 9,8 м/с^2

ρ - плотность материалов, кг/м^3;

t - толщина слоя, м.

13.13 Проверяют условие прочности

$$\sigma_y \le \gamma_c \cdot (\sigma_m + \sigma_c); \qquad (13.15)$$

где σ_c - коэффициент сцепления между верхним асфальтобетонным слоем покрытия и основанием; при новом строительстве принимают σ_c=5 кПа (0,05 кгс/см^2), в существующих покрытиях σ_c=0 (сцепления нет);

γ_c - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1 для взлетного режима (на ВПП), 1,9 для режима руления (РД, МС, перрон).

Если условие прочности не выполняется, то увеличивают толщину слоя покрытия, устойчивость которого проверяют и повторяют расчет до тех пор пока это условие не будет выполнено.

14 РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОЙ ПОВТОРНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ НАГРУЗКИ

Жесткие покрытия

14.1 Предварительно назначают толщину аэродромного покрытия для нормативной нагрузки, пользуясь табл.П 8.1, и определяют упругую характеристику плиты ℓ (для приближенных расчетов можно принимать ℓ = 1 м).

Для каждого типа воздушного судна, включая нормативную нагрузку, определяют величину максимального изгибающего момента в центре плиты m_{ci} с упругой характеристикой ℓ (по таблицам П 6.2 и П 6.3) и расчетное число нагружений этим воздушным судном U_i по формуле:

$$U_i = N_i \cdot T \cdot n_a \ , \qquad (14.1)$$

где N_i - годовое число взлетов каждого типа воздушного судна. Для воздушных судов, у которых отношение максимальной посадочной массы к максимальной взлетной превышает 0,8, годовое число взлетов следует принимать с коэффициентом 1,5;

T - проектный срок службы покрытия, принимается по проектному заданию или равным 20 годам;

n_a - число осей в главной опоре воздушного судна.

За расчетную нагрузку принимают либо заданную нормативную нагрузку, либо воздушное судно, имеющее максимальную величину изгибающего момента в центре плиты m_{cd}.

Вычисляют отношения m_{ci} / m_{cd}. Определяют эквивалентное число приложений расчетной нагрузки U_{ei} по формуле

$$U_{ei} = \text{anti} \quad g\left\{\frac{m_{cd}}{m_{ci}}\left[\ell g U_i + 12\left(\frac{m_{ci}}{m_{cd}} - 1\right)\right]\right\} \ . \qquad (14.2)$$

Находят расчетное число приложений нагрузки U_d, суммируя U_{ei}

$$U_d = \sum_{1}^{n_i} U_{ci} \ , \qquad (14.3)$$

где n_i – число учитываемых воздушных судов.

Примечания:

1 *При* $\frac{m_{ci}}{m_{cd}} \le 0{,}7$ *влияние i-го воздушного судна на эквивалентное число приложений расчетной нагрузки незначительно и его можно не учитывать.*

2 *Приведенную повторность приложения расчетной нагрузки определяют один раз и в случае пересчета требуемой толщины жесткого аэродромного покрытия величину* U_d *не пересчитывают.*

Если данные по составу движения не перспективу 20 лет отсутствуют, рекомендуется пользоваться данными таблицей П 5.3.

Значение расчетного коэффициента k_u определяется по формуле:

$$k_u = 2 - 0{,}167 \ \ell g U_d \ , \qquad (14.4)$$

Нежесткие покрытия

Расчет по предельному относительному упругому прогибу

14.2 Предварительно назначается общая толщина нежесткой аэродромной конструкции для аэродромов классов, см:

	t_{tot}	t_{ae} (входит в t_{tot})
А.....	120	25
Б.....	100	20
В.....	90	15
Г.....	70	12
Д.....	50	9

Для каждого типа воздушного судна, включая нормативную нагрузку, определяется условный диаметр круга (D_{ei} для i-ого воздушного судна и D_{ed} для нормативной нагрузки), равновеликого площади отпечатка одноколесной

эквивалентной нагрузки на нежесткой конструкции заданной толщины. Для этих целей рекомендуется пользоваться таблицами П 5.4 и П 5.5.

Согласно проекту технико-экономического обоснования назначается максимальное суточное число нагружений для каждого типа воздушного судна ***Ni*** (на 10-й год эксплуатации для капитальных покрытий и на 5-й год – для облегченных).

В качестве расчетной нагрузки принимается нормативная нагрузка или воздушное судно с максимальным силовым воздействием на покрытие.

Вычисляют отношения $\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$ и $\frac{P_{ai}}{P_a}$ где (D_{ed}, D_{ei}, P_{ai}, P_a – см. условные буквенные обозначения).

Определяются коэффициенты приведения i-ой к расчетной K_n по формуле:

$$k_n = \left(\frac{P_{ai}}{P_a}\right)^{5,5} \cdot \left(\frac{D_{ei}}{D_{ed}}\right)^{7,66}. \qquad (14.5)$$

Расчетное число приложений нагрузки определяется по формуле:

$$N_r = \sum_{1}^{n_i} k_n N_i n_a, \qquad (14.6)$$

где k_n - коэффициент приведения I-ой нагрузки к расчетной;

N_i - максимальное суточное число взлетов каждого типа воздушного судна на 10-й год эксплуатации.

Для воздушных судов, у которых отношение максимальной посадочной массы к максимальной взлетной превышает 0,8, суточное число взлетов следует принимать с коэффициентом 1,5;

n_a - принимается равным 1, если общая толщина нежесткой конструкции больше половины расстояния между осями ближайших колес в опоре; в остальных случаях, а также при расчете прочности асфальтобетонных слоев на изгиб, принимается равным числу осей в основной опоре воздушного судна;

n_i - количество типов воздушных судов, учитываемых в расчете.

Примечания: *1 При определении расчетного числа приложений нагрузки не включаются воздушные суда, у которых величина нагрузки в 2 раза меньше колесной (опорной) нагрузки расчетного воздушного судна.*

2 Приведенная повторность приложения расчетной нагрузки не пересчитывается, если окончательная расчетная толщина нежесткой конструкции будет отличаться от первоначально заданной.

Расчет прочности асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе

14.3 Предварительно назначается суммарная толщина асфальтобетонных слоев t_{ab}, которая принимается в соответствии с п.14.2.

Для каждого типа воздушного судна по таблицам П 5.4 - П 5.6 определяются величины $D_{e.ab}$ для заданной толщины асфальтобетона. Если толщина асфальтобетона t_{ab} меньше половины минимального расстояния между ближайшими колесами в главной опоре a, принимают:

$$D_{e.ab} = D_к,$$

где $D_к$ - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка одного колеса.

Далее выполняется расчет приведенного числа приложений нагрузки N_r аналогично расчету по предельному относительному упругому прогибу с учетом примечаний к нему.

При расчете нежесткой конструкции на нормативную нагрузку приведенное число приложений расчетной нагрузки рекомендуется принимать по таблице П 5.3.

15 КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Исходными данными для конструирования железобетонных покрытий являются:

- толщина плиты t,
- упругая характеристика l,
- процент армирования в центре плиты для нижней зоны μ_a (отношение площади сечения рабочей арматуры к рабочей площади сечения бетона в процентах),
- диаметр рабочей арматуры d,

при которых выполняются условия прочности и допустимой ширины раскрытия трещин, определяемые в соответствии с Приложением 14 ФАП по проектированию и строительству аэродромов [2].

Армирование плиты должно выполняться в двух уровнях в соответствии с эпюрами растягивающих напряжений.

Для обеспечения равнопрочного состояния по всей площади плиты на ней выделяются участки с различным процентом армирования. Таких участков насчитывается 10 (см. схему на рис. П 7.5).

Для определения процента армирования в продольном и поперечном направлениях в таблице П 7.1 необходимо заполнить одну из двух граф (в зависимости от наличия стыковых соединений) в соответствии с формулами, приведенными для каждой зоны плиты.

Расстояние между арматурными стержнями А в продольном и поперечном направлениях в различных зонах верхнего и нижнего уровней железобетонной плиты определяется по таблице П 7.2 в зависимости от толщины плиты t, процента армирования μ_a и диаметра арматуры d. Если диаметр арматуры превышает 16 мм, рекомендуется пользоваться формулой.

$$A = \frac{78{,}5 \cdot d^2}{\mu_a (t - d - 3{,}5)}, \qquad 15.1$$

где значения μ_a принимают в %; A, t и d - в сантиметрах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 32-03-96 «Аэродромы».

2. Федеральные авиационные правила «Аэродромы. Технологическое проектирование и строительство аэродромов ГА»

3. Руководство по проектированию оснований аэродромных одежд. Арх.№ 7182, ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект», М., 1995г.

4. Методические указания по определению экономической эффективности использования в гражданской авиации новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

5. МОС НГЭА СССР Методика оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов. М, 1992 г.

6. Методические рекомендации по применению полимерно-битумного вяжущего (на основе ДСТ) при строительстве дорожных, мостовых и аэродромных асфальтобетонных покрытий. Союздорнии, М., 1979 г.

7. Виброразрушение аэродромного покрытия. Компания Resonant Machines, Inc.США, Талса, штат Оклахома, 2001 г.

8. Методика определения характеристик реконструируемых покрытий по данным испытаний. Арх.№ 6487, ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект», М., 1992 г.

9. Рекомендации по конструированию, расчету и применению тонкослойных покрытий. Арх.№ 6255, ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект», М., 1991 г.

10. Пособие по расчету и конструированию аэродромных покрытий. 26 ЦНИИ МО РФ, М., 2000 г.

11. Методическое пособие по проектированию нежестких слоев усиления аэродромных покрытий на основе данных испытаний. Арх.№ 5101, ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект», М., 1988 г.

Приложение 1
Справочное

ДЕЙСТВУЮЩИЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

СНиП 23-01-99	Строительная климатология.
СНиП 2.02.01-83*	Основания зданий и сооружений.
СНиП 2.03.01-84*	Бетонные и железобетонные конструкции.
СНиП 2.04.03-85	Канализация. Наружные сети и сооружения.
СНиП II-23-81*	Стальные конструкции.
СНиП 3.04.01-87	Изоляционные и отделочные покрытия.
СНиП 3.03.01-87	Несущие и ограждающие конструкции.
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 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 10180-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
ГОСТ 10181.0-81	Смеси бетонные. Общие требования к методам испытаний.
ГОСТ 10181.1-81	Смеси бетонные. Методы определения удобоукладываемости.
ГОСТ 10181.3-81	Смеси бетонные. Методы определения пористости.

ГОСТ 11501-78*	Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы.
ГОСТ 11503-74*	Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости.
ГОСТ 12536-79	Грунты. Метод лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава.
ГОСТ 12784-78	Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Метод испытаний.
ГОСТ 12801-84	Смеси асфальтобетонные дорожные и аэродромные, дегтебетонные дорожные, асфальтобетон и дегтебетон. Метод испытаний.
ГОСТ 18659-81	Эмульсии битумные дорожные. Технические условия.
ГОСТ 22245-90	Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
ГОСТ 23845-86	Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ. Технические требования и методы испытаний.
ГОСТ 22733-77	Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.
ГОСТ 9128	Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
ГОСТ 22283-88	Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения.
ГОСТ 23161-78	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности.
ГОСТ 23558-94	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

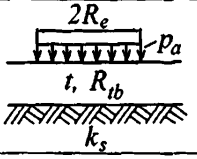
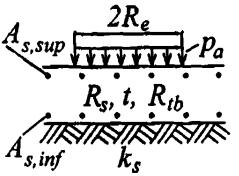
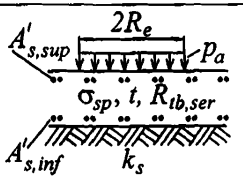
ГОСТ 24143-80	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки.
ГОСТ 25100-82	Грунты. Классификация.
ГОСТ 25607-94	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
ГОСТ 25820-83	Бетоны легкие. Технические условия.
ГОСТ 25912.0-91	Плиты железобетонные предварительно напряженные для аэродромных покрытий. Технические условия.
ГОСТ 25912.1-91	Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-14 для аэродромных покрытий. Конструкция и размеры.
ГОСТ 25912.2-91	Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-18 для аэродромных покрытий. Конструкция и размеры.
ГОСТ 25912.3-91	Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-20 для аэродромных покрытий. Конструкция и размеры.
ГОСТ 25912.4-91	Плиты железобетонные предварительно напряженные для аэродромных покрытий. Конструкции арматурных и монтажно-стыковых изделий.
ГОСТ 26633-91	Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
ГОСТ 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
ГОСТ 17.0.0.04-90	Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
ТУ 35-1669-88	Изм. № 1 и № 2. Вяжущие полимерно-битумные на основе ДСТ и полимер-асфальтобетон.

Приложение 2
Справочное

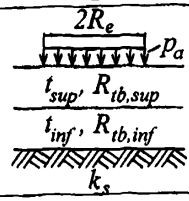
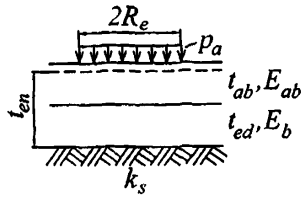
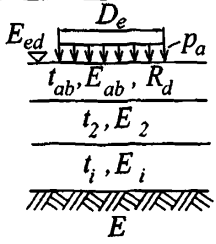
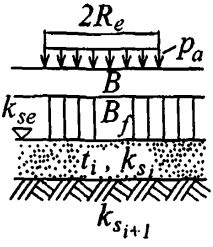
ТИПОВЫЕ СХЕМЫ РАСЧЕТА АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Расчет и конструирование аэродромных покрытий состоит в определении толщин конструктивных слоев, включая слои покрытий и искусственных оснований, удовлетворяющим условиям прочности. Для железобетонных монолитных покрытий кроме толщин определяется процент армирования расчетного сечения плиты. Предельные состояния по прочности различных видов покрытий и расчетные схемы даны в таблице П 2.1. Условные обозначения, принятые на схемах, приведены в разделе «Основные буквенные обозначения».

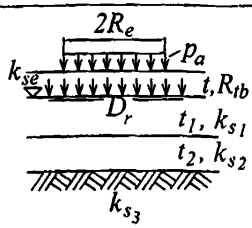
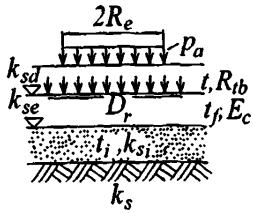
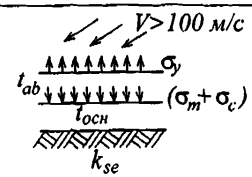
Таблица П 2.1

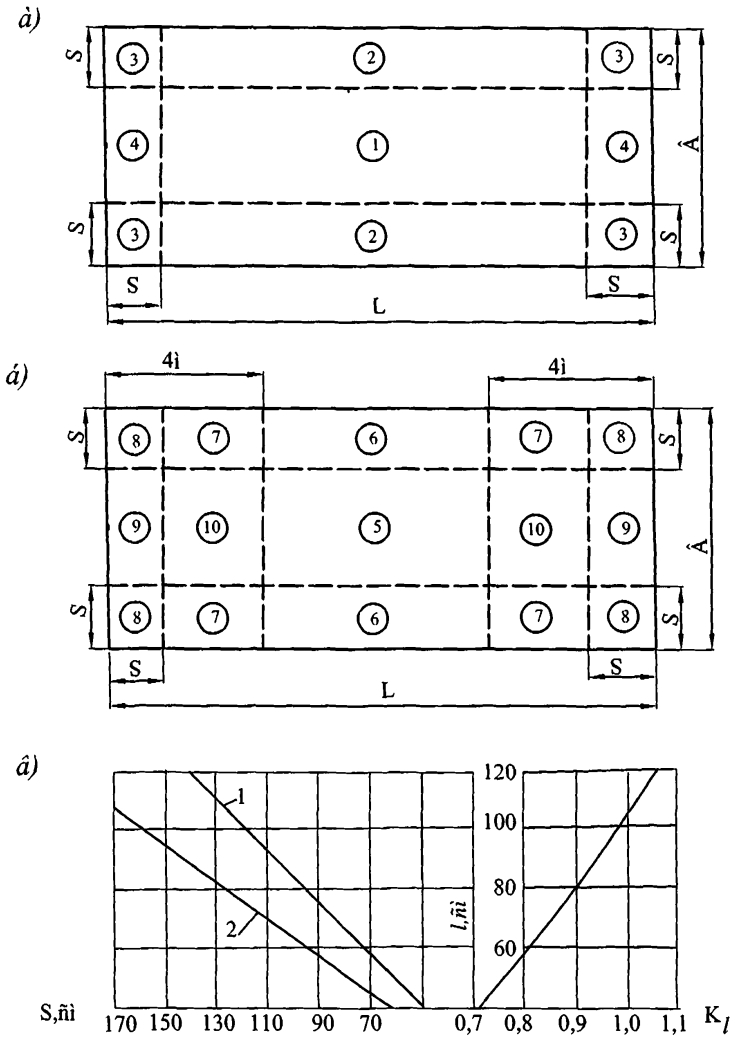
№№ п/п	Расчетные схемы аэродромных покрытий	Конструкция покрытия	Предельное состояние
1	2	3	4
1		Однослойные цементобетонные и армобетонные покрытия	По прочности $m_d \le m_u$
2		Железобетонные покрытия	1.По прочности $m_d \le m_u$. 2. По ширине раскрытия трещин $a_{crc} \le 0{,}3$ мм. 3. По предельно допустимому давлению на грунт $\sigma_{zp} \le p_u$
3	 Схема 2	Предварительно напряженные железобетонные монолитные и сборные покрытия	а) для сечений, армированных напрягаемой арматурой: по образованию трещин $m_d \le m_u$ б) для сечений, армированных ненапрягаемой арматурой см. п.2. Для конструкции в целом: по предельно допустимому давлению на грунт $\sigma_{zp} \le p_u$

Продолжение таблицы П 2.1

1	2	3	4
4		Двухслойные жесткие покрытия	По прочности $m_{d,sup} \le m_{u,sup}$ $m_{d,inf} \le m_{u,inf}$
5	Схема 4 	Конструкция усиления жестких покрытий: а)жесткким слоем б)асфальтобетонным слоем	По прочности $m_{d,sup} \le m_{u,sup}$ $m_d \le m_u$ при $t_{ab} \ge t_{ab,min}$
6		Нежесткие покрытия а) капитального типа и конструкции усиления асфальтобстоном	1) по деформации (относительному прогибу конструкции) $\lambda_d \le \gamma_c \cdot \lambda_u$ 2) По прочности на *растяжение при* изгибе материалов обработанных вяжущими $\sigma_r \le \gamma_c \cdot R_d$
7		Упрочненные основания под жесткие покрытия: а) бетонные и армобетонные покрытия на основаниях из материалов, обработанных цементом	По прочности верхнего слоя покрытия $m_d \le m_u$

Продолжение таблицы П 2.1

1	2	3	4
7		б) жесткие покрытия на многослойных основаниях из материалов, для которых не нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе	По прочности покрытия на основании с эквивалентным коэффициентом постели k_{se} $m_d \le m_u$
		в) железобетонные, предварительно напряженные и сборные покрытия на основаниях из материалов, обработанных вяжущими	По прочности верхнего слоя покрытия $m_d \le m_u$
8	 V - скорость газовой струи авиадвигателя	Асфальтобетонные покрытия на жестких и нежестких основаниях	Проверка аэродинамической устойчивости $\sigma_y \le \gamma_c(\sigma_m+\sigma_c)$



Ðèñ. Ï 7.1 Ñõåìû àðìèðîâàíèÿ æåëåçîáåòîííîé ïëèòû

à - íèæíÿÿ çîíà ïëèòû, -âåðõíÿÿ çîíà ïëèòû

â - ãðàôèê äëÿ ïîñòðîåíèÿ çíà÷åíèé S è K $_l$

1 - ïðè íàëè÷èè ñòûêîâûõ ñîåäèíåíèé

2 - ïðè îòñóòñòâèè ñòûêîâûõ ñîåäèíåíèé

Приложение 3
Обязательное

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ И ОСНОВАНИЙ ИЗ МАТЕРИАЛОВ, НЕ ОБРАБОТАННЫХ ВЯЖУЩИМИ

Таблица П 3.1

рунт твенного ования	Тип гидрогеологических условий	Расчетный коэффициент постели k_s, МН/м^3, для дорожно-климатических зон					Модуль упругости E, МПа, для дорожно-климатических зон				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
авелистый, упный	1-3	160	160	160	170	180	130	130	130	130	130
едней ти	1	120	130	140	150	160	100	120	120	120	120
	2	110	120	130	140	150	100	120	120	120	120
елкий	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
ылеватый	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
	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
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
и суглинок итые	1	30	40	50	70	80	18	24	28	34	42
	2	20	30	40	50	60	18	21	24	28	34
	3	10	30	30	40	50	18	20	24	28	34

Примечания: 1. Для перевода в кгс/см^3 расчетные коэффициенты постели, приведенные в таблице, следует уменьшать в 10 раз, а для перевода в кгс/см^2 модули упругости увеличивать в 10 раз.

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.

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%.

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%.

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОСТЕЛИ ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

Таблица П 3.2

Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s=150 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
	30	40	50	60	80
0,15	36	46	55	65	84
0,20	38	48	57	66	85
0,30	42	51	60	69	87
0,40	46	55	63	72	89
0,50	50	58	67	75	92
0,60	54	62	70	78	94
0,70	57	65	73	81	96
0,80	61	68	76	83	98
0,90	65	72	79	86	100
1,00	68	75	82	89	102
1,10	71	78	85	91	104
1,20	75	81	87	94	106
1,30	78	84	90	96	108
1,40	81	87	93	98	110
1,50	84	90	95	101	112
1,60	87	93	98	103	113
1,70	90	95	100	105	115

Таблица П 3.3

Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_y=120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
	30	40	50	60	80
0,15	35	44	54	63	82
0,20	36	45	55	64	83
0,30	39	48	57	66	84
0,40	42	51	59	68	85
0,50	45	53	62	70	87
0,60	48	56	64	72	88
0,70	51	58	66	74	89
0,80	53	61	68	76	90
0,90	56	63	70	77	92
1,00	59	65	72	79	93
1,10	61	68	74	81	94
1,20	64	70	76	82	95
1,30	66	72	78	84	96
1,40	68	74	80	86	97
1,50	71	76	82	87	98
1,60	73	78	83	89	99
1,70	75	80	85	90	100

Таблица П 3.4

Толщина слоя основания (м) с коэффициентом постели k_s=200 МН/м^3	Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s=120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
		30	40	50	60	80
0,15	0	39	48	58	67	84
	0,15	43	52	61	70	88
	0,20	45	54	62	71	89
	0,30	48	56	65	73	90
	0,40	50	59	67	75	91
	0,50	53	61	69	77	93
0,20	0	42	51	60	70	88
	0,15	46	55	64	73	90
	0,20	48	56	65	74	91
	0,30	50	59	67	75	92
	0,40	53	61	69	77	93
	0,50	56	64	71	79	95
0,30	0	47	56	65	74	92
	0,15	52	60	69	77	94
	0,20	53	61	70	78	95
	0,30	56	64	72	80	96
	0,40	59	66	74	82	97
	0,50	61	69	76	84	98
0,40	0	53	61	70	79	96
	0,15	57	65	73	82	98
	0,20	58	67	75	83	99
	0,30	61	69	77	84	100
	0,40	64	71	79	86	101
	0,50	67	74	81	88	102
0,50	0	58	67	75	83	100
	0,15	62	70	78	86	102
	0,20	64	72	79	87	102
	0,30	67	74	81	89	104
	0,40	69	76	83	91	105
	0,50	72	79	85	92	106

Таблица П 3.5

Толщина слоя основания (м) с коэффициентом постели k_s=250 МН/м^3	Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s=120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
		30	40	50	60	80
0,15	0	41	51	60	70	89
	0,15	46	55	64	73	91
	0,20	47	56	65	74	91
	0,30	50	59	67	76	93
	0,40	53	61	69	78	94
	0,50	56	64	72	79	95
0,20	0	45	54	64	73	92
	0,15	49	58	67	76	93
	0,20	51	60	68	77	94
	0,30	54	62	70	79	96
	0,40	57	65	73	81	97
	0,50	59	67	75	83	98
0,30	0	52	61	70	79	97
	0,15	57	65	74	82	99
	0,20	58	66	75	83	100
	0,30	61	69	77	85	101
	0,40	64	71	79	87	102
	0,50	66	74	81	89	104
0,40	0	59	68	77	85	103
	0,15	64	72	80	88	105
	0,20	65	73	81	89	105
	0,30	68	76	83	91	107
	0,40	71	78	86	93	108
	0,50	73	80	88	95	109
0,50	0	67	75	83	92	108
	0,15	71	79	86	94	110
	0,20	72	80	88	95	111
	0,30	75	82	90	97	112
	0,40	78	85	92	99	113
	0,50	80	87	94	101	114

Таблица П 3.6

Толщина слоя основания (м) с коэффициентом постели k_s=300 МН/м^3	Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s=120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
		30	40	50	60	80
0,15	0	44	53	63	72	91
	0,15	48	57	66	75	93
	0,20	50	59	68	76	94
	0,30	53	61	70	78	95
	0,40	56	64	72	80	97
	0,50	58	66	74	82	98
0,20	0	48	58	67	76	95
	0,15	53	62	71	79	97
	0,20	54	63	72	80	98
	0,30	57	66	74	82	99
	0,40	60	68	76	84	100
	0,50	63	71	78	86	101
0,30	0	57	66	75	84	102
	0,15	62	70	79	87	104
	0,20	63	72	80	88	105
	0,30	66	74	82	90	106
	0,40	69	77	84	92	107
	0,50	72	79	86	94	109
0,40	0	66	75	84	92	109
	0,15	70	79	87	95	111
	0,20	72	80	88	96	112
	0,30	75	82	90	98	113
	0,40	77	85	92	100	114
	0,50	80	87	94	101	116
0,50	0	75	83	92	100	117
	0,15	79	87	95	103	118
	0,20	80	88	96	104	119
	0,30	83	91	98	105	120
	0,40	86	93	100	107	121
	0,50	88	95	102	109	123

Таблица П 3.7

Толщина слоя основания (м) с коэффициентом постели k_s =350 МН/м^3	Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s =120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
		30	40	50	60	80
0,15	0	46	56	65	75	94
	0,15	51	60	69	78	96
	0,20	52	61	70	79	97
	0,30	55	64	72	81	98
	0,40	58	66	75	83	99
	0,50	61	69	77	85	100
0,20	0	52	61	70	80	98
	0,15	56	65	74	83	100
	0,20	58	66	75	84	101
	0,30	61	69	77	86	102
	0,40	63	71	80	88	104
	0,50	66	74	82	89	105
0,30	0	62	71	80	89	107
	0,15	67	75	84	92	109
	0,20	68	77	85	93	110
	0,30	71	79	87	95	111
	0,40	74	82	89	97	112
	0,50	77	84	91	99	114
0,40	0	73	82	90	99	116
	0,15	77	85	94	102	118
	0,20	79	87	95	103	119
	0,30	81	89	97	105	120
	0,40	84	92	99	106	121
	0,50	87	94	101	108	122
0,50	0	83	91	100	108	125
	0,15	87	95	103	111	127
	0,20	89	96	104	112	127
	0,30	91	99	106	114	129
	0,40	94	101	108	115	130
	0,50	97	104	110	117	131

Таблица П 3.8

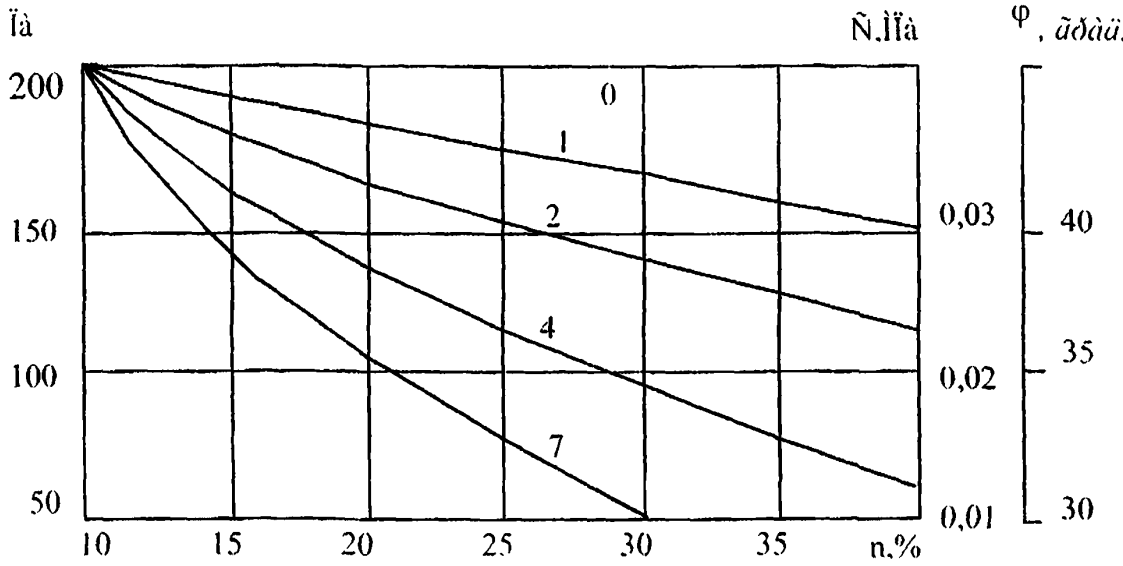
Толщина слоя основания (м) с коэффициентом постели k_s=450 МН/м^3	Толщина дренирующего слоя (м) с коэффициентом постели k_s=120 МН/м^3	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований k_{se}, МН/ м^3 из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3 (D_r=3,6 м)				
		30	40	50	60	80
0,15	0	52	61	71	80	99
	0,15	56	65	74	83	101
	0,20	58	66	75	84	102
	0,30	60	69	77	86	103
	0,40	63	72	80	88	104
	0,50	66	74	82	90	105
0,20	0	59	68	77	87	105
	0,15	63	72	81	90	107
	0,20	65	73	82	91	108
	0,30	67	76	84	92	109
	0,40	70	78	86	94	110
	0,50	73	81	88	96	112
0,30	0	73	82	91	100	118
	0,15	77	85	94	102	119
	0,20	78	87	95	103	120
	0,30	81	89	97	105	121
	0,40	84	92	99	107	123
	0,50	87	94	102	109	124
0,40	0	86	95	104	112	130
	0,15	91	99	107	115	132
	0,20	92	100	108	116	132
	0,30	95	103	110	118	133
	0,40	98	105	112	120	135
	0,50	100	107	114	122	136
0,50	0	100	108	116	125	141
	0,15	104	112	120	128	143
	0,20	105	113	121	129	144
	0,30	108	115	123	130	145
	0,40	111	118	125	132	146
	0,50	113	120	127	134	147

Разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов

Таблица П 3.9

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего веса воздушно-сухого грунта
Крупнообломочные	
Грунт глыбовый (при преобладании окатанных камней – валунный)	Вес камней крупнее 200 мм составляет более 50%
Грунт щебенистый (при преобладании окатанных частиц – галечниковый)	Вес частиц крупнее 10 мм составляет более 50%
Грунт дресвяной (при преобладании окатанных частиц – гравийный)	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 50%
Песчаные	
Песок гравелистый	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 25%
Песок крупный	Вес частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50%
Песок средней крупности	Вес частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50%
Песок мелкий	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75%
Песок пылеватый	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75%

Примечание: *Для установления вида грунта следует последовательно суммировать проценты содержания частиц в исследуемом грунте, начиная с содержания более крупных частиц, и принимать наименования грунта по первой сумме, удовлетворяющей показателю в порядке расположения наименований в настоящей таблице.*



Ðèñ. Ï 4.1 Çàâèñèìîñòü ìîäóëÿ óïðóãîñòè Å îò ñîäåðæàíèÿ ÷àñòèö n ðàçìåðîì ìåíåå 0,63 (èëè ïîêàçàòåëÿ äðîáèìîñòè ìàñøòàáíîãî ùåáíÿ) äëÿ ùåáåíî÷íûõ ìàòåðèàëîâ (ñìåñåé) äëÿ II è III ÄÊÇ è ãðàâèéíûõüè ãðàâèéíî-ïåñ÷àíûõ ìàòåðèàëîâ äëÿ IÓ-Ó ÄÊÇ. Öèôðû íà êðèâûõ îçíà÷àþò ÷èñëî ïëàñòè÷íîñòè â ñìåñè ìåëü÷å 0,63 ìì

Приложение 4
Обязательное

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

Таблица П 4.1

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе МПа, при расчете		Начальный модуль упругости бетона E_b, МПа	
	по прочности R_{tb}	По образованию трещин R_{tbser}	тяжелого	мелкозернистого (песчаного)
2,8/35	2,26	-	26000	21600
3,2/40	2,75	-	28400	23100
3,6/45	3,04	3,60	30400	24500
4,0/50	3,43	4,00	32400	26000
4,4/55	3,73	4,40	35300	27500
4,8/60	4,10	4,80	35300	27500
5,2/65	4,40	5,20	37300	-
5,6/70	4,80	5,60	37300	-
6,0/75	5,10	6,00	38200	-
6,4/80	5,50	6,40	38200	-

Примечания:

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

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

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

Таблица П 4.2

Вид материала	Класс прочности / Марка по сжатию	Предельное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Модуль упругости E, МПа при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Низкомарочный бетон:				
из пластичной смеси с осадкой конуса 1-4 см	В 5 / 75	- / 0,9	13000	2200
	В 7,5 / 100	- / 1,2	17000	2800
	В 10 / 150	- / 1,5	21000	3500
из жесткой смеси (жесткость 60-80 с по вискозиметру)	В 5 / 75	1,2 / 0,9	10000	1700
	В 7,5 / 100	1,5 / 1,2	13000	2200
	В 10 / 150	1,8 / 1,5	15500	2600

Примечание. *В числителе указаны значения R_{tb} для бетонов на высокопрочном заполнителе, в знаменателе – на гравии и местных каменных материалах.*

Таблица П 4.3

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

Примечание. *Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}, после черты – соответствующая ему при*

коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе P_u

Таблица П 4.4

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

Примечания:

1 В числителе указаны значения сопротивлений асфальтобетона растяжению при изгибе для среднесуточного числа приложений колесных нагрузок расчетных опор по одному следу до 50, в знаменателе – свыше 50.

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

Таблица П 4.5

Материал, применяемый для искусственных оснований	Класс прочности Марка по прочности на сжатие	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Модуль упругости E, МПа, при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Пескоцемент и грунтоцемент, приготовленный из оптимальной грунтовой смеси	В 3.0 40	0,6	2900	460
	В 4.0 60	0,8	4000	640
	В 5.0 75	1,0	6000	960
Грунтоцемент из супесчаных и суглинистых грунтов	В 3.0 40	0,6	1500	360
	В 4.0 60	0,8	2200	530
	В 5.0 75	1,0	3700	890
Грунтоцемент из пылеватых супесей и суглинков	В 3.0 40	0,6	1400	340
	В 4.0 60	0,8	1900	460

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

Таблица П 4.6

Грунты и смеси в искусственных основаниях	Модуль упругости *E*, МПа, при расчете покрытий	
	жестких	нежестких
Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси оптимального состава, пески гравелистые, крупные и средней крупности, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3600/2400	600/400
то же, с добавкой цемента или извести	4800/2400	800/400
битумной эмульсией с добавкой цемента	4800/3600	800/600
Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси неоптимального состава, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	4000/2700	650/450
то же, с добавкой цемента или извести	4800/2400	800/400
битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы	4800/2400	800/400
Песок и супесь с числом пластичности менее 3, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3000/1200	500/200
то же, с добавкой цемента или извести	4000/1500	700/250
битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы	4000/2400	700/400
Супеси с числом пластичности 3 и более, укрепленные:		
золой уноса или шлаком	3000/1200	500/200
то же, с добавкой цемента или извести	4000/1200	700/200
битумной эмульсией с добавкой цемента	4000/2400	700/400
то же, карбамидной смолы	4800/2400	800/400

Продолжение таблицы П 4.6

Грунты и смеси в искусственных основаниях	Модуль упругости *E*, МПа, при расчете покрытий	
	жестких	нежестких
Суглинки, укрепленные золой уноса или шлаком с добавкой цемента или извести	2400/600	400/100
Щебень, обработанный вязким битумом смешением в установке, с пределом прочности при сжатии исходной скальной породы, МПа:		
от 100 до 80	4500/3600	700/600
менее 80 до 60	3600/3000	600/500
менее 60 до 30	3000/1800	500/300
Щебень, обработанный вязким битумом способом пропитки на толщину от 6,5 до 8 см	3600/3000	600/500
Асфальтобетон:		
плотный	6000	См. табл. 3
пористый	3600	То же

Примечания:

1 Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки на опору 80 кН и менее, укрепленные золой уноса или шлаком с добавками и без них, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов от 2 до 4 МПа, а укрепленные битумной эмульсией с добавками цемента или карбамидной смолы либо вязким битумом – от 1,5 до 2,5 МПа при пределе прочности на растяжение при изгибе не менее 0,6 МПа. Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки 300 кН и выше, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов не менее 4 и 2,5 МПа соответственно, предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов – не менее 1 МПа. Испытания образцов материалов, укрепленных битумной эмульсией или вязким битумом, должны проводиться при температуре 20°С.

2 Прочностные характеристики асфальтобетона должны соответствовать ГОСТ 9128.

3 Максимальные значения модулей упругости грунтов следует принимать при приготовлении смесей в смесительных установках и укладке смесей бетоноукладчиками или при приготовлении смесей однопроходными грунтосмесительными машинами. Минимальные значения модулей упругости следует принимать при обработке грунтов дорожными фрезами.

4 Расчетные значения модулей упругости для грунтов, укрепленных жидким битумом с цементом, следует принимать в 1,5 раза меньше значений, указанных для грунтов, укрепленных битумной эмульсией с цементом.

5 Большие значения модулей упругости материалов, обработанных органическими вяжущими, относятся к районам с умеренным климатом, меньшие – с мягким климатом.

Таблица П 4.7

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях жестких и нежестких покрытий		Модуль упругости E, МПа	Коэффициент постели k_s, МН/м^3
Щебень из природного камня, уложенный способом расклинцовки, с пределом прочности при сжатии, МПа:			
100		450	450
80		350	350
60		300	300
Нефракционированный щебень, гравий с пределом прочности при сжатии не менее 60 МПа, содержащие частицы, %:			
крупнее 2 мм:	мельче 0,05 мм:		
св. 85	до 3	270	270
св. 70 до 85	св. 3 до 7	210	210
св. 60 до 70	св. 7 до 10	180	180
св. 50 до 60	св. 10 до 12	160	160
Щебень, укрепленный пескоцементом способом смешения, при содержании пескоцемента, % к массе щебня:			
40		2200	1100
30		1700	850
20		1000	500
10		600	300
Щебень, укрепленный способом пропитки пескоцементной смесью с расходом пескоцемента 25% массы щебня		1800	900
Грунтогравийные, грунтощебеночные, песчано-гравийные, пескощебеночные смеси:			
крупнозернистые (частиц крупнее 10 мм св. 50%)		280	280
среднезернистые (частиц крупнее 2 мм св. 50%)		250	250
мелкозернистые (частиц крупнее 2 мм от 25 до 50%)		180	180
Галечниковый грунт (частиц крупнее 10 мм св. 50%)		280	280

Продолжение таблицы П 4.7

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях жестких и нежестких покрытий	Модуль упругости E, МПа	Коэффициент постели k_s, МН/м^3
Песок:		
гравелистый	150	150
крупный	130	130
средней крупности	120	120
Кислые металлургические шлаки, уложенные способом расклинцовки	420	420
Основные металлургические шлаки гранулометрического состава:		
подобранного:		
активные	400	400
малоактивные	250	250
неподобранного	170	170
Дресва:		
из изверженных горных пород	140	140
из осадочных известняков	90	90
Мелкий ракушечник	90	90
Малопрочные песчаники	110	110

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

Таблица П 4.8
Справочная

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях нежестких покрытий	Модуль упругости *E*, МПа
1	2
Щебень и гравий, обработанные цементом, марок:	
75	1000
60	900
40	700
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси оптимального или близких к оптимальному составов, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	350-250
То же, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	900-700
II класс прочности	650-500
III класс прочности	450-300
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и одноразмерных), супесь легкая, крупная, щебень малопрочных пород, и отходы камнедробления, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	300-200
То же, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	800-650
II класс прочности	600-450
III класс прочности	420-280
Побочные продукты промышленности (каменные материалы и крупнообломочные грунты, сопутствующие рудным ископаемым, золошлаковые смеси, формовочные смеси, фосфоритные «хвосты» и т.п.), укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	700-550
II класс прочности	530-350
III класс прочности	320-200

Продолжение таблицы П 4.8

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях нежестких покрытий	Модуль упругости E, МПа
1	2
То же, укрепленные цементом:	
I класс прочности	600-420
II класс прочности	400-250
III класс прочности	220-180
То же, укрепленные активной золой уноса или гранулированным шлаком, известью, фосфатными вяжущими и другими композиционными вяжущими из них с добавками или без добавок ПАВ, дегтем и т.п.:	
I класс прочности	350-220
III класс прочности	200-130
То же, укрепленные вязким битумом или эмульсиями на вязких битумах	250-180
Пески мелкие и пылеватые, супесь легкая и пылеватая, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	750-600
II класс прочности	550-400
III класс прочности	380-250
Супеси тяжелые и пылеватые, суглинки легкие, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	600-500
II класс прочности	450-300
III класс прочности	280-150
То же, укрепленные эмульсиями на вязких битумах	250-180
Суглинки тяжелые и пылеватые, глины песчанистые и пылеватые, укрепленные минеральными и комплексными вяжущими:	
II класс прочности	330-200
III класс прочности	180-80

Продолжение таблицы П 4.8

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях нежестких покрытий	Модуль упругости *E*, МПа
1	2
Грунт, укрепленный жидким битумом:	
супесь непылеватая	150-200
суглинок, супесь пылеватая	80-150
Песчано-гравийные смеси № 1, 2, 4 по ГОСТ 25607-94	180

Примечания:

1 Комплексные вяжущие: цемент + вязкий битум или эмульсии на вязком битуме; цемент + полимерное вяжущее; цемент (известь) + активные золы уноса или гранулированные шлаки и т п.

2 Большие значения расчетных характеристик следует принимать при:

а) использовании более качественных минеральных материалов и активных вяжущих;

б) укреплении материалов и грунтов неорганическими вяжущими в III-V дорожно-климатических зонах;

в) укреплении вязким битумом и битумной эмульсией на вязком битуме в I-II дорожно-климатических зонах.

Для грунтов, укрепленных жидким битумом, большие значения следует принимать при смешении в установке и применении битумной эмульсии.

3 Подбор составов смесей и назначение класса прочности производится по ГОСТ 23558-94 и по Инструкции СН 25-74.

4 Для покрытий аэродромов класса А-Г следует применять укрепленные грунты I класса прочности, для аэродромов классов Д-Е смеси II класса прочности.

5 Укрепленные грунты, физико-механические свойства которых удовлетворяют требованиям III класса прочности, могут применяться в качестве нижних слоев оснований под асфальтобетонные покрытия на аэродромах класса Д-Е или в качестве покрытий на аэродромах

сельскохозяйственной авиации с обязательным устройством слоя износа в виде поверхностной обработки.

6 Расчетные характеристики неукрепленных малопрочных каменных материалов принимаются по рис. П 4.1.

Малопрочные каменные материалы – гравий, щебень, гравийные, щебеночные и гравийно-(щебеночно)-песчаные смеси, в которых содержится или может образоваться в процессе строительства или эксплуатации основания избыточное по сравнению с действующими нормами количество мелких частиц с числом их пластичности до 7:

- природные или искусственно составленные смеси с содержанием зерен гравия (щебня) крупнее 5 мм не менее 20%;

- щебень из осадочных пород марок 400, 300 и 200 по дробимости;

- щебень из изверженных и метаморфических пород марки 600 по дробимости;

- дресва, опока;

- грунтощебень.

Для щебня число пластичности фракций размером мельче 0,63 мм определяется после его стандартного испытания на дробимость или износ.

Для IV-V дорожно-климатических зон значения расчетных характеристик щебеночных смесей и щебня, определенных по рис.П 4.1, следует увеличивать на 25%.

Расчетные характеристики гравийных и гравийно-песчаных смесей для II-III дорожно-климатических зон определяются путем уменьшения значений, полученных по графикам рис.П 4.1, на 30%.

Таблица П 4.9

Вид и класс арматуры	Нормативные $R_{s,n}$ и расчетные $R_{s,ser}$ сопротивления растяжению для предельных состояний второй группы, МПа	Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы R_s, МПа	Модуль упругости арматуры E_a, МПа
Стержневая			
A-I	235	225	210 000
A-II	295	280	210 000
A-III диаметром, мм			
6-8	390	355	200 000
10-40	390	365	200 000
A-IV	590	510	200 000
A-V	785	680	190 000
B-II диамстром, мм			
3	1490	1240	200 000
4	1410	1180	200 000
5	1335	1110	200 000
6	1255	1050	200 000
7	1175	980	200 000
8	1100	915	200 000
Bp-II диаметром, мм			
3	1460	1215	200 000
4	1370	1145	200 000
5	1255	1045	200 000
6	1175	980	200 000
7	1100	915	200 000
8	1020	850	200 000

Примечания: *1 Предельные состояния второй группы учитываются в расчетах армированных сечений по образованию трещин (предварительно напряженные железобетонные покрытия).*

2 Предельные состояния первой группы учитываются в расчетах армированных сечений на прочность (обычные железобетонные покрытия).

Таблица П 4.10

Вид материала слоя	Вид и объем разрушений в зоне колеи главных опор расчетного, воздушного судна	Значения понижающих коэффициентов β
1	2	3
Материалы обработанные вяжущими	Материал слоя однородный, прочный, разрушений и износа не имеет.	1,00
	На покрытии редкие трещины (поперечные, продольные косые), в т.ч. температурные, отраженные со средним расстоянием между соседними трещинами 4-10 м.	0,90
	На покрытии деформации в виде частых трещин, иногда связанных между собой (продольных, поперечных косых) со средним расстоянием между соседними трещинами 1-4 м.	0,80
	На покрытии значительные деформации в виде сетки трещин размером 0,5÷1,0 м в поперечнике.	0,60
	То же, в виде густой сетки трещин со сторонами менее 0,15-0,2 м в поперечнике и просадками в месте трещин.	0,50
Каменные материалы не обработанные вяжущими	Качество щебеночного (гравийного) материала не отличается от первоначального или срок службы менее 2-х лет.	1,00
	В щебеночном (гравийном) слое имеются отдельные раздавленные щебенки (5-10%), наблюдается внутренний износ, либо в слое щебня содержится до 10% мелочи размером менее 2 мм.	0,90

Продолжение таблицы П 4.10

Вид материала слоя	Вид и объем разрушений в зоне колеи основных опор расчетного, воздушного судна	Значения понижающих коэффициентов β
1	2	3
	Содержание раздавленных щебенок в слое 15-20%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм в количестве 15-20%.	0,70
	То же, 25-30%.	0,50
Песчаные слои	Песок чистый, коэффициент фильтрации соответствует первоначальному.	1,00
	Песок слегка загрязнен, коэффициент фильтрации ниже первоначального на 20-25%.	0,80
	Песок сильно заилен, частично перемешан с грунтом.	0,50

Примечание. *Для нежестких покрытий в зону колеи входят участки покрытий шириной до 3 м в стороны от оси движения основной опоры расчетного воздушного судна.*

Таблица П 4.11

Расчетные характеристики типовых плит аэродромных покрытий	Ед. изм.	Типы плит	
		1ПАГ-14; 2ПАГ-14 (ГОСТ 25912.1-91)	1ПАГ-18; 2ПАГ-18 (ГОСТ 25912.2-91)
Размеры в плане	м	2х6	2х6
Толщина	м	0,14	0,18
Класс прочности на растяжение при изгибе		B_{tb} 3.6	B_{tb} 3.6
Класс прочности на сжатие		B25	B25
Объем бетона на плиту	$м^3$	1,68	2,16
Расход арматуры на плиту:			
напрягаемая	кг	72,6	87,1
ненапрягаемая:			
для плит 1ПАГ	кг	68,1	101,7
для плит 2ПАГ	кг	66,5	95,5
Всего:			
для плит 1ПАГ	кг	140,7	188,8
для плит 2ПАГ	кг	139,1	182,6
Жесткость плиты в поперечном сечении (B_x)	$\frac{кПам^4}{м}$	7090	15070
k_x		1,38	1,38
k_w		1,42	1,42
Предельный момент по трещинообразованию для поперечного сечения		см. раздел 8	см. раздел 8

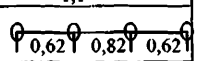
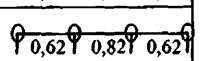
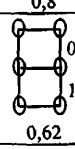
Таблица II 4.12

Расчетные характеристики плит	Единица измерения.	Тип плит	
		ПАГ-20ТМ	ПАГ-25
Размеры в плане	м	2х6	2х6
Толщина	м	0,20	0,25
Класс прочности на растяжение при изгибе		B_{tb} 4.0	B_{tb} 4.0
Класс прочности на сжатие		B30	B30
Объем бетона на плиту	$м^3$	2,4	3,0
Жесткость плиты в поперечном сечении (B_x)	$\frac{кПам^4}{м}$	22030	43030
k_x		1,29	1,38
k_w		1,42	1,42
Предельный момент по трещино-образованию для поперечного сечения (в средней части) без учета коэффициента условий работы	кН м/м	40,8	53,97

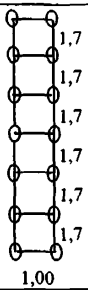
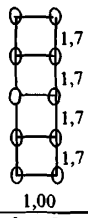
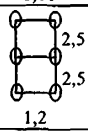
Приложение 5
справочное

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАСЧЕТАХ КОНСТРУКЦИЙ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Таблица П 5.1

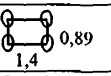
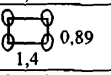
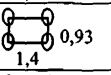
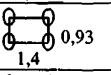
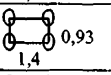
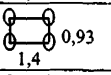
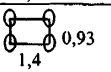
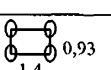
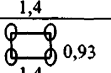
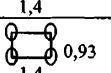
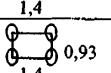
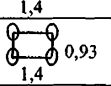
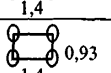
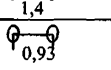
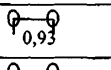
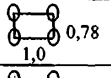
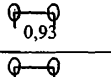
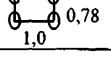
Типы ВС	Максимальный взлетный вес, кН	Давление в пневматиках, МПа	Вес на основную опору и колесо, кН	Колея основных опор, м	Схема основной опоры (размеры даны по осям колес), м
1	2	3	4	5	6
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ САМОЛЕТЫ					
ИЛ-62М	1680	1,08	789,6 197,4	6,8	
ИЛ-62	1626	1,08	761,4 190,35	6,8	
ИЛ-96	2310	1,08	731,5 182,9	10,4	
ИЛ-96-300	2410	1,18	764,0 191,0	10,4	
ИЛ-76ТД	1910	0,7	488,9 112,2	8,16	
ИЛ-76Т	1710	0,588	401,9 100,5	8,16	
ИЛ-86	2165	0,932	675,5 168,9	11,15	
ИЛ-18Д	645	0,92	303,2 75,8	9,0	
ИЛ-114	227,5	0,588	108 54	8,4	
ТУ-204	935	1,372	429,2 107,3	7,82	
ТУ-154	980	0,932	442 73,7	11,5	
ТУ-134А	490	0,834	226,9 56,7	9,45	
ТУ-134Б	476	0,834	217 54	9,45	
ЯК-42	565	0,88	265,6 66,4	5,63	
ЯК-40	160	0,39	70,4	4,52	
АН-12	610	0,74	280,6 70,2	4,92	

Продолжение таблицы П 5.1

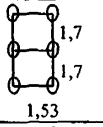
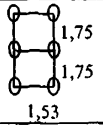
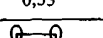
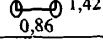
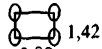
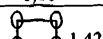
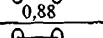
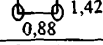
1	2	3	4	5	6
АН-225	6000	1,2	2850 203,6	8,0	
АН-124	3980	1,08	1906,4 190,6	8,0	
АП-22	2250	0,49	1033 172	6,7	
АН-72	345	0,49	158,4 79,2	4,17	
АН-32	270	0,49	126 63	7,9	
АН-26	240	0,39	111,8 55,9	7,9	
АН-24	210	0,49	97,9 48,9	7,9	
АН-30	221	0,5	99,5 49,7	7,9	
АН-28	58	0,5	26,1	-	0
АН-2	55	0,3	26	3,36	0
ВЕРТОЛЕТЫ					
1	2	3	4	5	6
Ми-26	549	0,64	220 110	5,0	
Ми-6	417	0,7	160	-	0
Ми-8	118	0,54	42,9	4.5	0
Ми-4	74	0,4	30,6	3,82	0
Ми-2	34,8	0,4	12,9	3,05	0
Ми-1	25	0,4	10,4	3,32	0
Ка-26	31,9	0,25	13	2,42	0

Продолжение таблицы П 5.1

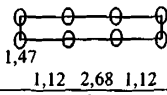
ЗАРУБЕЖНЫЕ САМОЛЕТЫ

1	2	3	4	5	6
A-300-B2-1	1379	1,20	648,1 162	9,6	
A-300-B2-2	1429	1,28	671,6 167,9	9,6	
A-300-B4-1	1539	1,40	723,3 180,0	9,6	
A-300-B4-2	1584	1,48	744,5 186,1	9,6	
A-300-B4-3	1659	1,49	799,7 194,9	9,6	
A-300-600	1659	1,28	788 197	9,6	
A-300-600R-1	1726	1,34	819,9 205	9,6	
A-300-600R-2	1726	1,21	819,9 205	9,6	
A-310-200-1	1320	1,23	616,4 154,1	9,6	
A-310-200-2	1386	1,30	647,3 161,8	9,6	
A-310-200-3	1449	1,33	625,2 168,8	9,6	
A-310-300-1	1509	1,43	712,2 178	9,6	
A-310-300-2	1579	1,48	745,3 186,3	9,6	
A-320-100-1	660	1,28	310,9 155,4	7,59	
A-320-100-2	680	1,34	320,3 160,1	7,59	
A-320-100-3	680	1,12	320,3 80,1	7,59	
A-320-200-1	739	1,38	346,6 173,3	7,59	
A-320-200-2	739	1,22	346,6 173,3	7,59	

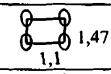
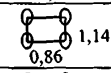
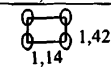
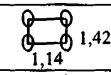
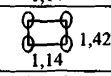
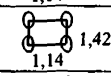
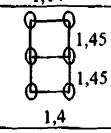
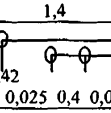
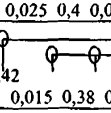
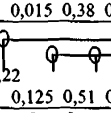
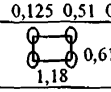
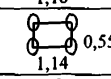
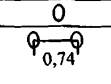
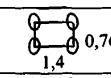
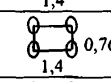
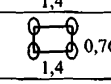
Продолжение таблицы П 5.1

1	2	3	4	5	6
A-380-800	5620	1,34	1603,4 267,2	12,5 5,3	
A-380-800F	5920	1,36	1687,5 421,9	12,5 5,3	
BAC1-11-400	396,9	0,93	188,5 96,3	4,34	
BAC1-11-475	446,79	0,57	212,2 106,1	4,34	
BAe-146-100	383,29	0,81	176,3 88,2	4,72	
BAe-146-200	424,11	0,92	199,8 99,9	4,72	
BAC1-11-500	474	1,08	225,2 112,6	4,34	
B-707-120B	1170,27	1,17	546,5 136,6	6,73	
B-707-320B	1487,78	1,24	684,4 171,1	6,73	
B-707-320C-1	1524,07	1,24	711,7 177,9	6,73	
B-707-320/420	1433,35	1,24	659,3	6,73	
B-720	1043,26	1,0	494,5 123,6	-	
B-720B	1065,94	1,0	494,6 123,6	-	
B-727-100	771,1	1,14	348,5 174,3	5,72	
B-727-100C	730,28	1,09	331,5 165,8	5,72	
B-727-200-1	784,71	1,15	362,5 181,3	5,72	
B-727-200-2	842,77	1,02	393,6 196,8	5,72	
B-727-200-3	866,36	1,02	403,7 201,9	5,72	
B-727-200-4	896,75	1,15	416,1 208	5,72	

Продолжение таблицы П 5.1

1	2	3	4	5	6
B-727-200-5	952,54	1,15	439,1 219,6	5,72	
B-737-100	443,61	0,92	204,9 102,5	5,23	
B-737-200-1	457,22	0,95	212,2 106,1	5,23	
B-737-200-2	526,16	1,10	239,4 119,7	5,23	
B-737-200-3	526,16	0,63	239,4 119,7	5,23	
B-737-200/200C-1	532,97	1,16	247,3 123,6	5,23	
B-737-200/200C-2	566,99	1,23	262,5 131,3	5,23	
B-737-200-4	583,32	1,26	268,3 134,2	5,23	
B-737-300-1	614,6	1,34	282,1 141	5,23	
B-737-300-2	614,6	1,14	282,1 141	5,23	
B-737-400	648,64	1,44	304,2 152,1	5,23	
B-737-500	607,81	1,34	280,2 140,1	5,23	
B-747-100	3234,1	1,50	1514 189	11,0	
B-747-100B-1	3347,49	1,56	773,3 193,3	11,0	
B-747-100B-2	3415,53	1,32	789 197,2	11,0	
B-747-100B-SR	2372,28	1,04	517,7 142,9	11,0	
B-747-SP-1	3007,3	1,30	688,7 172,2	11,0	
B-747-SP-2	3188,81	1,40	698,3 174,6	11,0	
B-747-200B	3528,93	1,37	832,8 208,2	11,0	
B-747-200C	3733,05	1,30	862,3 215,6	11,0	
B-747-200F/300	3792,01	1,39	860,7 215,2	11,0	

Продолжение таблицы П 5.1

1	2	3	4	5	6
B-747-400	3959,87	1,41	926,6 231,7	11,0	
B-757-200	1093,0	1,17	494 123,5	7,32	
B-767-200	1438,0	1,31	665,8 166,4	9,3	
B-767-200ER	1759,94	1,31	816,6 204,2	9,3	
B-767-300	1596,0	1,21	738,9 184,7	9,3	
B-767-300ER	1855,2	1,38	853,4 213,3	9,3	
B-777-200B-Plus	2878,04	1,48	1349,5 224,9	10,98	
Caravelle-10	520	0,75	239,7 59,9	5,21	
Caravelle-12	559,6 пособия	0,88	257,4 64,4	5,21	
Canadair-CL-44	957,08	1,12	454,6 113,7	-	
Conver-(CV-880)	877,7	1,03	409 102,3	-	
Conver-(CV-990)	1156,66	1,28	561 140,2	-	
ДС-3	114,3	0,31	53,5	-	0
ДС-4	331,13	0,53	155 77,5		
ДС-8-43	1442,42	1,22	670,6 167,7	6,39	
ДС-8-55	1487,78	1,3	699,3 174,8	6,39	
ДС-8-61/71	1487,78	1,3	714,1 178,5	6,39	

Продолжение таблицы II 5.1

1	2	3	4	5	6
ДС-8-62/72	1601,21	1,29	744,6 186,1	6,39	
ДС-8-63/73	1623,86	1,34	773 193,2	6,39	
ДС-9-15	415,04	0,9	191,7 95,9	5,0	
ДС-9-21	458,13	0,98	216 108	5,0	
ДС-9-32	494,42	1,05	228,4 114,2	5,0	
ДС-9-41	521,63	1,1	243,3 121,7	5,0	
ДС-9-51	553,38	1,17	260 130	5,0	
МД-81	639,56	1,17	305,4 152,9	5,08	
МД-82/88	682,66	1,27	324,6 162,3	5,08	
МД-83	730,28	1,34	346,1 173	5,08	
МД-87	639,56	1,17	306,3 146,7	5,08	
ДС-10-10-1	1964,06	1,28	926 231,5	10,67	
ДС-10-10-2	2009,42	1,31	941,4 235,4	10,67	
ДС-10-15	2077,46	1,34	969,1 242,3	10,67	
ДС-10-30/40-1	2531,05	1,17	954,2 238,6	10,67	
ДС-10-30/40-2	2608,16	1,21	980,7 245,2	10,67	
ДС-10-30/40-3	2689,81	1,24	1019,4 254,9	10,67	
МД-11	2746,5	1,41	1076,6 269,2	10,67	
DHC-7 (DASH-7)	198,67	0,74	92,9 46,4	7,16	

Продолжение таблицы П 5.1

1	2	3	4	5	6
Fokker-27 Standart	204,12	0,55	96,7 48,3	-	
Fokker -50 (HTP)	208,2	0,59	99,5 49,8	-	
Fokker -50 (LTR)	208,2	0,41	99,5 49,8	-	
Fokker -28 (LTP)	294,84	0,49	138,3 69,1	5,94	
Fokker -28 (HTR)	294,84	0,70	138,3 69,1	5,94	
Fokker -100	446,8	0,98	213,6 106,8	5,04	
HS-125-400 A-400B	106	0,77	48,2 24,1	-	
HS-125-600 A-600B	113,4	0,83	51,6 25,8	-	
HS-74B	210,92	0,59	92 46	-	
L-100-20	706,7	0,72	170,3 85,2	4,4	
L-100-30	706,7	0,72	171 85,5	4,4	
L-1011-1	1959,52	1,33	928,8 232,2	10,97	
L-1011-100/200	2122,81	1,21	993,5 248,4	10,97	
L-1011-500	2258,89	1,27	1043,6 260,9	10,97	
Трайдент-1Е	611,6	1,03	281,3 70,3	5,8	
Трайдент-2Е	659,98	1,07	310,2 77,55	5,8	

Аналоги отечественных и зарубежных типов воздушных судов по силовому воздействию

Таблица П 5.2

Категория нормативной нагрузки	Тип воздушного судна и его взлетная масса, т	Тип зарубежного воздушного судна – аналог отечественному по силовому воздействию
Внеклассная	ИЛ-62М, ИЛ-96-300, АН-225, АН-124	A-380-800, A-380-800F, A-300-B4-2, A-300-B4-3, A-300-600, A-300-600R-1, A-300-600R-2, A-310-300-2, B-727-200-5, B-747-200B, B-747-200C, B-747-200F/300, B-747-400, B-767-300ER, B-767-300ER-2, B-777-200-Plus, ДС-8-55, ДС-8-61/71, ДС-8-62/72, ДС-8-63/73, ДС-10-10-1, ДС-10-10-2, ДС-10-15, ДС-10-30/40-1, ДС-10-30/40-2, ДС-10-30/40-3, МД-11, L-1011-1, L-1011-100/200, L-1011-500
I	ИЛ-62, ИЛ-96	A-300-B2-2, A-300-B4-1, A-310-200-2, A-310-200-3, A-310-300-1, B-707-320B, B-707-320C-1, B-707-320/420, B-727-100, B-727-200-1, B-727-200-2, B-727-200-3, B-727-200-4, B-747-100, B-747-100B-1, B-747-100B-2, B-747-SP-1, B-747-SP-2, B-767-200ER, B-767-300, Конвер-(CV-990), ДС-8-43, МД-83
II	ИЛ-76ТД, ИЛ-76Т, ИЛ-86, ТУ-204, ТУ-154	A-300-B2-1, A-310-200-1, A-320-100-1, A-320-100-2, A-320-200-1, BAC1-11-500, B-707-120B, B-720, B-720B, B-727-100C, B-737-200-2, B-737-200-1, B-737-200/200C-2, B-737-200-4, B-737-300-1, B-737-300-2, B-737-400, B-737-500, B-747-100B-SR, B-757-200, B-767-200, Канадер-CL-44, Конвер-(CV-880), ДС-9-21, ДС-9-32, ДС-9-41, ДС-9-51, МД-81, МД-82/88, МД-87, Фоккер-100, L-100-20, L-100-30, Трайдент-1E, Трайдент-2E
III	ИЛ-18Д, АН-22	A-320-100-3, A-320-200-2, BAC1-11-400 BAC1-11-475, Bae-146-100-1, Bae-146-200-1, Bae-146-200-2, B-737-100, B-737-100, B-737-200-1, B-737-200-3, ДС-9-15
IY	ИЛ-114, ТУ-134А, ТУ-134Б, ЯК-42, АН-12, АН-72, АН-32, АН-26, АН-24, АН-30	Bae-146-100-2, ДС-4, DCH-7(DASH-7), Фоккер-27, Фоккер-50 (HTP), Фоккер-50 (LTR), Фоккер-28 (HTR), Фоккер-28 (LTR), HS-74B
Y	ЯК-40	HS-125-400, A-400B, HS-125-600, A-600B
YI	АН-28, АН-2	ДС-3

Расчетные показатели, учитывающие повторность приложения нагрузки при расчете жестких и нежестких покрытий

Таблица П 5.3

Классы аэродромов	Категории нормативной нагрузки	Жесткие покрытия		Нежесткие покрытия	
		Расчетное число приложений нормативной нагрузки на перспективу 20 лет, U_d	Расчетный коэффициент k_u	Расчетное число приложений нормативной нагрузки на 10-й год эксплуатации, N_r, проходы/сутки	
				Для расчета по упругому прогибу	Для расчета асфальтобетона растяжение при изгибе
А	Внеклассная	200000	1,12	-	-
А	I	840000	1,00	25	95
Б	II	52000	1,20	16	60
В	III	1000000	1,00	30	50
Г	IV	40000	1,20	20	25
Д	V	100000	1,17	15	15

Примечание. *Использование табличных значений коэффициента k_u и N_r в расчете прочности на конкретное воздушное судно не допускается.*

Таблица П 5.4

Показатель для групп участков покрытий	Значения D и D_e (см) для категорий нормативной нагрузки				
	В/к	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
Участки А и Б					
D	54	50	44	37	32
D_e при толщине конструкции, м					
0,10	54	50	44	37	32
0,20	61	54	46	38	32
0,30	66	59	51	42	35
0,40	71	63	54	45	38
0,50	74	66	57	48	40
0,60	77	69	60	50	42
0,70	80	71	62	52	44
0,80	82	74	64	54	46
0,90	84	76	66	55	47
1,00	86	77	68	57	49
1,10	88	79	69	58	50
1,20	90	81	71	59	51
1,30	91	82	72	61	52
1,40	93	84	73	62	53
1,50	94	85	75	63	54
Участки В и Г					
D	50	46	40	34	30
D_e при толщине конструкции, м					
0,10	50	46	40	34	30
0,20	55	48	42	34	30
0,30	60	53	46	38	32
0,40	64	57	49	41	35
0,50	67	60	52	44	37
0,60	70	63	54	46	39
0,70	73	65	57	48	40
0,80	75	67	58	49	42
0,90	77	69	60	51	43
1,00	79	71	62	52	45
1,10	81	72	63	53	46
1,20	82	74	65	55	47
1,30	84	75	66	56	48
1,40	85	76	67	57	49
1,50	86	78	68	58	50

Таблица П 5.5

Расчетные показатели воздушных судов	Значения D и D_e (см) для отечественных воздушных судов									
	Ил-62	Ил-86	Ил-76	Ту-154	Ту-134	Як-42	Ил-18	Ан-24	Ми-10к	Ми-26
Участки группы А и Б										
Диаметр отпечатка колеса главной опоры D,	50	50	48	33	30	30	34	39	42	49
Величина D_e при толщине конструкции, м										
0,10	50	50	48	33	30	30	34	39	42	49
0,20	50	50	54	35	32	31	36	43	47	52
0,30	55	50	59	40	36	34	40	46	49	55
0,40	59	50	62	45	39	37	43	48	51	58
0,50	62	53	65	48	41	39	45	49	53	59
0,60	65	56	68	51	43	41	48	50	55	61
0,70	67	59	70	54	45	43	50	52	56	63
0,80	70	61	72	56	47	45	51	53	57	64
0,90	72	64	74	59	48	46	53	53	58	65
1,00	73	66	75	61	50	47	54	54	59	66
1,10	75	68	77	62	51	49	56	-	60	67
1,20	77	70	78	64	52	50	57	-	-	68
1,30	78	71	80	67	53	51	58	-	-	69
1,40	79	73	81	68	54	52	60	-	-	70
1,50	81	74	82	70	55	53	61	-	-	-

Продолжение таблицы П 5.5

Расчетные показатели воздушных судов	Значения D и D_e (см) для отечественных воздушных судов									
	Ил-62	Ил-86	Ил-76	Ту-154	Ту-134	Як-42	Ил-18	Ан-24	Ми-10к	Ми-26
Участки группы В и Г										
Диаметр отпечатка колеса главной опоры D	46	46	44	31	28	28	31	35	-	-
Величина D_e при толщине конструкции, м										
0,10	46	46	44	31	28	28	31	35	-	-
0,20	46	46	48	35	29	28	32	39	-	-
0,30	50	46	53	37	33	31	36	42	-	-
0,40	54	46	56	40	36	34	39	44	-	-
0,50	57	48	59	44	38	36	41	45	-	-
0,60	59	51	62	47	40	38	44	46	-	-
0,70	62	54	64	49	42	39	45	47	-	-
0,80	64	56	66	52	43	40	47	48	-	-
0,90	65	58	67	54	44	42	49	49	-	-
1,00	67	60	69	56	46	43	50	50	-	-
1,10	69	62	70	58	47	45	51	-	-	-
1,20	70	64	72	59	48	46	52	-	-	-
1,30	71	65	73	61	49	47	54	-	-	-
1,40	73	67	74	63	50	48	55	-	-	-
1,50	74	68	75	64	51	49	56	-	-	-

Таблица П 5.6

Расчетные показатели воздушных судов	Значения D и D_e (см) для зарубежных воздушных судов										
	B 747-200	B 707-320C	B 727-200	B 737-200	ДС 8-63	ДС 10-10	A 300-B/4	ДС 4-30	B 767-200	ДС 10-10	L 1011-500
Участки группы А и Б											
Диаметр отпечатка колеса главной опоры D	46	44	47	39	44	50	42	45	42	42	53
Величина D_e при толщине конструкции, м											
0,10	46	44	47	39	44	50	42	45	42	42	53
0,20	46	44	47	39	44	50	42	45	42	42	53
0,30	46	46	49	41	48	50	43	49	42	46	53
0,40	48	50	51	43	52	50	46	51	42	48	53
0,50	51	53	53	45	55	51	49	53	45	50	55
0,60	54	56	55	46	58	54	52	54	47	51	58
0,70	56	58	56	47	60	56	54	56	50	53	61
0,80	59	60	58	49	62	59	56	57	52	54	64
0,90	61	62	59	50	64	61	58	58	54	55	66
1,00	63	64	60	51	56	63	60	59	56	56	68
1,10	64	66	61	61	67	65	62	60	57	57	70
1,20	66	67	62	52	69	67	63	61	59	58	72
1,30	68	69	63	53	70	69	65	62	60	58	74
1,40	69	70	63	54	72	70	66	63	62	59	75
1,50	71	71	64	54	73	72	67	-	63	-	77

Расчетные показатели воздушных судов	Значения D и D_e (см) для зарубежных воздушных судов										
	B 747-200	B 707-320C	B 727-200	B 737-200	ДС 8-63	ДС 10-10	A 300-B/4	ДС 4-30	B 767-200	ДС 10-10	L 1011-500
Участки группы В и Г											
Диаметр отпечатка колеса главной опоры D, см	43	41	43	36	41	46	39	41	58	59	49
Величина D_e при толщине конструкции, см											
0,10	43	41	43	36	41	46	39	41	38	39	49
0,20	43	41	43	36	41	46	39	41	38	39	49
0,30	43	42	44	37	44	46	39	44	38	42	49
0,40	43	46	47	39	47	46	42	47	38	44	49
0,50	46	48	49	41	50	46	45	48	41	46	51
0,60	49	51	50	42	53	49	47	50	43	47	53
0,70	51	53	52	44	55	52	50	51	46	48	56
0,80	54	55	53	45	57	54	51	52	47	50	58
0,90	56	57	54	46	59	56	53	54	49	51	60
1,00	57	59	55	47	60	58	55	55	51	52	62
1,10	59	60	56	47	62	60	56	55	53	52	64
1,20	61	62	57	48	63	61	58	56	54	53	66
1,30	62	63	58	49	65	63	59	57	55	54	68
1,40	64	64	58	49	66	64	60	58	57	55	69
1,50	65	65	59	50	67	66	62	-	58	-	71

Приложение 6
Справочное

МАКСИМАЛЬНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ДАВЛЕНИЯ И ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ В ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЯХ

Таблица П 6.1

Тип воздушного судна	Максимальные значения контактного давления на основание жестких покрытий от воздушных судов $P_к$ (МПа) при упругой характеристике плиты (м)					
	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
1	2	3	4	5	6	7
ИЛ-62М	0.29	0.23	0.17	0.13	0.10	0.08
ИЛ-62	0.28	0.22	0.16	0.12	0.10	0.08
ИЛ-96	0.28	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07
ИЛ-96-300	0.31	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08
ИЛ-76ТД	0.24	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05
ИЛ-76Т	0.22	0.14	0.10	0.07	0.06	0.04
ИЛ-86	0.22	0.18	0.14	0.11	0.08	0.07
ИЛ-18Д	0.19	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03
ИЛ-114	0.18	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02
ТУ-204	0.21	0.15	0.10	0.08	0.06	0.05
ТУ-154	0.21	0.15	0.10	0.08	0.06	0.05
ТУ-134А	0.15	0.10	0.06	0.05	0.03	0.03
ТУ-134Б	0.15	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
ЯК-42	0.17	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02
ЯК-40	0.20	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02
АН-12	0.16	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
АН-225	3.35	0.64	0.25	0.17	0.14	0.13
АН-124	0.77	0.25	0.18	0.16	0.13	0.12
АН-22	0.28	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07
АН-72	0.26	0.15	0.09	0.06	0.05	0.04
АН-32	0.21	0.12	0.07	0.05	0.04	0.03
АН-26	0.19	0.10	0.07	0.04	0.03	0.02
АН-24	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
АН-30	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
АН-28	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
АН-2	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
Ми-26	0.46	0.27	0.17	0.12	0.09	0.07
Ми-6	0.46	0.24	0.14	0.10	0.07	0.05
Ми-8	0.12	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
Ми-4	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
Ми-2	0.04	0.02	0.01	0.01	0.006	0.004
Ми-1	0.03	0.02	0.01	0.006	0.004	0.003
Ка-26	0.04	0.02	0.01	0.008	0.006	0.004
А -300-В2-1	0.27	0.20	0.15	0.11	0.08	0.07
А -300-В2-2	0.28	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07
А-300-В4-1	0.30	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07

Продолжение таблицы П 6.1

1	2	3	4	5	6	7
A-300-B4-2	0.31	0.23	0.17	0.12	0.10	0.08
A-300-B4-3	0.33	0.24	0.17	0.13	0.10	0.08
A-300-600	0.33	0.25	0.18	0.13	0.10	0.08
A-300-600R-1	0.34	0.25	0.18	0.14	0.10	0.08
A-300-600R-2	0.34	0.25	0.18	0.14	0.11	0.08
A-310-200-1	0.26	0.19	0.14	0.10	0.08	0.06
A-310-200-2	0.27	0.20	0.15	0.11	0.08	0.07
A-310-200-3	0.28	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07
A-310-300-1	0.30	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07
A-310-300-2	0.31	0.23	0.17	0.12	0.10	0.08
A-320-100-1	0.40	0.24	0.16	0.11	0.08	0.06
A-320-100-2	0.41	0.25	0.16	0.12	0.09	0.07
A-320-100-3	0.19	0.12	0.08	0.06	0.05	0.04
A-320-200-1	0.44	0.27	0.18	0.12	0.09	0.07
A-320-200-2	0.20	0.13	0.09	0.07	0.05	0.04
BAC1-11-400	0.31	0.17	0.11	0.07	0.05	0.04
BAC1-11-475	0.33	0.19	0.12	0.08	0.06	0.05
BAC1-11-500	0.37	0.21	0.13	0.09	0.07	0.05
Bae-146-100	0.26	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04
Bae-146-200	0.29	0.17	0.11	0.08	0.06	0.04
B-707-120B	0.23	0.17	0.12	0.09	0.07	0.06
B-707-320B	0.29	0.21	0.16	0.12	0.09	0.07
B-707-320C	0.30	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07
B-707-320/420	0.28	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07
B-720	0.24	0.17	0.12	0.09	0.07	0.05
B-720B	0.24	0.17	0.12	0.09	0.07	0.05
B-727-100	0.05	0.28	0.18	0.13	0.09	0.07
B-727-100C	0.44	0.26	0.17	0.12	0.09	0.07
B-727-200-1	0.49	0.29	0.19	0.13	0.10	0.08
B-727-200-2	0.53	0.31	0.21	0.14	0.11	0.08
B-727-1	0.54	0.32	0.21	0.15	0.11	0.08
B-727-2	0.56	0.33	0.22	0.15	0.11	0.09
B-727-3	0.59	0.35	0.23	0.16	0.12	0.09
B-737-100	0.29	0.17	0.11	0.08	0.06	0.04
B-737-200-1	0.30	0.17	0.11	0.08	0.06	0.04
B-737-200-2	0.34	0.20	0.13	0.09	0.07	0.05
B-737-200-3	0.34	0.20	0.13	0.09	0.07	0.05
B-737-200/200C-1	0.35	0.20	0.13	0.09	0.07	0.05
B-737-200/200C-2	0.37	0.22	0.14	0.10	0.07	0.06
B-737-200-4	0.38	0.22	0.14	0.10	0.07	0.06
B-737-300-1	0.40	0.23	0.15	0.11	0.08	0.06
B-737-300-2	0.40	0.23	0.15	0.11	0.08	0.06
B-737-400	0.43	0.25	0.16	0.11	0.08	0.06
B-737-500	0.40	0.23	0.15	0.10	0.08	0.06
B-747-100	0.27	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07

Продолжение таблицы II 6.1

1	2	3	4	5	6	7
B-747-100	0.13	0.10	0.12	0.12	0.11	0.09
B-747-100B-1	0.28	0.22	0.16	0.12	0.10	0.08
B-747-100B-2	0.28	0.22	0.17	0.13	0.10	0.08
B-747-100B-SR	0.21	0.16	0.12	0.09	0.07	0.06
B-747-SP-1	0.27	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07
B-747-SP-2	0.27	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07
B-747-200B	0.30	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08
B-747-200C	0.31	0.25	0.18	0.14	0.11	0.09
B-747-200F/300	0.31	0.25	0.18	0.14	0.11	0.09
B-747-400	0.34	0.27	0.27	0.15	0.12	0.09
B-757-200	0.25	0.17	0.12	0.09	0.07	0.05
B-767-200	0.25	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07
B-767-200ER	0.30	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08
B-767-300	0.27	0.21	0.16	0.12	0.09	0.07
B-767-300ER	0.32	0.25	0.18	0.14	0.11	0.08
B-777-200-Plus	0.32	0.23	0.19	0.16	0.13	0.11
Caravelle-10	0.15	0.10	0.06	0.05	0.03	0.03
Caravelle-12	0.16	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
Canadair-CL-44	0.24	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05
Conver-(CV-880)	0.24	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05
Conver-(CV-990)	0.31	0.21	0.14	0.10	0.08	0.06
ДС-3	0.15	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02
ДС-4	0.22	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03
ДС-8-43	0.30	0.22	0.16	0.12	0.09	0.07
ДС-8-55	0.32	0.23	0.16	0.12	0.09	0.07
ДС-8-61/71	0.32	0.23	0.17	0.12	0.09	0.07
ДС-8-62/72	0.33	0.24	0.17	0.13	0.10	0.08
ДС-8-63/73	0.34	0.25	0.18	0.13	0.10	0.08
ДС-9-15	0.29	0.17	0.11	0.07	0.05	0.04
ДС-9-21	0.33	0.19	0.12	0.08	0.06	0.05
ДС-9-32	0.35	0.20	0.13	0.09	0.06	0.05
ДС-9-41	0.37	0.21	0.13	0.09	0.07	0.05
ДС-9-51	0.39	0.22	0.14	0.10	0.07	0.06
МД-81	0.45	0.26	0.17	0.12	0.09	0.07
МД-82/88	0.48	0.27	0.18	0.12	0.09	0.07
МД-83	0.51	0.29	0.19	0.13	0.10	0.07
МД-87	0.45	0.26	0.16	0.12	0.09	0.07
ДС-10-10-1	0.25	0.23	0.18	0.14	0.11	0.09
ДС-10-10-2	0.19	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07
ДС-10-15	0.26	0.24	0.18	0.14	0.11	0.09
ДС-10-30/40-1	0.26	0.23	0.18	0.14	0.11	0.09
ДС-10-30/40-2	0.27	0.24	0.19	0.14	0.11	0.09
ДС-10-30/40-3	0.28	0.25	0.19	0.15	0.12	0.10
МД-11	0.29	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10
DCH-7 (DASH-7)	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02

Продолжение таблицы П 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Фоккер-27	0.17	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
Фоккер-50 (HTP)	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
Фоккер-50 (LTR)	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02
Фоккер-28 (LTP)	0.23	0.13	0.08	0.06	0.04	0.03
Фоккер-28 (HTR)	0.22	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03
Фоккер-100	0.33	0.19	0.12	0.08	0.06	0.05
HS-125-400 A-400B	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
HS-125-600 A-600B	0.10	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
HS-74B	0.16	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02
L-100-20	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
L-100-30	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
L-1011-1	0.23	0.22	0.17	0.13	0.11	0.09
L-1011-100/200	0.25	0.23	0.18	0.14	0.11	0.09
L-1011-500	0.26	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10
Трайдент-1E	0.17	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03
Трайдент-2E	0.18	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03

Примечания:

*1 Табличные значения давлений приведены для участков группы **А**. Для участков групп **Б** и **В** табличные значения следует умножать на коэффициент 0,92 и 0,78 соответственно.*

2 Для оснований сборных покрытий из плит ПАГ-14 и ПАГ-18 табличные значения $P_к$ следует умножить на коэффициент $K_w = 1,42$.

3 Величину давления на грунт σ_z при устройстве искусственных оснований определяют умножением табличных значений $P_к$ на коэффициент k_z, определяемый по приложению 10 ФАП на проектирование и строительство аэродромов ГА [2].

Таблица П 6.2

Категория нормативной нагрузки или тип воздушного судна	Расчётная группа участков	Максимальные изгибающие моменты $m_{c,max}$ (кН м/м) в центре плиты жёстких покрытий при упругой характеристике плиты (м)													
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Внекатегорийная	А	21,54	24,40	29,41	34,82	41,79	49,07	56,60	64,12	71,15	77,96	84,39	90,10	95,97	101,46
	Б	20,37	23,11	27,78	32,80	39,22	45,93	52,85	59,75	66,22	72,45	78,34	83,57	88,94	93,97
	В, Г	18,36	20,85	24,94	29,30	34,82	40,56	46,47	52.35	57,84	63,14	68,14	72,58	77,13	81,39
1	А	19,02	21,60	25,88	30,45	36,27	42,32	48,56	54,77	60,57	66,18	71,47	76,16	80,97	85,48
	Б	17,99	20,44	24,42	28,66	34,02	39,58	45,32	51,01	56,33	61,47	66,31	70,61	75,02	79,14
	В, Г	16,20	18,41	21,90	25,56	30,16	34,91	39,80	44,65	49,17	53,53	57,64	61,27	65,01	68,50
2	А	16,29	18,51	22,02	25,71	30,35	35,14	40,07	44,56	49,52	53,41	58,05	61,72	65,49	69,01
	Б	15,39	17,50	20,76	24,17	28,44	32,85	37,37	41,85	46,02	50,05	53,84	57,19	60,64	63,86
	В, Г	13,84	15,74	18,58	21,52	25,17	28,93	32,78	36,58	40,12	43,53	46,74	49,58	52,49	55,12
3	А	13,25	15,04	17,71	20,47	23,89	27,40	30,99	34,54	37,84	41,03	44,01	46,66	49,37	51,90
	Б	12,49	14,19	16,67	19,22	22,36	25,58	28,87	32,12	35,15	38,05	40,79	43,20	45,68	47,99
	В, Г	11,21	12,73	14,85	17,06	19,74	22,48	25,27	28,03	30,59	33,05	35,36	37,39	39,49	41,44
4	А	10,93	12,40	14,48	16,59	19,17	21,81	24,49	27,14	29,60	31,97	34,19	36,14	38,15	40,03
	Б	10,31	11,69	13,61	15,55	17,92	20,33	22,79	25,22	27,47	29,63	31,66	33,44	35,28	36,99
	В, Г	9,23	10,45	12,11	13,77	15,78	17,83	19,92	21,97	23,87	25,69	27,40	28,91	30,46	31,90
5	А	8,81	10,89	12,68	14,25	15,63	16,85	17,94	18,92	19,80	20,61	21,34	22,01	22,63	23,20
	Б	8,35	10,29	11,96	13,41	14,69	15,81	16,81	17,71	18,52	19,26	19,92	20,53	21,09	21,61
	В, Г	7,54	9,25	10,71	11,97	13,06	14,03	14,88	15,64	16,33	16,94	17,50	17,01	18,48	18,91
6	А	5,64	6,96	8,10	9,08	9,95	10,72	11,40	12,01	12,56	13,06	13,52	13,94	14,32	14,67
	Б	5,34	6,58	7,63	8,55	9,35	10,05	10,68	11,24	11,75	12,20	12,62	13,00	13,34	13,66
	В, Г	4,83	5,91	6,83	7,62	8,31	8,91	9,45	9,22	10,35	10,73,	11,08	11,39	11,68	11,95

Продолжение таблицы П 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ил-96	А	18,87	21,38	24,51	28,49	32,87	37,72	43,35	48,63	54,47	59,44	64,48	69,17	/3,90	78,34
	Б	17,93	20,33	23,28	26,99	31,04	35,54	40,73	45,58	50,97	55,53	60,16	64,48	68,82	72,90
	В, Г	15,79	17,92	20,44	23,55	26,90	30,58	34,82	38,78	43,15	46,85	50,60	54,09	57,60	60,90
Ил-62М	А	20,83	27,92	29,99	34,03	38,75	43,61	49,32	55,51	61,61	67,64	73,31	78,77	84,15	89,07
	Б	19,77	26,40	28,37	32,14	36,52	41,02	46,28	51,99	57,60	63,14	68,36	73,38	78,32	82,83
	В, Г	17,35	22,94	24,68	27,84	31,47	35,16	39,47	44,12	48,68	53,18	57,41	61,47	65,47	69,12
Ту-204	А	15,31	17,20	19,88	23,01	26,44	30,63	34,24	37,91	41,49	44,85	48,02	50,97	53,84	56,51
	Б	14,49	16,28	18,76	21,65	24,81	28,67	31,98	35,35	38,64	41,72	44,63	47,33	49,96	52,41
	В, Г	12,62	14,16	16,22	18,59	21,16	24,29	26,97	29,70	32,35	34,84	37,17	39,35	41,47	43,44
Ил-86	А	16,44	18,85	21,43	24,39	27,69	31,53	35,67	40,14	44,44	48,96	53,25	57,09	60,92	64,67
	Б	15,60	17,89	20,32	23,06	26,12	29,66	33,47	37,57	41,51	45,66	49,58	53,10	56,60	60,03
	В, Г	14,12	16,20	18,36	20,75	23,39	26,43	29,68	33,17	36,52	40,04	43,37	46,35	49,31	52,21
Ил-76ТД	А	13,60	19,38	25,33	31,16	36,63	41,82	46,58	51,02	55,22	59,07	62,76	66,13	69,34	72,30
	Б	12,83	18,18	23,68	29,04	34,07	38,85	43,22	47,29	51,14	54,66	58,05	61,16	64,07	66,78
	В, Г	11,50	16,13	20,86	25,46	29,77	33,84	37,56	41,02	44,29	47,28	50,15	52,79	55,25	57,54
Ил-76Т	А	12,00	17,15	22,46	27,66	32,55	37,19	41,45	45,53	49,19	52,63	55,94	58,98	61,83	64,49
	Б	11,32	16,09	20,99	25,78	30,28	34,55	38,46	42,11	45,55	48,71	51,74	54,53	57,14	59,56
	В, Г	10,15	14,28	18,50	22,61	26,45	30,10	33,43	36,53	39,46	42,13	44,70	47,07	49,27	51,33
Ту-154	А	8,21	11,36	15,81	20,67	25,30	30,00	34,50	38,76	42,70	46,48	50,09	53,48	56,56	59,33
	Б	7,82	10,74	14,84	19,30	23,55	27,86	31,98	35,88	39,49	42,94	46,25	49,35	52,17	54,70
	В, Г	7,12	9,66	13,17	16,98	20,59	24,25	27,75	31,06	34,12	37,04	39,83	42,45	44,84	46,98
Ту-134	А	7,61	9,62	12,07	15,00	17,71	20,32	22,76	24,98	27,08	29,04	30,84	32,42	33,96	35,51
	Б	7,20	9,07	11,32	14,02	16,49	18,89	21,12	23,15	25,07	26,86	28,51	29,95	31,35	32,77
	В, Г	6,49	8,10	10,04	12,33	14,44	16,47	18,36	20,08	21,70	23,21	24,60	25,82	27,00	28,19
Ил-114	А	7,71	10,13	12,32	14,27	15,99	17,53	18,90	20,09	21,24	22,24	23,22	24,08	24,85	25,63
	Б	7,27	9,51	11,53	13,33	14,91	16,32	17,57	18,67	19,72	20,63	21,52	22,30	23,00	23,71
	В, Г	6,51	8,44	10,18	11,72	13,07	14,27	15,33	16,26	17,14	17,91	18,66	19,32	19,90	20,50

Продолжение таблицы П 6.2

Як-42	А	8,59	10,57	12,99	16,07	18,98	21,87	24,59	27,15	29,49	31,73	33,82	35,78	37,53	39,14
	Б	8,13	9,97	12,21	15,04	17,71	20,35	22,85	25,17	27,33	29,37	31,28	33,07	34,67	36,14
	В, Г	7,33	8,94	10,86	13,27	15,54	17,78	19,90	21,88	23,69	25,42	27,03	28,54	29,89	31,13
Ан-72	А	10,17	13,73	16,93	19,77	22,29	24,52	26,56	28,37	30,10	31,62	33,04	34,39	35,59	36,68
	Б	9,58	12,88	15,84	18,46	20,79	22,84	24,71	26,37	27,96	29,35	30,65	31,88	32,98	33,97
	В, Г	8,56	11,42	13,99	16,24	18,23	19,99	21,58	23,00	24,35	25,52	26,63	27,67	28,59	29,43
Ан-32	А	8,69	11,61	14,22	16,52	18,56	20,35	21,98	23,42	24,80	26,01	27,13	28,20	29,14	30,00
	Б	8,18	10,89	13,30	15,42	17,30	18,94	20,44	21,76	23,03	24,13	25,16	26,13	26,99	27,77
	В, Г	7,31	9,65	11,74	13,56	15,16	16,57	17,84	18,96	20,03	20,96	21,83	22,65	23,38	24,03
Ан-24	А	7,29	9,63	11,70	13,52	15,11	16,51	17,78	18,90	19,96	20,89	21,75	22,57	23,29	23,94
	Б	6,86	9,02	10,94	12,61	14,08	15,36	16,53	17,55	18,52	19,37	20,16	20,90	21,56	22,15
	В, Г	6,12	7,99	9,64	11,04	12,33	13,42	14,40	15,27	16,09	16,80	17,47	18,09	18,65	19,15
Як-40	А	6,89	8,59	10,07	11,39	12,56	13,61	14,55	15,41	16,19	16,90	17,55	18,16	18,71	19,23
	Б	6,54	8,13	9,51	10,74	11,82	12,79	13,66	14,45	15,17	15,82	16,42	16,95	17,47	17,94
	В, Г	5,92	7,32	8,54	9,61	10,55	11,38	12,13	12,80	13,41	13,96	14,46	14,93	15,35	15,74
Ми-10К	А	9,92	13,24	16,28	18,96	21,36	23,50	25,41	27,15	28,73	30,20	31,55	32,74	33,92	35,01
Ми-26	А	12,02	16,20	20,13	23,77	27,05	30,02	32,76	35,21	37,48	39,54	41,49	43,24	44,97	46,54
Ми-8	А	5,72	6,97	8,01	8,90	9,67	10,33	10,92	11,44	11,90	12,31	12,69	13,03	13,34	13,62
Ми-6	А	14,28	17,90	21,11	23,98	26,56	28,88	31,00	32,92	34,69	36,31	37,80	39,18	40,47	41,66
В-747-400	А	24,18	27,94	32,01	36,77	42,00	47,77	54,59	61,17	68,47	74,60	80,95	86,94	92,79	98,35
	Б	22,98	26,56	30,39	34,82	39,67	45,00	51,29	57,35	64,07	69,71	75,54	81,04	86,41	91,52
	В, Г	20,23	23,37	26,64	30,34	34,36	38,74	43,87	48,80	54,26	58,83	63,55	68,00	72,34	76,46
В-737-400	А	19,73	25,82	31,55	36,75	41,56	45,82	49,69	53,24	56,46	59,41	62,03	64,63	66,94	69,12
	Б	18,93	24,37	29,68	34,50	38,93	42,86	46,42	49,69	52,64	55,34	57,74	60,12	62,24	64,23
	В, Г	16,33	21,08	25,48	29,44	33,07	36,27	39,16	41,81	44,19	46,37	48,29	50,20	51,90	53,49

Продолжение таблицы П 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
А-300-В4-3	А	21,34	24,51	28,47	32,86	37,96	43,89	50,51	56,64	62,60	68,47	74,10	79,48	84,63	89,50
	Б	20,27	23,27	26,99	31,07	35,79	41,26	47,37	53,01	58,49	63,89	69,06	74,00	78,73	83,19
	В, Г	17,80	20,44	23,58	26,98	30,88	35,35	40,33	44,92	49,36	53,74	57,93	61,92	65,74	69,34
А-300-В4-2	А	21,79	25,03	28,95	33,22	38,15	43,82	50,15	55,99	61,64	67,22	72,56	77,66	82,53	87,14
	Б	20,68	23,74	27,41	31,38	35,94	41,17	46,99	52,37	57,57	62,69	67,59	72,27	76,74	80,96
	В, Г	18,13	20,80	23,89	27,19	30,93	35,20	39,94	44,30	48,51	52,65	56,17	60,40	64,00	67,40
В-727-200-5	А	22,79	30,34	38,80	44,77	51,25	57,30	62,72	67,76	72,43	76,73	80,71	84,32	87,82	91,10
	Б	21,64	28,70	35,65	42,12	48,12	53,72	58,72	63,36	67,67	71,62	75,28	78,60	81,81	84,81
	В, Г	19,02	24,99	30,75	36,16	41,11	45,71	49,80	53,59	57,02	60,30	63,26	65,94	68,53	70,95
В-757-200	А	14,24	16,93	20,21	24,10	28,63	33,26	37,93	42,20	46,32	50,27	54,08	57,66	61,11	64,30
	Б	13,54	16,07	19,13	22,73	26,91	31,17	35,47	39,39	43,18	46,81	50,30	53,59	56,75	59,67
	В, Г	11,93	14,09	16,65	19,61	23,03	26,50	30,00	33,17	36,23	39,17	41,99	44,64	47,19	49,55
В-767-300-ER-2	А	22,75	25,88	29,61	34,12	39,08	44,53,	50,88	57,00	63,47	69,47	75,12	80,53	85,94	91,00
	Б	21,62	24,60	28,11	32,31	36,91	41,94	47,79	53,43	59,39	64,90	70,09	75,06	80,02	84,67
	В, Г	19,03	21,66	24,65	28,16	31,96	36,08	40,86	45,44	52,28	54,74	58,94	62,96	66,97	70,72

Примечание. *В расчете* $m_{c,max}$ *учитывалась алгебраическая сумма изгибающих моментов от всех колес опоры.*

Таблица П 6.3

Категория нормативной нагрузки или тип воздушного судна	Расчётная группа участков	Максимальные изгибающие моменты $m_{c,max}$ (кН м/м) в центре плиты жёстких покрытий, усиленных асфальтобетоном, при упругой характеристики плиты (м)													
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вне-категорийная	А	19,41	22,03	26,43	31,13	37,12	43,35	49,79	56,20	62,18	67,97	73,43	78,25	83,25	87,91
	Б	19,17	21,76	26,08	30,70	36,58	42,70	49,02	55,30	61,17	66,84	72,19	76,94	81,82	86,38
	В, Г	17,27	19,62	23,40	27,40	32,45	37,69	43,07	48,42	53,41	58,23	62,77	66,80	70,93	74,79
1	А	17,13	19,47	23,22	27,18	32,17	37,35	42,67	47,96	52,89	57,65	62,14	66,11	70,19	74,01
	Б	16,92	19,23	22,91	26,80	31,70	36,78	42,00	47,18	52,02	56,69	61,08	69,98	68,98	72,72
	В, Г	15,22	17,31	20,53	23,89	28,09	32,42	36,87	41,28	45,38	49,34	53,07	56,36	59,75	62,91
2	А	14,65	16,66	19,72	22,90	26,88	30,97	35,16	39,32	43,19	46,92	50,42	53,53	56,71	59,69
	Б	14,46	16,45	19,45	22,58	26,48	30,49	34,61	38,68	42,47	46,13	49,56	52,60	55,74	58,64
	В, Г	13,00	14,77	17,39	20,08	23,42	26,84	30,33	33,79	37,01	40,10	43,01	45,58	48,22	50,68
3	А	11,88	13,49	15,81	18,19	21,11	24,09	27,14	30,16	32,95	35,64	38,17	40,40	42,69	44,83
	Б	11,73	13,32	15,60	17,93	20,79	23,72	26,71	29,66	32,40	35,04	37,51	39,70	41,94	44,03
	В, Г	10,52	11,93	13,90	15,90	18,34	20,83	23,36	25,84	28,18	30,41	32,50	34,35	36,24	38,01
4	А	9,79	11,10	12,89	14,70	16,90	19,13	21,41	23,65	25,73	27,73	29,61	31,26	32,95	34,53
	Б	9,66	10,95	12,71	14,48	16,64	18,83	21,06	23,26	25,30	27,25	29,09	30,71	32,37	33,92
	В, Г	8,65	9,78	11,30	12,81	14,64	16,50	18,39	20,25	21,97	23,62	25,17	26,53	27,93	29,24
5	А	7,96	9,79	11,36	12,73	13,91	14,96	15,89	16,72	17,47	18,15	18,76	19,32	19,84	20,31
	Б	7,86	9,67	11,21	12,55	13,71	14,74	15,65	16,47	17,24	17,87	18,47	19,02	19,52	19,98
	В, Г	7,10	8,68	10,03	11,19	12,19	13,07	13,84	14,53	15,15	15,71	16,21	16,67	17,09	17,47
6	А	5,10	6,26	7,25	8,11	8,85	9,51	10,09	10,61	11,08	11,50	11,88	12,23	12,55	12,84
	Б	5,03	6,18	7,15	7,99	8,73	9,37	9,41	10,45	10,91	11,32	11,64	12,03	12,35	12,63
	В, Г	4,54	5,55	6,39	7,12	7,75	8,30	8,78	9,21	9,60	9,94	10,26	10,54	10,80	11,04

Продолжение таблицы П 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ил-96	А	17,06	19,35	22,13	25,59	29,35	33,51	38,30	42,78	47,74	51,95	56,21	60,18	64,17	67,92
	Б	16,46	18,68	21,33	24,62	28,19	32,12	36,65	40,88	45,55	49,52	53,54	57,28	61,04	64,57
	В, Г	14,88	16,90	19,24	22,09	25,16	28,52	32,37	35,97	39,94	43,30	46,70	49,87	53,04	56,03
Ил-62М	А	18,78	24,98	26,87	30,38	34,45	38,61	43,47	48,74	53,92	59,03	63,83	68,45	72,99	77,15
	Б	18,11	24,01	25,83	29,18	33,03	36,97	41,57	46,54	51,42	56,24	60,77	65,12	69,40	73,31
	В, Г	16,33	21,49	23,14	26,04	29,36	32,73	36,65	40,88	45,03	49,11	52,95	56,64	60,26	63,56
Ту-204	А	13,72	15,41	17,72	20,39	23,31	26,86	29,91	33,01	36,03	38,87	41,57	44,02	46,43	48,62
	Б	13,20	14,82	17,01	19,54	22,29	25,64	28,51	31,43	34,27	36,94	39,45	41,79	44,06	46,17
	В, Г	11,84	13,26	15,15	17,31	19,65	22,49	24,92	27,39	29,79	32,04	34,16	36,13	38,04	39,82
Ил-86	А	14,89	17,08	19,39	21,97	24,82	28,12	31,66	35,46	39,12	42,96	46,60	49,86	53,10	56,27
	Б	14,72	16,88	19,15	21,69	24,49	27,72	31,20	34,93	38,51	42,28	45,84	49,03	52,21	55,32
	В, Г	13,31	15,27	17,28	19,49	21,91	24,68	27,64	30,81	33,86	37,05	40,07	42,77	45,45	48,08
Ил-76ТД	А	12,19	17,20	22,32	27,32	32,00	36,43	40,49	44,27	47,84	51,10	54,24	57,12	59,81	62,31
	Б	12,03	16,95	21,98	26,89	31,48	35,83	39,80	43,51	47,01	50,21	53,28	56,10	58,74	61,19
	В, Г	10,77	15,03	19,37	23,57	27,49	31,20	34,58	37,73	40,70	43,42	46,02	48,41	50,64	52,72
Ил-76Т	А	10,76	15,22	19,80	24,26	28,44	32,41	36,03	39,42	42,61	45,54	48,34	50,93	53,34	55,59
	Б	10,62	15,00	19,49	23,87	27,98	31,87	35,42	38,74	41,85	44,74	47,49	50,02	52,39	54,59
	В, Г	9,51	13,31	17,17	20,93	24,44	27,75	30,78	33,60	36,26	38,69	41,02	43,17	45,17	47,03
Ту-154	А	7,49	10,23	14,04	18,19	22,13	26,12	29,94	33,56	36,90	40,09	43,15	46,02	48,63	50,97
	Б	7,41	10,09	13,83	17,91	21,77	25,69	29,43	32,97	36,24	39,38	42,37	45,18	47,74	50,03
	В, Г	6,74	9,07	12,27	15,74	19,02	22,35	25,52	28,52	31,30	33,95	36,48	38,86	41,02	42,96
Ту-134	А	6,86	8,61	10,71	13,21	15,51	17,72	19,79	21,67	23,44	25,10	26,62	27,95	29,25	30,56
	Б	6,77	8,49	10,55	13,00	15,26	17,43	19,45	21,30	23,03	24,66	26,15	27,45	28,72	30,00
	В, Г	6,09	7,58	9,34	11,43	13,34	15,19	16,90	18,46	19,93	21,30	22,56	23,65	24,73	25,81
Ил-114	А	6,90	9,00	10,88	12,56	14,02	15,34	16,49	17,51	18,48	19,32	20,14	20,87	21,51	22,17
	Б	6,81	8,87	10,72	12,36	13,80	15,09	16,22	17,21	18,17	19,00	19,79	20,50	21,13	21,78
	В, Г	6,09	7,87	9,46	10,87	12,09	13,19	14,14	14,93	15,79	16,48	17,15	17,75	18,38	18,82

Продолжение таблицы П 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Як-42	А	7,75	9,48	11,56	14,19	16,67	19,12	21,43	23,59	25,58	27,47	29,23	30,88	32,36	33,72
	Б	7,65	9,35	11,40	13,98	16,40	18,81	21,07	23,19	25,13	26,99	28,71	30,36	31,78	33,11
	В, Г	6,89	8,37	10,13	12,32	14,39	16,42	18,34	20,14	21,78	23,34	24,80	26,17	27,39	28,51
Ан-72	А	9,09	12,18	14,95	17,39	19,56	21,47	23,21	24,75	26,22	27,51	28,71	29,85	30,87	31,78
	Б	8,97	12,00	14,75	17,13	19,25	21,12	22,83	24,34	25,78	27,04	28,23	29,34	30,34	31,23
	В, Г	8,01	10,65	13,00	15,06	16,88	18,48	19,94	21,22	22,44	23,51	24,51	25,45	26,29	27,04
Ан-32	А	7,77	10,30	12,55	14,52	16,27	17,80	19,19	20,41	21,51	22,60	23,55	24,45	25,25	25,97
	Б	7,66	10,15	12,36	14,30	16,01	17,51	18,88	20,07	21,22	22,22	23,15	24,03	24,81	25,51
	В, Г	6,84	9,00	10,90	12,57	14,03	15,30	16,47	17,48	18,45	19,29	20,01	20,82	21,48	22,07
Ан-24	А	6,51	8,53	10,32	11,87	13,24	14,43	15,51	16,45	17,35	18,13	18,86	19,55	20,16	20,71
	Б	6,42	8,41	10,16	11,69	13,03	14,19	15,25	16,17	17,05	17,82	18,54	19,21	19,81	20,34
	В, Г	5,73	7,45	8,95	10,26	11,40	12,39	13,21	14,07	14,81	15,46	16,06	16,62	17,12	17,57
Як-40	А	6,24	7,75	9,05	10,20	11,22	12,12	12,93	13,66	14,33	14,93	15,48	15,99	16,46	16,89
	Б	6,17	7,65	8,93	10,06	11,06	11,95	12,75	13,46	14,11	14,70	15,25	15,74	16,20	16,62
	В, Г	5,58	6,89	8,02	9,00	9,86	10,62	11,30	11,91	12,47	12,97	13,42	13,84	14,22	14,57
Ми-10К	А	8,88	11,77	14,40	16,70	18,75	20,58	22,21	23,68	25,03	26,26	27,40	28,41	29,40	30,31
Ми-26	А	10,83	14,48	17,88	21,02	23,84	26,38	28,72	30,81	32,74	34,48	36,14	37,62	39,08	40,40
Ми-8	А	5,15	6,24	7,14	7,91	8,56	9,13	9,62	10,06	10,44	10,79	11,10	11,38	11,64	11,87
Ми-6	А	12,96	16,18	19,01	21,52	23,77	25,79	27,61	29,26	30,77	32,15	33,42	34,59	35,67	36,68
В-747-400	А	21,86	25,26	28,86	32,99	37,50	42,44	48,25	53,83	60,02	65,22	70,56	75,65	80,59	85,28
	Б	21,09	24,37	27,81	31,74	36,01	40,68	46,17	51,44	57,28	62,17	67,23	72,00	76,65	81,07
	В, Г	19,06	22,01	25,04	28,45	32,12	36,12	40,79	45,27	50,23	54,38	58,66	62,69	66,62	70,36
В-737-400	А	17,73	23,02	27,95	32,42	36,52	40,14	43,42	46,43	49,14	51,63	53,83	56,13	57,96	59,78
	Б	17,07	22,10	26,78	31,00	34,88	38,30	41,39	44,23	46,78	49,12	51,19	53,24	55,06	56,78
	В, Г	15,33	19,71	23,74	27,36	30,66	33,57	36,19	38,59	40,74	42,71	44,45	46,18	47,71	49,15

Продолжение таблицы П 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A-300-B4-3	А	19,26	22,12	25,60	29,40	33,78	33,84	44,47	49,68	54,72	59,69	64,45	69,00	73,34	77,45
	Б	18,57	21,32	24,65	28,26	32,40	37,18	42,50	47,41	52,17	56,85	61,34	65,62	69,71	73,58
	В, Г	16,76	19,23	22,14	25,26	28,82	32,90	37,42	41,59	45,63	49,59	53,39	57,01	60,47	63,74
A-300-B4-2	А	19,64	22,54	25,98	29,67	33,88	38,72	40,09	49,04	53,83	58,54	63,05	67,35	71,46	75,34
	Б	18,93	21,72	24,99	28,49	32,48	37,05	42,11	46,78	51,29	55,73	59,98	64,03	67,90	71,55
	В, Г	17,06	19,55	22,40	25,42	28,84	32,72	37,03	40,99	44,81	48,56	52,15	55,58	58,84	61,92
B-727-200-5	А	20,57	27,18	33,66	39,67	45,23	50,42	55,04	59,33	62,30	66,94	70,31	73,36	76,31	79,07
	Б	19,84	26,14	32,30	38,00	43,27	48,18	52,55	56,59	60,34	63,78	66,95	69,82	72,60	75,19
	В, Г	17,92	23,43	28,77	33,69	38,22	42,41	46,14	49,59	52,77	55,68	58,36	60,79	63,13	65,32
B-757-200	А	12,89	15,27	18,12	21,46	25,32	29,25	33,21	36,82	40,30	43,64	46,86	49,88	52,78	55,47
	Б	12,43	14,71	17,42	20,58	24,23	27,94	31,68	35,08	38,36	41,51	44,53	47,38	50,11	52,34
	В, Г	11,24	13,25	15,60	18,31	24,42	24,58	27,75	30,63	33,41	36,06	38,62	41,02	43,33	45,46
B-767-300-ER-2	А	20,56	23,41	26,70	30,62	34,88	39,54	44,94	50,14	55,63	60,70	65,48	70,05	74,62	78,89
	Б	19,84	22,58	25,73	29,45	33,50	37,90	43,00	47,90	53,08	57,84	62,36	66,67	70,97	74,99
	В, Г	17,92	20,40	23,18	26,40	28,88	33,63	37,98	42,14	46,53	50,59	54,39	58,03	61,67	65,06

Примечание. *В расчете* $m_{c,max}$ *учитывалась алгебраическая сумма изгибающих моментов от всех колес опоры.*

Приложение 7
Справочное

АРМИРОВАНИЕ ПЛИТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Таблица П 7.1

№№ зон армирования в соответствии с рис. П 7.1	Участки армирования плит	Процент армирования сечений монолитных железобетонных плит в зонах на рис. П 7.1	
		при наличии стыковых соединений	при отсутствии стыковых соединений
	Нижняя зона плиты		
1.	- в продольном и поперечном направлениях	μ_a	μ_a
2.	- в продольном направлении	$1{,}65\mu_a\kappa_l$	$2{,}35\mu_a\kappa_l$
	- в поперечном направлении	μ_a	μ_a
3.	- в продольном направлении	$1{,}65\mu_a k_l$	$2{,}35\mu_a\kappa_l$
	- в поперечном направлении	$1{,}65\mu_a k_l$	$2{,}35\mu_a\kappa_l$
4.	- в продольном направлении	μ_a	μ_a
	- в поперечном направлении	$1{,}65\mu_a k_l$	$2{,}35\mu_a\kappa_l$
	Верхняя зона плиты		
5.	- в продольном направлении	$0{,}39\mu_a$	$0{,}39\mu_a$
	- в поперечном направлении	$0{,}78\mu_a$	$1{,}13\mu_a$
6.	- в продольном направлении	$0{,}65\mu_a$	$0{,}825\mu_a$
	- в поперечном направлении	$0{,}78\mu_a$	$1{,}13\mu_a$
7.	- в продольном направлении	$1{,}17\mu_a$	$2{,}35\mu_a$
	- в поперечном направлении	$0{,}78\mu_a$	$1{,}13\mu_a$
8.	- в продольном направлении	$1{,}17\mu_a$	$2{,}35\mu_a$
	- в поперечном направлении	$1{,}17\mu_a$	$2{,}35\mu_a$
9.	- в продольном направлении	$0{,}78\mu_a$	$1{,}13\mu_a$
	- в поперечном направлении	$1{,}17\mu_a$	$2{,}35\mu_a$
10.	- в продольном и поперечном направлениях	$0{,}78\mu_a$	$1{,}13\mu_a$

Процент армирования μ_a	Расстояние между арматурными стержнями (м) при толщине плиты (м)												
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
						d = 10 мм							
0,15	-	-	0,26	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	-	-	-	-	-
0,20	-	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	-	-	-	-	-
0,25	0,29	0,24	0,21	0,14	0,17	0,15	0,14	0,13	-	-	-	-	-
						d = 12 мм							
0,15	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21
0,20	-	-	-	-	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16
0,25	-	-	0,30	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
0,30	-	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11
0,35	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10

Продолжение таблицы П 7. 2

Процент армирования μ_a	Расстояние между арматурными стержнями (м) при толщине плиты (м)												
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
	d=12 мм												
0,40	0,26	0,21	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	-	-	-
0,45	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-
0,50	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-
0,55	0,18	0,16	0,13	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-
0,60	0,17	0,14	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
0,65	0,16	0,13	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70	0,15	0,12	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	0,13	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	0,13	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85	0,12	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы П 7.2

Процент армирования, μ_a	Расстояние между арматурными стержнями (м) при толщине плиты (м)												
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
						d = 14 мм							
0,25	-	-	-	-	-	0,29	0,27	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18
0,30	-	-	-	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,15	0,15
0,35	-	-	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
0,40	-	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11
0,45	-	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10
0,50	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	-
0,55	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	-	-	-	-
0,60	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	-	-	-	-
0,65	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,10	-	-	-	-	-	-
0,70	20	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-

Процент армирования, μ_a	Расстояние между арматурными стержнями (м) при толщине плиты (м)												
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
d=14 мм													
0,75	0,18	0,16	0,13	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-
0,80	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85	0,16	0,14	0,12	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	0,15	0,13	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,95	0,14	0,12	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	0,14	0,12	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d = 16 мм													
0,30	-	-	-	-	-	-	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19
0,35	-	-	-	-	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16
0,40	-	-	-	0,30	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
0,45	-	-	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13

Продолжение таблицы П 7.2

Процент армирования, μ_a	Расстояние между арматурными стержнями (м) при толщине плиты (м)												
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
						d=16 мм							
0,50	-	-	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
0,55	-	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11
0,60	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10
0,65	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	-	-
0,70	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	-	-	-
0,75	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	-	-	-	-
0,80	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-
0,85	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-
0,90	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,10	-	-	-	-	-	-
0,95	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	-	-	-	-	-	-	-
1,00	0,18	0,15	0,13	0,12	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. *Для арматуры с диаметром d>16 мм расстояние между стержнями следует вычислять по формуле (15.1).*

Приложение 8
Справочное

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Требуемая толщина цементобетонного покрытия на пескоцементном основании толщиной 0,20 м (E=4000 МПа) для нормативных нагрузок

Таблица П 8.1

Группа участков	Класс прочности бетона на растяжение при изгибе/марка	Категория нормативной нагрузки	Толщина цементобетонной плиты (м) при коэффициенте постели основания k_s (МН/м^3)			
			30	50	80	120
1	2	3	4	5	6	7
А	4,0/50	В/к	0.57	0.53	0.48	0.46
		I	0.49	0.46	0.42	0.39
		II	0.42	0.39	0.36	0.32
		III	0.34	0.31	0.28	0.25
		IY	0.28	0.25	0.22	0.20
		Y	0.20	0.19	0.18	0.17
	4,8/60	В/к	0.51	0.47	0.43	0.40
		I	0.45	0.40	0.37	0.34
		II	0.38	0.34	0.31	0.28
		III	0.30	0.27	0.24	0.22
		IY	0.24	0.21	0.19	0.17
		Y	0.18	0.17	0.16	0.16
Б	4,0/50	В/к	0.49	0.46	0.42	0.38
		I	0.43	0.40	0.36	0.32
		II	0.36	0.34	0.30	0.27
		III	0.29	0.26	0.23	0.21
		IY	0.23	0.20	0.18	0.16
		Y	0.17	0.16	0.16	0.16
	4,8/60	В/к	0.43	0.40	0.36	0.33
		I	0.38	0.35	0.32	0.28
		II	0.32	0.29	0.26	0.23
		III	0.25	0.22	0.20	0.18
		IY	0.20	0.17	0.16	0.16
		Y	0.16	0.16	0.16	0.16

Продолжение таблицы П 8.1

1	2	3	4	5	6	7
В	4,0/50	В/к	0.44	0.40	0.37	0.34
		I	0.38	0.36	0.32	0.29
		II	0.32	0.30	0.26	0.24
		III	0.26	0.23	0.20	0.18
		IY	0.20	0.18	0.16	0.16
		Y	0.16	0.16	0.16	0.16
	4,8/60	В/к	0.39	0.36	0.32	0.29
		I	0.34	0.31	0.28	0.24
		II	0.28	0.26	0.23	0.20
		III	0.22	0.20	0.17	0.16
		IY	0.17	0.16	0.16	0.16
Г	4,0/50	В/к	0.38	0.34	0.31	0.28
		I	0.33	0.30	0.26	0.23
		II	0.28	0.24	0.22	0.19
		III	0.21	0.18	0.16	0.16
		IY	0.16	0.16	0.16	0.16
	4,8/60	В/к	0.33	0.30	0.26	0.24
		I	0.29	0.26	0.22	0.20
		II	0.24	0.21	0.18	0.16
		III	0.18	0.16	0.16	0.16

Примечания:

1 В таблице приведены значения толщин для $k_н$=*1.*

2 Для нормативных нагрузок ***YI*** *категории на участках групп* ***А,Б,В,Г*** *и* ***Y*** *категории на участках групп* ***В*** *и* ***Г*** *рекомендуется применять нежесткие капитальные или облегченные покрытия.*

Требуемая толщина цементобетонного покрытия на основании из укатываемого бетона толщиной 0,20 м (Е=15500 МПа) для нормативных нагрузок

Таблица П 8.2

Группа участков	Класс прочности бетона на растяжение при изгибе/марка	Категория нормативной нагрузки	Толщина цементобетонной плиты (м) при коэффициенте постели основания k_s (МН/м^3)			
			30	50	80	120
1	2	3	4	5	6	7
А	4,0/50	В/к	0.54	0.50	0.46	0.42
		I	0.48	0.44	0.40	0.36
	4,8/60	В/к	0.48	0.44	0.40	0.36
		I	0.42	0.38	0.34	0.30
Б	4,0/50	В/к	0.48	0.44	0.40	0.35
		I	0.40	0.37	0.33	0.29
	4,8/60	В/к	0.41	0.37	0.33	0.29
		I	0.35	0.32	0.27	0.23
В	4,0/50	В/к	0.41	0.38	0.34	0.30
		I	0.36	0.32	0.28	0.24
	4,8/60	В/к	0.36	0.32	0.28	0.24
		I	0.31	0.27	0.22	0.16
Г (толщина основания 0,15м)	4,0/50	В/к	0.37	0.33	0.30	0.26
		I	0.32	0.28	0.25	0.22
	4,8/60	В/к	0.32	0.29	0.25	0.22
		I	0.28	0.24	0.21	0.17

Примечания:

1 В таблице приведены значения толщин для $k_u = 1$.

*2 Для нормативных нагрузок **VI** категории на участках групп **А,Б,В,Г** и **У** категории на участках групп **В** и **Г** рекомендуется применять нежесткие капитальные или облегченные покрытия.*

Требуемая толщина цементобетонного покрытия на основании из укатываемого бетона толщиной 0,20 м (E=13000 МПа) для нормативных нагрузок

Таблица П 8.3

Группа участков	Класс прочности бетона на растяжение при изгибе/марка	Категория нормативной нагрузки	Толщина цементобетонной плиты (м) при коэффициенте постели основания k_s (МН/м^3)			
			30	50	80	120
1	2	3	4	5	6	7
А	4,0/50	II	0.40	0.37	0.33	0.29
		III	0.31	0.28	0.24	0.20
		IY	0.24	0.19	0.16	0.16
	4,8/60	II	0.36	0.32	0.28	0.24
		III	0.27	0.23	0.18	-
		IY	0.19	0.16	-	-
Б	4,0/50	II	0.34	0.30	0.26	0.22
		III	0.26	0.22	-	-
		IY	0.16	-	-	-
	4,8/60	II	0.30	0.26	0.21	0.16
		III	0.21	-	-	-
В	4,0/50	II	0.30	0.26	0.21	-
		III	0.21	-	-	-
Г (толщина основания 0,15 м)	4,0/50	II	0.27	0.23	0.20	0.18
		III	0.20	0.17	-	

Примечания:

1 В таблице приведены значения толщин для $k_u = 1$.

*2 Для нормативных нагрузок **YI** категории на участках групп **А,Б,В,Г** и **Y** категории на участках групп **В** и **Г** рекомендуется применять нежесткие капитальные или облегченные покрытия.*

Конструкции двухслойных покрытий с верхним слоем из армобетона B_{tb} 4.8/60, нижним из цементобетона B_{tb} 2.8/35 на пескоцементном основании с E=4000 МПа. Швы слоев совмещены ($k_ц$=1)

Таблица П 8.4

Коэффициент постели грунта, МН/м^3	Толщины слоев (м) для категорий нормативной нагрузки								
	В/к			I			II		
	Группы участков аэродрома								
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
30	0.32 0.27 0.40	0.31 0.26 0.25	0.30 0.23 0.20	0.32 0.27 0.25	0.29 0.22 0.20	026. 0.20 0.20	0.28 0.22 0.20	0.23 0.20 0.20	0.21 0.20 0.20
40	0.32 0.28 0.36	0.30 0.27 0.20	0.29 0.21 0.20	0.31 0.26 0.20	0.26 0.23 0.20	0.23 0.20 0.20	0.26 0.22 0.20	0.22 0.20 0.20	-
50	0.32 0.27 0.31	0.29 0.25 0.20	0.26 0.22 0.20	0.31 0.24 0.20	0.25 0.22 0.20	0.22 0.20 0.20	0.25 0.20 0.20	0.21 0.20 0.20	-
60	0.32 0.27 0.26	0.29 0.23 0.20	0.25 0.21 0.20	0.28 0.24 0.20	0.24 0.20 0.20	0.22 0.20 0.20	0.24 0.20 0.20	0.21 0.20 0.20	-
80	0.31 0.26 0.20	0.26 0.22 0.20	0.23 0.20 0.20	0.28 0.21 0.20	0.23 0.21 0.20	0.20 0.20 0.20	0.23 0.20 0.20	-	-
120	0.28 0.24 0.20	0.23 0.20 0.20	0.21 0.20 0.20	0.24 0.21 0.20	0.21 0.20 0.20	-	0.21 0.20 0.20	-	-
160	0.26 0.21 0.20	0.22 0.20 0.20	0.20 0.20 0.20	0.22 0.20 0.20	0.20 0.20 0.20	-	-	-	-

Примечания: *1 В первом, втором и третьем рядах чисел во 2-10-й графах таблицы указаны: толщина верхнего армобетонного слоя; нижнего цементобетонного слоя; пескоцементного слоя основания, соответственно. 2 Стыковые соединения только в верхнем слое. 3 Двухслойные конструкции, находящиеся ниже границы, выделенной жирной чертой, целесообразно заменить однослойными или применять только при усилении существующих аэродромных покрытий.*

Конструкции двухслойных покрытий с верхним слоем из цементобетона B_{tb} 4.8/60, нижним из цементобетона B_{tb} 2.8/35 на пескоцементном основании с E=4000 МПа. Швы слоев совмещены (k_u=1)

Таблица П 8.5

Коэффициент постели грунта, МН/м^3	Толщины слоев (м) для категорий нормативной нагрузки								
	В/к			I			II		
	Группы участков аэродрома								
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
30	0.34 0.33 0.40	0.34 0.29 0.25	0.30 0.27 0.20	0.34 0.30 0.25	0.30 0.26 0.20	0.28 0.22 0.20	0.30 0.26 0.20	0.26 0.21 0.20	0.21 0.20 0.20
40	0.34 0.32 0.36	0.30 0.29 0.25	0.30 0.25 0.20	0.32 0.30 0.20	0.28 0.25 0.20	0.24 0.23 0.20	0.27 0.26 0.20	0.23 0.22 0.20	-
50	0.34 0.31 0.31	0.30 0.29 0.20	0.28 0.24 0.20	0.32 0.28 0.20	0.30 0.21 0.20	0.23 0.22 0.20	0.26 0.24 0.20	0.22 0.20 0.20	-
60	0.33 0.32 0.26	0.30 0.27 0.20	0.26 0.24 0.20	0.31 0.27 0.20	0.26 0.23 0.20	0.22 0.20 0.20	0.25 0.24 0.20	0.21 0.20 0.20	-
80	0.32 0.31 0.20	0.30 0.24 0.20	0.24 0.23 0.20	0.30 0.25 0.20	0.24 0.22 0.20	-	0.24 0.21 0.20	-	-
120	0.30 0.27 0.20	0.24 0.23 0.20	0.21 0.20 0.20	0.25 0.24 0.20	-	-	0.21 0.20 0.20	-	-
160	0.30 0.24 0.20	0.22 0.21 0.20	-	0.23 0.22 0.20	-	-	-	-	-

Примечания: *1 В первом, втором и третьем рядах чисел во 2-10-й графах таблицы указаны: толщина верхнего цементобетонного слоя; нижнего цементобетонного слоя; пескоцементного слоя основания соответственно. 2. Стыковые соединения только в верхнем слое. 3 Двухслойные конструкции, находящиеся ниже границы, выделенной жирной чертой, целесообразно заменить однослойными или применять только при усилении существующих аэродромных покрытий.*

Конструкции двухслойных покрытий с верхним слоем из армобетона B_{tb} 4.8/60, нижним из цементобетона B_{tb} 2.8/35 на пескоцементном основании с E=4000 МПа. Швы слоев не совмещены (k_u=1)

Таблица П 8.6

Коэффициент постели грунта, МН/м^3	Толщины слоев (м) для категорий нормативной нагрузки						
	В/к			I			II
	Группы участков аэродрома						
	А	Б	В	А	Б	В	А
30	0.31 0.27 0.40	0.28 0.24 0.25	0.26 0.22 0.20	0.29 0.24 0.25	0.25 0.21 0.20	0.23 0.20 0.20	0.25 0.21 0.20
40	0.30 0.25 0.35	0.27 0.25 0.20	0.24 0.21 0.20	0.28 0.23 0.20	0.24 0.20 0.20	-	0.23 0.20 0.20
50	0.29 0.25 0.30	0.26 0.22 0.20	0.23 0.20 0.20	0.27 0.22 0.20	0.23 0.20 0.20	-	-
60	0.29 0.25 0.25	0.25 0.22 0.20	0.22 0.20 0.20	0.26 0.21 0.20	-	-	-
80	0.28 0.22 0.20	0.23 0.20 0.20	-	0.24 0.20 0.20	-	-	-
120	0.25 0.21 0.20	-	-	-	-	-	-

Примечания: *1 В первом, втором и третьем рядах чисел во 2-8-й графах таблицы указаны: толщина верхнего армобетонного слоя, нижнего цементобетонного слоя, пескоцементного слоя основания соответственно.*

2 Стыковые соединения только в верхнем слое.

Требуемая толщина пескоцементного основания с модулем упругости Е=4000 МПа под сборные покрытия из плит ПАГ-18 и ПАГ-14 (ГОСТ 25912.0-91 - 25912.2-91) для нормативных нагрузок

Таблица II 8.7

Нормативная категория	$k_н$	Группа участков покрытия	Требуемая толщина пескоцементного основания (м) при коэффициенте постели грунтового основания k_s (МН/м^3)				
			30	40	60	80	120
Для плит ПАГ-18							
II	1	А	0,32	0,30	0,27	0,25	0,22
		Б	0,25	0,22	0,18	0,16	0,15
		В	0,17	0,15	0,15	0,15	-
Для плит ПАГ-14							
III	1	А	Применять не рекомендуется			0,25	0,24
		Б	0,24	0,23	0,21	0,20	0,18
		В	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15
IV	1	А	0,22	0,20	0,18	0.17	0,15
		Б	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		В	0,15	0,15	0,15	-	-

Примечания:

1 Расчетные изгибающие моменты для сборных покрытий вычислялись с исключением рядов колес, дающих в сумме отрицательные значения моментов в расчетном сечении.

2 Для оснований, обработанных вяжущими, с модулем упругости E_i, отличным от 4000 МПа, требуемые толщины получают умножением табличных значений на поправочный коэффициент

$$k = \sqrt[3]{\frac{4000}{E_i}},$$

где:

E_i - *модуль упругости материала основания обработанного вяжущим (МПа).*

3 Для промежуточных значений коэффициентов постели грунта k_s толщину слоя основания следует принимать по интерполяции.

Требуемая толщина пескоцементного основания с модулем упругости E = 5000 МПа под сборные покрытия из плит ПАГ-14 и ПАГ-18 (ГОСТ 25912.0-91 - 25912.2-91) для различных типов воздушных судов

Таблица П 8.8

Тип воздушного судна	Взлетная масса, т	Требуемая толщина пескоцементного основания (м) на участках группы А под плиты					
		ПАГ-18			ПАГ-14		
		Коэффициент постели грунтового основания k_s, МН/м^3					
		40	60	80	40	60	80
Ил-86	206	0,16	0,15	0,15	-	-	-
Ил-76ТД	190	0,21	0,17	0,15	0,25	0,22	0,19
Ил-76Т	170	0,16	0,15	0,15	0,23	0,19	0,17
Ту-154Б	100	0,15	0,15	0,15	0,18	0,16	0,15
Ил-18Д	64				0,15	0,15	0,15
Як-42	53,5				0,15	0,15	0,15
Ту-134	47				0,15	0,15	0,15
Ми-6	42,5				0,27	0,24	0,21
Ми-10к	38,0				0,15	0,15	0,15
Ан-24	22	Упрочненное основание не требуется					
Як-40	16,1						
Ми-8	12						
Ми-4	7,5						
Ми-2	3,55						

Примечания:

1 Минимальная толщина слоя пескоцементного основания принята равной 0,15 м.

2 Применение плит ПАГ-14 под самолеты Ил-76 и Ил-76ТД допускается только как исключение.

3 Расчетные изгибающие моменты для сборных покрытий вычислялись с исключением рядов колес, дающих в сумме отрицательные значения моментов в расчетном сечении.

4 Для оснований, обработанных вяжущими, с модулем упругости E_i, отличным от 5000 МПа, требуемые толщины получают умножением табличных значений на поправочный коэффициент

$$k = \sqrt[3]{\frac{5000}{E_i}},$$

где:

E_i - *модуль упругости материала основания обработанного вяжущим (МПа).*

3 Для промежуточных значений коэффициентов постели грунта k_s толщину слоя основания следует принимать по интерполяции.

Толщины нежестких покрытий для нормативных нагрузок

Таблица П 8.9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
А	В/К	24	0,27	-	-	0,20	0,40	-	-	0,50	1,37
		40	0,18	-	-	0,20	0,30	-	-	0,30	0,98
		100	0,23	-	-	0,20	0,20	-	-	-	0,63
	I	24	0,21	-	-	0,20	0,40	-	-	0,50	1,31
		40	0,18	-	-	0,15	0,20	-	-	0,30	0,83
		100	0,16	-	-	0,20	0,30	-	-	-	0,66
	II	24	0,19	-	-	0,20	0,25	-	-	0,50	1,14
		40	0,14	-	-	0,15	0,20	-	-	0,20	0,69
		100	0,13	-	-	0,20	0,20	-	-	-	0,53
	III	24	0,16	-	-	0,10	-	0,30	-	0,50	1,06
		40	0,11	-	-	0,10	-	0,20	-	0,30	0,71
		100	0,10	-	-	0,15	-	0,20	-	-	0,45

Продолжение таблицы П 8.9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
А	IV	24	0,11	-	-	0,10	-	0,30	-	0,50	1,01
		40	0,09	-	-	0,08	-	0,20	-	0,20	0,57
		100	0,09	-	-	0,10	-	0,15	-	-	0,34
	V	24	-	0,11	-	0,08	-	0,20	-	0,20	0,59
		40	-	0,10	-	0,08	-	0,15	-	-	0,33
		100	-	0,08	-	0,08	-	-	0,20	-	0,36

Продолжение таблицы П 8. 9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
Б	В/К	24	0,22	-	-	0,20	0,40	-	-	0,50	1,32
		40	0,16	-	-	0,20	0,30	-	-	0,20	0,86
		100	0,20	-	-	0,20	0,20	-	-	-	0,60
	I	24	0,21	-	-	0,20	0,30	-	-	0,50	1,21
		40	0,15	-	-	0,15	0,20	-	-	0,30	0,80
		100	0,13	-	-	0,20	0,30	-	-	-	0,63
	II	24	0,15	-	-	0,20	0,30	-	-	0,50	1,15
		40	0,11	-	-	0,15	0,20	-	-	0,20	0,66
		100	0,10	-	-	0,20	0,20	-	-	-	0,50
	III	24	0,17	-	-	0,10	-	0,20	-	0,40	0,87
		40	0,09	-	-	0,10	-	0,20	-	0,20	0,59
		100	0,09	-	-	0,10	-	0,30	-	-	0,49

Продолжение таблицы П 8.9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
Б	IV	24	0,13	-	-	0,10	-	0,20	-	0,30	0,73
		40	0,09	-	-	0,08	-	0,15	-	0,20	0,52
		100	0,09	-	-	0,08	-	0,15	-	-	0,32
	V	24	-	-	0,12	0,10	-	0,30	-	-	0,52
		40	-	-	0,09	0,10	-	0,15		-	0,34
		100	-	-	0,09	0,08	-	-	0,20	-	0,37

Продолжение таблицы П 8. 9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
В	В/К	24	0,20	-	-	0,20	0,40	-	-	0,50	1,30
		40	0,16	-	-	0,10	0,30	-	-	0,20	0,76
		100	0,16	-	-	0,20	0,20	-	-	-	0,56
	I	24	0,18	-	-	0,15	0,30	-	-	0,50	1,13
		40	0,13	-	-	0,10	0,20	-	-	0,30	0,73
		100	0,10	-	-	0,20	0,30	-	-	-	0,60
	II	24	0,13	-	-	0,15	0,30	-	-	0,50	1,08
		40	0,10	-	-	0,10	0,20	-	-	0,20	0,60
		100	0,10	-	-	0,15	0,20	-	-	-	0,45
	III	24	0,12	-	-	0,15	-	0,20	-	0,40	0,87
		400	0,09	-	-	0,09	-	0,15	-	0,20	0,53
		100	0,09	-	-	0,10	-	0,15	-	-	0,34

Продолжение таблицы П 8. 9

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Толщины слоев нежесткой конструкции t_i (м)								Общая толщина t_{tot}, м
			покрытие (асфальтобетон)			основание					
			верхний слой		нижний слой	верхний слой	нижний слой		дренирующий слой		
			Модуль упругости материала слоя E_i, МПа								
			1500	1200	900	600	350	300	250	120	
В	IV	24	0,11	-	-	0,10	-	0,20	-	0,20	0,61
		40	-	0,09	-	0,08	-	0,15	-	0,20	0,52
		100	-	0,09	-	0,09	-	-	0,20	-	0,38
	V	24	-	-	0,08	0,08	-	0,25	-	0,30	0,71
		40	-	-	0,07	0,08	-		0,15	0,20	0,50
		100	-	-	0,09	0,08	-	-	0,20	-	0,37

***Примечание. 1** Расчеты нежестких конструкций выполнены для условий II ДКЗ при N_r=50 приложений нагрузки в сутки.*

Приложение 9
справочное

ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица П 9.1

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	Подлежащая изъятию		СИ		
	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
1	2	3	4	5	6
Сила, нагрузка, вес	килограмм-сила	кгс	Ньютон	Н	1 кгс ~ 9,8Н ~ 10Н
	тонна-сила	тс			1 тс ~ $9{,}8 \cdot 10^3$Н ~ 10кН
	грамм-сила	гс			1 гс ~ $9{,}8 \cdot 10^{-3}$Н ~ 10мН
Линейная нагрузка	килограмм-сила на метр	кгс/м	Ньютон на метр	Н/м	1 кгс/м ~ 10Н/м
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м^2	Ньютон на квадратный метр	Н/м^2	1 кгс/м^2 ~ 10Н/м^2
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2	Паскаль	Па	1 кгс/см^2 ~ $9{,}8 \cdot 10^4$Па ~ ~10^5Па ~ 0,1МПа

Продолжение таблицы П 9.1

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	Подлежащая изъятию		СИ		
	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
1	2	3	4	5	6
Механическое напряжение Модуль упругости	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2	Паскаль	Па	1 кгс/см^2 ~ 9,8.10^{4}Па ~ ~10^{5}Па ~ 0,1МПа
Коэффициент постели	килограмм-сила на кубический сантиметр	кгс/см^3	Ньютон на кубический метр	Н/м^3	1 кгс/см ~ 9,8.10^{6}н/м^3 = =9,8 мн/м^3
Момент силы	килограмм-сила - метр	кгс.м	Ньютон - метр	Н.м	1 кгс.м ~ 9,8Н.м ~ 10Н.м
Жесткость при изгибе	килограмм-сила квадратный сантиметр	кгс.см^2	Паскаль-метр в четвертой степени	Па.м^4	1 кгс.см^2 ~ 9,8.10^{-4}Па.м^4 ~10^{-3}Па.м^4

gost.e-ecolog.ru